

Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Basisuitgangspunten voor het ontwerpen van een verkeers- lichtenregeling voor de gemeente 's-Hertogenbosch

Versie 2021.1



Versiebeheer

Versie	Datum	Aangepast door	Opmerking
12.1	23-01-2012	Eric Greweldinger	1 ^e uitgave
12.2	12-03-2012	Eric Greweldinger	Kleine aanpassingen
12.3	16-05-2012	Marcel Heijkoop	Integratie verschillende documenten
13.1	10-01-2013	Bert Smits	Kleine aanpassingen
13.2	11-03-2013	Eric Greweldinger	Aanpassing op vernieuwing richtlijn ontruimingstijden
17.1	17-02-2017	Eric Greweldinger	Actualisatie ivm automatenbestek
17.2	02-03-2017	Eric Greweldinger	Beleidskaders C-ITS als bijlage toegevoegd
21.1	13-04-2021	Eric Greweldinger	Actualisatie ivm automatenbestek



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1. Inleiding	3
1.1. Doel/Uitgangspunten	3
1.2. Normen, voorschriften en bijlagen	3
1.3. Werkzaamheden	3
2. Basisgedachten regelbaarheid	4
3. Ontwerpeisen vormgeving geregelde kruispunten	6
3.1. Positionering van de stopstrepen	6
3.2. Positionering van het wegmeubilair	6
3.3. Positionering van de verkeersregelkast	9
3.4. Positionering van de detectielussen	9
4. Uitgangspunten verkeersregelkundige berekeningen	13
4.1. Starre regeling	13
4.2. Functionele specificatie	14
4.3. Informatie ten behoeve van COCON en OTTO berekeningen	15
4.4. Simulatie (indien van toepassing)	20
5. Toetsmomenten, Acceptatietest, Nazorg en planning	21
5.1. Acceptatietest verkeersregelapplicatie	21
5.2. Nazorg verkeersregelapplicatie	21
5.3. Contacten	22
6. Eisen VRI's bij werkzaamheden	23
6.1. Vervanging bestaande VRI of reconstructie kruispunt met VRI	23
6.2. Werk in uitvoering rond een bestaande VRI waarbij detectie uitgeschakeld wordt	23
6.3. Tijdelijke Verkeersregelinstallatie (geen pendellicht)	24
6.4. Pendellicht	24
6.5. Te overleggen gegevens bij tijdelijke VRI en pendellicht	24
Bijlage. Wegeheerderskaders inclusief bijlagen	25



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

1. Inleiding

De gemeente 's-Hertogenbosch laat veel taken over aan de markt. Om de markt op het gebied van het aanleggen van verkeersregelininstallaties te informeren over de wensen en eisen is dit document opgesteld. Hierdoor hebben ook andere partijen voldoende gegevens beschikbaar om een basis verkeersregeling te realiseren die voldoet aan de kwaliteitseisen van de gemeente 's-Hertogenbosch. LET OP! Men dient zelf, vooraf start ontwerp te verifiëren of dit de meest recente versie is.

1.1. Doel/Uitgangspunten

Het doel van dit document is om een basis te hebben voor het realiseren van een complete verkeersregelininstallatie die volledig aansluit bij de wensen en eisen van de uiteindelijke beheerder, de gemeente 's-Hertogenbosch en uniforme werkwijzen en procedures.

Uitgangspunten :

- Vakinhoudelijke kennis van verkeersregelininstallaties is vereist;
- Kennis van bestaande wet, regelgeving en normering ten aanzien van verkeersregelininstallaties;
- In de diverse documenten worden verschillende woorden gebruikt met dezelfde cq gelijkwaardige betekenis. Uitgangspunt is dat de begrippen bekend zijn bij de lezer/gebruiker van dit document. Volledigheidshalve is er de bijlage "begrippenlijst" opgenomen ter verduidelijking van de begrippen.

1.2. Normen, voorschriften en bijlagen

Het werk (ontwerpen, realiseren en functioneel opleveren van een verkeersregelininstallatie) dient gemaakt te worden op basis van de geldende normen, voorschriften en standaard afspraken. De opdrachtnemer wordt geacht inhoudelijk op de hoogte te zijn van deze normen, voorschriften en afspraken. Bij afwijking hiervan dient schriftelijk overleg en goedkeuring te worden verkregen.

1.3. Werkzaamheden

De te verrichten werkzaamheden voor een nieuwe verkeersregelapplicatie bestaan uit het berekenen van ontruimingstijden/intergroentijden m.b.v. OTTO, het maken van een kruispuntanalyse met COCON, het specificeren, programmeren van een ITS-applicatie volgens de standaard functionele specificatie 's-Hertogenbosch en het (optioneel) simuleren van de verkeersregelapplicatie met Vissim. Er dient met de meest recente versie software van de genoemde programma's gewerkt te worden. Een verkeersregeltechnische toetsing maakt onderdeel uit van het werk.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

2. Basisgedachten regelbaarheid

Een verkeersregelininstallatie bestaat uit verschillende onderdelen. Het is van belang dat de onderdelen juist worden gepositioneerd om het verkeer zo goed mogelijk af te kunnen wikkelen op het te regelen kruispunt. In dit onderdeel worden basis gedachten omschreven aangaande de regelbaarheid van een kruispunt binnen de gemeente 's-Hertogenbosch.

Ten aanzien van de vormgeving van het kruispunt en de verkeersregeling zijn een aantal aanvullende kwaliteitseisen gesteld. Deze worden nog nader vastgelegd in een nota verkeerslichten Gemeente 's-Hertogenbosch. Een eerste aanzet is hierna weergegeven:

Cyclustijd: Maximaal 120 sec

Onder cyclustijd wordt verstaan de tijd waarbinnen alle richtingen met een aanvraag gerealiseerd zijn geweest en de wachtrij volledig hebben verwerkt (geen dubbele stops) en er gedurende die periode geen wachtgroen en overige versturende omstandigheden (als brug-, trein- en/of file-ingrepen) zijn geweest.

Eerst wachtende wachttijd autoverkeer: maximaal 120 sec, langzaam verkeer: maximaal 90 sec

Onder eerst wachtende wachttijd wordt verstaan de tijd tussen het stilstaan voor een rood licht tot het passeren van de stopstreep.

Maximale verzadiging: 90%

Voor elke rijrichting wordt de verzadiging uitgerekend. Dit is het relatieve verschil tussen de hoeveelheid verkeer dat verwerkt kan worden (op basis van de groentijd) en het verkeersaanbod.

Maximale wachtrijlengte: lengte opstelstrook

De maximale wachtrijlengte is een maat voor de benodigde opstelruimte. Deze wordt berekend per rijrichting/-strook. Hierbij wordt er van uitgegaan, dat het aantal rijstroken op de kruispuntarm over de gehele lengte van de opstelstrook beschikbaar is. Indien sprake is van overbelasting zal in de praktijk de wachtrijlengte langer zijn dan in de berekeningen wordt aangegeven, aangezien de wachtrijlengte over meerdere uren opbouwt (berekening is alleen over het maatgevende uur). Opstelstroken dienen minimaal 60 m lang te zijn, waarbij de bereikbaarheid van de naastliggende rijstrook moet worden gegarandeerd. Bij een 5% overschrijdingskans mag de opstelstrook maximaal 120 m zijn. Hierbij is ook de relatie met de benodigde detectie en het bereiden ervan van belang.

Beoordeling VRI

Op basis van de beleidseisen is een beoordeling aangegeven van de belasting van de kruispunten. Deze beoordeling kan variëren van licht belast tot overbelast. Hieronder is dit nader verklaard:

- Licht belast: Verzadigingsgraad < 70% & Cyclustijd < 70 sec
Het kruispunt heeft voldoende capaciteit om het verkeer te verwerken met tevens ruimte voor prioriteitsingrepen of extra realisaties van openbaar vervoer.
Schommelingen in verkeersaanbod zijn gemakkelijk op te vangen.
- Normaal belast: Verzadigingsgraad 70-80% & Cyclustijd 70-90 sec
Het kruispunt heeft voldoende capaciteit om het verkeer te verwerken met tevens beperkte mogelijkheden voor prioriteitsingrepen van openbaar vervoer.
Schommelingen in verkeersaanbod leiden incidenteel tot overbelasting (> 1 keer wachten voor rood).
- Zwaar belast: Verzadigingsgraad 80-90% & Cyclustijd 90-120 sec
Het kruispunt heeft net voldoende capaciteit om het verkeer te verwerken, waarbij geen mogelijkheden voor prioriteitsingrepen van openbaar vervoer zijn.
Schommelingen in verkeersaanbod leiden tot overbelasting (> 1 keer wachten voor rood).
- Overbelast: Verzadigingsgraad > 90% & Cyclustijd > 120 sec
Het kruispunt heeft onvoldoende capaciteit om het verkeer te verwerken, waarbij geen mogelijkheden voor prioriteitsingrepen van openbaar vervoer zijn.
Schommelingen in verkeersaanbod leidt tot overbelasting (> 1 keer wachten voor rood) en een wachtrijlengte die groeit naarmate de tijd verstrijkt en pas afneemt als het verkeersaanbod vermindert.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Voor de berekening hoe zwaar belast een kruispunt is, worden een aantal beleidseisen gebruikt. Op basis van deze kengetallen kan worden bepaald of een bestaande verkeersregeling voldoende capaciteit heeft om het verkeersaanbod te verwerken. In de bijlage "Informatie ten behoeve van COCON en OTTO berekeningen" zijn deze kengetallen weergegeven.

