



GEMEENTE TILBURG

Motivatiedocument VRI

Versie 1.0

Versie beheer

Versie	Status	datum:	Opmerkingen
1.0	Eerste versie	12-10-2017	

De technologie en processen binnen de VRI wereld staat niet stil. Dit document wordt dan ook regelmatig aangepast aan de nieuwste standaarden en inzichten. De afdeling Ruimtelijke Uitvoering van Gemeente Tilburg is verantwoordelijk voor dit document en het versiebeheer.

Inhoud

1	Inleiding.....	7
1.1	Leeswijzer.....	7
2	Ontwerp kruispunt.....	8
2.1	Inventarisatie bestaande situatie	8
2.1.1	Inventarisatie huidige vormgeving	8
2.1.2	Inventarisatie technische staat huidige installatie	9
2.1.3	Inventarisatie functioneren huidige regeling.....	10
2.1.4	Overige	10
2.2	Nummering	10
2.2.1	VRI-nummer	10
2.2.2	Richtingnummering.....	11
2.3	Ontwerpeisen vormgeving VRI-geregelde kruispunten.....	11
2.3.1	Intensiteiten.....	11
2.3.2	Kruispuntanalyse.....	13
2.3.3	Koppeling nabijgelegen kruispunten	15
2.3.4	Simulatie	16
3	Ontwerp installatie en VRI tekening	18
3.1	Ontwerp installatie	18
3.1.1	Plaatsing verkeersregelautomaat (VRA)	18
3.1.2	Parkeerplaats	18
3.1.3	Stopstroken.....	18
3.1.4	Detectieconfiguratie	18
3.1.5	Mastmateriaal.....	24
3.1.6	Drukknoppen.....	25
3.1.7	Lantaarns.....	25
3.1.8	Akoestische signaalgevers.....	26
3.1.9	Kabeltracé	26
3.1.10	Mantelbuizen	27
3.1.11	Trekputten	27
3.1.12	Overige zaken.....	27
3.1.13	Controle ontwerp installatie	27
3.2	VRI-tekening.....	27
3.2.1	Eisen aan de tekeningen	27
3.2.2	Onderdelen	28
3.2.3	Verkeersregeltoestel.....	28
3.2.4	Markering.....	28
3.2.5	Wegmeubilair.....	28
3.2.6	Detectie.....	28
3.2.7	Kabeltracé	28
3.2.8	Tabellen.....	29
3.2.9	Mantelbuizen	29
3.2.10	Trekputten	29
3.2.11	Controle tekening	29
4	Regelprogramma.....	30
4.1	Ontwerp regelprogramma	30
4.1.1	Ontruimingstijden	30

4.1.2	Regelstructuur.....	30
4.1.3	Functionele specificatie	31
4.1.4	Controle ontwerp regelprogramma.....	34
4.2	Programmeren regelprogramma.....	34
4.2.1	Testen van het regelprogramma.....	34
4.2.2	Controle regelprogramma	34
5	Technische eisen VRI en buitenwerk	35
5.1	Verkeersregelautomaat (VRA)	35
5.1.1	Kast.....	35
5.1.2	Bewakingen.....	36
5.1.3	Schakelaars en bediening.....	36
5.1.4	Communicatie	37
5.1.5	Logging	37
5.1.6	Overige eisen.....	37
5.2	Wegmeubilair.....	38
5.2.1	Mastmateriaal	38
5.2.2	Bevestigingsmateriaal	39
5.2.3	Aansluitvoorzieningen	40
5.2.4	Lantaarns.....	40
5.2.5	Rateltickers	42
5.3	Detectie.....	42
5.4	Bekabeling en leidingen	43
5.5	Grondwerk en verharding.....	43
5.5.1	Mantelbuizen	43
5.5.2	Verhardingen	43
5.6	Observatiecamera's	44
6	Uitvoering.....	45
6.1	Keuringen	45
6.1.1	Mastmateriaal	45
6.1.2	FAT Automaat	45
6.2	Uitvoeringseisen	46
6.2.1	Buitenwerking stellen bestaande automaat.....	46
6.2.2	Mastmateriaal	47
6.2.3	Bekabeling.....	47
6.2.4	Detectie.....	47
6.2.5	Grondwerk en verhardingen	47
6.2.6	Overige werkzaamheden	47
6.3	SAT	48
6.3.1	Pre-SAT	48
6.3.2	SAT	48
6.4	Documentatie	48
6.4.1	Aanleveren documentatie	48
6.4.2	Kastenpakket VRI	49
6.4.3	Revisietekening	49
6.5	Tijdelijke VRI.....	49
6.5.1	Eisen tijdelijke verkeersregelinstallatie.....	50

6.5.2	Eisen situatie tekening	50
6.5.3	Eisen korte functionele specificatie	51
6.5.4	SAT tijdelijke VRI	51
6.6	Nazorg	51
6.6.1	Verkeerskundig inregelen	51
6.6.2	Obsurv	52
6.7	Onderhoudstermijn	52
6.8	Overdracht naar beheerfase	52
7	Beheerfase	54
7.1	Garantie	54
7.1.1	LED-modules	54
7.2	Technisch onderhoud	54
7.2.1	Correctief onderhoud	54
7.2.2	Preventief onderhoud	54
7.3	Functioneel onderhoud	54
7.3.1	Procedure	55
7.3.2	Criteria	55
7.3.3	Methodiek	56
7.4	Update applicatie	63
7.4.1	Laden nieuwe software	64
7.5	Data beheer	64
7.5.1	Logfiles	64
7.5.2	VRI bestanden	64
7.5.3	Obsurv	64
8	Projectverloop	65
8.1	Projectplanning	65
8.2	Overlegmomenten	65
8.3	Stoppunten	65
8.4	Bijwoonpunten	65
8.5	Beoordelingstijd opdrachtgever	65
8.6	Aan te leveren documenten	66
8.7	Aanvullende wensen	66
8.8	Opslag projectdocumentatie	66
8.9	Huidige werkwijze renovaties	66
9	Innovatie	67
9.1	C-ITS	67
9.2	Werkwijze	67
9.2.1	Plan en beoordeling	68
9.2.2	Uitwerking systeem	68
9.2.3	Opstarten pilotproject	70
9.2.4	Toetsen ex-ante	71
9.2.5	Monitoring	71
9.2.6	Evalueren ex-post	72

9.2.7	Afronden project en vervolgafspraken	72
9.3	Innovatiepartnerschap.....	73
9.4	Eisen innovatieve systemen.....	73
9.4.1	Eisen communicatie	73
9.4.2	Fallback optie	74
9.4.3	Tijdsinstellingen	74
9.4.4	Informatie tijd tot groen (TTG) / tijd tot rood (TTR)	74
9.4.5	Eisen traffic light controller (TLC).....	74
Bijlage 1:	Checklist inventarisatie buitenwerk.....	76
Bijlage 2:	Checklist controle tekening	77
Bijlage 3:	Overzicht instellingen OTTO.....	79
Bijlage 4:	Checklist OTTO berekening	81
Bijlage 5:	Criteria werkingstijden	83
Bijlage 6:	Criteria vrije koppeling	85
Bijlage 7:	Overzicht VRI's en categorie indeling.....	87
Bijlage 8:	Checklist FAT	91
Bijlage 9:	Checklist SAT toezichthouder.....	92
Bijlage 10:	Checklist SAT verkeerskundige.....	93
Bijlage 11:	Kwaliteitsniveaus conform Beleidsnota	94
Bijlage 13:	Wijzigingsformulier bij applicatie wijzigingen	96
Bijlage 14:	Standaard map indeling	97
Bijlage 15:	Stappenplan renovatieproject 2016/2017	98
Bijlage 16:	Offerte uitvraag Dynniq.....	101

1 Inleiding

Dit Motivatiedocument VRI van de Gemeente Tilburg bevat een toelichting op de eisen in het 'Programma van Eisen VRI (PvE)'. Het document bevat de argumentatie achter de in het PvE gestelde eisen. Tevens is dit document een handreiking voor de medewerkers van de gemeente Tilburg bij het uitvoeren van renovatie projecten van VRI's. De huidige werkwijze wordt beknopt omschreven en per onderwerp staan de aandachtspunten genoemd. In de bijlagen zijn een aantal checklist opgenomen die gehanteerd kunnen worden bij de diverse controlemomenten in een renovatietraject.

Dit document is geschreven voor intern gebruik binnen de gemeente Tilburg. Indien noodzakelijk kunnen delen van dit document gedeeld worden met derden, bijvoorbeeld voor extra toelichting op de wensen in het programma van eisen.

De hoofdstukindeling van dit document loopt parallel met het programma van eisen, zodat de samenhang van beide documenten behouden blijft.

1.1 Leeswijzer

Na deze inleiding volgen in hoofdstuk 2 de verkeersregeltechnische eisen omtrent het ontwerp van het kruispunt. Het ontwerp start met een inventarisatie van de huidige vormgeving en huidige afwikkeling. Dit dient als input voor de verdere werkzaamheden. Vervolgens worden de eisen beschreven die gelden bij de berekeningen die nodig zijn om te komen tot het ontwerp of te komen tot aanpassingen van het ontwerp. Wanneer het civieltechnische ontwerp gereed is, wordt de verkeersinstallatie ontworpen en wordt deze vastgelegd op de VRI-tekening. De bijbehorende eisen staan in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 staan de eisen voor het regelprogramma. Het vijfde hoofdstuk bevat de eisen die de opdrachtgever stelt aan de materialen die gebruikt worden en de verkeersregelautomaat. De eisen die aan de opdrachtgever gesteld worden tijdens de uitvoering van het werk zijn in hoofdstuk 6 vermeld. Hoofdstuk 7 gaat vervolgens in op de beheersfase. Dit deel van het document wordt afgesloten met een overzicht van het projectverloop in hoofdstuk 8.

Hoofdstuk 9 staat los van een standaard renovatieproject en beschrijft hoe omgegaan wordt met innovaties die afwijken van de standardeisen beschreven in dit document.

2 Ontwerp kruispunt

2.1 Inventarisatie bestaande situatie

De huidige situatie is vrijwel altijd het vertrekpunt bij een vervanging of renovatie van een bestaande installatie. Bij het ontwerpen van de nieuwe installatie en het regelprogramma is het nodig om de huidige situatie in beeld te hebben. Het doel is een beeld vormen van de (verkeers-)situatie ter plaatse en eventueel her te gebruiken materialen. Verkeerskundige situaties die zich op straat voordoen kunnen invloed hebben op het ontwerp en op de te ontwerpen regeling. Hierbij gaat het meestal op kleine aanpassing, zoals rijstrookindeling of verlengen van opstelstroken.

2.1.1 Inventarisatie huidige vormgeving

Controle tekening met situatie op straat

Het komt voor dat de revisietekening geen daadwerkelijke as-built tekening is maar een kopie van de bestektekening van destijds. Daardoor kan mastmateriaal op straat op een andere locaties staan dan op tekening. Ook kunnen er wijzigingen in de civiele situatie zijn geweest (bijv. aanpassen middeneiland). In dit geval kan de revisie tekening niet direct als basis dienen voor het nieuwe ontwerp.

Verhardingen rond het kruispunt

De verharding rond een kruispunt kan invloed hebben op het detectieveld en op het toe te passen type detector. Over het algemeen is het kruispuntvlak geasfalteerd. In sommige gevallen gaat de verharding van zijstraten na bijv. 20 m over van asfalt naar klinkers. Een detectielus kan niet half in klinkerverharding en half in asfalt verharding liggen. Deze overgangen dienen bij het ontwerpen van het detectieveld meegenomen te worden. Natuurlijk kan ook gekozen worden de grens van de overgang van asfalt naar klinkers te verschuiven.

Mogelijke combi's OV/ANWB/verkeersborden

Het combineren van masten kan de verkeersveiligheid ten goede komen. Door te combineren blijft het aantal masten langs de weg zo beperkt mogelijk. Masten belemmeren het uitzicht van de weggebruiker. Let bij de inventarisatie van de bewegwijzeringsvlaggen niet alleen op de locatie van de masten maar kijk ook naar het aantal vlaggen en het aantal lagen (aantal vlaggen boven elkaar).

Brugdekken, tunnels en duikers

De aanwezigheid van bruggen, duikers en tunnels kunnen invloed hebben op de detectieconfiguratie en het kabeltracé. In een brugdek kunnen (meestal) geen detectoren gezaagd worden. De detectoren in een brugdek worden te sterk beïnvloed door het wapeningsstaal in de brug. De detectoren moeten in dat geval vlak voor of na de brug gelegd worden. Eventueel kan met video- of radardetectie wel een detectieveld op de brug worden aangebracht.

Over het algemeen worden bij de constructie van een brug kabelkokers ingestort. Deze kokers zijn niet altijd toegankelijk en er is niet altijd ruimte in de kokers voor extra kabels.

Kabelkokers liggen vaak aan één zijde van een kunstwerk. Bij het intekenen en controleren van het kabeltracé is het nodig te weten aan welke kant de kabelkoker ligt. Neem voor informatie over de kabelkokers contact op met de beheerder van het betreffende kunstwerk.

Over het algemeen kan op een tunnel of een duiker gewoon een lus geslepen worden. Voor het kabeltracé kan een tunnel of duiker problemen geven. Een kabeltracé ligt op een diepte van 60 cm. Duikers en tunnels hebben soms geen of beperkte grondlaag. Om een kabeltracé hierlangs te halen dient er een kabelkoker in het beton te liggen. Is dit niet het geval dan moet een constructie worden gemaakt om de kabel over de duiker/tunnel te halen. Bij een duiker of tunnel met een aardlaag met beperkte dikte (minder dan 60 cm) liggen de kabels te dicht aan de oppervlakte. De kans op het beschadigen van de kabels is hierdoor groter. Door de kabels in een pvc mantelbuis te leggen zijn de kabels beter beschermt.

Verhardingstype middenberm

Het type verharding in de middenberm heeft invloed op de vormgeving van het kabeltracé. Steeds vaker wordt in middenbermen printbeton (streetprint/crete print) gebruikt. Dit is een betonverharding waar een klinkermotief in gedrukt wordt. Bij de toepassing van printbeton is sprake van een gesloten verharding (net als asfalt).

De kabels worden bij printbeton in mantelbuizen gelegd. Om toch bij de moffen en aansluitingen op mantelbuizen te kunnen, worden trekputten toegepast. Als dit niet wordt gedaan, moet bij werkzaamheden aan de kabels het beton worden opgebroken.

2.1.2 Inventarisatie technische staat huidige installatie

Bij een vervanging of renovatie kunnen sommige onderdelen van de huidige installatie hergebruikt worden om kosten te besparen. De levensduur van masten en kabels is langer dan 18 jaar (levensduur automaat). Bij hergebruik wordt de afweging gemaakt of het vervangen niet voordeliger is dan het opnieuw conserveren. Om deze reden worden universeelmasten en drukknopmasten bij een renovatie vervangen. De kostprijs voor portalen en zweepmasten is een stuk hoger. Het hergebruik hiervan loont zeker. Voor grondkabels geldt dat het kostbaar is deze opnieuw aan te brengen en de oude te verwijderen. Ook hier loont hergebruik.

De masten en kabels die hergebruikt worden moeten wel aan een aantal eisen voldoen. Te weten:

- Onderdelen voldoen aan de actuele technische eisen van de gemeente Tilburg (zie PvE hoofdstuk 5 'Technische eisen VRI en buitenwerk');
- De technische staat van onderdelen is voldoende om de levensduur van de automaat mee te kunnen (zie paragraaf 2.1.2.1 'Toetsen buitenwerk' voor de criteria waarop bij hergebruik op gelet moet worden);
- De onderdelen zijn toereikend voor de gevraagde functionaliteiten (bij grootschalige aanpassingen past een portaal of uitlegger mogelijk niet meer);
- De kosten voor eventuele renovatiewerkzaamheden om de technische staat te verbeteren zijn niet hoger dan de kosten voor het volledig vervangen.

2.1.2.1 Toetsen buitenwerk

In de volgende paragrafen wordt toegelicht waarop gelet wordt bij het beoordelen of materiaal wel of niet hergebruikt kan worden.

Mastmateriaal

De volgende onderdelen hebben invloed op de technische staat van het mastmateriaal:

1. Deuken

Bij het aanrijden van een mast kan een deuk ontstaan. Door de knik in de mast kan de conservering open knappen en is bij stalen masten de kans op roestvorming groter. Ook kan het zijn dat er geen deuk ontstaat maar dat de mast op maaiveldniveau verbuigt. In dat geval staat het gedeelte van de mast boven maaiveld scheef. Een deuk en knik heeft ook invloed op de stevigheid van de constructie. Vervanging is bij een grote deuk of knik dan ook raadzaam.

2. Mastluik

De bewegende delen van de sluiting van een mastluik raken gemakkelijk beschadigd. Hierdoor wil het mastluik niet of niet goed sluiten. Indien deze niet goed sluit, moet in ieder geval het luik vervangen worden.

3. Maaiveldbeschermer

Bij de controle van de maaiveldbeschermer wordt gekeken of deze niet kapot is en of hij hoog genoeg doorloopt.

4. Staat van het schilderwerk

In het centrum gebied wordt de bovenkant van de mast zwart geverfd. Als deze verf beschadigd is moet deze opnieuw aangebracht worden. Ook als de verf onder de 2.10 meter erg beschadigd is, wordt deze opnieuw aangebracht. Als de verf er een beetje af is geeft dat geen problemen. Als het blanke aluminium te zien is van de beschilderde delen moet opnieuw geschilderd worden. Ook wanneer de kleur erg flets is geworden, is schilderen een optie. Soms zit er veel groene aanslag op de mast. Deze moet dan worden schoongemaakt.

Let bij de conservering ook op de kleur boven 2,10m. Veel masten staan langere tijd op straat. Het kan zijn dat de eisen met betrekking tot de kleur boven de 2.10 meter aangepast is.

5. Detectielussen

Door beschadiging van de bitumen en vervorming van de zaagsnede kan de detectielusdraad beschadigd raken. Dit leidt tot detectiestoringen.

Voor de visuele inspectie van de detectie dient op de volgende punten te worden gelet:

- Vulling van de zaagsnede (verschil vulling met wegdek mag maximaal 2 mm bedragen);
- Gaatjes in bitumen;

- Beschadigingen van het asfalt rond de lus (scheurvorming, spoorvorming, ribbelvorming, verzakking (in geval van klinkers));
- Afbrokkelen van de randen van de zaagsnede;

Daarnaast kan de lus worden doorgemeten (lusweerstand, isolatieweerstand, inductie). Hiervoor dient de mof geknipt te worden.

2.1.2.2 Checklist

De checklist inventarisatie installatie, zie bijlage 1 'Checklist inventarisatie buitenwerk', geeft een overzicht van alle aandachtspunten voor een inventarisatie. De checklist is zo opgesteld dat deze ook kan worden meegegeven aan de opdrachtnemer. Deze kan de checklist vervolgens ingevuld ter goedkeuring aan de gemeente voorleggen.

2.1.3 Inventarisatie functioneren huidige regeling

Problemen die zich bij de huidige installatie voordoen worden bij de nieuwe installatie opgelost. Om deze op te lossen moeten ze wel bekend zijn.

In de meeste gevallen is er een recente evaluatie beschikbaar (maximaal 3 jaar oud). Als geen recente evaluatie beschikbaar is, is het wenselijk dat alsnog een snelle beknopte evaluatie wordt uitgevoerd. Eventuele aanpassingen in het regelprogramma kunnen bij een renovatie eenvoudig meegenomen worden. Dit is voordeliger dan naderhand alsnog een wijziging in de regeling door te voeren. Naast de evaluatie wordt nog gekeken naar:

- de klachten. Deze zijn op te vragen bij het servicepunt en de belangrijkste zijn opgenomen in de excelsheet klachten_VRI's.xlsx in de VRI beheermap op de netwerkschijf;
- storingsmeldingen van de VRI. Deze zijn via de verkeerscentrale MobiMaestro te achterhalen.

2.1.4 Overige

2.1.4.1 Verbindingstype

Tijdens de inventarisatie wordt op de volgende zaken gelet met betrekking tot de huidige verbinding:

- Is het nog een telefoonlijn? Dan moet het ADSL worden;
- Zijn er nog mogelijkheden om de communicatie te bundelen met andere VRI's, zodat minder lijnen nodig zijn?

De verbindingen met de VRI's vallen onder het contract voor telefoonlijnen en ADSL lijnen van de gemeente met Vodafone. Het servicepunt beheert dit contract en regelt de IP-adressen en ADSL modems.

2.1.4.2 Behoeftes beleid en andere afdelingen gemeente Tilburg

Onderdeel van de inventarisatie is het ophalen van de behoefte van andere afdelingen binnen de gemeente Tilburg. Zaken waarbij hier aan gedacht moet worden zijn:

- Is er een onveiligheidsprobleem waar bij de renovatie iets aan gedaan kan worden?
- Zijn er (fysieke) stadsontwikkelingen waar rekening mee moet worden gehouden (in principe al in MJP afgestemd!)?
- Wat is de prioritering van de verkeersstromen op het kruispunt volgens nota en onlangs vastgesteld beleid (bv fiets)?
- Is het verkeerslicht nog wel nodig?

2.2 Nummering

2.2.1 VRI-nummer

Indien een nieuwe VRI gepland staat krijgt deze direct het eerstvolgende VRI-nummer. Een nieuwe VRI krijgt altijd een nieuw nummer. Indien een VRI wordt verwijderd. Valt het VRI nummer NIET vrij voor een nieuwe VRI. Op deze manier blijft het altijd duidelijk over welke VRI het gaat. Wanneer oude nummers hergebruikt

worden kan dit tot verwarring leiden. Oude VRI nummers blijven immers nog vaak ergens staan. Bijvoorbeeld in de licentiefile van de Kwaliteitscentrale of in de back-up van oude projecten.

2.2.2 Richtingnummering

Er wordt gebruik gemaakt van de standaard richting nummering volgens het Handboek verkeersregelininstallaties van het CROW. De gemeente Tilburg heeft ervoor gekozen om altijd de oostelijke tak nummer 1, 2 en 3 te geven. De ligging van de hoofdweg maakt niet uit. Dit voorkomt verwarring als niet duidelijk is wat de hoofdweg is.

2.3 Ontwerpeisen vormgeving VRI-geregelde kruispunten

2.3.1 Intensiteiten

Een VRI heeft een levensduur van ongeveer 15 jaar. Bij renovatie worden prognose intensiteiten opgesteld voor de situatie over 10 tot 15 jaar. Maar de regeling moet ook aansluiten op de huidige situatie, vandaar dat ook de intensiteit voor de nabije toekomst (circa 5 jaar) wordt aangeleverd. De keuze voor de prognose intensiteit is niet eenduidig, soms is het model het beste en soms ophoging van de telling. Deze inschatting moet door de gemeente zelf gemaakt worden. De intensiteiten worden dan ook door de gemeente aangeleverd.

2.3.1.1 Planjaar

Voor een goed ontwerp is inzicht in de huidige en toekomstige verkeersintensiteiten in verschillende perioden van belang. Het ontwerp van het kruispunt moet robuust zijn. Het moet voldoende capaciteit hebben om minimaal 10 jaar en maximaal 15 jaar (levensduur van de automaat) de intensiteiten goed te verwerken. Voor de vormgevingsanalyse wordt gebruik gemaakt van een planjaar dat 10 tot 15 jaar in de toekomst ligt. In veel gevallen worden hiervoor modelintensiteiten gebruikt. Een vergelijking met de huidige telling is wel noodzakelijk. Indien er grote afwijkingen zijn die niet logisch te verklaren zijn, moeten de modelintensiteiten gecorrigeerd worden, of er wordt toch van de huidige tellingen uitgegaan die opgehoogd worden voor de verwachte groei.

Het regelprogramma komt echter binnen korte termijn op straat. Het kan tot een ongeloofwaardige regeling zorgen wanneer bij het ontwerpen van het regelprogramma van toekomst intensiteiten gebruik gemaakt wordt. De stappenrasters bij een half-starre regeling zijn dan bijvoorbeeld veel te ruim. Daarom wordt ook de huidige intensiteiten gebruikt (eventueel omgerekend naar een prognose van 5 jaar met 1,5% groei per jaar).

2.3.1.2 Perioden

De spitsperioden zijn maatgevend voor wat betreft de verkeersafwikkeling. Dit zijn de perioden waar de vormgeving op ontworpen wordt. Voor het ontwerpen van het regelprogramma moet ook voor de andere perioden (bijv. dal, nacht, zaterdagmiddagspits) een intensiteitenset worden opgesteld. Dit is aan de opdrachtnemer.

Voor kruispunten in het centrumgebied (Cityring, Hart van Brabantlaan, Burg. Brokxlaan en de Spoorlaan) is de zaterdagmiddag spits maatgevend. In deze gevallen wordt voor deze spits een intensiteit set bepaald door de gemeente.

2.3.1.3 Soortintensiteiten

Om een goede analyse uit te kunnen voeren zijn de volgende intensiteiten nodig:

- intensiteiten per rijrichting;
- 1-uurs periode;
- Autoverkeer en vrachtverkeer, eventueel uitgedrukt in personenautoeenheden;
- Ook fiets-, voetgangers- en busintensiteiten aanleveren (indien bekend).

Bronnen van intensiteiten

De intensiteiten kunnen op de volgende manieren verkregen worden:

- Visuele telling;

- VRI telling;
- Modelintensiteiten.

Visuele telling

Een visuele telling is een goede methode om inzicht te krijgen in de intensiteiten in de huidige situatie. Bij een visuele telling wordt onderscheid gemaakt naar alle rijrichtingen en naar de verschillende modaliteiten. Let bij het uitvoeren van de telling ook op de wachtrijen. Bij een telling bij een VRI wordt het verkeer geteld dat afrijdt. In een situatie met overbelasting kan het zijn dat er een wachtrij opbouwt. Het verkeer rijdt dan niet af in de periode waarin het aankomt. Daardoor lijkt de piekbelasting lager dan deze in werkelijkheid is.

Om het werkelijke verkeersaanbod te weten, wordt gecorrigeerd voor deze wachtrij. Om dit goed te kunnen doen wordt aan het eind van elke telperiode van 5 minuten de wachtrijlengte worden bijgehouden. De toename binnen een telperiode is het verkeer dat in de betreffende periode is aangekomen maar niet kan afrijden.

VRI-telling/KWC data

Een VRI-telling is aanzienlijk minder betrouwbaar dan een visuele telling. Er is geen onderscheid te maken naar modaliteiten. Hierdoor is een VRI-telling/KWC data altijd in motorvoertuigen. Een VRI telt per rijstrook en niet per rijrichting. Bij gecombineerde rijstroken is er geen onderscheid naar rijrichting.

Bij tellen op de koplus kan een schommelende auto aan de rand van het detectieveld meerdere keren worden geteld. Ook kan het voorkomen dat auto's die dicht achter elkaar rijden als één auto worden gezien. Dit effect neemt toe wanneer de koplussen schuin geslepen zijn aangezien het detectieveld dan groter is. Dit soort verstoringen maken de telling onbetrouwbaar.

Ook kunnen technische problemen de telling verstoren. Door een defecte lus ontbreken gegevens of een storende lus geeft valse meldingen (jutteren). De Kwaliteitscentrale heeft wel een filter waardoor een deel van de onterechte meldingen eruit gefilterd wordt.

Modelintensiteiten

Een verkeersmodel is altijd een inschatting van de intensiteiten. Er zit een zekere mate van onbetrouwbaarheid in modelcijfers. Het netwerk is een schematische weergave van de werkelijkheid. Niet alle wegen zijn in het model opgenomen. Als een tak van een kruispunt niet in het netwerk van het model is opgenomen zijn er voor die tak ook geen modelintensiteiten beschikbaar.

Verkeersmodellen werken over het algemeen met een twee uren periode. Voor de kruispuntanalyse is het nodig deze om te rekenen naar één uren periode. Hiervoor wordt de regel gebruikt dat 55% van 2-uren intensiteiten 1-uren intensiteiten zijn.

2.3.1.4 Overige modaliteiten

Over het algemeen gaat de aandacht vooral uit naar de auto-intensiteiten. Deze hebben verre weg de grootste invloed op de vormgeving van het kruispunt. Maar de intensiteiten van de andere modaliteiten spelen ook een rol in het ontwerpproces.

Fietsintensiteiten

Het wel of niet aanwezig zijn van fietsers heeft invloed op de vormgeving van een kruispunt. De hoeveelheid fietsers op een oversteek heeft geen invloed op de vormgeving van het kruispunt. Alleen bij grote fietsstromen kan dit invloed hebben. Voor de keuze van de locatie van de oversteken is de fietsintensiteit en de richting van de fietsers van belang. Ook is het noodzakelijk om de fietsstromen in beeld te hebben om een beslissing over deelconflicten met het fietsverkeer te kunnen maken.

Voetgangersintensiteiten

Over het algemeen hebben de voetgangersintensiteiten geen invloed op de vormgeving van het kruispunt. Wel is het handig om bij een beeld te hebben van de voetgangersstromen. Bij kleine aantallen voetgangers kan, in een aantal gevallen, de oversteek of de voetgangerskopelling bij de kruispuntanalyse buiten beschouwing gelaten worden.

Openbaar vervoer intensiteiten

Voor busbanen is op basis van het ontwerp te zien dat er rekening moet worden gehouden met bussen. Voor richtingen waar de bus op de normale infrastructuur rijdt is dit niet zichtbaar. Om er zeker van te zijn dat de bus prioriteit in de berekeningen wordt meegenomen, wordt aangegeven op welke richtingen bussen rijden en wat de frequentie is.

2.3.1.5 Scheve verdeling

Een aandachtspunt bij de intensiteiten is de verdeling van het verkeer over de opstelstroken. Wanneer een richting twee opstelstroken heeft, gaat het verkeer zich over beide stroken verdelen. Hierbij staat er over het algemeen meer verkeer op de rechterstrook dan op de linkerstrook. In een normale situatie wordt dit verschil in verdeling opgevangen door de instelling van de afrijcapaciteiten. In bepaalde situaties wordt dit effect vergroot waardoor de standaard instelling van de afrijcapaciteiten het verschil niet meer kan opvangen. Dit gebeurt bijvoorbeeld wanneer beide stroken na het kruispunt direct moeten samenvoegen of als er een ander kruispunt direct achter ligt waar veel verkeer links of rechts afslaat. In die gevallen gaan automobilisten bij de eerste VRI al voor sorteren. Om dit effect in de berekeningen mee te nemen moeten de intensiteiten van beide opstelstroken apart worden aangeleverd.

2.3.2 Kruispuntanalyse

De kruispuntanalyse wordt uitgevoerd met behulp van het verkeersregeltechnische programma COCON. Dit is het meest gebruikte programma in Nederland en biedt betrouwbare uitkomsten. De standaard instellingen die in COCON gebruikt worden zijn tot stand gekomen naar aanleiding van ervaringen van de laatste jaren.

2.3.2.1 Eisen afwikkeling

Een regeling dient logisch en geloofwaardig te zijn. Wanneer iemand de logica van een regeling begrijpt, snapt hij ook waarom hij staat te wachten en zal hij meer bereid zijn om te wachten tot het groen. Voor een weggebruiker zijn twee factoren van belang. De eerste is het wachten voor niks, de tweede is de wachttijd.

Als een weggebruiker rood heeft maar geen conflicterend verkeer ziet rijden begrijpt hij niet waarvoor hij staat te wachten. De kans dat hij door rood gaat rijden neemt sterk toe. Voor het toetsen van de berekeningen is de mate van wachten voor niks, niet uit de uitvoerbestanden te halen. Waar wel opgelet kan worden zijn bepaalde vormgevingen/rijstrook configuraties waar de kans op wachten voor niks aanwezig is. Dit is bijvoorbeeld de combinatie van een gecombineerde rechtsaf/rechtdoor strook en een parallelle fietser. Als de regeling conflict vrij is, heeft de rechtdoorgaande fiets een conflict met de rechtdoorgaande auto. Als er weinig afslaande auto's zijn, staat de fietser te wachten terwijl hij nauwelijks conflicterend verkeer ziet.

De criteria waar de regeling op getoetst wordt, zijn de cyclustijd, de gemiddelde verliestijd, de maximale wachttijd en de verzadigingsgraad. De cyclustijd mag niet boven de maximale waarde komen. Hoe hoger de cyclustijd hoe hoger de wachttijd wordt. De verliestijd bestaat uit de wachttijd, het afremverlies en het optrekverlies. Bij een te hoge verzadigingsgraad ontstaat oververzadiging. Dit leidt tot overstaan, waardoor de wachttijd fors toeneemt. Daarnaast wordt twee keer wachten voor groen als zeer vervelend ervaren.

Grenswaarden verliestijd en wachttijd

De grenswaarden voor de verliestijd en wachttijd zijn afgeleid uit het beleid. De grenswaarden in het beleid zijn echter zeer scherp en houden al rekening met koppelingen waardoor de wachttijd voor de hoofdrichting al lager wordt. De grenswaarden voor de verliestijd zijn wel een indicatie om eventueel de regeling te gaan koppeling.

Onvoldoende capaciteit

In sommige gevallen zal de beschikbare ruimte onvoldoende zijn om de intensiteiten binnen de gestelde criteria af te wikkelen. In dat geval moet worden bekeken welke criteria aangepast dienen te worden en hoe de beschikbare capaciteit zo optimaal mogelijk verdeeld kan worden. De opdrachtnemer levert hiervoor de cocon database en een notitie met de knelpunten en mogelijke oplossingsrichtingen.

Voor het zoeken naar oplossingen is het raadzaam om ook de verkeerskundig ontwerper bij het proces te betrekken.

2.3.2.2 Eisen vormgeving

Er worden geen eisen vermeld die betrekking hebben op het civiele tekenwerk. Deze eisen worden immers opgesteld door de civiel technische ontwerpers van de gemeente Tilburg. De eisen die in het plan van aanpak zijn vermeld worden hieronder toegelicht:

Opstelstroken afslaande richtingen

Het heeft de voorkeur het aantal opstelstroken voor een afslaande richting te beperken tot twee. Bij twee opstelstroken heeft de weggebruiker de mogelijkheid om uit te wijken naar de kant waar geen auto rijdt. Bij drie stroken heeft de auto op de middelste strook die mogelijkheid niet. Automobilisten hebben daardoor de angst dat ze gesneden worden en niet de mogelijkheid hebben om uit te wijken. Automobilisten gaan de middelste strook mijden of ze houden in zodat ze niet tussen twee auto's in rijden. De capaciteit van de middelste rijstrook wordt maar deels benut.

Minimale lengte opstelstroken

De opstelstroken moeten een minimale lengte hebben van 45 meter. De minimale lengte van het opstelvak heeft te maken met het detectieveld en de mogelijkheid voor automobilisten om rustig af te remmen. Een auto heeft een bepaalde afstand nodig om af te remmen. Wanneer de opstelstrook te kort is, heeft de auto op z'n eigen strook onvoldoende lengte om af te remmen. Dit leidt er toe dat automobilisten gaan afremmen op de strook van de andere richting. Dit hindert het verkeer op de andere strook en kan leiden tot kopstaart botsingen.

Ook voor het toepassen van het optimale detectieveld is een lengte van circa 45 meter noodzakelijk. Om verkeer op een efficiënte manier af te handelen is het tijdig detecteren van voertuigen van groot belang. Als deze ruimte er niet is moeten lussen worden weggelaten of moeten de lussen dichter naar de stopstreep worden gelegd. Met de parameter instellingen is dit op te vangen. Maar het leidt wel tot verliestijd in de regeling.

Voetgangersrichtingen

In een berekening worden alle richtingen in de cyclus meegenomen. De voetgangers hebben over het algemeen een lange groentijd waardoor ze grote invloed hebben op de cyclustijd. Wanneer de voetgangers op straat weinig aanwezig zijn, komt de berekende situatie niet overeen met de situatie op straat. Om bij de berekening de werkelijke cyclustijd beter te benaderen, wordt gekozen voor de voetgangers alleen de vastgroentijd mee te nemen. Wanneer de verwachting is dat de voetgangers er zelden zijn kan voor de berekening van de cyclustijd de voetgangers buiten beschouwing worden gelaten. In dit geval is het wel wenselijk om inzicht te hebben in de berekening met en de berekening zonder voetganger. Het gedeeltelijk meenemen of geheel weglaten van voetgangers wordt toegepast bij het ontwerpen van de vormgeving en bij het ontwerpen van een voertuigafhankelijke regeling. Voor het ontwerpen van een halfstarre regeling dient voor de voetganger de complete nalooptijd (indien gekoppeld) te worden meegenomen. Anders krijgen de voetgangersrichtingen geen of te weinig realisatieruimte in de regeling.

Over het algemeen zijn voetgangersrichting gekoppeld zodat de voetganger in een keer beide deeloversteken kan maken. Wachten op de middenberm wordt als hinderlijk ervaren. Zeker als de breedte van de middenberm beperkt is. Wanneer de regeling tegen overbelasting aan zit, is er soms geen ruimte om de voetgangers te koppelen. In dat geval kan er voor gekozen worden om de voetgangers niet te koppelen.

Deelconflicten

Deelconflicten kunnen bijdragen aan een snelle en efficiënte regeling. De toepassing van deelconflicten is wel gebonden aan strikte eisen. Het foutief toepassen van deelconflicten leidt tot een verminderde verkeersveiligheid. De keuze om deelconflicten toe te passen ligt dan ook bij de gemeente.

2.3.2.3 Beoordeling kruispuntanalyse

De belangrijkste toets is of de voorgestelde vormgeving inderdaad voldoet aan de gestelde eisen aan vormgeving en aan afwikkeling. Daarnaast dient gecontroleerd te worden of de juiste uitgangspunten gehanteerd zijn. Let hierbij op intensiteiten, afrijcapaciteiten, vastgroentijden (zeker voor de voetgangers) en eventuele opgegeven vaste fasevolgordes. De in het adviesrapport gevraagde onderdelen geven voldoende inzicht om deze toets uit te kunnen voeren. Bij twijfel kan een second opinion gevraagd worden bij een andere

adviesbureau. Let hierbij wel op de beloofde beoordelingstijd, zie paragraaf 8.5 'Beoordelingstijd opdrachtgever' uit het PvE.

2.3.3 Koppeling nabijgelegen kruispunten

De gemeente Tilburg heeft op de Ringbanen en de belangrijkste wegen de verkeerslichten gekoppeld. Door deze koppeling is de wachttijd voor het autoverkeer in de groene golf beperkt en wordt tegemoet gekomen aan de DVM visie. Hierin staat dat de Ringbanen en de belangrijkste wegen in het netwerk draaiend moeten blijven.

Naast de regelingen in de groene golven draaien ook andere VRI's gekoppeld. Deze koppelingen zijn nodig om de verkeersafwikkeling te sturen. Bijvoorbeeld omdat anders de wachtrijen terugslaan tot op het voorliggende kruispunt.

Niet alle kruispunten kunnen zonder meer gekoppeld worden. Voor een goede koppeling zijn de volgende factoren van belang:

- Capaciteiten;
- Intensiteiten;
- Kruispuntafstand;
- Verstorende factoren.

Capaciteiten

Om een goede koppeling te ontwerpen is het zeer wenselijk dat qua infrastructuur de capaciteit van de gekoppelde richtingen ongeveer gelijk is. Dit houdt in dat het aantal stroken van de voedende richting overeen moet komen met het aantal stroken op de volgrichting. Wanneer verkeer moet samenvoegen van 2 naar 1 strook wordt het peloton uitgerekt en opgehouden. Hierdoor verslechtert de koppeling. Wanneer het verkeer van één strook naar twee stroken moet, wordt de capaciteit van de volgrichting niet goed benut. Het peloton moet in dat geval eerst worden tegen gehouden zodat het verkeer zich over beide stroken kan verdelen. Wanneer het peloton is ingedikt kan het als een compact peloton verder rijden.

Intensiteiten

Een koppeling heeft alleen zin als er een duidelijke hoofdstroom door het netwerk loopt. Koppelingen bieden voordeel voor het verkeer op de gekoppelde richtingen. Voor het verkeer op de overige richtingen biedt de koppeling geen verbetering en in veel gevallen zelfs een verslechtering. Als de hoofdstroom maar een beperkte omvang heeft is er maar weinig verkeer dat van de koppeling profiteert. Het voordeel voor de kleine hoofdstroom weegt niet op tegen het nadeel voor al het andere verkeer.