Hieronder is een beoordelingstabel voor de onderlinge relatie van de verzadigingsgraad en de cyclustijd weergegeven:

Cyclustijd	Verzadigingsgraad			
	< 70%	70-80%	80-90%	> 90%
< 70 sec.	Licht belast	Licht belast	Normaal belast	Zwaar belast
70-90 sec.	Licht belast	Normaal belast	Normaal belast	Zwaar belast
90-120 sec.	Normaal belast	Normaal belast	Zwaar belast	Overbelast
> 120 sec.	Zwaar belast	Zwaar belast	Overbelast	Overbelast

In het ontwerp voor een planjaar moet het streven zijn om een regeling te kunnen realiseren die maximaal normaal belast is voor elk moment van de dag en jaar.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

3. Ontwerpeisen vormgeving geregelde kruispunten

De ontwerper dient het kruispunt zodanig te dimensioneren dat de verkeersregeling, vanaf het moment van inbedrijfstelling, voldoende capaciteit biedt om het verkeersaanbod te verwerken voor de periode van 10 jaar. De berekeningen hiervoor moeten aan de hand van geprognosticeerde verkeerscijfers aangetoond worden. Hierbij rekening gehouden met eventuele toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen. Mocht uit de berekeningen blijken dat het kruispuntontwerp niet voldoet voor een periode van 10 jaar, dan dient dit te worden overlegd met de gemeente 's-Hertogenbosch.

Voor het opstellen van de uitgangspunten van de verkeersregeling dienen capaciteitsberekeningen verricht te worden. De capaciteitsberekeningen moeten zijn uitgevoerd met behulp van het programma COCON (laatste beschikbare versie) conform de uitgangspunten zoals die zijn opgesteld door de gemeente (zie paragraaf 4.3 'Informatie ten behoeve van COCON en OTTO berekeningen'). De COCON-database bestanden dienen ter (goed)keuring aan de beheerder te worden verstrekt.

Aan de hand van deze capaciteitsberekeningen dient door de leverancier een controle te worden verricht op de verkeersbelasting van de kruising en een advies gegeven te worden over de vormgeving (rijstrookindeling) van de kruising. Tevens wordt de COCON-berekening gebruikt voor het bepalen van de fasevolgorde en de maximale groentijden.

3.1. Positionering van de stopstrepen

De vormgeving van het kruispunt dient zo te zijn dat deze zo compact mogelijk ontworpen is met in achtname van de rijlijnen en bochtstralen. Op basis hiervan kunnen de stopstrepen bepaald worden. Hierbij dient de Regeling Verkeerslichten in acht worden genomen.

De werkwijze voor de positionering is als volgt :

- Neem de meest recente detectie- of kruispunttekening (schaal 1:200);
- Controleer de plaats van de huidige stopstrepen op straat van zowel auto- als fietsrichtingen;
- Controleer of de stopstrepen gewijzigd moeten worden als gevolg van wijzigingen in de regeling, civieltechnische wijzigingen of uit oogpunt van een betere benutting van de aanwezige ruimte (stopstrepen zo dicht mogelijk naar het kruisingsvlak);
- Indien het gaat om een ongeregelde situatie waar een nieuwe VRI geplaatst wordt, moeten alle stopstrepen ingetekend worden. Maatgevend daarbij is de plaats van de verkeerslantaarns en de wettelijk verplichte afstand tussen lantaarns en stopstreep.
- De afstand tussen stopstrepen voor autoverkeer en de kanalisatiestrepen voor een oversteek ten behoeve van het langzaam verkeer bedraagt 1 meter.

3.2. Positionering van het wegmeubilair

Uitgangspunt is dat de positionering van masten, uitleggers en portalen ten opzichte van de stopstrepen moet op basis van de gestelde normen in paragraaf 2 van "Regeling Verkeerslichten" bepaald zijn. Hieronder worden afwijkingen hierop aangegeven.

Op wegen met een maximumsnelheid hoger dan 50 km/h en/of op wegen waar meer dan één rijstrook door een signaalgroep wordt bediend, worden naast lage altijd hoge lantaarns toegepast. Hiervoor dient een uitleggermast te worden toegepast tot een lengte van maximaal 10 meter. Bij langere lengten dient het een portaal te zijn. Centraal geplaatste portalen en uitleggers worden in principe niet toegepast. Hierbij dient voor elke rijstrook onder de uitlegger of portaal een lantaarn aanwezig te zijn. De afstand van een lage lantaarn voor gemotoriseerd verkeer tot aan de stopstreep is 3 tot 5 meter. Bij een fietslantaarn is dit 0,4 meter. De afstand van een hoge lantaarn tot aan de stopstreep is, afhankelijk van de situatie ter plaatse en of het binnen of buiten de bebouwde kom betreft:

- binnen de bebouwde kom dient rekening gehouden te worden met afstand tussen de 8 en 12 meter.
- buiten de bebouwde kom met een afstand tussen de 10 en 15 meter (maximaal 20 meter!).

De afstand tussen de mast en de trottoirband van de rijbaan is maximaal 1,5 meter. De minimale afstand van zijkant achtergrondschild tot de trottoirband van de rijbaan is 0,6 meter (RV, paragraaf 2, lid 17).



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Staanders, universeel masten en drukknopmasten dienen zodanig te worden geplaatst dat bij werkzaamheden in de mast, via het luikje, het overzicht voor de monteur zo groot mogelijk is. Dit houdt in dat de monteur, daar waar mogelijk, met het gezichtsveld richting het passerende verkeer moet zitten.

Aantal masten in de middenberm

Middenberm maximaal 4 meter

Bij een maximale breedte van 4 meter wordt 1 mast in de middenberm toegepast. De mast komt in het hart van de berm te staan, waardoor de mast op een maximale afstand van kant weg komt te staan (2 meter). Door het nieuwe "Bossche voetgangerslicht" doorgaans 2 lage masten.

Middenberm groter dan 4 meter

Bij een breedte groter dan 4 meter worden 2 masten in de middenberm toegepast. De masten komen op maximaal 1,05 meter van de weg te staan. Indien de middenberm groter is dan 10 meter, wordt er ook een volglicht geplaatst voor de eventuele vervolg fietser.

Plaatsing armaturen

De keuze tussen het aantal armaturen en de plaatsing ervan is een afweging tussen een aantal uitgangspunten. Er zijn een aantal uitgangspunten opgesteld, deze dienen per locatie opnieuw bekeken te worden.

- De afstand tussen verkeerslantaarn en de aanrijrichting van de stopstreep bedraagt 3,5 meter (bij een breedte van de stopstreep van 50 centimeter) bij lage lantaarns. Bij hoge lantaarns bedraagt deze afstand 8 (binnen de bebouwde kom) of 12 meter (buiten de bebouwde kom).
- Masten voor verkeerslantaarns dienen altijd op een vaste afstand te staan van de kant van de rijbaan. Het is mogelijk dat in de praktijk sommige situaties gecombineerd zijn. De grootste afstand is dan bepalend.
- Op de tekening moet aangegeven worden welke lantaarns geel moeten knipperen indien de regeling niet in bedrijf is. Uitgangspunt is dat er per signaalgroep minimaal één lantaarn moet knipperen. In het aanzicht van de betreffende verkeersarm dient een denkbeeldige driehoek van knipperende lantaarns zichtbaar te zijn;
 - voor autolantaarns op één naderingsrichting moeten voldoende lantaarns knipperen om een duidelijk beeld te geven; niet alle lantaarns moeten knipperen; in principe knipperen bij een naderingsrichting met aparte linksaf- en rechtsafrichting met een lage lantaarn en een rechtdoorgaande richting met twee hoge lantaarns alle lantaarns;
 - alle fietslantaarns moeten knipperen;
 - voetgangerslantaarns knipperen nooit;
 - lantaarns voor het openbaar vervoer moeten knipperen.
- Voetgangerslantaarns zijn in principe van het type "Bossche voetgangerslantaarns". Dit zijn lantaarns die voor de voetgangersoversteek worden geplaatst en die zo gericht zijn dat de voetganger naar het (eerst) conflicterende verkeer kijkt. Naast de rode en groene voetgangerslens zijn ook drukknoppen en (bewaakte)rateltickers in deze lantaarn geïntegreerd.
- Extra lage lantaarns ter ondersteuning van lantaarns boven de weg worden alleen toegepast als hiervoor een goede reden is. Dit kan zijn indien:
 - er sprake kan zijn van fantomeffect (vooral bij lantaarns gericht op het oosten en westen);
 - slechte zichtbaarheid van de lantaarns boven de weg;
 - ruimtewinst als door een extra lage lantaarn de stopstreep dichter op bij het kruisingsvlak kan worden gesitueerd; dit geldt vooral bij wegen zonder stroomfunctie met lage snelheden. (Zie ook regeling verkeerslichten)



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Minimale configuratie lantaarns

Hieronder staat de minimale configuratie van de lantaarns weergegeven. Dit geldt ook zo nodig voor openbaar vervoerslantaarns. Verkeerslantaarns voor gemotoriseerd verkeer hebben 200 mm lenzen, tenzij ze staan langs rijstroken waar de maximumsnelheid 70 km/u of hoger is. Dan worden lenzen van 300 mm toegepast.