Bij grote afslaande stromen ontstaan er gaten in het peloton. In dat geval moet het peloton worden tegen gehouden zodat het kan indikken voordat het verder kan rijden. Als dit te vaak moet gebeuren is de meerwaarde van de koppeling beperkt.

Kruispuntafstand

Voor een efficiënte koppeling is het van belang dat de te koppelen stroom uit een compact peloton bestaat. Als het peloton uit elkaar valt, moet de groentijd bij de volgrichting worden opgerekt om het hele peloton te laten afrijden en wordt de koppeling minder efficiënt. Het uit elkaar vallen van het peloton gebeurt door snelheidsverschillen tussen de voertuigen. Hoe groter de afstand tussen de kruispunten, hoe meer het peloton uit elkaar valt.

Verstorende factoren

Bij het ontwerpen van een koppeling wordt uitgegaan van een bepaalde rijtijd van de voedende richting naar de volgrichting. Wanneer de rijtijd afwijkt, komt het peloton te vroeg of te laat aan en kan dit gevolgen hebben voor de efficiëntie van de koppeling. Versturende factoren tussen de kruispunten hebben invloed op de rijtijd. Voorbeelden hiervan zijn:

- Ongeregelde kruispunten
- Bussen die halteren op de rijbaan
- Uitritten van bijvoorbeeld parkeerterreinen

2.3.3.1 *Koppelen verkeer zijrichtingen*

Verkeer dat vanaf de zijrichting het netwerk binnen komt, wordt bij het eerst volgende kruispunt niet gekoppeld. Het verkeer vanaf de zijrichting wordt bij de stopstreep tegengehouden tot het peloton eraan komt. Vervolgens rijdt het verkeer voor het peloton uit en wordt het onderdeel van het peloton. Waarna het mee rijdt in de koppeling. Om deze reden wordt in TRANSYT het verkeer vanaf de zijweg pas na het eerstvolgende verkeerslicht op de hoofdlink gezet.

2.3.3.2 *Beoordelen koppeling*

De belangrijkste beoordelingscriteria zijn de rijlijnen, de stoppercentages, wachtrijlengtes en verzadigingsgraden.

Rijlijnen

Bij het beoordelen van de rijlijnen wordt bekeken of de rijlijnen aansluiten bij de groenfasen. Dit zal niet in alle situaties mogelijk zijn. Indien de groentijd niet lang genoeg is, wordt het peloton aan de voorkant tegen gehouden of komen de laatste voertuigen niet door de groenfase heen. In dat geval heeft het de voorkeur om het peloton aan de voorkant tegen te houden. Als de laatste paar voertuigen het groen niet halen betekent dit dat midden in het peloton de richting naar geel gaat. Dit geeft een grote kans op kopstaart botsingen. Het tegenhouden van het peloton heeft wel de consequentie dat het stoppercentage hoog komt te liggen. Ook worden de wachtrijen langer als het peloton tot stilstand moet komen.

Stoppercentages

Het stoppercentage geeft aan hoeveel procent van het verkeer moet afremmen of stoppen. Hoe lager het stoppercentage hoe beter de koppeling. Dit wil niet zeggen dat een laag stoppercentage altijd het beste is. Het is van belang de stoppercentages altijd in combinatie met de rijlijnen te bekijken. Als de kop van het peloton wordt tegengehouden moeten alle voertuigen afremmen en ontstaat een hoog stoppercentage. Als de laatste voertuigen worden tegen gehouden kan de rest van het peloton doorrijden en ontstaat een lager stoppercentage. Het is echter uit het oogpunt van verkeersveiligheid onwenselijk om midden in het peloton naar geel te schakelen vanwege de kans op kopstaart botsingen.

Wachtrijen

De wachtrijen van de gekoppelde richtingen mogen niet zo lang worden dat deze terugslaan tot op het voorliggende kruispunt. Doordat voedende richtingen worden tegengehouden kunnen de wachtrijen hier langer zijn dan uit de solitaire berekening blijkt en extra opstelcapaciteit nodig is.

Verzadigingsgraden

Door de groentijd van de zijrichtingen te beperken, ontstaat ruimte voor de gekoppelde richtingen. Maar de zijrichtingen moeten wel voldoende realisatieruimte overhouden. Bij de gekoppelde richtingen leidt oververzadiging direct tot een hoog stoppercentage. Bij de zijrichtingen komt dit niet direct naar voren omdat zijrichtingen zo en zo een hoog stoppercentage hebben.

2.3.4 *Simulatie*

Indien op een kruispunt specifieke omstandigheden zijn die van invloed zijn op de verkeersafwikkeling kan het een aanvulling zijn om een micro-simulatie uit te voeren. Doel van deze simulatie is dan vooral om een beeld te krijgen van de verkeersafwikkeling op de nieuwe vormgeving. Een simulatie maakt niet standaard deel uit van de werkzaamheden. Als een simulatie gewenst is, moet dit bij de uitvraag van de werkzaamheden worden vermeld.

Situaties waar een simulatie kan worden overwogen zijn:

- Ingrepen in de regeling (spoor-, brug-, file-ingrepen);
- Ronde binnen het invloedsgebied van de VRI;
- Koppelingen in de regelingen (intern en extern);

Om de simulatie te kunnen beoordelen levert de opdrachtnemer een viewer of demoversie van het gebruikte simulatiepakket. Hiermee kunnen de instellingen en het filmpje van de simulatie worden bekeken.

Aandachtspunten bij de beoordeling zijn:

- Intensiteiten;

- Onlogische routes (heel rondje rijden op een rotonde);
- Rijden voertuigen niet door elkaar;
- Snelheden (rijden voertuigen niet met 50 km/uur door de bocht);
- Verhouding auto – vracht;
- Algemeen beeld van de verkeersafwikkeling;
- Wachtrijen;
- Busprioriteit;
- Afhandeling ingrepen in de regeling.

3 Ontwerp installatie en VRI tekening

3.1 Ontwerp installatie

3.1.1 Plaatsing verkeersregelauto (VRA)

Het belangrijkste criterium bij het bepalen van de locatie van de kast is veiligheid. Dit is zowel de verkeersveiligheid (aanrijden van de kast en uitval van de VRI door aanrij schade) als de veiligheid van de monteur of verkeerskundige die bij de kast aan het werk is. Voor observaties van het kruispunt is het van belang om zowel overzicht over het kruispunt te hebben als zicht op het bedieningspaneel. De beschikbare ruimte om de kast is van belang om de deuren van de kast te kunnen openen en om bij de kast te kunnen staan en zitten voor onderhoud. De overige eisen spreken voor zich.

3.1.2 Parkeerplaats

In Tilburg worden zelden parkeerplaatsen bij de kast aangebracht. Dit is alleen zinvol als er geen trottoir of grasberm naast de kast aanwezig is, waar service monteurs op kunnen staan. Dit zal in veel gevallen alleen in het buitengebied zijn, bijvoorbeeld op de tangenten.

3.1.3 Stopstrepen

Door de stopstrepen zo dicht mogelijk op het kruispuntvlak te leggen worden de ontruimingstijden lager. Ook hebben de weggebruikers goed zicht op het kruispuntvlak en worden ze gezien door andere weggebruikers. Dit komt de verkeersveiligheid ten goede.

Om een zo'n rustig mogelijk straatbeeld te krijgen worden de stopstrepen van de richtingen op een tak zoveel mogelijk gelijk gehouden. Hier mag van worden afgeweken als dit daadwerkelijk winst oplevert, bijvoorbeeld als de opstellengte te kort is. De grens is gelegd bij minimaal 3 meter. Bij een kortere lengte past er geen extra auto in het opstellvak en heeft de ruimte winst maar een minimaal effect op de verkeersafwikkeling.

3.1.4 Detectieconfiguratie

Detectie is noodzakelijk om te bepalen of er verkeer is dat afgewikkeld dient te worden. Het is de bedoeling om detectiemiddelen zo in te zetten dat er een doelmatige en veilige verkeersafwikkeling wordt gerealiseerd.

Verschillende vervoerwijze maken gebruik van de VRI's. Om alle vervoerwijze optimaal te detecteren worden verschillende detectiesystemen gebruikt.

We maken het volgende onderscheid:

- Motorvoertuigen, zoals auto's, vrachtwagens, motoren;
- Openbaar vervoer zoals stads- en regionale bussen;
- Voetgangers;
- Hulpverlening zoals politie, ambulance en brandweer;
- (Brom)Fietzers.

Van alle detectietechnieken die er ontwikkeld zijn, is de detectielus nog steeds de meest betrouwbare techniek. Bij deze techniek wordt een magnetisch veld gecreëerd welke wordt verstoord wanneer er een auto of fiets passeert. Als deze verstoring groot genoeg is, wordt het voertuig gedetecteerd.

Het detectieveld kan worden verstoord door omgevingsfactoren. Denk hierbij aan:

- Hoogspanningsleidingen die onder de weg doorlopen;
- Stalen of betonnen brugdek;
- Stalen wapeningsmatten in de asfaltverharding.

Als de verstoring door omgevingsfactoren te groot is, wordt de detectielus in het wegdek onbetrouwbaar. In dat geval wordt gezocht naar alternatieven detectievormen zoals videodetectie of radardetectie.

3.1.4.1 Autoverkeer

Voor het detectieveld wordt onderscheid gemaakt naar rijstroken voor rechtdoorgaand verkeer enerzijds en afslaand verkeer anderzijds. Voor rijstroken met gecombineerd verkeer bepaald de drukste verkeersstroom het type. Het onderscheid wordt gemaakt in verband met de rijnsnelheid. Een rechtdoorgaand voertuig heeft bij het afrijden een hogere snelheid dan een voertuig dat een bocht moet maken. De hogere snelheid voor rechtdoorgaand verkeer maakt dat een voertuig eerder gedetecteerd moet worden en dat de afstand tussen de detectielussen anders is

Bij het bepalen van de standaard detectieconfiguratie is met de volgende zaken rekening gehouden:

- Verkeer dat tijdens rood komt aanrijden, zonder dat er conflicterend verkeer is, moet tijdig groen krijgen;
- Het geel moet op een logisch moment getoond worden. Hierbij geldt dat het laatste voertuig door geel rijdt;
- Verkeer in de dilemma zone moet gedetecteerd worden. Uit veiligheidsoverwegingen dient te worden voorkomen dat bij het schakelen naar geel twee voertuigen in de dilemmazone aanwezig zijn. Gevaar is dat de eerste gaat remmen om te stoppen terwijl de tweede gas geeft om nog door geel te rijden. Dit heeft kop-staart botsingen tot gevolg
- Op belangrijke doorgaande wegen moet extra comfort geboden kunnen worden voor verkeer dat op de hoofdweg blijft rijden.

De volgende factoren zijn van invloed op de detectieconfiguratie:

- gereden snelheid (30, 50, 60, 70 of 80);
- geeltijd (3, 4 of 5 seconden);
- vastgroentijd (6 of 8 seconden);
- volgtijd (2 seconden);
- remvertraging ($-2,5 \text{ m/s}^2$);
- intensiteiten;
- Openbaar vervoer, exclusieve rijstrook of meerrijdend met autoverkeer.

Koplus

Koplussen liggen direct voor de stopstreep en hebben als functie:

- het aanvragen van de groenfase;
- het verlengen van de groenfase; gedurende een instelbare tijd (koplusmaximum) verlengt de lus de groenfase tot de hiaattijd verstrijkt;
- tellen van het verkeer.

Niet alle voertuigen rijden altijd netjes door tot aan de stopstreep. Sommige stoppen al op grote afstand. Om dit verkeer toch te detecteren wordt de koplus scheef gezaagd.

Lange lus

De lange lus heeft tot functie:

- het aanvragen van de groenfase;
- het verlengen van de groenfase tot het hiaat valt.

De lengte van een lange lus en de afstand tot de stopstreep is afhankelijk van de gereden snelheid. Bij de ligging en lengte van de lange lus worden de volgende aspecten meegenomen:

- afstand tot stopstreep is zodanig dat de helft van de geeltijd wordt benut. De afstand is de helft van de geeltijd x de gereden snelheid (m/s);
- de maximum afstand van de stopstreep tot de lange lus is zodanig dat alle voertuigen die tussen de stopstreep en lange lus opgesteld staan in vastgroen kunnen wegrijden. Uitgaande van een afrijtijd van 2 seconden per voertuig en een voertuiglengte van 6 meter.
- een lange lus is maximaal 20 meter lang; bij grotere lengtes worden twee lange lussen gerealiseerd;

Verwegdetectie

Verwegdetectie heeft als functie:

- het (eventueel schakelbaar) aanvragen van de groenfase;
- het verlengen van de groenfase tot het hiaat valt of tot het moment dat een nalooptijd van een koppeling is verstreken.
- Meten van verkeer in de dilemma zone.

De afstand van de verweglus is afhankelijk van de maximum toegestane snelheid. Bij de ligging van de verwegdetectie worden de volgende aspecten meegenomen:

- verwegdetectie wordt standaard toegepast bij rechtdoorgaande richtingen met een snelheid > 50 km/uur.
- verwegdetectie op afslaande richtingen wordt standaard toegepast, tenzij het erg rustig (< 100 mvt in de spits) is op deze richting.
- op tangenten worden extra lussen op 135 meter en 170 meter toegepast voor extra comfort op de hoofdrichtingen.
- verwegdetectie wordt niet toegepast indien de lengte van de opstelstrook het niet toelaat.

Detectielus op 170 m

Op enkele locaties ligt een lus op 170 meter. De 170 meter lus ligt te ver om hierop een normale verlengfunctie toe te passen. De kans op onnodig wachten waarbij roodlichtnegatie wordt uitgelokt neemt dan teveel toe. Uitgaande van een snelheid van 80 km/h (22 m/s) en hiaattijd van 1,8 seconden, wordt een hiaat tussen voertuigen geaccepteerd van 145 meter. Dit is 6,5 seconden! Ook voor een aanvraagfunctie ligt deze lus te ver van de stopstreep. Het duurt immers 7,6 seconden voordat dit voertuig de stopstreep passeert. Een voertuig dat net te laat op de zijweg aankomt zou al na 4 seconden de stopstreep passeren (50 km/h met een aanvraaglus op 55 meter).

De lus op 170 meter is alleen zinvol voor speciale toepassingen zoals:

- Wachstandplus (meer comfort voor de hoofdrichting);
- Wachtrijmeting en/of classificatie (2 lussen nodig);
- meting vrachtverkeer (2 lussen nodig) ten behoeve van v-smile;
- pelotonmeting ten behoeve van extra verlengen bij een peloton in het detectieveld.

De 170 meter lus biedt alleen in de situaties waar een van bovenstaande functionaliteiten wenselijk is een meerwaarde. De lus hoeft niet exact op 170 meter te liggen. Dit is wel een minimale waarde om nog op tijd in te grijpen in de regeling.

Richtingsgevoelige detectie

Richtingsgevoelige detectie wordt toegepast om foutieve aanvragen te voorkomen. Bij een foutieve aanvraag wordt een richting groen zonder dat er verkeer is. Hierdoor staan de andere weggebruikers te wachten voor niets en daalt de geloofwaardigheid van de regeling.

Detectielussen kunnen niet zien welke kant een auto oprijdt. Een auto in de tegenrichting zal bij voldoende verstoring van het magnetisch veld een aanvraag zetten. Door twee lussen vlak achter elkaar te leggen kan de rijrichting worden bepaald. Als in de rijrichting gezien eerst de eerste lus bezet raakt en dan de tweede weet het regelprogramma dat het voertuig de juiste kant op rijdt.

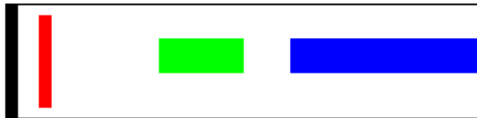
Groen Op Maat (GOM)

Als alternatief kan de verkeersregelapplicatie worden voorzien van Groen Op Maat (GOM). Deze regelmethode wordt op een aantal kruispunten in de gemeente Tilburg toegepast. Groen op Maat is een detectieconfiguratie en een signaalgroepafwikkeling welke door IT&T ontwikkeld is.

GOM bestaat uit een specifieke ligging van de detectoren met een daarop aangepaste signaalgroepafhandeling welke van meerdere VAG-toestanden (voertuig afhankelijk groen) gebruik maakt. Hierbij worden eveneens variabele hiaattijden gebruikt welke inspelen op de snelheid van het afrijdende verkeer. Door gebruik te maken van GOM is het mogelijk om de groenbenutting te verhogen doordat het laatste voertuig altijd door de 1ste deel van geel rijdt.

Bij GOM zijn de detectieconfiguratie en de parameter instellingen zeer nauw aan elkaar gerelateerd. Aanpassingen van de instellingen is niet zonder meer mogelijk. Verkeerde instellingen kunnen de werking van de regeling ernstig verstoren. Indien aanpassingen gewenst zijn, moet goed bekeken worden wat de effecten van de wijziging zijn. Hiervoor is specialistische kennis over de werking van GOM noodzakelijk. Bij weinig ervaring met GOM is het raadzaam voor het aanpassen van instellingen een verkeersregeltechnisch adviesbureau in te schakelen.

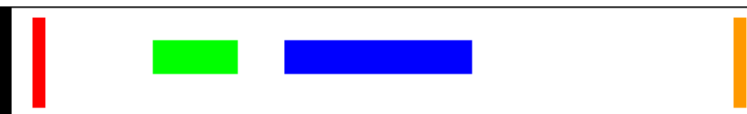
Detectieconfiguratie GOM

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
-----	-------	-------	-------	-----

File- en wachtrijlussen

File- en wachtrijlussen worden toegepast om meer zicht en grip te hebben op filevorming en wachtrijvorming. Door het toepassen kan de VRI beter inspringen op de situatie en kan verkeershinder worden verminderd.

Filemeetpunten

Filemeetpunten worden altijd toegepast bij groene golven. Om een groene golf te laten functioneren, mag er geen filevorming in het netwerk optreden. Door het toepassen van filemeetpunten wordt een eventuele file vroegtijdig gedetecteerd. Binnen het netwerk kunnen vervolgens maatregelen worden genomen om de file op te lossen, zoals het beperken van de instroom of vergroten van de uitstroom. Tevens worden de filemeetpunten bij groene golven gebruikt om het verkeer te tellen. Deze informatie wordt gebruikt bij de keuze van het gekoppelde programma.

Filemeetpunten worden ook bij solitaire vri's toegepast indien er kans is op filevorming. Wanneer de file terugslaat tot op het kruispunt wordt de verkeersafwikkeling gehinderd en kunnen verkeersonveilige situaties ontstaan. Het filemeetpunt registreert de file waarna de vri actie kan ondernemen om de file en de gevolgen daarvan te verkleinen, zoals de instroom beperken.

Wachtrijmeetpunten

Wachtrijmeetpunten worden toegepast op de voedende richtingen van een groene golf. Bij een groene golf wordt het verkeer aan de randen van het netwerk tegen gehouden. Hierdoor kan zich een wachtrij opbouwen. De wachtrijmeetpunten worden toegepast om de lengte van deze wachtrij te monitoren. Wordt deze te lang dan worden er maatregelen genomen om de wachtrij te verkorten, zoals het omschakelen naar een hoger programma.

Op afritten van autosnelwegen worden altijd wachtrijmeetpunten toegepast. Een terugslag van een wachtrij tot op de snelweg leidt vanwege de grote snelheidsverschillen tot zeer onveilige situaties.

3.1.4.2 Gecombineerde rijstroken autoverkeer en fietsverkeer

Bij een combinatiestrook fiets-auto wordt de koplus tot op korte afstand van de kant rijstrook gezaagd. Fietsers rijden aan de zijkant van de rijstrook en hebben weinig breedte en weinig massa. Bij een normale koplus geeft de fietser te weinig verstoring van het magnetisch veld om gedetecteerd te worden. Door de koplus dichter naar de kant rijstrook te slijpen fietst de fietser beter over de koplus en wordt de fietser beter gedetecteerd. Aanvullend wordt altijd een drukknop toegepast. Dit om te voorkomen dat een fietser die niet door de koplus gedetecteerd is geen aanvraag kan zetten.

De verweglus voor fietsers wordt alleen toegepast als het een drukke fietsroute is.

3.1.4.3 Fietsverkeer

De drukknop voor fietsers wordt altijd toegepast. Het weglaten van de drukknop leidt tot klachten. Daarnaast zijn er lichtgewicht fietsen met weinig staal die niet door lussen worden gedetecteerd.

OFOS

Bij een OFOS (opgeblazen fiets opstelstrook) hebben de fietsers voor de stopstreep van de auto's een breed opstelvak over de gehele breedte van een of meerdere opstelstroken. Fietsers kunnen zich voor het autoverkeer opstellen. Een OFOS wordt toegepast bij fietsers op de rijbaan met relatief veel linksafslaand fietsverkeer. Bij een fietsstrook aan de rechterkant van de rijstrook staan linksafslaande fietsers aan de rechterkant van de auto's. Dit kan leiden tot conflicten op het kruispuntsvlak tussen linksafslaande fietsers en rechtdoorgaande of rechtsafslaande auto's. Bij een OFOS kunnen fietsers zich voor het autoverkeer opstellen waardoor er minder conflicten tussen auto's en fietsers op het kruispuntvlak zijn, de fietsers goed zichtbaar zijn en de fietsers niet tussen de uitlaatgassen van de wachtende auto's staan. Het toepassen van een OFOS

kan alleen binnen de bebouwde kom in een overzichtelijke situatie met niet meer dan twee opstelstroken voor het autoverkeer.

De verweglus voor fietsers wordt alleen toegepast als het een drukke fietsroute is.

Detectie fietspad

Bij het toepassen van alleen een drukknop en koplus moet een fietser altijd stoppen om een aanvraag te doen. Fietsers kunnen met verwegdetectie eerder worden gedetecteerd. Als de richting op dat moment groen kan worden hoeft de fietser niet te stoppen. Zeker in rustige perioden is dit een voordeel. Wanneer verwegdetectie door ander verkeer wordt aangereden, bijvoorbeeld door auto's bij een aanliggend fietspad, ontstaan valse aanvragen in de regeling. Hierdoor worden fietsrichtingen groen terwijl er geen verkeer is. Andere weggebruikers staan voor niets te wachten wat leidt tot een verminderde acceptatie van de regeling. In dit geval wordt alleen verwegdetectie voor de fiets toepast als het een belangrijke fietsoversteek betreft. Bijvoorbeeld als de oversteek onderdeel uitmaakt van het sternetfietsroute netwerk.

De verweglussen worden altijd richtingsgevoelig aangebracht. Ook als het een eenrichtingsfietspad betreft. In veel gevallen worden eenrichtingsfietspaden ook gebruikt door fietsers in de tegenrichting. Of een fietspad wel of niet "foutief" gebruikt wordt, is niet altijd van te voren in te schatten.

3.1.4.4 Busbanen

Op busbanen wordt lengtedetectie aangebracht. Bussen melden zich normaal in via Korteafstandsradio (KAR). Dit gebeurt via een KAR modem in het voertuig en in de automaat. Het kan voorkomen dat het KAR bericht niet wordt verzonden of niet goed ontvangen wordt. Hierdoor kan een bus zich niet via KAR inmelden. Om een bus de mogelijkheid te geven zich in te melden wordt lengtedetectie toegepast. Er wordt lengtedetectie gebruikt om te voorkomen dat auto's gebruik gaan maken van de busbaan en zich via de detectielussen kunnen inmelden.

3.1.4.5 Selectieve detectie

KAR

Voor openbaar vervoer wordt gebruik gemaakt van KAR (Korteafstandsradio). In tegenstelling tot oudere prioriteitssystemen met vaste detectielussen in het wegdek, werkt KAR met behulp van virtuele lussen. Dit heeft als voordeel dat er geen fysieke inmeld- en uitmeldlussen meer benodigd zijn. Het aanleggen van inmeldlussen is altijd een aanzienlijke kostenpost bij de aanleg van een VRI. Naast de kostenbesparing is het systeem ook flexibeler wanneer bussen op andere richtingen gaan rijden.

Voor het verzenden van een bericht vanuit het voertuig is een boordcomputer benodigd. Om het signaal te ontvangen is er een KAR-modem en -software benodigd in de automaat. De KAR-module om prioriteit aan te vragen bevat een GPS-ontvanger en een KAR-modem. De GPS-ontvanger bepaalt continu de positie van het voertuig. Zodra een VRI wordt genaderd wordt automatisch via het KAR-modem een prioriteitsaanvraag verzonden. In de module worden de triggerpunten (coördinaten van de locaties waar vanaf gecommuniceerd wordt) opgeslagen. Deze triggerpunten zijn met behulp van een GSM/GPRS-verbinding te downloaden zodat altijd met de meest recente situaties gewerkt kan worden.

Bepalen locatie virtuele lussen

De locatie van in- en uitmelden wordt door middel van GPS coördinaten vastgelegd. De locatie wordt door de gemeente Tilburg bepaald.

De rijtijd vanaf het inmeldpunt tot de stopstreep moet voorspelbaar zijn zodat de VRI weet wanneer de bus bij de stopstreep is. Daarom mogen er geen versturende factoren zoals een bushalte tussen het inmeldpunt en de stopstreep liggen. Uitgangspunt is een afstand van 300 meter. Zijn er versturende factoren dan ligt het inmeldpunt net na de verstoring. Voorbeelden van versturende factoren zijn:

- Bushaltes;
- Voorliggende VRI's of kruispunten waar de bus voorrang moet verlenen.

Het uitmeldpunt ligt altijd 15 meter na de stopstreep.

Opticom

Voor hulpdiensten wordt Opticom gebruikt. In de applicatie wordt het inkomende opticomsignaal binnengehaald als detector. Opticom is een systeem dat gebruik maakt van licht. Het voertuig met een lichtstraler op het voertuig geeft een lichtcode af. Op het kruispunt wordt het licht opgepikt door een ontvanger. In de VRA zit apparatuur om het lichtsignaal om te zetten in een ingreep in de verkeersregeling.

3.1.4.6 Afwijkende detectievormen

Videodetectie

Videodetectie kan worden toegepast op locaties waar geen detectielussen in de verharding aangebracht kunnen worden, zoals de uitmonding van een tunnel en bij bruggen. Videodetectie wordt gebruikt om een richting aan te vragen en om de richting te verlengen.

Aandachtspunten bij videodetectie zijn veranderingen van de statische achtergrond (verschil dag-nacht, sneeuwval). Daarnaast zorgen schaduw van voertuigen overdag en verlichting van voertuigen 's nachts wel eens voor valse aanvragen of foutief verlengen. De camera dient op een stabiele plaats te staan die ongevoelig is voor wind. De virtuele detectievelden dienen zodanig gekozen te worden dat afscherming door hoge voertuigen op de naastgelegen rijstrook niet mogelijk is. Voor het instellen van videodetectie is specialistische kennis noodzakelijk.

Detectiemat

Een detectiemat ligt in het trottoir en detecteert voetgangers op basis van druksensoren. Een voetganger kan een aanvraag doen door op de mat te gaan staan. Een detectiemat kan worden toegepast:

- bij de oversteken met veel ouderen en/of minder validen die als groep geïnformeerd kunnen worden over de werking van de detectiemat en
- er ligt een duidelijke vraag met betrekking tot het verlengen van de groentijd.

Radardetectie

Radardetectie voor groenverlenging/veiligroodfase wordt alleen in zeer specifieke gevallen toegepast. Radar kan worden toegepast in de volgende situatie:

- Bij lange oversteken (minimaal 4 rijstroken naast elkaar zonder midden eiland) en
- de stopstreep van de automobilisten ligt dicht bij de voetgangersoversteek en/of
- er zijn veel klachten over een korte groentijd en
- het betreft een oversteek met > 100 overstekers tijdens het drukste uur.

3.1.5 Mastmateriaal

Uitgangspunt voor de positionering van masten, uitleggers en portalen ten opzichte van de stopstrepen is het Handboek Aanleg Verkeersregelinstallaties (CROW publicatie 269). In dit handboek zijn de eisen vastgelegd zoals die in de wetgeving zijn opgenomen. De wettelijke afstanden zijn wel aan de krappe kant. De aanvullende eisen die aan de locatie worden gesteld zijn hieronder toegelicht.

Ondergrondse infra

De aanwezige ondergrondse infrastructuur kan invloed hebben op de locatie van de masten. Wanneer op de plek van een mast veel kabels en leidingen in de grond liggen kan de mast niet op die plek geplaatst worden. Het is raadzaam dit in het ontwerpproces te controleren. Vaak zijn tijdens de uitvoering de mogelijkheden voor aanpassingen beperkt, duur en niet optimaal.

Afstanden

In de praktijk blijkt dat de afstand met name voor de hoge lantaarns te kort is waardoor bij de stopstreep het zicht op de lantaarn onvoldoende is. Dit wordt versterkt doordat lantaarns binnen de bebouwde kom op 5 meter hoogte hangen in plaats van de minimale hoogte van 4,5 meter.

Om het zicht op de lantaarns te verbeteren en het comfort voor de weggebruikers te vergroten heeft het de voorkeur om de afstand tot de stopstreep wat ruimer aan te houden. Dit is tegenstrijdig met de wens het kruispuntvlak zo compact mogelijk te houden. In dit geval gaat het zicht op de lantaarn voor het compacte kruispuntvlak. Uitzondering hierop is de situatie met te weinig opstelcapaciteit. In dat geval gaat extra opstellengte voor het zicht op de lantaarn en wordt de minimale maat aangehouden.

Wanneer de afstand tussen de lantaarn en de stopstreep te groot wordt rijden automobilisten soms te ver door. Hierdoor passeren ze ongemerkt de stopstreep waardoor ze met andere weggebruikers in conflict kunnen komen.

Combinatie OV en bewegwijzering

Om te voorkomen dat er op het kruispunt veel masten dicht bij elkaar staan, worden VRI masten zoveel mogelijk gecombineerd met masten voor openbaar verlichten en bewegwijzering. De eisen voor de locatie van de mast voor de VRI zijn leidend bij de locatie voor de uiteindelijke combinatiemast.

Centraal portaal

Een centraal portaal wordt niet toegepast. Bij een centraal portaal wordt een portaal over het gehele kruispunt geplaatst. De staanders staan op de middenbermen van de zijwegen. De afstand van de stopstreep tot aan de lantaarns aan het centrale portaal is groot. Voordeel is dat de stopstrepen ver naar voren gelegd kunnen worden. Nadeel is dat de lantaarns voorbij het conflictpunt met het verkeer vanaf de zijrichting hangen. Als een voertuig te ver doorrijdt is hij de lantaarn nog niet gepasseerd maar kan wel in botsing komen met verkeer van de zijrichting. In de regeling verkeerslichten is vastgelegd dat dit niet is toegestaan.

Locatie mastluik

Voor de veiligheid van de monteur worden staanders, universeelmasten en drukknopmasten zodanig geplaatst dat bij werkzaamheden in de mast, via het luikje, het overzicht op het verkeer 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.

Masten op de middenberm

Wanneer de middenberm breder is dan 4 meter worden 2 aparte masten toegepast voor de voetgangersrichtingen. Om de oversteekafstand zo kort mogelijk te houden moet de voetganger zich bij voorkeur aan de rand van de middenberm opstellen. De voetganger stelt zich over het algemeen op bij de mast. Hoe breder de middenberm hoe groter de afstand van de mast tot de kant middenberm.

3.1.6 Drukknoppen

Drukknoppen moeten in de looprichting geplaatst worden zodat ze goed zichtbaar zijn voor de voetganger. Bij een drukknop in de middenberm wordt de drukknop aan de kant geplaatst waar de meeste loopruimte naast de mast is. De verwachting is dat aan die kant de meeste voetgangers lopen. Wanneer de mast in het midden van de oversteek staat, wordt de drukknop zo geplaatst dat deze van het naast gelegen fietspad afgericht is. Dit wordt gedaan om de ruimte te hebben tussen de wachtende voetgangers en de (brom)fietsers.

3.1.7 Lantaarns

De keuze voor het aantal armaturen en de plaatsing ervan is een afweging tussen een aantal uitgangspunten. Het gaat hierbij om zichtbaarheid, uniformiteit, ruimte gebruik en veiligheid.

De zichtbaarheid van de lantaarns is het belangrijkste criterium. Als weggebruikers de lantaarns niet zien, kunnen ze er ook niet op reageren. Hoe hoger de snelheid hoe eerder weggebruikers moeten reageren om tijdig te stoppen. Dus moeten de lantaarns bij hogere snelheden eerder zichtbaar zijn. Daarom worden bij hogere snelheden altijd hoge lantaarns toegepast.

De afstand tussen de lage lantaarn en de stopstreep mag korter zijn dan tussen een hoge lantaarn en de stopstreep. Door het toepassen van een lage lantaarn kan de stopstreep soms verder naar voren worden gelegd. In een situatie met een beperkte opstelruimte zijn deze extra meters opstelruimte van belang. In dat geval wegen de voordelen van de extra opstelruimte op tegen de kosten voor de extra lantaarn(s).

Onderlichten

In de wet is geen minimale afstand opgenomen tussen de fietslantaarn en de stopstreep. Over het algemeen is de ruimte vrij beperkt waardoor de afstand klein is. De onderkant van de fietslantaarn hangt op een hoogte van minimaal 2,20 m. Op een afstand van circa 1 meter is het voor de fietser niet comfortabel om naar de lantaarn te kijken. Daarom wordt altijd een onderlicht bij de fietsers geplaatst.

3.1.7.1 Wachtijdvoorspellers

De wachtijdvoorspeller voor fietsers en voetgangers wordt gewaardeerd door de gebruikers als een stukje extra comfort. De roodlichtnegatie verschuift van midden in het rood naar vlak voor het begin groen. Er is geen duidelijke afname. Na diverse onderzoeken en twee proeflocaties is gekozen om de wachtijdvoorspeller niet verder toe te passen voor fietsers.

3.1.7.2 Waarschuwingssignalen

Waarschuwingssignalen worden toegepast om automobilisten te wijzen op een deelconflict. De keuze voor het wel of niet toepassen van een waarschuwingssignaal is afhankelijk van de situatie. Aandachtspunten hierbij zijn:

- Is het deelconflict onoverzichtelijk;
- Is de afslaande stroom zwaar belast;
- Is er een grote afstand tussen de stopstrepen van de deelconflictrichtingen;
- Past het deelconflict niet in het verwachtingspatroon van de weggebruiker;

3.1.7.3 Informatief voetgangerslicht

Een informatief voetgangerslicht bevat zowel een wachtijdvoorspeller als een veiligrood indicator. Met deze lantaarn wordt naast de wachtijd tot groen ook de resterende groen- / groenknippertijd en de resterende ontruimingstijd aangegeven. Hierdoor kan een voetganger een betere inschatting maken of hij nog veilig kan oversteken.

In de volgende situatie kan een informatief voetgangerslicht worden toegepast:

- Het betreft een drukke oversteek > 100 overstekers tijdens het drukste uur en
- Er steken grote groepen in een keer over en
- De oversteek is een logische looproute van en naar een economische toplocatie (centrum)

3.1.7.4 Voorwaarschuwing

Voorwaarschuwingssignalen worden eigenlijk niet toegepast. Alleen in zeer specifieke situaties heeft een voorwaarschuwingssignaal meerwaarde. Wanneer binnen de bebouwde kom extra attentie voor de VRI noodzakelijk is voldoet over het algemeen een J32 bord.

Alleen bij snelheden van 80 km/h en hoger en waar geen verkeerssignalen worden verwacht of waar verkeerssignalen niet voldoende zichtbaar zijn worden voorwaarschuwingssignalen toegepast. De signalen worden 300 meter voor de stopstreep geplaatst. Wanneer de rijbaan bestaat uit één toeleidende rijstrook dient één voorwaarschuwingssignaal te worden geplaatst aan de rechterzijde van de rijbaan. Bij twee of meer toeleidende rijstroken worden de signalen aan weerszijden van de rijbaan geplaatst.

3.1.7.5 Rechtsaf bij rood (RABR)

Over het algemeen is er bij fietsrichtingen geen onderscheid naar rijrichting. Hierdoor staan rechtsafslaande fietsers relatief vaak te wachten voor niets. Het toepassen van rechtsaf bij rood verkleint het wachten voor niets en vergroot de acceptatie van de regeling door fietsers.

Aandachtspunt bij het toepassen van een rechtsaf bij rood is de civiele vormgeving. Er moet voorkomen worden dat wachtende fietsers de rechtsafslaande fietsers blokkeren.

3.1.8 Akoestische signaalgevers

Akoestische signaalgevers worden alleen toegepast als er een daadwerkelijke vraag voor komt, behalve bij GOP's. Wanneer op een locatie een rateltikker is aangebracht, wordt deze opnieuw aangebracht bij een renovatie. Er is in het verleden immers een toezegging gedaan om hier een rateltikker aan te brengen.

3.1.9 Kabeltracé

Zeker in stedelijke omgeving liggen er veel kabels en leidingen in de grond. De kabels van de VRI kunnen niet bij andere kabels in een kabelbed worden gelegd. Er moet enige afstand van de andere kabels worden gehouden. Dit om te voorkomen dat er verwarring ontstaat welke kabels van de VRI zijn en om te voorkomen dat de

kabels elkaar gaan verstoren (interferentie). Bij de keuze voor het kabeltrace dient ook rekening gehouden te worden met eventueel aanwezige duiker, bruggen, tunnels etcetera. Zie hiervoor ook paragraaf 2.1.1 'Inventarisatie bestaande situatie' van dit document.

3.1.10 Mantelbuizen

Door het toepassen van mantelbuizen wordt voorkomen dat de verharding moet worden opgebroken wanneer er extra kabels moeten worden gelegd.

Door onder alle takken van het kruispunt mantelbuizen te leggen zijn er altijd twee tracés waar langs een kabel getrokken kan worden. In eerste instantie wordt het kortste tracé gebruikt. Maar wanneer dit niet mogelijk is (bijv. mantelbuis vol) dan is er altijd nog een alternatief tracé beschikbaar.

Door de mantelbuizen altijd op ongeveer dezelfde locatie neer te leggen (onder de stopstreep) kan een mantelbuis eenvoudig worden opgezocht.

3.1.11 Trekputten

Bij een gesloten verharding komen de kabels in mantelbuizen te liggen. Hierbij worden meerdere mantelbuizen op elkaar aangesloten. Het is niet mogelijk kabels te trekken als ze ergens halverwege een bocht moeten maken en een andere kabelbuis in moeten. Op deze kruispunten van mantelbuizen wordt een trekput toegepast. Dit is een soort betonnenput met een deksel erop waar de mantelbuizen op aansluiten. Hierdoor kan de kabel naar de juiste mantelbuis worden geleid. Ook detectiemoffen onder gesloten verharding worden in een trekput gelegd. Hierdoor is de detectiemof altijd toegankelijk.

3.1.12 Overige zaken

Onderstaande zaken zijn niet vastgelegd in het programma van eisen omdat ze vrijwel nooit voorkomen. Bij de uitvraag van de opdracht moeten deze zaken wel meegegeven worden als ze wel van toepassing zijn.

3.1.12.1 Spoorwegovergang

Als de VRI binnen 30 meter van een spoorwegovergang ligt, is het oversturen van koppelsignalen verplicht. Wanneer het kruispunt in de nabijheid van een spoorwegovergang ligt, is afstemming van de vormgeving met Prorail van belang. Er wordt verwezen naar de eisen van Prorail.

3.1.12.2 Beweegbare bruggen

Als de VRI binnen 300 meter van een beweegbare brug ligt, is het raadzaam faciliteiten in het regelprogramma op te nemen om de werking van de VRI en de brug op elkaar af te stemmen. De Opdrachtnemer moet bij de Opdrachtgever nagaan welke signalen er door de brug worden verstuurd. Op basis van de beschikbare informatie kan worden bepaald of en op welke manier de bruggreep in de VRI kan worden verwerkt.

3.1.13 Controle ontwerp installatie

Het ontwerp van de installatie wordt vastgesteld in de VRI tekening. De controle van het ontwerp wordt dan ook gelijktijdig uitgevoerd met de controle van de VRI-tekening. Een checklist is opgenomen in bijlage 2 'Checklist controle tekening'.