Aantal rijstroken autoverkeer	Snelheid	Minimale Configuratie
1	50km/h	2 lage lantaarns
1	70km/h	1 lage lantaarn en 1 hoge lantaarn
2	50km/h	2 lage lantaarns
2	70km/h	Elke rijstrook 1 lage en 1 hoge lantaarn
3 (b.v. rechtsaf, rechtdoor en linksaf)	50km/h	2 lage en 2 hoge lantaarns (uitlegger), met een voorkeur voor de staander op de middenberm
3 (b.v. rechtsaf, rechtdoor en linksaf)	70km/h	2 lage en 3 hoge lantaarns, met een voorkeur voor de staander op de middenberm
Fietsverkeer		
Fiets hoofdrichting		1 lantaarn met onderlicht inclusief wachttijdvoorspeller
Fiets volglicht		1 lantaarn met onderlicht inclusief wachttijdvoorspeller

In alle andere situaties moet een combinatie van de configuraties uit de tabel toegepast worden. Bij een weg waar het percentage vrachtverkeer van het verkeer hoger is dan 10%, is een hoge lantaarn ongeacht aantal rijstroken of snelheid verplicht. Eventuele afwijkingen in overleg met de gemeente 's-Hertogenbosch.

Bij openbaar vervoer dient rekening gehouden te worden met de lantaarn ten opzichte van de stopstreep. Dit in verband met de kijkhoek vanuit het voertuig naar het buslicht.

Veiligheid

Veiligheid is een belangrijk aspect en mag nooit in het geding komen. In principe als iedere richting een armatuur heeft dan is dit voldoende. Echter als het armatuur slecht zichtbaar is, op afstand of vanaf de stopstreep (evt. ook door fantoom-effect) dan is dit een geldige reden om eventueel een (laag) armatuur bij te plaatsen. Een niet onbelangrijk bijkomend voordeel bij het plaatsen van een extra laag armatuur is dat bij aanrijding van de zweepmast of portaal, er altijd nog een laag armatuur is.

Lantaarnnummering

De nummering van de lantaarns wordt volgens de standaard ('Richtlijnen voor Ontwerp Niet Autosnelwegen afgekort tot RONA) uitgevoerd waarbij geteld wordt vanuit het oosten. Indien een signaalgroep voorzien is van meerdere lantaarns krijgen de lantaarns het signaalgroepnummer met een decimaal volgnummer. De volgorde van decimale nummering is vanaf de rechter rijstrook naar de linker rijstrook (dus met de klok mee nummeren!). Voorbeeld 2.1, 2.2, 2.3, enz.

Is de signaalgroep met slechts één verkeerslantaarn uitgerust, dan wordt er geen decimale nummering toegepast. Voorbeeld '2' in plaats van '2.1'.

Wanneer twee, of bij uitzondering meer, kruisingen worden uitgevoerd met een verkeersregelininstallatie geregeld vanuit één enkel verkeersregelautomaat wordt elke kruising voorafgegaan met een honderdtal.

Voorbeeld bij drie kruispunten vanuit één verkeersregelautomaat:

- Eerste kruispunt : Ri-101, Ri-102, Ri-103, enz.
- Tweede kruispunt: Ri-201, Ri-202, Ri-203, enz.
- Derde kruispunt: Ri-301, Ri-302, Ri-303, enz.

Voorwaarschuwingssignalen (VWS)

Voorwaarschuwingssignalen worden alleen toegepast als er redelijkerwijs geen verkeerslichten mogen worden verwacht of bij bijzondere omstandigheden. Als alternatief kan zo nodig bord J32 worden geplaatst.

Voorwaarschuwingssignalen worden geplaatst op 300 meter voor de stopstreep op wegen met een maximumsnelheid hoger dan 50 km/h, met uitzondering van twee verkeersregelininstallaties die op



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

zichtafstand (max. 600m) van elkaar verwijderd liggen. De afstand tussen het hart van de mast van een voorwaarschuwingsssein tot de kant rijbaan is minimaal 1,25 meter.

Wanneer de rijbaan bestaat uit één toeleidende rijstrook dan dient één voorwaarschuwingsssein te worden geplaatst aan de rechterzijde van de rijbaan. Bij twee of meer toeleidende rijstroken aan weerszijden van de rijbaan.

Combinatie Bewegwijzering/OV/VRI

In het ontwerpen van de installatie dienen masten ten behoeve van de openbare verlichting, bewegwijzering en verkeersregelininstallatie zo veel mogelijk te worden gecombineerd. De plaats van de mast ten behoeve van de bewegwijzering is hierbij bepalend. Een combinatie dient te worden gemaakt als masten met installatieonderdelen minder dan vijf meter in het ontwerp van elkaar zijn verwijderd.

Drukknoppen

Voor het plaatsen van drukknoppen dient rekening gehouden te worden met het gebruik ervan. Getracht dient te worden dat er alleen op gedrukt gaat worden voor die groepen waarvoor de drukknop is bedoeld. Met name de richting is daarbij van belang.

Voor voetgangers dient onder elke lantaarn een drukknop met terug signalering aanwezig te zijn. Voor fietsers dient voor de drukknop met terug signalering een drukknopmast geplaatst te worden op 1 meter van de stopstreep.

Uitgangspunt is dat voetgangers drukknoppen haaks, en fiets drukknoppen in de aanrijrichting op de mast worden gemonteerd.

3.3. Positionering van de verkeersregelkast

Bij de positionering van de verkeersregelkast dient rekening te worden gehouden met de volgende eisen:

- op een voor gemotoriseerd voertuig gemakkelijk bereikbare locatie (bij voorkeur langs een fiets- of voetpad);
- op een niet gemakkelijk door gemotoriseerd verkeer aan te rijden locatie. Indien mogelijk dient de obstakelvrije ruimte van de kast tot de rijbaan 4,5 meter te zijn;
- indien geen veilige parkeermogelijkheid aanwezig is, dient deze met grastegels aangebracht te worden;
- op een locatie, waarbij zo min mogelijk meters kabel en mantelbuizen gelegd hoeven te worden;
- op een locatie rekening houdend met omwonenden: niet voor een uitrit of tegen een gevel;
- opening van de deur zodanig, dat vanachter de kast een overzicht verkregen wordt over het kruispunt.
- de uiteindelijke locatie wordt in overleg met de afdeling R&B OR gerealiseerd.

3.4. Positionering van de detectielussen

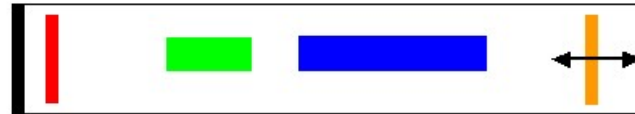
Wanneer mogelijk worden de detectielussen voor gemotoriseerd verkeer aangelegd conform de verbeterde IVER detectie configuratie dan wel Groen op Maat (GOM). Groen op Maat is een detectieconfiguratie en een signaalgroepafwikkeling welke door IT&T ontwikkeld is. Deze is er op gericht om ongeacht het aantal voertuigen altijd een instelbare geelbenutting te realiseren waarmee de doorstroming alsmede de geloofwaardigheid op een kruispunt toeneemt. De koplussen worden onder een hoek van 30° aangebracht. De verbeterde IVER detectie configuratie is een verbetering van de GOM detectie configuratie. (zie CROW website, voor nadere informatie). Bij een bestaand GOM detectieveld vinden er doorgaans geen aanpassingen plaats. In nieuwe situaties is de vernieuwde IVER in principe de standaard.