3.2 VRI-tekening

3.2.1 Eisen aan de tekeningen

De gemeente Tilburg heeft software voor zowel Autocad als Microstation tekeningen en kan beide formaten omzetten naar het andere formaat. .

Om uniformiteit te houden in de VRI tekeningen worden tekeningen opgesteld volgens de lagen structuur van de gemeente Tilburg. Door het toepassen van standaard symbolen en kleuren is de tekening gemakkelijker leesbaar.

Schaal

Een VRI tekening heeft een schaal van 1:200. Op deze schaal zijn de verschillende onderdelen goed herkenbaar in te tekenen. Bij een te kleine schaal (bijv. 1:500) worden symbolen en tekst erg klein of komen door elkaar heen te staan. Hierdoor is de tekening niet goed leesbaar. Bij een te grote schaal (1:100) is de tekening wel goed leesbaar maar past de tekening niet meer op een standaard papier formaat (max. A0).

Naast de kruispunttekening moet een overzichtsplaatje schaal 1:1000 worden opgenomen. Een overzichtsplaatje geeft een beeld van de ligging van het kruispunt in het netwerk. Ook zijn eventuele nabij gelegen kruispunten, bruggen of spoorwegovergangen zichtbaar.

3.2.2 Onderdelen

De tekening is de basis voor het ontwerpen van het regelprogramma en de uitvoering op straat. De maatvoering is daarom zeer belangrijk. Wanneer de locatie van de onderdelen op basis van de tekening niet goed is te bepalen kunnen er verschillen ontstaan tussen de ontworpen installatie en de geplaatste installatie. Aangezien het regelprogramma ontworpen is op basis van de tekening kan het zijn dat het regelprogramma en de installatie op straat niet optimaal op elkaar zijn afgestemd. Dit kan gevolgen hebben voor de verkeersveiligheid en/of de verkeersafwikkeling.

3.2.3 Verkeersregeltoestel

De kasten van de fabrikanten verschillen qua ontwerp. De locatie van het politiepaneel kan aan de korte zijde of aan de lange zijde van de automaat zijn. Op de VRI-tekening wordt een kast ingetekend op de gewenste positie. Bij de daadwerkelijke plaatsing gaat het er niet om dat de automaat qua lange en korte zijde exact zo geplaatst is als op de tekening. Het gaat erom dat het politiepaneel op de locatie zit zoals op de tekening is aangegeven. Bij de plaatsing kan het zijn dat de automaat een kwartslag gedraaid moet worden ten opzichte van het symbool op de tekening om het politiepaneel op de juiste plek te krijgen. Wanneer er geen politiepaneel op de tekening is aangegeven kan er bij de plaatsing onduidelijkheid ontstaan hoe de automaat gedraaid moet worden.

3.2.4 Markering

De stopstrepen zijn bepalend voor de locatie van het mastmateriaal en de detectie. Deze worden dan ook door de verkeersregelkundige bepaald en horen bij de VRI tekening. De overige belijning is onderdeel van de civiele tekening en wordt op de VRI tekening alleen indicatief aangebracht.

3.2.5 Wegmeubilair

De afspraken die hier zijn vastgelegd maken het eenvoudig om tekeningen te controleren. Ze zijn uniform. Een goede maataanduiding maakt het makkelijk om ook tekeningen die niet op schaal zijn geprint of op een digitaal scherm worden weergegeven te lezen.

3.2.6 Detectie

Op de tekening moet de locatie van de detectiemof worden aangegeven. Zo is duidelijk of twee lussen samen in een mof zitten. De afspraken omtrent het weergeven van detectie zijn zo gekozen, dat de essentiële informatie getoond wordt zonder veel extra informatie in tekst op de tekening.

3.2.7 Kabeltracé

Het is van belang de ligging van het kabeltracé goed te controleren. Omgevingsfactoren kunnen invloed hebben op het kabeltracé. Hierbij moet worden gedacht aan:

- Boomwortels;
- Brug/tunnel (kabelkokers vaak maar aan één zijde van het kunstwerk);
- Reeds aanwezige mantelbuizen;
- Reeds aanwezige ondergrondse infra (kabelbed, gasleiding, hoogspanningsleiding);

- Uitritten van bedrijven / huizen.

Controleer ook of alle onderdelen van de installatie wel zijn aangesloten op het kabeltracé.

Het is van belang eventuele probleempunten in het geplande kabeltracé tijdig te signaleren. In de ontwerpfase kunnen aanpassingen relatief eenvoudig worden doorgevoerd. Wanneer dit tijdens de uitvoering aan het licht komt, kan dit vertraging geven in de uitvoering, zijn er vaak hogere meerwerkkosten en zijn de mogelijke oplossingen vaak beperkt en niet ideaal.

3.2.8 Tabellen

Om de tekening goed leesbaar te houden, wordt de hoeveelheid tekst binnen de kruispunttekening beperkt. In plaats daarvan worden tabellen op de tekening opgenomen met de te gebruiken kabels, de kabellengtes en de afmetingen en ligging van de detectie.

In de tabel wordt de lengte en het type van de kabel opgenomen. Met deze gegevens kan per type kabel gemakkelijk een inschatting worden gemaakt van de totale kabellengte. Dit kan worden gebruikt voor het maken van een kostenraming en het beoordelen van inschrijvingen van installateurs.

3.2.9 Mantelbuizen

De doorsnede van een mantelbuis geeft een beeld van de capaciteit van de mantelbuis. Uitgangspunt hierbij is dat in een mantelbuis rond 160mm ongeveer 30 kabels kunnen.

3.2.10 Trekputten

Het is niet nodig om extra informatie over de trekputten op te nemen op de tekening.

3.2.11 Controle tekening

Een checklist voor de controle van de tekening is opgenomen in bijlage 2 'Checklist controle tekening'.

4 Regelprogramma

4.1 Ontwerp regelprogramma

4.1.1 Ontruimingstijden

OTTO is het meest gebruikte programma voor het berekenen van ontruimingstijden. Het is eenvoudig en de berekeningen zijn goed te controleren. Gezien het belang van goede ontruimingstijden voor de veiligheid van het kruispunt en om te voorkomen dat de gemeente aansprakelijk wordt gesteld voor eventuele ongevallen wordt de landelijke richtlijn als basis.

4.1.1.1 Afwijkingen CROW 321

In onderstaande tabel staat een toelichting waarom af is geweken van de CROW norm. De standaardinstellingen voor OTTO staan in bijlage 3 'Overzicht instelling OTTO'.

Afronding naar 1 ipv 0,1	De afronding op tienden leidt tot schijnnaauwkeurigheid. Er zijn factoren die een grotere invloed hebben zoals rijlijn, boogstraat. Op straat is ook niet te controleren of een ontruimingstijd een tienden hoger of lager moet staan om veilig te zijn.
Ontruimingstijd afronden vanaf 0,3	Omdat niet op tienden wordt afgerond is ook de grenswaarde voor afronden aangepast
Garantietijd naar beneden afgerond	Op straat moet je de vrijheid hebben om ontruimingstijden nog aan te kunnen passen. Mocht de gerede snelheid of de boogstraat toch afwijken van wat ingeschat was, moet er nog vrijheid zijn om aanpassingen te doen, zonder de conflictmonitor aan te passen.
Voetgangers altijd minimaal 1 meter oplopen	De voetgangers staan nooit op het randje van de stoep maar ongeveer op 1 meter afstand
Gecombineerde auto-fietsrichtingen afrijksnelheid fiets 5 m/s	Uit ervaring blijkt dat ontruimingstijden anders te hoog zijn en de regeling te sloom wat roodlichtnegatie uit kan lokken.
Meer dan 10% bromfietzers pas rekening houden met de open afrijksnelheid van deze weggebruikers	Het effect van bromfietzers op de ontruimingstijden is erg groot. De ontruimingstijden worden over het algemeen (veel) langer. Het onnodig meenemen van de bromfiets in de berekeningen is dan ook gevaarlijk; de te lange ontruimingstijden verlagen de acceptatie en lokken roodlichtnegatie uit. Het percentage brommers wordt ingeschat tijdens een observatie of op basis van lokale kennis (bijvoorbeeld veel scholieren)
Rijlijnen bij meerdere stroken	De verschillen met de CROW methode zijn zeer klein en het is een stuk overzichtelijker
Conflictpunt	Rechtsafslaande voertuigen kunnen ook de binnenbocht nemen. De berekende ontruimingstijd is zonder aanpassing dan te laag

4.1.1.2 Otto bestand

Het OTTO bestand blijft bewaard gedurende de levensduur van de VRI. Mochten er vragen komen over de ontruimingstijden is de berekening te allen tijde terug te vinden. Een goede toelichting bij de berekening en bij eventuele afwijkingen van de standaard is daarbij noodzakelijk.

Om nauwkeurig genoeg te kunnen meten moet de tekening voldoende pixels hebben.

4.1.2 Regelstructuur

Voor de controle van de regeling en om het beheer eenvoudiger te maken wordt gekozen voor de standaard regelstructuren binnen RWS-C. Dit is de blokstructuur en de CRSV module. Door de keuze voor de regelstructuur en programmeertaal is het niet nodig om van alle programmeertalen en regelwijzen in Nederland kennis te hebben voor goed functioneel beheer. Hierdoor wordt het mogelijk om juist zeer specialistische kennis te hebben of in te kopen van de in Tilburg toegepaste regelwijze.

RWS-C is daarnaast een taal waarin veel gestandaardiseerd is in vergelijking met CCOL. De leesbaarheid en de controleerbaarheid van RWS-C is daardoor beter gewaarborgd. Ook als verschillende partijen de regelingen programmeren. Ondanks het zoveel mogelijk vastleggen in standaard functies en include files zijn verschillen immers niet te voorkomen.

Een kruispunt dat geen (harde) koppeling heeft met een ander kruispunt heeft altijd een voertuigafhankelijke regeling volgens de blokstructuur. Indien twee kruispunten gekoppeld worden, kan zowel de half-starre regelstructuur van CRSV als een regeling met blokstructuur gekozen worden. Deze laatste is meer flexibel, maar de kans op programmeerfouten is wel groter. Bij een koppeling van meer dan twee kruispunten is de CRSV module wenselijk. De koppeling is dan makkelijker te beheren en de kans op programmeerfouten is kleiner.

Fasevolgorde

Het heeft de voorkeur de fasevolgorde over de gehele dag gelijk te houden. Hierdoor wordt de regeling voorspelbaar en daarmee meer aanvaardbaar voor weggebruikers. Ze weten na welke richting ze groen krijgen. Wanneer de fasevolgorde steeds wijzigt, wordt dit door weggebruikers als verwarrend en hinderlijk ervaren. In bepaalde situaties kan er wel voor gekozen worden de fasevolgorde in een periode te laten afwijken. Eis is wel dat de fasevolgorde de gehele periode gelijk is.

De fasevolgorde is in zekere mate afhankelijk van de verkeersstromen op het kruispunt. Deze kunnen per periode aanzienlijk verschillen. De optimale fasevolgorde kan daardoor per periode verschillend zijn. Als van de optimale fasevolgorde wordt afgeweken, wordt de cyclustijd hoger. Is het verschil in cyclustijd tussen de optimale en de gewenste fasevolgorde enkele seconden dan kan de gewenste fasevolgorde worden aangehouden. Wordt het verschil meer dan circa 10 seconden dan wordt de tijdswinst bij een afwijkende volgorde zo groot dat het te overwegen is de fasevolgorde in de bepaalde periode te laten afwijken.

4.1.3 Functionele specificatie

De opbouw van de functionele specificatie is gestandaardiseerd. Dit maakt de controle eenvoudiger en zorgt ervoor dat alle belangrijke functionaliteiten uit de regelingen beschreven worden. De huidige standaard is gebaseerd op de praktijk ervaringen. Door het toepassen van de functionaliteiten beschreven in de standaard specificatie is het mogelijk om goede en geloofwaardige regelingen te maken.

Alleen de criteria van wachttijd (beleid) en de werkingstijden worden door de opdrachtgever aangegeven. De overige zaken kan de opdrachtnemer met het programma van eisen zelf bepalen. De criteria voor het bepalen van de werkingstijden staat in bijlage 5 'Criteria werkingstijden'.

4.1.3.1 Inhoud specificatie

In de standaard specificatie van de gemeente Tilburg zijn alle standaard onderdelen van het regelprogramma opgenomen. Het kan zijn dat er voor een regelprogramma locatie specifieke zaken zijn die niet in de standaard specificatie staan. In dat geval doet de opdrachtnemer een voorstel en legt dit ter goedkeuring aan de gemeente Tilburg voor. Dit geldt ook als een opdrachtnemer een nieuwe of afwijkende functie wil toepassen. Dit om te voorkomen dat innovaties worden uitgesloten omdat deze niet binnen de standaard specificatie vallen.

De standaard instellingen zijn gebaseerd op theorie en ervaring. Veel instellingen zijn vergelijkbaar met de instelling die andere wegbeheerders hanteren. Voor een aantal instellingen is hieronder extra toelichting gegeven.

4.1.3.2 Instellingen tijden

De fasebewakingstijd bij een geregelde voetgangers- en/of fietsoversteek staat lager ingesteld omdat de maximaal geaccepteerde wachttijd bij dit type kruispunt lager ligt vanwege het beperkte aantal richtingen.

De instelling van de geeltijden is in de regeling afwijkend ten opzichte van de berekeningen. Dit heeft te maken met COCON. In dit programma kan niet met halve seconden gerekend worden. Voor de geeltijd worden in de regeling wel halve seconden gehanteerd.

Voor de geeltijden worden de aanbevelingen van het CROW 343 (aanvulling van 17 februari 2016) gehanteerd.

File en wachtrijmeting

De bezettijd en hiaattijden zijn bij file en wachtrijmeetpunten gelijk. Deze instelling blijkt goed aan te sluiten bij de praktijk. De afvalvertraging en afvalbewaking zijn wel verschillend. Het te lang vasthouden van een

filemelding is niet wenselijk en leidt tot ongeloofwaardige situaties. Het is bij een filemeetpunt vaak wenselijk om vrij snel verkeer weer af te laten rijden als het verkeer stroomafwaarts weer gaat rijden.

Bij een wachtrijmeetpunt moet juist voorkomen worden dat de wachtrijmelding te snel afvalt, doordat verkeer gaat rijden tijdens of na de groenfase om weer in de wachtrij aan te sluiten. De wachtrij is dan immers nog niet weg alleen in beweging gekomen. De afvalvertraging bij een wachtrijmeetpunt staat dan ook hoger ingesteld dan bij een filemeetpunt.

4.1.3.3 Maximum groentijden

Uit ervaring blijkt dat 6 maximumgroentijdssets voldoende is om voor elke periode een passende set te hebben. Om de maximumgroentijd niet te kort in te stellen wordt bij het bepalen van de groentijd uitgegaan van een belastinggraad van 80%. Hierdoor heeft de richting binnen z'n maximum groentijd ruimte om fluctuaties in het verkeersaanbod op te vangen.

De maximum groentijden moeten aansluiten bij de verkeerssituatie ten tijde van de SAT. Daarom wordt voor het bepalen van de maximum groentijden gebruik gemaakt van de intensiteiten voor 5 jaar in de toekomst.

4.1.3.4 Detectiefuncties

De detectiefuncties en instellingen zijn afgestemd op het detectieveld van de gemeente Tilburg. Bij de keuze van de hiaattijden is rekening gehouden met een wenselijke benutgeeltijd ongeveer 1 seconde en een volgtijd van afrijdende voertuigen van ongeveer 2 tot 3 seconden. Dit zijn waarden die ook door de IVER gehanteerd worden bij het standaard IVER detectieveld.

4.1.3.5 (Mee) aanvragen

Parallele fietsrichtingen geven elkaar een mee-aanvraag. Wanneer een fietser aankomt tijdens groen van de tegenrichting zal deze waarschijnlijk door rood fietsen. Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties vanwege het verschil in ontruimingstijden tussen beide fietsrichtingen. Het realiseren van beide fietsrichtingen kan leiden tot enkele seconden verliestijd in de regeling als er geen fietser op de tegenrichting is. Dit nadeel weegt echter op tegen het voordeel voor de verkeersveiligheid. Het voordeel voor de verkeersveiligheid weegt zwaarder dan de extra seconden verliestijd.

Richtingen die in de schaduw kunnen mee komen krijgen schakelbaar een mee-aanvraag. Deze is echter standaard uitgeschakeld. Een mee-realiseatie kan leiden tot enkele seconden verliestijd in de regeling. Het detectieveld is zo ontworpen dat alle richtingen tijdig een aanvraag kunnen zetten. Hierdoor is de noodzaak van mee-aanvragen niet aanwezig.

4.1.3.6 Intrekken fietsaanvraag

Verwegdetectie voor de fietsers heeft als voordeel dat fietsers vroeg een aanvraag kunnen zetten. Dit vergroot de kans dat ze ongehinderd kunnen doorrijden. Zeker in rustige periodes heeft dit voordelen. In een aantal gevallen is de fietsinfrastructuur zo vormgegeven dat de fietser tussen de verwegdetectie en de stopstreep nog af kan slaan. Wanneer de aanvraag op de verwegdetectie is gezet, wordt de richting groen terwijl er geen fietser staan te wachten.

Om dit te voorkomen moet een aanvraag op de verwegdetectie worden bevestigd op de drukknop of de koplus (na bezettijd). Wanneer een fietser een aanvraag op de verwegdetectie zet en de richting kan direct groen worden, zal de richting direct naar groen gaan. Zo blijft het voordeel van de verwegdetectie behouden. Als de richting niet direct naar groen kan, moet de aanvraag binnen een instelbare tijd op de koplus of de drukknop worden bevestigd. Wordt dit niet gedaan dan gaat de regeling ervan uit dat de fietser is afgeslagen of door rood gereden.

4.1.3.7 Voorstart langzaam verkeer

Bij deelconflicten krijgt het langzaam verkeer een voorstart van minimaal 1,0 seconde op het autoverkeer. Door een voorstart bevindt het langzaam verkeer zich al op de rijbaan als de automobilist groen krijgt. Dit benadrukt de voorrangssituatie tussen het langzaam verkeer en het gemotoriseerd verkeer. De instelling van de voorstart is locatie specifiek. Factoren die hier invloed op hebben, zijn het zicht van de automobilist op de voetganger, de oprijafstand van de automobilist en de oploop-/oprijafstand van het langzame verkeer.

4.1.3.8 Jutterbewaking

Het jutteren van een lus wil zeggen dat deze zeer snel achter elkaar bezet en onbezet aangeeft. Dit kan ontstaan als een voertuig net aan de rand van het magnetisch veld van de lus staat en de verstoring rond de grenswaarde schommelt. Elke keer als de waarde net onder of boven de grenswaarde komt, wordt dat als een status verandering van de lus gezien. Dit kan problemen geven als de lus gebruikt wordt voor tellen. Elke keer dat de verstoring boven de grenswaarde komt, wordt als een voertuigpassage gezien. Dit geeft onrealistische telwaarden en kan leiden tot verkeerde keuzes van het regelprogramma. De werking van de lus wordt daarom gecontroleerd op jutteren. Als het patroon van opkomen en afvallen van de lus niet realistisch is, wordt de telwaarde niet meegenomen in het regelprogramma.

4.1.3.9 Koppelingen

Koppelingen tussen VRI's worden volgens het PTP protocol opgebouwd. De koppelingen kunnen bestaan uit:

- Uitwisselen informatie (b.v. file-/wachtrijmelding, groensturing hoofdrichtingen);
- Vrije koppeling;
- Harde VA-koppeling;
- Half-starre koppeling.

In de functionele specificatie wordt vermeld of en welk type koppeling toegepast wordt.

Vrije koppeling

Bij een vrije koppeling wordt de koppeling alleen onder specifieke voorwaarden opgezet. De koppeling is dus niet gegarandeerd. Bij een vrije koppeling mag de kruispuntafstand niet groter zijn dan 600 meter bij 50 km/uur en 950 meter bij 80 km/uur. Een koppeling is alleen effectief als er een duidelijk peloton is. Door verschillen in snelheid valt een peloton tijdens het rijden langzaam uit elkaar (pelotondiffusie). Uit ervaring blijkt dat de genoemde afstanden het maximum zijn waarbij het peloton nog compact genoeg is om een efficiënte koppeling te houden.

Wanneer de rijtijd meer dan 15 seconden is kan op startgroen gemeten worden of er een peloton afrijdt. Is dit het geval dan wordt een signaal doorgestuurd naar de volgrichting. Voordeel is dat er alleen een koppeling opgezet wordt als er ook daadwerkelijk een peloton is. Is de rijtijd minder dan 15 seconden dan is er onvoldoende tijd om eerst te meten en dan pas een signaal te versturen. De kop van het peloton is dan mogelijk al bij de stopstreep van de volgrichting als het signaal binnenkomt. Om te bepalen of er een peloton komt, wordt, indien mogelijk, op de verweglussen van de voedende richting geteld. Als dat niet mogelijk is wordt op basis van eerdere cycli een voorspelling van de peloton grootte gedaan. Als de gemeten of geschatte pelotongrootte boven een instelbare waarde komt, wordt er direct op startgroen een signaal verstuurd.

In bijlage 6 'Criteria vrije koppeling' staan de criteria vermeld voor het toepassen van een vrije koppeling. Deze criteria zijn afkomstig uit het onderzoek "Vrije koppeling, Evaluatie vrije koppelingen in Tilburg" van 19 september 2014.

Harde koppeling

De keuze voor hard koppelen wordt gemaakt indien:

- Het noodzakelijk is vanwege het vollopen van het tussenliggende wegvak (terugslag). Dit blijkt uit de COCON studie.
- Het beleid is om te koppelen, bijvoorbeeld om een route aantrekkelijker te maken, zoals bij de diverse groene golfen op het DVM netwerk van Tilburg of bij de aansluitingen van autosnelwegen.

Wanneer geen harde koppeling wordt toegepast of wanneer deze niet de gehele dag actief is, kan een vrije koppeling een optie zijn.

4.1.3.10 Voertuigafhankelijke programmaselectie (VAPS)

Bij VAPS wordt op basis van tellingen de best passende set maximumgroentijden gekozen. Er zijn twee methoden om het programma te bepalen. In de eerste variant geeft elk telpunt z'n drukte klasse door aan de master welke vervolgens het wensprogramma bepaald. In de tweede variant bepaald elk kruispunt afzonderlijk z'n wensprogramma en geeft dit door aan de master. Deze bepaald vervolgens het wensprogramma voor het hele netwerk.

Het heeft de voorkeur dat de drukteklaas van elk telpunt worden doorgegeven. Hierdoor kan een beter afgewogen keuze worden gemaakt. Het vraagt wel extra capaciteit van de master. Als elk kruispunt z'n eigen wensprogramma bepaald doen ze dit alleen op basis van hun lokale situatie. Als de master zwaar belast is, kan dit wel worden gehanteerd om zo de belasting van de master te beperken.

4.1.4 Controle ontwerp regelprogramma

Voor het controleren van de OTTO berekeningen is een checklist opgenomen in bijlage 4. Voor de controle van de specificatie is geen checklist. Dit is sterk afhankelijk van de locatie. Belangrijk is dat alle functionaliteiten in de regeling worden beschreven.

4.2 Programmeren regelprogramma

De manier waarop de regeling wordt geprogrammeerd wordt niet vrijgelaten, maar de opdrachtgever krijgt de standaarden van de opdrachtgever aangeleverd. Door het gebruik van de standaarden is het functioneel beheer van de verkeerslichten eenvoudiger. Ook is de controle van de applicatie hierdoor eenvoudiger. Een deel van de controles kan zelfs automatisch uitgevoerd worden. Dit verkleint de kans op fouten aanzienlijk.

De consequentie hiervan is wel dat de opdrachtgever verantwoordelijk is voor het beheer van de standaarden. Eventuele fouten in de regeling door een fout in de standaard kan de opdrachtnemer niet aangerekend worden.

4.2.1 Testen van het regelprogramma

De opdrachtnemer moet een testprotocol opstellen en deze aan de gemeente Tilburg voorleggen. Op basis van het testprotocol kan de gemeente Tilburg een beeld krijgen hoe gedegen de opdrachtnemer de regeling test. De opdrachtnemer moet de testen en de resultaten van de testen in het testprotocol invullen. Hoe goed en uitgebreid een testprotocol ook is, de regeling moet altijd door de gemeente worden getest.

4.2.2 Controle regelprogramma

Bij de controle van de regeling dient op het volgende gelet te worden:

- Zijn de standaarden van de gemeente Tilburg toegepast?
- Is het gebruikte testprotocol volledig en ingevuld?
- Werkt de regeling zoals verwacht? (steekproefsgewijs functionaliteiten testen)

5 Technische eisen VRI en buitenwerk

Het stellen van de eisen heeft de volgende voordelen:

- De installaties hebben hetzelfde uiterlijk;
- Er is meer grip op de kwaliteit van de onderdelen;
- Het beheer kan efficiënter, eenvoudiger en daarmee goedkoper worden uitgevoerd.

5.1 Verkeersregelautomaat (VRA)

Een deel van de eisen is hier onder verder toegelicht.

5.1.1 Kast

Kleur conservering

De gemeente Tilburg hanteert voor automaatkasten twee verschillende kleuren. Voor de VRI's op de Cityring en in de spoorzone is dit zwart (RAL 9017). Dit heeft te maken met het straatbeeld waarbij er gekozen is om op de Cityring en de spoorzone al het buitenwerk zwart te maken.

De automaatkasten op de overige kruispunten zijn grijs (RAL 7032). Dit verschil in kleur komt terug in het mastmateriaal en de openbare verlichtingsmasten.

Anti-wildplak en graffiti

Een nette en schone omgeving wordt door mensen als prettig ervaren en vergroot de leefbaarheid. Een VRI kast vol posters en/of graffiti past niet in een schone omgeving. Daarnaast kunnen posters problemen geven bij het openen van de kast. De deuren zitten dichtgeplakt en lijm in het slot maken het lastig om de sleutel erin te krijgen. Om dit te voorkomen worden de kasten voorzien van een speciale anti-aanplakcoating. Hiervoor wordt het anti wildplak systeem AW4010 van de firma CAS gebruikt. Er is specifiek voor deze coating gekozen vanwege het duurzaamheidsaspect. Deze coating bevat geen oplosmiddelen.

Bij dit systeem wordt de kast voorzien van een structuur coating (Boomschorsstructuur). Hierdoor ontstaat een oneffen oppervlak waar posters niet op hechten. Over de structuurcoating wordt een dekcoating aangebracht. Deze polyurethaan lak geeft een oppervlak waar graffiti makkelijk van verwijderd kan worden. De coating kan in elke gewenste kleur worden uitgevoerd.

Automaatnummer

Elke automaat heeft een uniek nummer. Dit nummer moet aan de buitenzijde van de kast zijn aangebracht. De gemeente Tilburg hanteert hiervoor een metalen plaatje waar het nummer is ingegraveerd. Het voordeel van een metalen plaatje ten opzichte van een sticker is de duurzaamheid. Om te zorgen dat de cijfers op het plaatje niet vervagen moeten deze worden ingegraveerd.

Elektronische slot

Alle VRI kasten zijn voorzien van sloten. Monteurs of verkeerskundigen moeten voor het uitvoeren van bepaalde werkzaamheden in de kast zijn. Deze personen hebben een sleutel nodig. Ervaring is dat deze sleutels niet altijd na de werkzaamheden worden ingeleverd. In de loop van de tijd wordt het onduidelijk wie allemaal een sleutel van de automaten heeft.

Om meer controle te hebben over wie in welke kast kan worden de automaten voorzien van een elektronisch slot. Hiermee kan iemand online toegang worden gegeven tot een automaatkast. Deze persoon kan de kasten waar hij rechten voor heeft gekregen openen met een mobiele telefoon, tablet of laptop. Na de werkzaamheden kunnen de toegangsrechten weer worden ingetrokken. Er hoeven geen sleutels meer te worden uitgegeven en er is overzicht wie toegang heeft tot welke automaat.

Alle deuren blijven voorzien van een cilinder welke gebruikt kan worden wanneer het elektronische slot niet kan worden gebruikt (bijvoorbeeld stroomstoring of geen communicatieverbinding).

5.1.2 Bewakingen

Er zijn twee soorten lampbewakingen. De individuele bewaking en de bewaking per signaalgroep. Bij een bewaking per signaalgroep wordt gemeld welke signaalgroep een defecte rode, gele of groene lamp heeft maar wordt niet gemeld welke lantaarn het is. Hierdoor is bij signaalgroepen met meerdere lantaarns niet bekend of het een hoge of lage lantaarn is. Bij individuele lampbewaking wordt ook gemeld welke lantaarn de kapotte lamp heeft. De individuele lampbewaking heeft de voorkeur. Op het moment dat de laatste rode lamp van een signaalgroep kapot is, kan een weggebruiker niet meer zeker weten of het rood is of niet. De mogelijkheid bestaat dat de weggebruiker besluit om door te rijden. Om dit te voorkomen moet de VRI uitschakelen als de laatste rode lamp van een signaalgroep stuk is. Hoe snel de VRI moet uitschakelen is afhankelijk van het lichtbeeld. Als er geen conflictrichtingen groen zijn, kan de VRI zacht uitschakelen (alle richtingen naar rood, ontruimingstijden laten aflopen, naar geelknipperen). Als er een conflictrichting groen is moet de automaat direct naar geelknipperen worden geschakeld.

In nieuwe automaten moeten de rateltikkers worden bewaakt. Blinden zijn afhankelijk van de rateltikker. Als deze niet werkt, wordt oversteken lastig. Mocht een rateltikker stuk gaan, wordt de storing gemeld. De gemeente kan hierdoor de storing verhelpen in plaats van afwachten tot er klachten komen.

Wanneer een rateltikker in een bestaande automaat wordt ingebouwd hoeft de rateltikker niet bewaakt te worden. Het aanpassen van de bewaking ten behoeve van de rateltikkers brengt extra kosten en werkzaamheden met zich mee. Het voordeel van het bewaken weegt niet op tegen het nadeel van de extra kosten en werkzaamheden.

5.1.3 Schakelaars en bediening

Hardware knoppen

De automaat wordt niet meer voorzien van een grafisch scherm. Communicatie verloopt volgens een webinterface. Om de automaat via een webinterface te benaderen moet de gebruiker beschikken over een computer of tablet en een internetverbinding. Wanneer de gebruiker geen computer of tablet heeft of de internetverbinding wegvalt moet de VRI nog wel bedient kunnen worden. De knoppen regelen, alles rood, geelknipperen, doven en fixatie moeten daarom hardwarematig worden uitgevoerd zodat de VRI ook bij bijvoorbeeld een storing van de internetverbinding wel bedient kan worden.

Softwarematige detectieschakelaars

Elke detector heeft een driestanden schakelaar met de standen aan, uit en extern. Oorspronkelijk werden de schakelaars hardwarematig uitgevoerd. Dit is echter foutgevoelig. Bij grotere vri's met veel detectie heeft de automaat zeer veel van deze schakelaars bij elkaar. Uit ervaring blijkt dat het gebeurd dat iemand tegen de schakelaars stoot en er een of meerdere omzet. Door het grote aantal schakelaars is niet altijd duidelijk welke schakelaars per ongeluk zijn omgezet. Door de schakelaars softwarematig uit te voeren is er geen kans dat ze per ongeluk worden omgezet.

Kruispuntplaatje

Het kruispuntplaatje moet zo worden gedraaid dat de situatie op het scherm gelijk is aan het beeld dat je ziet als je vanaf het bedieningspaneel naar het kruispunt kijkt. Hierdoor kan in een oogopslag de situatie op het kruispunt worden gecombineerd met de informatie op het bedieningspaneel.

Webinterface

De automaat kan via een webinterface benaderd worden. Voordeel hiervan is dat het analyseren van de werking van de VRI voor bijvoorbeeld storingen en klachten niet alleen bij de VRI of VRI centrale kan maar ook vanaf een werkplek. Via de webinterface zijn onder andere de volgende onderdelen benaderbaar: het realtime kruispuntplaatje (ook zonder IVERA), remote diagnostiek, detectordiagnostiek (zoals de frequentie, de inductie, signaalsterkte, lusgevoeligheid), instellen van starre programma's, instellen telprogramma, het instellen van MV-files en V-logfiles, het instellen van parameters en het instellen van het IP-adres van de IVERA-centrale.

5.1.4 Communicatie

Standaard maakt de gemeente Tilburg gebruik van een vaste telefoonverbinding middels DSL-techniek. Dit is een goede betrouwbare verbinding met relatief lage kosten in aanleg en gebruik. Wanneer er meerdere VRI's gekoppeld in een streng draaien of dicht bij elkaar liggen heeft alleen de master van de streng een communicatieverbinding. De communicatie van de andere VRI's loopt via de master.

De gemeente is verantwoordelijk voor het verstrekken en beheren van de benodigde IP adressen voor de VRI's.

Het aanvragen van een IP adres moet worden gedaan via het servicepunt van de gemeente Tilburg. De aanvraag kan worden ingediend door de opdrachtnemer. Hiervoor heeft deze een aanvraagformulier nodig die door de gemeente verstrekt wordt. In eerste instantie wordt door het servicepunt bekeken of er binnen de bestaande range een IP adres beschikbaar is. Als dit niet het geval is wordt een nieuw IP adres aangemaakt.

Als een vaste verbinding niet mogelijk is, kan worden gekozen voor een draadloze verbinding. Als er extra eisen worden gesteld aan de snelheid van de verbinding kan gekozen worden voor glasvezel.

- Draadloze verbinding middels 4G techniek;
- Vaste IP-verbinding middels glasvezeltechniek, de transceivers dienen te voldoen aan:
 - 100 Mbps
 - SFP optical
 - Single mode / 30 km
 - 1310nm
 - -40 tot 85 graden celsius industrial grade
 - Switch van het type IES-1062FX-SS-SC (single mode)

De gemeente maakt gebruik van de IVERA centrale van Technolution. Om de laatste ontwikkelingen in deze centrale optimaal te kunnen benutten dient ook de automaat de laatste versie van het IVERA protocol te hebben. Bij een oudere versie werken nieuw ontwikkelde functionaliteiten mogelijk niet.

5.1.5 Logging

De kwaliteitscentrale wordt gebruikt als evaluatietool voor de werking van de VRI's en het verkrijgen van teldata. Met het faselog kan terug worden gekeken naar de daafwerkelijke signaalgroep- en detectieafhandeling. De VRI's zijn zowel uitgerust met MV-files en V-LOG. De verwachting is dat op termijn geheel wordt over gegaan naar V-LOG.

V-LOG data wordt over het algemeen in ASCII formaat weggeschreven. Dit formaat is minder compact dan het binaire formaat van MV files. Hierdoor is en voor V-LOG-files meer geheugen nodig dan voor een MV-file. V-LOG data van 1 dag voor een groot kruispunt heeft een formaat van ongeveer 7 MB. Bij een geheugencapaciteit van 50 MB kan de V-LOG data van 1 week worden opgeslagen. Streaming VLOG kan gebruikt worden om meldingen en scenario's in de verkeerscentrale (Mobi-maestro) aan te sturen.

5.1.6 Overige eisen

42V Automaat

Er wordt altijd een 42V regelautomaat toegepast. Voordeel van deze automaat is dat de automaat laagspanning uitstuurt. Dit is veiliger aangezien er voor de VRI geen 230V in de masten aanwezig is. Bij een eventuele aanrijding is er geen gevaar voor elektrocutie wanneer de kabels bloot liggen. Ook voor monteurs is het veiliger. Door de 42V uitsturing zijn er in de lantaarns geen trafo's meer nodig om de stroom om te vormen naar de werkingsspanning van LED modules. In het verleden zorgden de trafo's nog wel eens voor storingen.

Noodstroomvoorziening

Door de toepassing van een noodstroomvoorziening kan een VRI een bepaalde tijd blijven werken wanneer de netspanning wegvalt. Bij bepaalde kruispunten ontstaat een gevaarlijke situatie wanneer de VRI uitvalt. In die gevallen kan een noodstroom worden toegepast om de tijd dat de VRI uitvalt zo kort mogelijk te houden. Een tweede voordeel van een noodstroom is het zacht uitschakelen van een VRI. Wanneer de stroom weg valt gaat een VRI direct uit en gelden de algemene voorrangsregels. Als weggebruikers tijdens groen de stopstreep

passeren bevinden zij zich mogelijk midden op het kruispuntvlak als de VRI uitvalt. Zij weten niet dat de VRI is uitgevallen en de voorrangssituatie gewijzigd is. Voertuigen op de voorrangrichtingen trekken vervolgens op waardoor zich aanrijdingen kunnen voordoen. Bij zacht uitschakelen gaat de VRI na het aflopen van z'n groentijden naar alles rood en houdt dit vast tot alle ontruimingstijden zijn verlopen. Alle weggebruikers krijgen zo de mogelijkheid het kruispuntvlak veilig te verlaten. Vervolgens gaat de VRI via geelknipperen naar doven.

Koppeling

Standaard wordt uitgegaan van een seriële PTP koppeling. Het voordeel van een seriële koppeling is dat koppelsignalen achterelkaar door de zelfde ader van de koppelkabel worden gestuurd. Hierdoor zijn minder aders nodig en wordt het aantal signalen niet beperkt door het aantal aders in de koppelkabel. Het PTP protocol is een fabrikant onafhankelijk protocol. Hierdoor kan bij elke fabrikant dezelfde standaard worden gehanteerd. Het koppelen van meerdere VRI's van andere leveranciers is met het PTP koppeling dan ook geen probleem.

In uitzonderlijke gevallen kan een parallelle koppeling worden toegepast. Let hierbij wel op dat de koppelkabel voldoende aders heeft (minimaal 20).

Afmonteren detectoren

In een automaat worden meerdere detectoren afgemonteerd op een detectiekaart. Als deze kaart kapot gaat, ziet de automaat deze detectoren als defect. Als van een richting alle detectoren op dezelfde kaart zitten, heeft die richting bij een storing van de kaart geen detectie over. De richting krijgt een vaste aanvraag en een vaste groentijd. Dit is zeer ongunstig voor de verkeersafwikkeling. Door de detectoren van een richting over twee detectiekaarten te verdelen wordt de kans op uitval van alle detectoren van een richting verkleind.

5.2 Wegmeubilair

5.2.1 Mastmateriaal

De gemeente Tilburg past aluminium mastmateriaal toe. Deze keuze is gemaakt vanwege de duurzaamheid van het materiaal:

- Aluminium is een metaal dat niet krimpt, scheurt of roest.
- Onbehandeld aluminium vormt bij blootstelling aan de buitenlucht een natuurlijke beschermende laag. Aluminium heeft een veel lager soortelijk gewicht dan staal wat voordelen biedt bij transport en plaatsing.
- Aluminium kan, in vergelijking met staal, eenvoudig hergebruikt worden

Dubbel mastluik

Bij een staander met alleen VRI is een mastluik voldoende. Indien er een combi met OV of bewegwijzering komt is een tweede mastluik noodzakelijk. De gemeente hanteert de eis dat er standaard twee mastluiken worden toegepast. Wanneer in een later stadium OV of bewegwijzering wordt toegevoegd kan er niet zonder meer een tweede mastluik bij gemaakt worden. De kosten voor een extra mastluik zijn bij de productie zeer klein. Met het extra mastluik is de staander voorbereid op toekomstige aanpassingen.

Kleur

De mastkleur boven 2,20 m is afhankelijk van de locatie van het kruispunt. De Spoorzone en Cityring hebben boven de 2,20m zwarte masten (RAL 9017). Dit sluit aan bij de OV masten in het centrumgebied. Op de overige kruispunten worden de aluminiummasten niet geconserveerd. Aluminium roest niet waardoor een conservering voor bescherming niet noodzakelijk is.

Aan mast montage lantaarns

In de gemeente Tilburg wordt gebruik gemaakt van "aan mast" montage van de lantaarns. Voor universeelmasten kan gekozen worden voor "op mast" montage of "aan mast" montage van de lantaarns. Beide systemen zijn gelijkwaardig maar vereisen een ander soort universeelmast. Voor de uniformiteit is voor het "aan mast" principe.