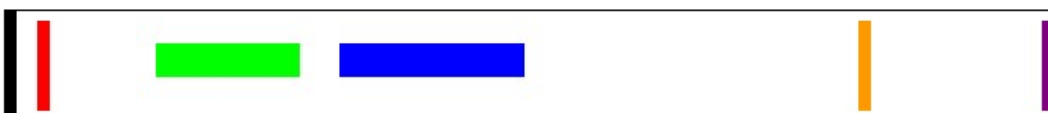
Bijlage 51

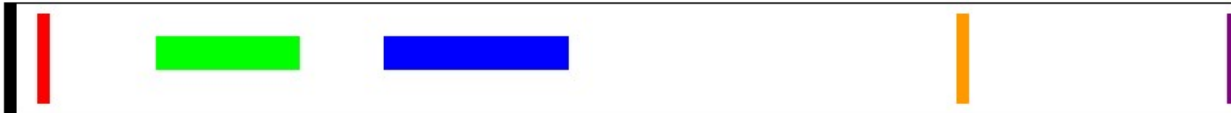
Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

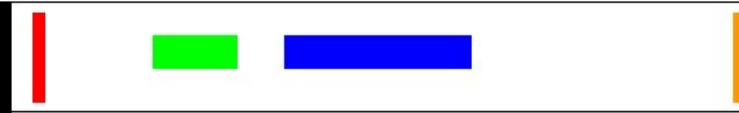
GOM:

Afslaand verkeer (rustig) + ETW 30 + ETW 50				
				
D1	D2	D3	D4	D5
1-2	12-20	24-42	NVT	NVT

50 km/h + Afslaand verkeer (druk)				
				
D1	D2	D3	D4	D5
1-2	12-20	24-42	49-50 of 59-60	NVT

70 km/h				
				
D1	D2	D3	D4	D5 (optioneel)
1-2	14-28	32-50	80-81	95-96

80 km/h				
				
D1	D2	D3	D4	D5 (optioneel)
1-2	14-28	38-56	89-90	115-116

Afrit Snelweg				
				
D1	D2	D3	D4	D5
1-2	12-20	24-42	70-71	NVT

De maximale detectieconfiguratie voor fietsverkeer bestaat uit een drukknop met terugmelding (gericht richting fietspad) bij de stopstreep, één lus bij de stopstreep en twee lussen op 25 meter afstand. De lussen worden in een hoek van 30° gelegd met de rechter punt naar de stopstreep gericht. De tweede lus ligt op een afstand van 25m en de derde lus op een afstand van 0,75m vanaf de achterkant van de tweede detectielus. Verder wordt verwegdetectie alleen toegepast als het in de regeling ook zinvol kan zijn. Indien er sprake is van een twee richtingen fietspad, dan wordt de koplus op het fietspad ook als lussenpaar uitgerust.

Bijlage 51

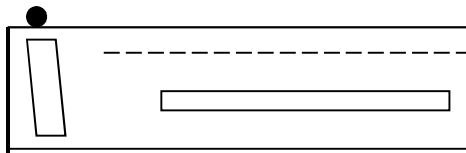
Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Gecombineerde rijstrook voor (brom-)fietsers en autoverkeer

In dergelijke situaties wordt de koplus breder gemaakt, tot op korte afstand van de rechter zijde van de rijbaan. Hierdoor berijden ook fietsers de koplus. Daarnaast wordt een drukknop voor fietsers geplaatst aan de rechterzijde van de rijbaan. De koplus ligt onder een hoek van 30° met de punt rechtsvoor tegen de stopstreep aan. Het komt ook voor dat er een afzonderlijke koplus voor de (brom-)fietsers wordt aangelegd.

DK02 D02.1

D02.2



Richtinggevoelige detectie autoverkeer

In een tweetal situaties wordt richtinggevoelige detectie voor autoverkeer toegepast te weten:

- Bij rijbanen zonder middengeleider waarbij tegengesteld verkeer de lange lus kan aanrijden;
- Bij smalle rijbanen waarbij hetzelfde probleem zich kan voordoen.

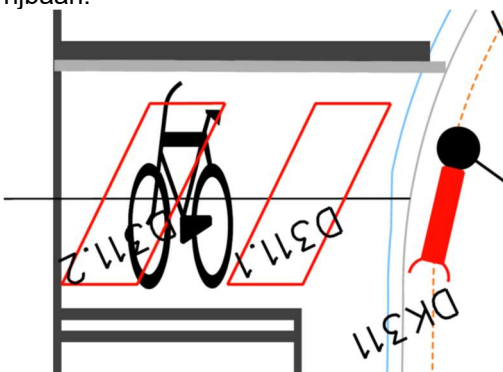
In de genoemde situaties wordt een extra korte lus gelegd op één meter achter de lange lus met een lengte van 1 meter

Filelussen

Filelussen worden altijd voorbij de stopstreep gelegd van de richting(en) waarop de file-ingreep betrekking heeft. Een filemeetpunt bestaat (per rijstrook) uit twee lussen met een lengte van 1 meter en een tussenruimte van 1 meter. De eerste lus in de rijrichting gezien ligt daarbij op 40 meter van het einde van het kruisingsvlak (daarbij is of de kop van de midden geleider bepalend of een aanwezige fiets-/voetgangersoversteek). File lussen worden altijd voorzien van registratie voor snelheid en lengte.

Opgeblazen fietsopstelstrook (OFOS)

De lusconfiguratie voor een OFOS bestaat uit twee lussen onder een hoek van 60° of over een lus in V vorm (in overleg). Daarnaast wordt een drukknop voor fietsers geplaatst aan de rechterzijde van de rijbaan.



Detectienummering

De nummering van de detectielussen voor signaalgroepen voor gemotoriseerd verkeer met één rijstrook begint bij de koplus (volgnummer 1) en eindigt bij de meest ver weg gelegen lus. Bij signaalgroepen met meerdere rijstroken wordt begonnen bij de koplus van de rechter rijstrook, vervolgens worden alle lussen op dezelfde afstand van de stopstreep opeenvolgend genummerd. Daarna komt de eerste lange lus op de rechter rijstrook enzovoorts.

De nummering van de detectielussen voor fietsverkeer begint bij de lus welke het dichtst bij de stopstreep is gelegen en gaat aaneenvolgend verder tot aan de meest verweg gelegen detectielus. De drukknop krijgt op de tekening geen volgnummer (in de applicatie volgnummer 0).

De nummering van de filelussen is aaneensluitend op het hoogste nummer van de overige lussen. Het laagste nummer is voor de meest ver weg gelegen filelus op de rechter rijstrook. Het daarop volgende



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

nummer is voor de meest ver weg gelegen filelus op de linker rijstrook, vervolgens voor de tweede lus op de rechter rijstrook en als laatste de tweede lus op de linker rijstrook.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

4. Uitgangspunten verkeersregelkundige berekeningen

4.1. Starre regeling

Ontwerpeisen

Starre regelingen worden gebruikt om, de structuur van de regeling te bepalen, de maximum groentijden voor de voertuigafhankelijke regeling te bepalen en dienen verder als noodprogramma in geval van storing van de voertuigafhankelijke regeling. Bij de nieuwe iVRI bestaan er geen starre regelingen, maar halfstarre regelingen, het gaat er maar om dat er een goed back-up is bij geen dan wel weinig detectie om welke reden dan ook. Bij halfstarre gekoppelde regelingen dient het starre programma als basis voor de halfstarre regeling. Bij het ontwerpen van de starre regeling(en) dient met het volgende rekening gehouden te worden:

- Maximale cyclustijd;
- Maximale verzadigingsgraden van 80% (85% voor uitzonderingen);
- De wachtrijlengten in relatie tot de aanwezige opstelruimte (wachtrijlengte met een overschrijdingskans van 5%);
- Gelijkstartende richtingen moeten ook daadwerkelijk gelijk starten;
- Nalooptijden van voetgangersrichtingen indien mogelijk;
- Eventuele extra realisaties voor langzaam verkeer of busrichtingen;
- De groenfase van te koppelen richtingen moet binnen de "rijlijnen" van de koppeling passen;
- Ook verschijnborden "Rechtsaf bij rood voor (brom)fietzers toegestaan" en knipperlantaarns t.b.v. waarschuwen voor deelconflicten moeten in de regeling worden opgenomen.

Verschuiven van de regeling

Zorg er voor, door het schuiven van de regeling, dat het startgroenmoment van de hoofdrichtingen aan het begin van de cyclus valt (bijvoorbeeld seconde 2 of 3). Hierdoor worden deze richtingen het snelste groen als het noodprogramma actief wordt. Zorg er verder voor dat de startgroenmomenten van de richtingen welke parallel aan de hoofdrichtingen groen zijn ook aan het begin van de cyclus vallen (en niet op het einde van de cyclus). Verschuif hiervoor eventueel de regeling een paar seconden naar achteren.

Aantal starre regelingen

Standaard wordt voor de ochtendspits, de avondspits en de dal-periode een starre regeling ontworpen. Indien de intensiteiten van de dal-periode en de nachtperiode veel verschillen, kan een extra starre regeling voor de nachtperiode worden ontworpen. Indien de intensiteiten over de hele dag niet veel verschillen en het kruispunt niet zwaar belast is, kan soms volstaan worden met één starre regeling voor de hele dag. Soms is een starre regelingen voor koopspitsen gewenst. Een en ander afhankelijk van de locatie van het kruispunt en de fluctuaties in de intensiteiten.

Extra eisen halfstarre regeling

Bij halfstarre regelingen moet extra informatie worden gegeven te weten:

- Het wachtmoment;
- De offset;
- Synchronisatie.