Drukknopgaten

Voor het aanbrengen van een drukknopgat in een mast zijn twee opties. Aanbrengen in de fabriek of aanbrengen op straat. Beide methoden hebben voor- en nadelen. Bij aanbrengen in de fabriek wordt dit gedaan voordat de conservering wordt aangebracht. Hierdoor zijn de randen van het gat beter geconserveerd. Nadeel is dat het drukknopgat soms niet op de goede plek zit. De mast wordt bij plaatsing zo gedraaid dat de drukknop goed staat. Dit heeft als consequentie dat het mastluik niet of onvoldoende van het verkeer is afgericht wat leidt tot onveilige situaties voor een monteur die bij de mast moet zijn. Voordeel van boren van de gaten op straat is dat de ideale positie van de drukknop goed bepaald kan worden. Nadeel is dat de randen van het gat minder goed geconserveerd zijn, waardoor deze eerder beschadigd raken.

Het nadeel voor boren op locatie is beperkt. Doordat aluminium wordt toegepast is er geen roestvorming. Een mastluik dat niet van het verkeer is afgericht wordt door monteurs als zeer hinderlijk en gevaarlijk ervaren. In dit geval weegt de veiligheid van de monteur zwaarder dan de kans op beschadigingen van de conservering en moeten alle drukknopgaten op locatie worden geboord.

Betonkraag

Een betonkraag wordt toegepast om een grotere stabiliteit van het mastmateriaal krijgen. Voor universeelmasten die in de verharding staan wordt dit niet toegepast. De verharding rond de mast en de grondvleugels geven voldoende stabiliteit.

Ervaring leert dat beton dat ter plekke gemengd wordt niet altijd op de juiste manier wordt gemixt. Dit leidt tot een mindere kwaliteit van het beton en van de werking van de betonkraag. Er wordt bij de uitvoering geen dagelijks toezicht gehouden. Hierdoor zal er niet altijd een toezichthouder aanwezig zijn om te controleren of het juiste beton wordt gebruikt. Daarom moet de opdrachtnemer aantonen welk beton is gebruikt en van welke betoncentrale het beton afkomstig is.

Kunststof masttegel

Universeelmasten en drukknopmasten die in de verharding staan moeten voorzien zijn van een kunststof masttegel (Sapa Pave-Mate of gelijkwaardig). VRI masten zijn rond. Hierdoor is het lastig de verharding goed rond de mast te laten aansluiten. In de openingen in de verharding rond de masten gaat snel onkruid groeien. Dit geeft een slordig wegbeeld en geeft extra kosten voor onderhoud. Een masttegel is een 30 bij 30 tegel met een uitsparing in het midden waar de mast precies in past. De masttegel sluit naadloos aan op de mast en op de omliggende bestrating. Hierdoor kan er geen onkruid groeien.

Pipe-Lock

Het kan zijn dat een VRI mast bij bijvoorbeeld een evenement eenvoudig verwijderd moet kunnen worden. In dat geval wordt de mast in een Pipe-Lock geplaatst. Een Pipe-Lock is een buisfundatie waar een mast ingezet kan worden. Wanneer de mast uit de Pipe-Lock is gehaald, kan de Pipe-Lock afgedicht worden met een gietijzeren blinddeksel welke een geheel met de bestrating vormt. Masten zijn eenvoudig te verwijderen en terug te plaatsen zonder schade aan de verharding. Aan de onderzijde wordt de Pipe-Lock aangesloten op de mantelbuis waardoor de kabels in de VRI mast kunnen worden binnengeleid.

5.2.2 Bevestigingsmateriaal

Voor lage lantaarns wordt gebruik gemaakt van 'aan mast' lantaarns waarbij de lantaarn zowel aan de onderkant als aan de bovenkant vast zit aan de mast. Dit geeft de lantaarn meer steun waardoor een lantaarn bij een aanrijding minder gauw van z'n opzetstuk wordt gereden.

Voor het bevestigen van lantaarns aan de mast zijn verschillende mogelijkheden. De gemeente maakt gebruik van een boutverbinding. Het alternatief is een klembandverbinding. Nadeel van een klembandverbinding is de kans op beschadiging van de conservering en problemen als meerdere lantaarns op dezelfde hoogte vastzitten. Daarnaast geeft de klembandverbinding een wat rommeliger uiterlijk van de installatie.

5.2.3 Aansluitvoorzieningen

Voor het aansluiten van de grondkabels op de aansluitsnoeren wordt gebruik gemaakt van een klemmenstrook. Deze worden standaard bij de mast geleverd. Er worden twee verschillende typen klemmenstroken gehanteerd. Voor de onderdelen met 230V (OV en bewegwijzering) wordt gebruik gemaakt van een aansluitkastje. Bij deze aansluitkastjes is de bedrading voor de veiligheid geheel afgeschermd. Voor de onderdelen met 42V (o.a. lantaarns, onderlichten, drukknoppen) wordt gebruik gemaakt van de standaard klemmenstrook.

Voor de klemmenstroken zijn de kleuren gelijk aan de kleur van de lens waar de betreffende ader voor is. Hierdoor is de kans op foutief aansluiten van kabels kleiner en kan in een oogopslag gezien worden welke klemmen voor welke lenzen zijn.

Aan de bovenzijde van de klemmenstrook moet een afdekplaatje zijn aangebracht om de klemmenstrook tegen neervallend water te beschermen.

Kabels hebben een redelijk gewicht. Als er geen trekontlasting wordt toegepast, hangt de kabel aan de klemmen. Door het gewicht kunnen de aders uit hun klem worden getrokken waardoor storingen in de VRI ontstaan.

Stekkerverbinding

Wanneer een mast bij bijvoorbeeld evenementen eenvoudig verwijderd moet kunnen worden is het afmonteren op de klemmenstrook niet handig. Bij het verwijderen van de mast moet de mast los worden gehaald van de grondkabel. Bij een klemmenstrook moeten de kabels een voor een uit de klemmen worden gehaald. Dit kost tijd en moet door een vakbekwaam persoon worden gedaan. Bij het terugplaatsten van de mast moeten de kabels weer op de juiste manier worden gemonteerd. Wanneer hierbij een fout wordt gemaakt kan dit leiden tot verkeersonveilige situaties. Door het toepassen van een stekkerverbinding kan de verbinding eenvoudig worden verbroken en weer worden hersteld.

5.2.4 Lantaarns

5.2.4.1 Algemene eisen lantaarn

lensdiameter

De gemeente hanteert binnen de bebouwde kom standaard 200 mm lantaarns. De huidige LED armaturen zijn ook in een 200 mm uitvoering ruim voldoende zichtbaar.

Buiten de bebouwde kom ligt de rijsnelheid hoger en moet de lantaarn eerder zichtbaar zijn. Daarom wordt buiten de bebouwde kom een lensdiameter van 300 mm gebruikt.

Sjablonen

Pijlsjablonen van autolantaarns zijn demontabel. Hierdoor kunnen lantaarns gemakkelijker worden aangepast in een gewijzigde situatie of in het geval van hergebruik. Fietser- en voetgangerslantaarns hebben een vast sjabloon op de lens. Het sjabloon is voor deze lantaarns in alle situaties gelijk.

LED aspect

Alle lantaarns zijn LED klasse II. Dit type LED wordt aangestuurd met een 42V spanning. De automaat stuurt een 42V spanning uit waardoor er voor de VRI geen 230V in de masten is. Dit is uit het oogpunt van veiligheid bij bijvoorbeeld het aanrijden van een mast een groot voordeel.

De gemeente heeft twee fabrikanten die de LED-aspecten mogen leveren. Beide fabrikanten leveren kwalitatief goede LED aspecten. Door twee fabrikanten aan te wijzen ontstaat er geen monopolie positie voor een partij.

Lensdeuren

Elke lens dient een aparte lensdeur te hebben. Hierdoor is het LED-aspect goed bereikbaar zonder dat de halve lantaarn gedemonteerd hoeft te worden.

De lensdeur dient voorzien te zijn van een anti diefstal sluiting. Wanneer het LED-aspect door vandalen uit de lantaarn gesloopt wordt, kan de VRI uitvallen. Dit brengt de verkeersveiligheid in gevaar.

Zonnekappen

Er zijn in de markt verkeerslantaarns met zeer korte zonnekappen. Met de huidige led aspecten is het fantomeffect niet aanwezig en is ook in de volle zon zichtbaar welk aspect brandt. Daardoor lijkt het toepassen van een zonnekap niet meer van belang. De zonnekap heeft echter ook de functie om de lens te beschermen. Met zeer korte zonnekappen komt het bijvoorbeeld voor dat lenzen dicht sneeuwen. De huidige LED aspecten ontwikkelen veel minder warmte dan de oude krypton lampen. Bij de toepassing van zeer korte zonnekappen wordt de warmte niet vast gehouden en blijft de sneeuw op de lenzen plakken. Als de lenzen zijn dichtgesneeuwd is niet meer zichtbaar welk LED aspect brandt.

Voetgangersarmaturen staan vaak dicht op de rijbaan. Zeker op middenbermen is lang niet altijd voldoende ruimte om de lantaarns op te stellen. Wanneer zonnekappen worden aangereden krijgt het hele armatuur een klap waardoor schade aan de behuizing kan ontstaan. Dit kan leiden tot vocht in de lantaarn, storingen en uitval van de VRI. Daarnaast maken kapot gereden zonnekappen een onverzorgde indruk. Om ruimte te besparen worden kortere zonnekappen toegestaan. Het nadeel dat de lens minder goed beschermt is, weegt voor voetgangers niet op tegen het voordeel van minder aanrij schade.

5.2.4.2 Onderlichten

De keuze om geen sjabloon toe te passen in het fietsonderlicht heeft te maken met de zichtbaarheid. Het onderlicht is klein, wanneer hier ook een sjabloon in wordt geplaatst valt het licht minder op. Wanneer het fietslicht dicht bij de rijbaan voor autoverkeer staat, kan een sjabloon wel duidelijkheid geven dat het onderlicht voor de fietser is en niet voor autoverkeer.

5.2.4.3 Negenoo

Dit zijn standaard eisen

5.2.4.4 Informatief voetgangerslicht

Dit is de Nederlandse standaard vormgeving voor het informatieve voetgangerslicht.

5.2.4.5 Rechtaf vrij bij rood lantaarn

Wanneer niet de gehele cyclus de fietser rechtsaf bij rood mag wordt het RVV bord VR05 of VR06 vervangen voor een lantaarn. Omdat de lantaarn een bord vervangt dient het uiterlijk van de lantaarn zoveel mogelijk overeen te komen met het bord. Om die reden wordt een blauwe achtergrond met witte letters voorgeschreven.

5.2.4.6 Knipperpijl

Dit zijn standaard eisen

5.2.4.7 Achtergrondschilden

Achtergrondschilden verhogen het attentie niveau van een lantaarn. Daarnaast schermen ze de laagstaande zon af wanneer deze net naast de lantaarn zit. Nadeel van een achtergrondschild is het ruimtegebruik, de aanrijgevoeligheid en het blokkeren van het zicht.

Wettelijk moeten voor autolantaarns en voor fietslantaarns achtergrondschilden worden toegepast als de ruimte ervoor aanwezig is. Voor fietslantaarns is de ruimte voor een achtergrondschild niet altijd aanwezig. Om het uiterlijk van de VRI bij alle kruispunten zoveel mogelijk gelijk te houden, worden voor fietsers geen achtergrondschilden toegepast. Uit ervaring blijkt dat fietsers het achtergrondschild ook niet missen.

Bij buslantaarns wordt alleen een achtergrondschild toegepast bij hoge lantaarns voor het zicht op de lantaarn bij laagstaande zon. De buschauffeurs die gebruik maken van de lantaarns zijn allemaal bekend met de situatie waardoor het extra attenderen op lage lantaarns niet nodig is.

De achtergrondschilden worden voorzien van een retro reflecterende rand klasse 2. Dit vergroot de zichtbaarheid van het achtergrondschild aanzienlijk. Er wordt voor klasse 2 gekozen omdat deze goed opvalt

maar niet te overheersend is. Bij klasse 3 licht de rand zo sterk op dat dit de aandacht van de lichten gaat afleiden.

5.2.4.8 *Lantaarnnummering*

Alle richtingen en lantaarns zijn genummerd volgens de standaard nummering van de gemeente. Door deze op de achtergrondschilden te zetten is duidelijk zichtbaar welke lantaarn welk nummer heeft. Dit zorgt bij het onderhoud en beheer voor een duidelijkere en snellere communicatie met betrekking tot lantaarns.

5.2.5 *Rateltickers*

Verschillende typen rateltickers geven een verschillend geluid. Voor de uniformiteit op de kruispunten wordt een type rateltikker voorgeschreven. Bij aansturing vanuit de kast wordt de werking in de software opgenomen. Hierdoor is er meer flexibiliteit in de werking van de rateltikker. Door functies schakelbaar te maken in de software kunnen instellingen op straat eenvoudig worden gewijzigd.

5.3 *Detectie*

5.3.1.1 *Drukknoppen*

De gemeente maakt gebruik van een capacitieve sensor. Dit houdt in dat de weggebruiker wordt gedetecteerd als hij z'n hand vlakbij of op de sensor houdt. Voordeel van dit soort drukkoppen is dat er geen bewegende delen zijn. De bewegende delen van een drukknop zijn over het algemeen vandalisme gevoelig.

Een wachtsignaal is voor een weggebruiker een bevestiging dat de VRI hem heeft gedetecteerd. Een weggebruiker heeft hierdoor minder de neiging om veelvuldig op de drukknop te drukken en bij langere wachttijden door rood te rijden of lopen.

5.3.1.2 *Detectoren*

Voor het beschermen van de lusdraad is het van belang dat er bovenste lusdraad voldoende dekking is. Ondanks de dekking van 45 mm moet er rekening mee worden gehouden dat de lusdraad beschadigd raakt bij het frezen van de toplaag. Over het algemeen moet de detector na het frezen van de toplaag opnieuw gezaagd worden.

5.3.1.3 *Opticom*

Voor de Opticom wordt één specifiek type voorgeschreven. Dit wordt gedaan uit het oogpunt van de uniformiteit. Het biedt voordelen met betrekking tot installeren, beheer en onderhoud.

5.3.1.4 *KAR*

De gemeente Tilburg schrijft voor de KAR antenne een hoedje of anti-molest antenne voor. Deze antenne is een platte schijf die op de kast wordt gemonteerd. Doordat de antenne naadloos aansluit op de kast en geen uitstekende delen heeft, hebben vandalen geen grip op de antenne en kunnen ze hem niet van de kast afbreken.

Het alternatief voor de hoedje antenne is een sprietantenne. Deze moet hooggeplaatst worden om te voorkomen dat hij door vandalen wordt beschadigd. Dit kan door plaatsing op een universeelmast of door het plaatsen op een aparte mast naast de kast. In beide gevallen is extra kabel nodig en eventueel ook een extra mast.

5.3.1.5 *videodetectie*

Videodetectie kijkt naar veranderingen binnen de aangegeven detectiezones. Als een schaduw van een voertuig op een andere detectiezone valt, kan dit door de videodetectie onterecht als een voertuig worden gezien en wordt er een foutieve aanvraag gezet. Door het juist richten van de camera kan dit worden voorkomen.

Het komt regelmatig voor dat de camera iets verdraaid door wind of trillingen van de mast. De ingestelde detectievlakken liggen dan niet meer goed. Door op afstand mee te kunnen kijken, is dit eenvoudig te controleren en zelf bij te stellen.

5.4 Bekabeling en leidingen

Kleurcodering

Voor VRI's zijn aparte kabels ontwikkeld. De kabels hebben een afwijkende kleurcodering op de buitenmantel waardoor ze altijd als VRI kabel te herkennen zijn.

Voor de lantaarnbekabeling worden afwijkende aderkleuren gebruikt ten opzichte van de NEN1010. De aderkleuren corresponderen met de kleuren van de led's (rode, gele en groene aders). Hierdoor is de kans op fouten bij het aansluiten van de kabel veel kleiner. De kleuren worden door de hele installatie doorgevoerd. Van de klemmenstroken in de automaat en de masten tot de grondkabels en aansluitsnoeren.

5.4.1.1 Kabellabels

Het goed labelen van de kabels heeft voordelen bij de aanleg van de VRI en tijdens de beheer en onderhoudsperiode. Door de kabels bij de klemmenstroken en bij elke onderdoorgang te labelen kan relatief gemakkelijk de juiste kabel in het kabelbed gevonden worden.

Bij de klemmenstroken moeten ty-rip labels worden toegepast. De grijze grondlabels zitten vrij los rond de kabel. Dit is in de grond geen probleem. Bij klemmenstroken in de masten blijven deze labels niet hangen. Ze zakken onderin de mast waar ze niet meer zichtbaar zijn. Ty-rip labels kunnen veel strakker worden aangetrokken waardoor ze niet naar beneden zakken.

De cijfers en letters op de labels moeten zijn aangebracht door middel van slagcijfers. Door inwerking van vocht en het schuren van zand is bij een grondkabel een nummering aangebracht met stift binnen 1 dag niet meer leesbaar. De nummering moet altijd met slagcijfers en -letters worden aangebracht.

5.4.1.2 Kabelbeschermingsband

Deze wordt toegepast om te voorkomen dat bij toekomstige graafwerkzaamheden direct de kabel wordt geraakt. De gravers raken eerst de band en zien direct waar de onderliggende kabels bij horen.

5.5 Grondwerk en verharding

5.5.1 Mantelbuizen

Kunststof mantelbuizen zijn in alle kleuren te verkrijgen. Standaard wordt vaak zwart gehanteerd. Nadeel van deze kleur is dat ze in de zwarte aarde minder goed opvallen. Om deze reden hanteert de gemeente Tilburg brandweer rood. Dit is een goede opvallende kleur die gemakkelijk in de grond is terug te vinden.

Om kabels door een mantelbuis te trekken is een trekkoord handig. Om te voorkomen dat het nylon trekkoord te slap is waardoor het knapt, is een minimale dikte voorgeschreven.

5.5.2 Verhardingen

5.5.2.1 P-plaats

Wanneer er geen goede parkeer mogelijkheden zijn moet een parkeerplaats worden aangelegd. Parkeren in de berm is niet altijd een optie. Bij nat weer of een zachte berm bestaat de kans dat de bus van de monteur vast komt te zitten. Parkeren op een fietspad of voetpad wordt uit het oogpunt van verkeersveiligheid afgeraden.

5.5.2.2 Verharding rond de kast

Binnen de bebouwde kom staat de automaat meestal in een bestraat oppervlak. Een aparte verharding rond de kast is dan niet nodig. Wanneer de kast ergens in het groen staat is dit wel nodig. Hoog gras rond de automaat maakt de automaat moeilijker bereikbaar, geeft problemen met het openen van de kastdeuren en is vervelend voor mensen die bij de kast moeten zijn.

5.6 Observatiecamera's

Observatiecamera's geven de mogelijkheid de verkeerssituatie te schouwen. Dit wordt alleen toegepast op kruispunten van categorie 1 en 2 (zie bijlage 7 'Overzicht VRI's en categorie indeling'). In eerste instantie worden de faciliteiten alleen voorbereid. Dit houdt in dat er een aparte groep in de automaat is opgenomen waar toekomstige camera's op aangesloten kunnen worden.

6 Uitvoering

6.1 Keuringen

6.1.1 Mastmateriaal

Voorafgaand aan het bestellen moet de opdrachtnemer de tekeningen en berekeningen van het mastmateriaal aan de gemeente Tilburg aanleveren. Dit is alleen ter informatie. Voor het daadwerkelijk beoordelen van de sterkte berekeningen is specialistische kennis noodzakelijk. Hiervoor wordt vertrouwd op de kennis en kunde van de leverancier van het mastmateriaal. Wel kan gekeken worden of de materialen overeenkomen met de gestelde eisen (type mast, lichtpunthoogte, uithouderlengte etc.). Het is in eerste instantie de verantwoordelijkheid van de opdrachtnemer om de juiste materialen te bestellen. Maar fouten hierin kunnen vanwege de lange levertijd van mastmateriaal de uitvoering behoorlijk vertragen. Met een extra check door de opdrachtgever kunnen relatief eenvoudig mogelijke problemen worden voorkomen.