Het wachtmoment is de seconde waarop de hoofdrichtingen en eventuele parallelle richtingen gelijktijdig nog net groen zijn. Hierdoor worden de hoofdrichtingen bij het inschakelen van de koppeling direct verlaten en treedt er zo min mogelijk verlies op.

De offset is het verschil in seconden tussen het startgroenmoment van de eerste hoofdrichting in de definitieve starre regeling en het startgroenmoment waarop de betreffende hoofdrichting groen moet zijn volgens de rijlijnen van de koppeling.

Voor elke starre regeling is een apart wachtmoment en een aparte offset.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

4.2. Functionele specificatie

Voorafgaand aan het ontwikkelen/programmeren van de verkeersregelapplicatie, dient een functionele specificatie te worden opgesteld. Hierin is de functionaliteit van de regelapplicatie vastgelegd. De bijzondere voorwaarden dienen duidelijk omschreven te worden.

Een onderdeel van de specificatie zijn de ontruimingstijden/intergroentijden. Deze dienen te worden berekend met behulp van OTTO. Het OTTO-bestand tezamen met een uitdraai van de conflicten met afstanden en het COCON-bestand dienen aan de gemeente 's-Hertogenbosch beschikbaar te worden gesteld.

De specificatie moet conform de algemene functionele specificatie van de gemeente 's-Hertogenbosch worden opgesteld.

In overleg kan afgeweken worden van de bepalingen en kunnen er extra wensen worden toegevoegd. De specificatie dient ter toetsing aangeboden te worden. De specificatie van de regelapplicatie moet zowel schriftelijk als bewerkbaar digitaal aan de beheerder worden overhandigd bij oplevering.

Nadere uitgangspunten specificatie programma:

- Basis principe van de regeling, ook qua alternatieven, vooruit realisaties en bijzondere realisaties.
- Het is de bedoeling dat er een zo geloofwaardig mogelijke regeling wordt verkregen en dat wordt voorkomen dat er voor niets moet worden gewacht.
- Daar waar mogelijk dienen alternatieve realisaties bij een OV-ingreep te worden toegestaan.
- De regeling dient realistisch te worden gesimuleerd (indien van toepassing bijv. niet bij een GOP). Van de maatgevende spitsperiode en een dal-periode (20% van het verkeer in de spitsperiode) dienen waarden van gemiddelde en maximale waarden van wachttijden, wachtrijen i.r.t. lengte van opstelstroken en wachten voor niets van alle modaliteiten te worden geleverd. Daarbuiten dient van de simulatie ook een MV-file en/of Vlog-file te worden geleverd. Gekoppelde regelingen dienen ook gekoppeld te worden gesimuleerd.
- Ten behoeve van de MV-file dient te worden geprogrammeerd met het uitgebreide programmeervoorschrift. Alle verkeersregeltechnische relevante zaken moeten zichtbaar gemaakt kunnen worden. (geldt alleen voor bestaande situaties met MV-file licentie)
- In het programma dienen detectie vervangende maatregelen te worden opgenomen. Alle detectie vervangende maatregelen dienen instelbaar te zijn.
- Bij toepassing van een deelconflict tussen gemotoriseerd en langzaam verkeer kan er in bijzondere gevallen een extra waarschuwingslantaarn worden toegevoegd met een geel knipperend symbool, uitvoering in overleg;
- RBR (Rechtsaf Bij Rood) dient zoveel mogelijk te worden toegepast. Indien mogelijk met een vast bord. Bij toepassing van verschijnbord dan dient het als signaalgroep te worden uitgevoerd en bewaakt;
- In basis dienen voor boven- en ondergedrag relevante waarden voorgesteld te worden en opgenomen in de specificatie, vanuit het regeltoestel wordt geen detectie informatie gegeven van een inwinpunt als die stoort;
- In de regeling dient continue de wachttijd van de signaalgroepen bepaald te worden. De informatie van de wachttijd dient te worden verklikt in het kruispuntplaatje waarbij diegene met de langste wachttijd een extra attentie niveau dient te verkrijgen;
- De lussen dienen in de applicatie ook beveiligd te worden tegen het zgn. jutteren van een lus;

Wachtstand

Op kruispunten waar een duidelijke hoofdstroom te onderscheiden is wordt wachtstand groen toegepast voor het doorgaande verkeer. Dit is bijvoorbeeld het geval voor het doorgaande verkeer op stroomwegen. Als het niet duidelijk is kan een schakelbare wachtstand worden gemaakt. Naast de



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

schakelaar voor de keuze wachtstand rood/wachtstand groen, kan een aparte schakelaar worden gemaakt waarmee tijdens wachtstand groen ook het rechts afslaande autoverkeer of het parallelle fietsverkeer als wachtstandgroenrichtingen gedefinieerd kunnen worden.

Blokindeling

Basis zijn de starre regelingen zoals aangemaakt met COCON. Als eerste wordt de indeling gemaakt van de primaire richtingen. Deze moeten zo "diep" mogelijk geplaatst worden zodat deze richtingen zo lang mogelijk de mogelijkheid tot realiseren hebben.

Als tweede worden de wachtstand richtingen bepaald. Dit zijn de richtingen welke groen moeten tonen als er geen verkeer op het kruispunt aanwezig is.

Als laatste dient per blok bepaald te worden welke richtingen in dat betreffende blok alternatief mogen realiseren. Dit zijn in principe richtingen welke niet met alle primaire richtingen conflicteren en welke niet versneld in het eerstvolgende blok kunnen realiseren.

Standaard naamgeving parameters

Zie bijlage 'algemene functionele specificatie 's-Hertogenbosch'.

Er mag niet worden afgeweken van de standaard naamgeving.

Duurtest

Nadat een regeling handmatig is getest dient een duurtest uitgevoerd te worden om mogelijke fasebewakingen vast te kunnen stellen. Van de duurtest wordt aangegeven wat en hoe is getest.

Bij de duurtest dient men rekening te houden met:

- variatie in belastingparameters voor voertuigtypes;
- rekening houden met in de regeling aanwezig schakelaars welke de afwikkeling van de regeling sterk kunnen beïnvloeden (bijvoorbeeld een wachtstandschakelaar, een schakelaar waarmee bus ingrepen kunnen worden in- en uitgeschakeld of een schakelaar waarmee mee-aanvragen of gelijk starts kunnen worden geschakeld);
- intensiteiten;
- verkeersstromen;
- simulatiegegevens.
- Om de simulaties overeen te laten komen met de verdeling van het verkeer over de dag worden vier timeslices gebruikt te weten voor de ochtend-, dal-, avond- en nachtperiode.
- Als geen gegevens beschikbaar zijn voor de verschillende perioden van de dag kan een eigen verdeling worden gehanteerd. Om dit te standaardiseren wordt de volgende verdeling voorgesteld: timeslice 1: 100%, 2: ongeveer 75%; 3: ongeveer 115%; 4: ongeveer 20%.
- Bij het autoverkeer worden alleen intensiteiten voor personenauto's ingevoerd zijnde de intensiteit in pae.
- Busprioriteit (verliestijd busverkeer).
- Dubbele fietsrealisatie (verliestijd fietsverkeer en aantal realisaties fietsverkeer).
- Interne (fiets)koppelingen (verliestijd volgrichtingen).

4.3. Informatie ten behoeve van COCON en OTTO berekeningen

Defaultinstellingen

Als eerste dienen een aantal defaultwaarden in COCON gecontroleerd en eventueel goed gezet te worden. De parameters en hun defaultinstelling zijn genoemd in onderstaande tabellen.

Nuancering t.o.v. de CROW-richtlijn (CROW publicatie 321, maart 2013)

De berekening van de ontruimingstijden/intergroentijden is gelijk aan de de CROW met nadere toelichting:

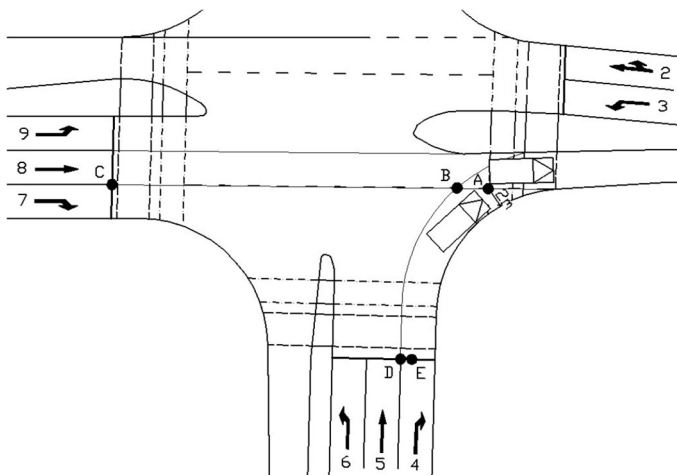
- Voor oprijdend rechts en linksafslaand verkeer geldt de 2 meter regel, hetgeen inhoudt dat er een rijlijn getekend wordt ter bepaling van een mogelijk conflictpunt van 2 meter uit de

Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

binnenbocht (Punt A in onderstaande figuur, dit geldt voor elke gelijksoortige situatie, kan dus ook voor linksafslaand verkeer)

- Bij fietsers en voetgangers zonder wachttijdvoorspellers o.i.d. geldt een reactietijd van 0,5 sec.



Defaultinstellingen COCON/OTTO

Voordat met COCON de ontruimingstijden/intergroentijden berekend kunnen worden, moeten diverse kenmerken van het kruispunt ingevoerd worden in COCON. Daarbij dienen de defaultwaarden uit onderstaande tabellen gehanteerd te worden.

Voertuiglengte en snelheden

	Lengte voertuig (m)	Snelheid bij 50 km/uur	Snelheid bij 70 km/uur
Personenauto	6	50	70
Bus	12	45	60
Fiets	2	10	n.v.t.
Bromfiets	2	30	n.v.t.
Voetganger	0	4	n.v.t.

PAE-waarden

Personenauto:	1,0 pae;
Lichte vrachtauto:	2,0 pae;
Zware vrachtauto:	3,5 pae;
Bus:	2,0 pae;
Motor:	0,4 pae;
Fiets:	0,3 pae.

Instellingen t.b.v. berekenen ontruimingstijden (op- en afrijnsnelheid)

Weggebruiker	Snelheid	Afrijsnelheid (m/s)	Oprijnsnelheid (m/s)
Auto / bus / vrachtauto	50 km/u	12	14
Auto / bus / vrachtauto	70 km/u	15	20



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Auto / bus / vrachtauto	80 km/u	15	22
Landbouwverkeer	n.v.t.	7	10
(Brom)fiets	n.v.t.	4	5
Voetganger	n.v.t.	1,2	2,0

Let op: als de snelheid voor een bepaalde richting wordt gewijzigd, worden niet automatisch de bijbehorende oprij- ontruimingssnelheden gewijzigd.

Instellingen t.b.v. berekenen ontruimingstijden/intergroentijden (bochten, afhankelijk van de straal, gemiddeld in de bocht)

Straal (m)	Afrijsnelheid (m/s)	Oprijsnelheid (m/s)
10 (krap)	6	8
15	7	10
20	8	11
25	9	12
30	10	13
35 (ruim)	11	14

Instellingen t.b.v. berekenen ontruimingstijden/intergroentijden (optrekversnelling en afremvertraging)

Weggebruiker	Optrekversnelling (m/s ²)	Afremvertraging (m/s ²)
Auto	2,5	2,5
Bussen/vrachtauto's	2,0	1,5
Landbouwverkeer	2,5	2,5

Verder dient de **berekeningsmethode** voor de ontruimingstijden/intergroentijden op "optrekversnelling" te staan en dient als **maatgevend voertuig** voor rijstroken met autoverkeer "personenauto" opgegeven te worden indien het percentage vrachtverkeer onder de 10% ligt. Indien dit percentage hoger ligt, is de vrachtwagen (lengte conform CROW 321, >10% = 12m., >20% = 18m.) het maatgevende voertuig. Controleer voor alle zekerheid dat op bus stroken waar alleen bussen rijden het maatgevende voertuig een bus is (12m.). Daar waar auto's en bussen van dezelfde rijstrook gebruik maken, is de personenauto het maatgevende voertuig. Bromfietzers worden alleen in overleg met de verkeersregeltechnicus afzonderlijk beschouwd.

Bepalen conflictpunten

- Indien in overleg is bepaald dat men geen gebruik maakt van OTTO gelden de volgende opmerkingen:
- Zorg voor een kopie van de tekening met de definitieve stopstrepen met een schaal van 1:200;
- Teken met potlood de rijlijnen in voor elke rijstrook (zie ook de richtlijnen van het C.R.O.W.);
- Teken alle conflictpunten in en zet daarbij om welk conflict dat het gaat (bijvoorbeeld 2,5);
- De oprijafstand wordt opgemeten door uit te gaan van een krappe boogstraal;
- De afrijafstand wordt opgemeten door uit te gaan van een ruime boogstraal;
- Voer de ontruimings- en oprijafstanden in COCON.

Opdrukken ontruimingstijden/intergroentijden

Voor een aantal fietsbewegingen wordt een extra ontruimingstijd/intergroentijd berekend. Dit is vooral bij:

- Fietzers waarvan de oversteek direct voor de stopstreep van autorichtingen langs loopt;

Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

- Tweerichtingsfietspaden voor de fietsers welke theoretisch aan de verkeerde zijde van de weg rijden. Specifiek geldt dit voor fietsers naar tegemoetkomende rechtsafslaande auto's en naar linksafslaande, achteroprijdende auto's.

Bij langzamere fietsers kan het voorkomen dat de ontruimende fietser, in verband met de lange ontruimingsafstand, nog niet **op** het conflictvlak met de betreffende auto is, op het moment dat de autorichting groen krijgt. Voor deze conflicten wordt een extra ontruimingstijd berekend waarbij voor de oprijd afstand de afstand tot aan het begin van het conflictvlak wordt genomen. Deze afstand wordt gedeeld door een oprijdsnelheid van 4 m/s. De gevonden waarde is de veilige ontruimingstijd/intergroentijd.

Conflicten filteren

In COCON moeten niet conflicterende richtingen gefilterd worden. Voor niet gefilterde conflicten moeten **ALTIJD** de juiste oprij- en ontruimingsafstanden worden ingevuld mits er geen OTTO bestand is.

Controle ontruimingstijden

Alle ontruimingstijden/intergroentijden dienen ter controle twee keer te worden opgemeten. Daarna dient controle plaats te vinden door de projectleider. Voordat nieuw berekende ontruimingstijden/intergroentijd doorgevoerd worden, dienen deze altijd vergeleken te worden met de actuele ontruimingstijden/intergroentijd. Hiertoe dient een **verschilmatrix** gemaakt te worden.

Instellingen op wegen met 50 km/uur

Verkeerssoort	Vastgroen (sec)	Gar.groen (sec)	Geeltijd (sec)	Benut geel (sec)	Garantie geel (sec)	Garantie rood (sec)	Nalooptijd
Autoverkeer:							
• Rechtdoor	4	4	3 ¹	3	3	2	
• Afslaand	4	4	3	3	3	2	
Bus op busstrook	4	4	2	1	2	2	
Fiets	4	4	2	2	2	2	
Voetganger	4 ²	4	3	3	3	2	³
Knipperbak bij deelconflicten ²	1	1	0,1	0	0,1	0,1	
RABR lantaarn ²	0,1	0,1	0	0	0	0,1	

1) Geeltijden afhankelijk van snelheden (IVER onderzoek 2016)

2) Basis blijft in eerste instantie dat het groen een ga signaal is. Dit betekent dat in principe dat ondanks de oversteeklengte 4 sec. groen wordt ingesteld. In bijzondere omstandigheden kan er als volgt worden afgeweken. Deze tijd is afhankelijk van de lengte van de oversteek. Uitgangspunt is een oversteek van 8 meter. Bij een grotere oversteek dient deze tijd berekend te worden (loopsnelheid van 1m/s en de voetganger dient minimaal de helft van de oversteek te halen, voor een oversteek in deelconflict dient de gehele oversteek te kunnen worden gemaakt in die tijd). Bij de nieuwe "Bossche voetgangerslichten" speelt dit niet.

3) Nalooptijd is afhankelijk van de lengte van de oversteek. De nalooptijd start op het einde van het vastgroen van de voedende richting. Ten behoeve van de nalooptijden wordt gerekend met een snelheid van 1,5 m/s voor een (snelle) voetganger. De oversteeklengte is bij een conflictvrije oversteek: lengte 1ste oversteek + lengte middenberm + 0,5* lengte 2de oversteek;
De oversteeklengte is bij een niet conflictvrije oversteek (deelconflict): lengte 1ste oversteek + lengte middenberm + lengte 2de oversteek.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Bij de nieuwe "Bossche voetgangerslichten" wordt de lengte van de oversteek vermeerderd met de middenbermlengte + 1 meter en dan gedeeld door 1.2 m/s voor de gewone drukknop en 1.0 m/s voor de buzzer drukknop

Instellingen op wegen met 70 km/uur

Verkeerssoort	Vastgroen	Gar.Groen	Geeltijd	Benut geel	Garantie geel	Garantie rood
Autoverkeer:						
• Rechtdoor	4	4	5 (4) ¹	4	4	2
• Afslaand	4	4	3	3	3	2
Bus op busstrook	4	4	2	1	2	2

1) Doorstroommassen binnen de bebouwde kom. (zie ook IVER onderzoek geeltijden 2016)

De reactietijd voor alle verkeerssoorten is in alle situaties 0 seconden.

Capaciteit rijstroken

Rijstrooktype	Stedelijk gebied	Buitengebied
Rechtdoor	1850	1950
Linksaf	1750	1750
Rechtsaf	1750	1750
Gecombineerd	1500-1850*	1500-1850*
Vrijliggende fietspaden	5000 fietser (= 1500 pae)	5000 fietsers (= 1500 pae)
Voetpaden	5000 voetgangers	5000 voetgangers

* Afhankelijk van het percentage afslaand verkeer, wel of geen deelconflict waaraan voorrang gegeven moet worden en de intensiteit daarvan.

De capaciteit is nooit een vaste waarde. De waarden in bovenstaande tabel moeten gezien worden als richtlijnen welke per situatie kritisch bekeken moeten worden. Van de genoemde waarden kan bijvoorbeeld worden afgeweken bij smalle rijstroken, een helling of een hoog percentage vrachtverkeer.

Instellingen voor het gebruik van de websterformule;

Websterformule

Maximale cyclustijd	240 (s)
Maximale conflictbelasting	0,95 (%)
Maximale verzadigingsgraad	0,90 (%)
Webstercoëfficiënt F1 ¹⁾	1,5
Webstercoëfficiënt F2 ¹⁾	5
Webstercoëfficiënt F3 ¹⁾	1,00

1) Met de genoemde instellingen van de webstercoëfficiënten wordt een optimale cyclustijd berekend. Verder dient ingesteld te worden dat de kruispuntanalyse gebeurt op rijstrookniveau.

Intensiteiten

Indien de installatie over een telprogramma beschikt, kunnen de intensiteiten worden bepaald aan de hand van een recente telling (eventueel zelf in te stellen). Indien dit niet mogelijk is, dient van reeds bestaande tellingen gebruik gemaakt te worden. Afhankelijk van de teldatum dienen de intensiteiten opgehoogd te worden. Daarbij dient naast de autonome groei rekening gehouden te worden met gewijzigde verkeersstromen in de directe omgeving van het kruispunt.

Verder dient een doorsnedentelling opgevraagd worden via internet (Webstats/Verkeer.nu-verkeersinformatie). Hiermee kan het verloop over de week en over de dag worden bekeken.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Tellingen dienen tijdig aangevraagd te worden. Voor nieuwe situaties dienen de intensiteiten uit een prognose van een verkeersmodel te worden gehaald.

Eerste rekenslag

Nadat de eerste berekening is uitgevoerd dient bekeken te worden of:

- De cyclustijd onder de 120 seconden blijft. Bij kruispunten waar fietsoversteken onderdeel uitmaken van het fietsnetwerk, dient de wachttijd voor het fietsverkeer beperkt te blijven. Dit kan door een beperkte cyclustijd of een dubbele fietsrealisatie.
- De fasenvolgorde een wenselijke is of dat er een **voorkeursfasenvolgorde** opgegeven moet worden. Bijvoorbeeld om een koppeling van twee fietsrichtingen te realiseren of om twee naast elkaar gelegen signaalgroepen gelijktijdig groen te kunnen geven als deze een korte opstelstrook hebben. Verder kan dit nodig zijn om bijvoorbeeld fietsrichtingen niet direct voor de hoofdrichtingen groen te geven.
- Alle gelijkstartende richtingen gelijk groen krijgen en alle voorstarten worden gerealiseerd.

Als de berekeningen voor meerdere (spits-)perioden uitgevoerd worden, dient er voor gezorgd te worden dat de **fasenvolgorde in alle perioden gelijk** is in verband met de uniformiteit.

Creëren extra capaciteit

Als uit de berekeningen blijkt dat oververzadiging ontstaat of dat de wachtrijen langer worden dan de aanwezige opstelstroken (doorgaans meer dan 10% van de gevallen), dient extra capaciteit gecreëerd te worden. Dit kan op diverse manieren:

- Toestaan van deelconflicten tussen afslaand autoverkeer en parallel langzaam verkeer (alleen bij lage intensiteit van het afslaande autoverkeer en goede zichtbaarheid van het langzaam verkeer door het autoverkeer);
- Realiseren van extra rijstroken;
- Wijzigen van de rijstrookindeling (niet altijd mogelijk).

Dit alles alleen in overleg met de opdrachtgever.

4.4. Simulatie (indien van toepassing)

Nadere uitwerking van de te verrichten simulatie werkzaamheden:

- Het simuleren van het kruispunt voor een spits- en dalperiode met minimaal vijf runs per periode gedraaid.
- Het opstellen van een filmpje (+ 15 minuten) waarin een representatieve afwikkeling zichtbaar is voor een drukke en rustige periode, eveneens worden van de diverse simulaties MV-files en/of Vlog files aangeleverd.
- Een evaluatie van het kruispunt voor de genoemde periodes met behulp van verkeersgegevens uit Vissim en de Kwaliteitscentrale of een soortgelijk programma in onderlinge afstemming. Hierbij zal aandacht zijn voor gemiddelde en maximale wachttijden, wachtrijlengtes en onnodig wachten. De resultaten hiervan zullen in een notitie worden beschreven.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

5. Toets momenten, Acceptatietest, Nazorg en planning

Binnen een project is het van belang om de kwaliteit van het werk te toetsen tegen de eisen die gesteld zijn. Hierdoor is het van belang om een aantal controles/tests uit te voeren. In dit hoofdstuk staat vermeld welke toetsingen de gemeente 's-Hertogenbosch van noodzakelijk belang vindt. Daarnaast wil de gemeente bij sommige toets momenten, tests aanwezig zijn.

5.1. Acceptatietest verkeersregelapplicatie

Voor elke verkeersregelinstallatie wordt er per locatie een verkeersregelapplicatie voor de verkeersregelautomaat ontwikkeld. Hierin wordt eerst een functionele specificatie gemaakt die de gemeente ter toetsing krijgt aangeboden. Zie bijlage "Standaard Functionele specificatie". De gemeente gaat er vanuit dat de software op de dezelfde wijze (met betrekking tot bijvoorbeeld opmaak/structuur/naamgeving etc.) wordt ontwikkeld/geproduceerd. Om de regeling te testen wordt gebruik gemaakt van een 'Ccol'-bestand. Deze wordt inclusief de listings en de verkeerskundige specificaties ter toetsing aan de gemeente 's-Hertogenbosch aangeboden.

Elke verkeersregelapplicatie dient door de opdrachtnemer uitvoerig getest te worden (aantonen). Nadat deze is getest, zal de verkeersregelapplicatie ter controle aangeboden worden aan de verkeersregeltechnicus van de gemeente 's-Hertogenbosch. Deze zal de applicatie toetsen. Mocht uit deze toetsing blijken dat er bepaalde functionaliteiten niet goed werken, dan kan er om een nieuwe (test-) applicatie gevraagd worden waarin de opmerkingen verwerkt zijn.

Nadat de verkeersregelapplicatie is goedgekeurd, mag deze geïmplementeerd worden in het verkeersregeltoestel.

De verkeersregelapplicatie zal naast een algemene goede werking getoetst worden op geloofwaardigheid. Wachten voor niets is daarbij het belangrijkste criterium. Als bijlage is zijn de beleidskaders die zijn opgesteld in het kader van C-ITS bijgevoegd. Deze geven ook richting aan de huidige beleidskaders. Gedurende het contract kunnen dergelijke zaken natuurlijk aan verandering onderhevig zijn.

Geconstateerde afwijkingen, ongewenste zaken, fouten en andere opmerkingen op de applicatie en specificatie dienen binnen 1 week voor de FAT te zijn verholpen. Het afnameformulier van de applicatie dient retour te worden gezonden aan de opdrachtgever, waarbij is ondertekend dat alle geconstateerde zaken opgelost zijn.

Tijdens of na de FAT dient het mogelijk te zijn om nog een implementatie uit te voeren. Uitgangspunt daarbij is dat de CVN-interface van de applicatie niet wijzigt.

5.2. Nazorg verkeersregelapplicatie

De verkeersregelapplicatie die door de opdrachtnemer gemaakt wordt voor de verkeersregelinstallatie dient een garantie te hebben. De garantieperiode bedraagt de levensduur.

Garantie

Onder garantie wordt verstaan :

- Het kosteloos aanpassen van een (of meerdere) fout(en) in de verkeersregelapplicatie;
- Het kosteloos laten implementeren van de aangepaste applicatie in het verkeersregeltoestel;
- Het kosteloos plaatsen en functioneel in bedrijf nemen van de gewijzigde applicatie op straat in het verkeersregeltoestel;
- Het kosteloos verzorgen van de bijbehorende documentatie.

Onder fouten wordt verstaan :

- Vastlopers. Een richting krijgt wel een aanvraag maar krijgt gedurende de fasebewakingstijd (240 seconden) geen groen;
- Verschuiving in de interface;

Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

- Bugs in de besturingssoftware van de verkeersregelautomaat die de uitval van de verkeersregelinstallatie tot gevolg hebben;

Oplossen van garantie:

Het oplossen van fouten in de verkeersregelapplicatie dient zo spoedig mogelijk plaats te vinden doch uiterlijk binnen een termijn van twee weken na constateren van de fout. De gestelde termijn van twee weken is inclusief het analyseren, oplossen in de verkeersregelapplicatie en het implementeren ervan.

Nazorg

Onder nazorg wordt verstaan dat alle gewijzigde parameters die in de loop van de garantietermijn zijn ingesteld in de verkeersregelautomaat, definitief verwerkt worden in de verkeersregelapplicatie. Daarbij is het ook mogelijk om een (verkeersregeltechnische) wijzigingen in de verkeersregelapplicatie door te voeren MITS dat geen wijzigingen tot gevolg heeft op de CVN-interface.

Binnen één maand voor het verstrijken van de garantieperiode dient de definitieve applicatie in het verkeersregeltoestel aanwezig te zijn.

Planning (richting gevende termijnen om rekening mee te houden)

Offertetraject	Voorbespreking (indien gewenst). (leveren offerte binnen uiterlijk 14 dagen)
4 wk na opdracht	- Berekenen ontruimingstijden mbv OTTO en aanleveren; - Verrichten kruispuntonderzoek mbv COCON en aanleveren; - Maken functionele specificatie obv uitgangspunten en aanleveren; - Aanleveren uitdraai starre programma's met evaluatie tabellen; - Bespreking nadere uitgangspunten kruispunt met Gemeente 's-Hertogenbosch. - Opstarten topologie/FCB
6 wk na opdracht	Terugkoppeling Gemeente verwerken in ontruimingstijden en specificatie.
8 wk na opdracht	Maken (test-) applicatie obv specificatie en aanleveren.
10 wk na opdracht	Terugkoppeling Gemeente verwerken in applicatie.
11 wk na opdracht	Maken definitieve applicatie, specificatie en simulatie en aanleveren.
13 wk na opdracht In overleg	FAT
16 wk na opdracht In overleg	SAT, alles in definitieve vorm leveren (digitaal en hard copy)

5.3. Contacten

Gemeente 's-Hertogenbosch

Verkeersregeltechnicus : Eric Greweldinger
E-mail : e.greweldinger@s-hertogenbosch.nl
Telefoonnummer : 073-6159733
Functioneel beheerder : Bert Smits
E-mail : b.smits@s-hertogenbosch.nl
Telefoonnummer : 073-615 9283



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

6. Eisen VRI's bij werkzaamheden

De eisen genoemd in dit hoofdstuk zijn voor de leverancier van toepassing indien bij werkzaamheden aan en rond een verkeersregelinstallatie (VRI) niet alle functionaliteiten van de VRI in stand gehouden kunnen worden of bij een tijdelijke verkeersregelinstallatie (incl. pendellicht). In alle gevallen dient vooraf contact opgenomen te worden met de opdrachtgever.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de functionaliteiten die een (tijdelijke) verkeersregelinstallatie dient te hebben. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de volgende situaties:

- Vervanging bestaande VRI of reconstructie kruispunt met VRI;
- Werk in Uitvoering rond een bestaande VRI waarbij op één of meer richtingen detectielussen uitgeschakeld worden;
- Tijdelijke VRI (geen pendellicht);
- Pendellichten.

In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk wordt vermeldt welke gegevens aan de gemeente 's-Hertogenbosch aangeleverd dienen te worden bij een tijdelijke VRI of pendellicht.

6.1. Vervanging bestaande VRI of reconstructie kruispunt met VRI

Tijdens de vervanging van een VRI of bij de reconstructie van een kruispunt met VRI wordt geëist dat de verkeersregelinstallatie volledig blijft functioneren tijdens de werkzaamheden. Dit houdt in dat de volledige installatie, inclusief detectie, moet blijven functioneren. Daarna mag, na goedkeuring van de directievoerder van het werk, de detectie (deels) worden uitgeschakeld.

Om te kunnen beslissen welke detectie uitgeschakeld mag worden, wordt vooraf aan de uitvoering een overzicht gemaakt van de detectie die minimaal moet blijven functioneren. Deze keuze wordt gemaakt door een verkeersregeltechnicus van de gemeente 's-Hertogenbosch. Hierbij wordt als uitgangspunt gehanteerd dat voor elke richting minimaal een koplus (voor aanvraag) en een lange lus (voor verlengen) aanwezig is per rijstrook voor drukke richtingen. Voor rustige richtingen is minimaal een koplus met verlengfunctie noodzakelijk. Of een richting druk of rustig is wordt door een verkeersregeltechnicus van de gemeente 's-Hertogenbosch bepaald. Voor de detectie dienen detectielussen toegepast te worden. Indien het toepassen van detectielussen niet mogelijk is kan, in overleg met een verkeersregeltechnicus van de gemeente 's-Hertogenbosch, gekozen worden voor een combinatie van detectielussen en andere detectiesystemen.

6.2. Werk in uitvoering rond een bestaande VRI waarbij detectie uitgeschakeld wordt

De VRI dient altijd in werking te zijn. Indien de werkzaamheden verlangen dat de VRI wordt uitgeschakeld, kan dit alleen na toestemming van een verkeersregeltechnicus van de gemeente 's-Hertogenbosch.

Bij werk in uitvoering waarbij op één of meerdere richtingen de detectie niet meer kan functioneren, kan het nodig zijn tijdelijke detectielussen aan te brengen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de duur van het buiten bedrijf zijn van de detectie.

- Minder dan 24-uur: de regeling mag star regelen
- Van 24-uur tot een week:
 - Autorichting: per rijstrook minimaal een koplus met verlengfunctie
 - Fietsrichtingen: minimaal een drukknop
 - Voetgangers: minimaal een drukknop aan beide zijden van de weg
 - Openbaarvervoerrichting: per rijstrook minimaal een koplus
- Langer dan een week:
 - Autorichtingen: Elke drukke richting moet voorzien zijn van een koplus met aanvraagfunctie en een lange lus met verlengfunctie. De rustige richtingen voldoen



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

met een koplus met een aanvraag en verlengfunctie. Of een richting druk of rustig is wordt door een verkeersregeltechnicus van de Gemeente 's-Hertogenbosch bepaald.

- Fietsrichtingen: minimaal een drukknop
- Voetgangers: minimaal een drukknop aan beide zijde van de weg
- Openbaar vervoer: elke signaalgroep minimaal een koplus
- Langer dan een maand: het volledige detectieveld dient hersteld te worden conform paragraaf 3.4 "Positionering van de detectielussen". Bij uitzondering kan, in overleg met een verkeersregeltechnicus van de gemeente 's-Hertogenbosch, hiervan afgeweken worden.

6.3. Tijdelijke Verkeersregelinstallatie (geen pendellicht)

Er is sprake van een tijdelijke verkeersregelinstallatie als tijdens de duur van de werkzaamheden aan of rond het kruispunt:

- een andere of aangepaste verkeersregelautomaat gebruikt wordt dan voor of na de werkzaamheden;
- gebruik gemaakt wordt van een VRI bij een kruispunt dat voor en na de werkzaamheden niet door een VRI wordt geregeld.

De tijdelijke VRI moet voldoen aan de eisen zoals vastgelegd in "Eisen Tijdelijke VRI.doc".

6.4. Pendellicht

Er is sprake van een pendellicht indien (NEN 3384):

- De regeling van het verkeer betreft uitsluitend twee elkaar tegemoet rijdende verkeersstromen;
- Beide verkeersstromen maken gebruik van een wegvak waarover tegelijkertijd slechts verkeer in één richting kan rijden;
- Dit wegvak is tenminste 20 meter lang.

Een voorbeeld van de uitvoering staat in CROW 96b–16. Het pendellicht moet voldoen aan de Regeling Verkeerslichten en eisen genoemd in de standaard RAW bepalingen 2005. Daarnaast dient het pendellicht voertuigafhankelijk te regelen. Hiervoor dient op elke richting minimaal detectie aanwezig te zijn die de groenfase kan verlengen (soort detectie wordt niet voorgeschreven). De verkeersregelapplicatie dient de volgende eigenschappen te hebben:

- Vaste aanvraag (automatisch groen, ook zonder verkeer);
- verlengen op basis van detectie;
- minimale groentijd van 8 seconden;
- instelbare maximumgroentijd;
- ontruimingstijden volgens CROW richtlijnen (CROW publicatie 213);
- cyclustijd van maximaal 180 seconden;
- de aannemer dient op aanwijzing van de gemeente 's-Hertogenbosch instellingen te wijzigen.

6.5. Te overleggen gegevens bij tijdelijke VRI en pendellicht

Voordat een tijdelijke VRI of pendellicht in bedrijf gesteld mag worden, moeten de volgende zaken door de opdrachtgever aan de gemeente 's-Hertogenbosch te zijn overhandigd:

- Bewijs dat de VRI/pendellicht voldoet aan de gestelde eisen;
- Regelprogramma en/of functionele specificatie;
- Berekening van de ontruimingstijden volgens CROW publicatie 213;
- Berekening groentijden met behulp van COCON (tijdelijke VRI) op basis van actuele verkeersintensiteiten.



Bijlage 51

Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregelingen

Bijlage. Wegeheerderskaders inclusief bijlagen