6.1.2 FAT Automaat

Voorafgaand aan de FAT moet de opdrachtnemer de automaat testen. Door de aannemer de standaard testen te laten uitvoeren, kan de opdrachtgever zich tijdens de FAT meer richten op de bijzondere zaken. Controleer wel steekproefsgewijs de testen van de opdrachtnemer. Het komt voor dat de test wel is afgevinkt maar niet goed is uitgevoerd of dat er zaken aan de automaat zijn aangepast maar de test niet opnieuw is gedaan waardoor de ontstane fouten onopgemerkt blijven.

Het kruispuntplaatje moet voor de FAT zijn goed gekeurd. Bij de FAT wordt de verklikking gecontroleerd. Wanneer het plaatje na de FAT nog wordt gewijzigd bestaat de kans op verdraaiingen in de verklikking. Dit kan leiden tot onduidelijkheden bij de SAT en kan problemen geven bij het inregelen van de automaat.

Wat er bij een Fat getest wordt, is deels afhankelijk van de functionaliteiten van de automaat. Testen die standaard worden uitgevoerd zijn:

- Algemene bewakingstest;
Controleren van de uitdraai van de bewakingstest. Let hierbij op alle conflicten hierin staan en of de juiste ontruimingstijden hierin staan.
- Lampbewaking;
Testen van de lampbewakingen door de lampen een voor een kapot te maken;
- Interface
Controle of er geen verdraaiingen in de interface zitten. Vanaf de automaatkant de parameters aanpassen en controleren of deze aan de software kant op juiste plek binnenkomen en v.v. (van software naar automaat).
- Aansturing van het TFT scherm (indien aanwezig);
Controleren of de signaalgroepen, detectie en overige verklikkingen juist op het TFT scherm worden verklikt.
- Alle in- en uitgangen;
Controle of alle in- en uitgangen goed binnenkomen en worden uitgestuurd.

Een checklist van de FAT is opgenomen in bijlage 8 'Checklist FAT'.

6.1.2.1 Hardware

Tijdens de FAT moet de opdrachtgever de mogelijkheid hebben de gehele automaat inclusief kast en bijbehorende randapparatuur te controleren. Dit betekent dat alle onderdelen (o.a. automaat en kast) bij de FAT ook aanwezig moeten zijn. Er zijn fabrikanten die bij de afname niet meer standaard de gehele automaat hebben staan. De opdrachtgever kan dan alleen de software afnemen op een testautomaat. Hoe goed de opdrachtnemer de automaat ook getest heeft de opdrachtgever is te allen tijde verantwoordelijk voor de werking van de VRI en de verkeersveiligheid op het kruispunt. Om zeker te weten dat de automaat voldoet aan de gestelde eisen moet deze altijd worden gecontroleerd.

Om de werking van alle onderdelen en functies (o.a. drukknoppen met terugmelding, rateltikker, externe puls, KAR en opticom) van de automaat te kunnen testen moeten deze allemaal kunnen worden gesimuleerd.

Voor het testen van de lampbewaking moet voor elke lantaarn een testlantaarn aanwezig zijn. In gedimde toestand is de werkingsspanning lager waardoor het bewaken van de lantaarns lastiger is. Om te controleren of de lampbewaking ook in gedimde toestand werkt moet dit ook gesimuleerd kunnen worden.

Voor het testen van KAR moet er een KAR transponder aanwezig zijn. Deze kan softwarematig worden ingesteld op bussen of hulpdiensten. Ook kan worden ingesteld of de bus op tijd, te vroeg of te laat is. Het is belangrijk dit in de fabriek goed te testen. Op straat ben je voor het testen afhankelijk van een passerende bus. Op rustige buslijnen is dat misschien 2x per uur. Ook kan je op straat niet alle situaties testen en is het onbekend wat de instellingen van de transponder van de bus zijn. Wanneer er problemen zijn bij de inmelding is de oorzaak op straat veel lastiger te achterhalen.

Voor het testen van opticom moet een opticom unit aanwezig zijn. Dit is op straat bijna niet te testen omdat de kans klein is dat er tijdens een SAT een alarmvoertuig met zwaailicht en sirene langs komt.

6.1.2.2 Software

Testlaptop

Om de software te kunnen testen moet het mogelijk zijn om via een laptop de automaat te benaderen. Omdat de opdrachtgever mogelijk niet altijd de beschikking heeft over een laptop met de juiste specificaties en software moet deze door de opdrachtnemer ter beschikking gesteld worden.

Koppelingen

Bij koppelingen ontvangen VRI's informatie van elkaar op basis waarvan ze regelen. Wanneer de VRI's van dezelfde leveranciers zijn, moeten de VRI's daadwerkelijk gekoppeld draaien. De opdrachtgever kan controleren of de koppelsignalen goed worden uitgestuurd, goed binnen komen en op de juiste manier verwerkt worden.

Data ophalen

Vanuit de centrale van de gemeente Tilburg moet data uit de VRI gehaald kunnen worden. Het gaat hierbij om:

- MV-file;
- V-LOG data (bestand en streaming)
- Software dump

Voordeel van het data halen op afstand is dat er niet elke keer iemand naar de VRI hoeft om de betreffende data op te halen. Dit scheelt in tijd en gemak. Het is van belang deze functies bij de SAT direct goed functionerend te hebben. De eerste periode na de SAT is het belangrijk voor het evalueren en inregelen van het regelprogramma om goed zicht te hebben op het functioneren van de regeling. Met behulp van MV-files en V-LOG data kan een goed beeld worden verkregen. Wanneer het bij de SAT niet werkt, komt het op de restpuntenlijst en duurt het over het algemeen een paar weken voordat het is opgelost.

6.1.2.3 FAT op afstand

In plaats van naar de fabriek te gaan kan in een aantal gevallen gekozen worden om de FAT op afstand uit te voeren. Dit is een alternatief als de opdrachtnemer een betrouwbare partij is die de wensen van de gemeente Tilburg goed kent en het een zeer standaard en kleine VRI betreft (bijvoorbeeld een GOP). Belangrijk bij een FAT op afstand is dat de communicatie met de automaat goed werkt. Zo kan tijdens de FAT worden gecontroleerd of de VRI vanaf de centrale benaderbaar is en of de storingsmeldingen goed binnen komen.

6.2 Uitvoeringseisen

6.2.1 Buitenwerking stellen bestaande automaat

Wanneer een bestaande automaat wordt vervangen mag de oude automaat pas buitenwerking worden gesteld als de nieuwe automaat is goedgekeurd. Een geregeld kruispunt moet uit het oogpunt van verkeersveiligheid tijdens de werkzaamheden zo kort mogelijk ongeregeld zijn. Als de oude automaat al buitenwerking is gesteld maar de goedkeuring van de nieuwe automaat langer duurt dan verwacht is het kruispunt langer ongeregeld dan voor de werkzaamheden noodzakelijk is.

6.2.2 Mastmateriaal

6.2.2.1 Locatie mastluik

Voor een monteur die in een mast moet zijn, is het niet prettig om met z'n rug naar het verkeer te zitten. Hierdoor kan hij een eventueel gevaar niet zien aankomen waardoor hij meer risico loopt.

6.2.3 Bekabeling

In het PvE is opgenomen welke kabels en leidingen moeten worden toegepast. De naamgeving van de kabels verwijst naar een eisen sets uit verschillende normen, waaronder Kema norm K-162, NEN normeringen en DIN normeringen. Kabelfabrikanten ontwikkelen kabels die voldoen aan de gestelde eisen. Een keuringsinstantie test of de ontwikkelde kabels inderdaad voldoen aan de eisen sets uit de normen. Van deze keuring stelt de keuringsinstantie een rapport op. Om aan te tonen dat de toe te passen kabel voldoet aan de gestelde eisen in de normen moet een opdrachtnemer het keuringsrapport aan de opdrachtgever overhandigen.

Om storingen te herstellen en preventief onderhoud goed uit te kunnen voeren, wordt netjes gewerkt en worden alle kabels gelabeld. Voor een onafhankelijke bewaking van lantaarns en onderlichten in de automaat moeten deze apart bekabeld worden.

6.2.4 Detectie

6.2.4.1 Aanbrengen detectielussen

Bij het slijpen van lussen komt slijpsel vrij. Dit vermengt zich met het water dat bij het slijpen wordt gebruikt. Hierdoor wordt het wegdek tijdens het slijpen aanzienlijk vervuilt. Bij ZOAB komt het slijpsel in de open structuur waardoor het afwaterende vermogen verminderd. Om het ZOAB schoon te maken is een ZOAB cleaner noodzakelijk om het slijpsel uit de open structuur te verwijderen.

6.2.4.2 Aanbrengen drukknoppen en onderlichten

Uit ervaring blijkt dat een hoogte van 1,25 meter optimaal is. De drukknop is dan hoog genoeg voor volwassenen en laag genoeg voor kinderen. De hoogte moet bepaald worden op ten opzichte van het wegdek waar de gebruiker van de drukknop zich bevindt. Zeker bij fietsdrukknoppen is dit een aandachtspunt. Een drukknopmast staat regelmatig in het trottoir. Deze ligt meestal zeker 20 cm hoger is dan het fietspad.

De drukknopgaten mogen pas geboord worden na goedkeuring van de opdrachtgever. Let bij het bepalen van de drukknoplocatie ook op de positie van het mastluikje. Als het gat is gezaagd is, kan de positie van het mastluik niet meer worden aangepast.

6.2.5 Grondwerk en verhardingen

6.2.5.1 Kabelband

Kabelband heeft twee functies. De eerste is het beschermen van de kabels bij bijvoorbeeld graafwerkzaamheden. De tweede is de graver informeren wat voor soort kabels hij tegen komt.

6.2.6 Overige werkzaamheden

6.2.6.1 Energievoorziening

De aanvraag wordt gedaan door de opdrachtnemer. Wel moet, indien hiervoor het verzoek komt, het aanvraagformulier hiervoor worden aangeboden aan de opdrachtnemer. Dit verzorgt de kwaliteitsmedewerker.

Van de gevraagde drie fase aansluiting wordt er door de VRI maar 1 gebruikt. De overige twee zijn beschikbaar voor andere systemen zoals bijvoorbeeld camera's. De reserve fases worden afgemonteerd in de meterkast zodat ze in een later stadium eenvoudig aangesloten kunnen worden.

6.2.6.2 Communicatie aansluiting

De aansluiting van de communicatie wordt door de opdrachtnemer verzorgt. De ADSL modem moet dan al wel geregeld zijn via het servicepunt.

6.2.6.3 Aarding automaat

Vanwege het belang van de aarding van de automaat wordt deze specifiek benoemd. Indien de automaat niet geaard is, mogen er geen werkzaamheden uitgevoerd worden aan de automaat zodra de spanning is aangesloten op de automaat.

6.3 SAT

6.3.1 Pre-SAT

Door de opdrachtnemer eerst een keuring te laten uitvoeren wordt een groot gedeelte van de fouten al uit de installatie gehaald. Vooral tijdrovende herstelwerkzaamheden zoals het opnieuw moffen van verdraaide lussen kunnen voor de SAT al worden uitgevoerd. De daadwerkelijke SAT kan dan in minder tijd worden gedaan.

6.3.2 SAT

Het inwerking stellen van de VRI geeft hinder voor het verkeer bij bijvoorbeeld detectie uitrijden (langzaam rijdend voertuig op de rijbaan) en lantaarns richten (hoogwerker op de rijbaan). Om de verkeershinder zo veel mogelijk te beperken mag dit niet tijdens de spitsperiodes worden gedaan. De tijd tussen de spitsen is beperkt waardoor de SAT aan een maximale tijd gebonden is. Om deze reden is de eis gesteld dat de SAT niet meer dan een halve dag mag duren.

In sommige gevallen worden er restpunten geconstateerd die verholpen moeten worden voordat de VRI in bedrijf kan worden gesteld. Hiervoor moet een monteur voor de automaat en een monteur voor de installatie aanwezig zijn. De projectleider van de opdrachtnemer moet aanwezig zijn voor verdere organisatorische zaken en afspraken omtrent planning, oplossen restpunten en de administratieve afhandeling.

De software is tijdens de FAT al uitgebreid getest. Hier wijzigt eigenlijk niks meer aan waardoor het niet noodzakelijk is om een software specialist aanwezig te hebben. Eventuele vragen en problemen kunnen telefonisch besproken worden. Aanpassingen in de software kunnen op kantoor worden uitgevoerd waarna de regeling naar de automaat monteur gemaild wordt.

Voordat de regeling in bedrijf gaat moeten de ontruimingstijden, de veiligheidstijden (vastgroen, garantiegroen, geel en garantierood) en de versie van het regelprogramma worden gecontroleerd. Dit om er zeker van te zijn dat de juiste versie van het regelprogramma is geladen en de belangrijke tijden voldoen aan de gestelde eisen.

Voor alle testen en controles die tijdens een SAT moeten worden uitgevoerd is een checklist opgesteld. Deze is opgenomen in bijlage 9 'Checklist toezichthouder' en bijlage 10 'Checklist verkeerskundige'.

Specialistische onderdelen

Afhankelijk van de installatie kunnen er specialistische onderdelen zijn toegepast zoals videodetectie of Opticom. Dit zijn onderdelen waar niet elke automaatmonteur mee bekend is. De instelling van de videodetectie en Opticom komt zeer nauw en heeft grote invloed op de werking van het systeem. Daarom moet er bij de toepassing van specialistische onderdelen altijd iemand aanwezig zijn die bekend is met het betreffende systeem en de kennis en ervaring heeft om het systeem in te stellen.

Restpunten

Eventuele restpunten die niet ter plekke kunnen worden opgelost worden op de restpuntenlijst gezet. De restpuntenlijst wordt met de projectleider van de opdrachtnemer besproken. Er wordt voor zover mogelijk direct een tijdsplanning aan het oplossen van de restpunten gehangen.

6.4 Documentatie

6.4.1 Aanleveren documentatie

De termijn van 4 weken voor het aanleveren van de documentatie is ruim voldoende om de opdrachtnemer de gelegenheid te geven de inmetingen voor revisie uit te voeren.

6.4.2 Kastenpakket VRI

Tijdens de SAT moet de opdrachtnemer de concept documentatie beschikbaar hebben. Tijdens de SAT en het inregelen is het handig om bijvoorbeeld instellingen van het regelprogramma in de documentatie te kunnen opzoeken. Zodra de definitieve documentatie gereed is wordt de concept documentatie door de definitieve vervangen.

In de documentatie moet voor alle onderdelen van de installatie de technische specificatie, de werking en eventuele instellingen worden opgenomen. Deze documentatie wordt ook in de kast van de automaat geplaatst, vandaar de naamgeving 'kastenpakket'.

6.4.3 Revisietekening

Op de revisietekening staan dezelfde elementen ingetekend als op de ontwerptekening. Voor de revisietekening gelden ook dezelfde eisen als voor de ontwerptekening. Het verschil is dat op de revisietekening de locatie van de elementen precies overeen komt met de situatie op straat omdat de locatie voor de revisietekening zijn ingemeten.

Op de revisietekening wordt de exacte locatie van zowel de ondergrondse infrastructuur als de bovengrondse elementen vastgelegd. Voor de ondergrondse infrastructuur is dit noodzakelijk in het kader van de wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION). De eigenaar van de kabels moet de exacte locaties digitaal vastleggen en indien nodig beschikbaar stellen aan derden. Het voordeel voor de eigenaar van de kabels is dat een eventuele grondroerder beter weet waar de kabels liggen waardoor de kans op graafschade wordt verkleind.

Voor het beheer van de installatie is het van belang om te weten wat er op straat staat en wat de exacte locatie is. Bij bijvoorbeeld wijzigingen in de infrastructuur is het bij het ontwerpen noodzakelijk dat de locatie van het wegmeubilair bekend is om tijdens de uitvoering niet voor verrassingen te komen staan.

6.4.3.1 Randvoorwaarden inmeting elementen

Voor de revisiegegevens moeten alle onderdelen worden ingemeten. De aangeleverde data wordt door de afdeling GIS GEO verwerkt in de systemen van de gemeente Tilburg. De uitgangspunten die aan het inmeten en de te leveren data worden gesteld zijn vastgelegd in het handboek GIS GEO van de gemeente Tilburg.

6.4.3.2 Elementen

Voor de uniformiteit in de revisietekening zijn de in te meten elementen voorgeschreven. Dit voorkomt discussie tijdens de uitvoering. Er zijn verschillende manieren om de positie van de elementen te bepalen. Om te voorkomen dat er verschillende meetmethodes worden toegepast wordt de wijze van inmeting voorgeschreven.

6.5 Tijdelijke VRI

Bij de renovatie van een kruispunt is er vaak een periode waar de oude installatie niet meer kan functioneren en de nieuwe nog niet in bedrijf gesteld kan worden. Op kleine en overzichtelijke kruispunten kan vaak met het toepassen van tijdelijke verkeersmaatregelen een voldoende verkeersveilige en acceptabele afwikkeling worden behaald. Op grotere kruispunten is dit niet altijd mogelijk. Een optie is dan het plaatsen van een tijdelijke VRI.

Aan een tijdelijke VRI worden dezelfde eisen gesteld als aan een permanente VRI. Het ontwerp van de installatie en de regeling moet door de opdrachtgever worden goedgekeurd voor deze op straat wordt gezet. Doel is de verkeershinder gedurende de werkzaamheden zoveel mogelijk te beperken. De eisen die aan een tijdelijke VRI worden gesteld zijn vastgelegd in de tijdelijke verkeerseisen CPW van de gemeente Tilburg en daarom niet in het programma van eisen voor de VRI opgenomen. Hieronder staat wel een korte toelichting bij een aantal keuzes bij de eisen die in de tijdelijke verkeerseisen CPW zijn opgenomen.

6.5.1 Eisen tijdelijke verkeersregelininstallatie

6.5.1.1 *Wegmeubilair*

Wanneer er op een kruispunt gewerkt wordt is deze vaak minder overzichtelijk dan in een normale situatie. Een weggebruiker wordt veel meer afgeleid door alles wat er op en rond het kruispunt gebeurt. Juist in zo'n situatie moet een tijdelijke VRI goed opvallen. Zeker wanneer er ook wegmeubilair van de oude of nieuwe installatie staat. Om de VRI zo opvallend mogelijk te maken moeten ook voor tijdelijke VRI's masten met zwart/witte banden worden gebruikt en moeten lantaarns voorzien zijn van achtergrondschilden.

6.5.1.2 *Detectie*

Bij een tijdelijke VRI kan niet altijd gebruik worden gemaakt van de bestaande detectie. Het tijdelijk toepassen van een starre regeling is echter geen optie. Een starre regeling houdt geen rekening met het verkeersaanbod. Dit geeft wachtrijen en wachten voor niets. Automobilisten raken hierdoor gefrustreerd waardoor de kans op roodlichtnegatie en agressie toeneemt. Een starre regeling bewaakt niet de dilemmazone waardoor de overgang van groen naar geel op een ongelukkig moment kan vallen. Dit kan leiden tot kopstaartbotsingen. Om deze redenen moet er ook bij een tijdelijke VRI detectie worden toegepast voor het aanvragen en verlengen.

6.5.1.3 *Bekabeling*

De bekabeling hoeft in een kortdurende tijdelijke situatie niet te worden ingegraven. De voordelen van een ondergrondsnetwerk wegen dan niet op tegen de kosten voor het ingraven. Een bovengrondsnetwerk behoeft wel de nodige controle en onderhoud. Kabels kunnen in de loop van de tijd naar beneden zakken waardoor de doorrijhoogte onvoldoende wordt. Ook is een bovengrondsnetwerk gevoelig voor vandalisme. Hoe langer een tijdelijke situatie duurt hoe groter de kans op problemen en hoe hoger de kosten voor controle en onderhoud. Wanneer een tijdelijke situatie meer dan 3 weken duurt, moet de bekabeling wel worden ingegraven. De voordelen van een ondergrondsnetwerk wegen dan op tegen de kosten voor het ingraven.

6.5.1.4 *Belijning*

Het is wettelijk verplicht een stopstreep aan te brengen voor alle richtingen met uitzondering van de voetgangers. De locatie van de masten van de tijdelijke VRI zijn vaak niet gelijk aan de locatie van de permanente VRI. Hierdoor komt de stopstreep in de tijdelijke situatie op een andere plek.

6.5.1.5 *Overige*

Bijzondere ingrepen

Wanneer een VRI bijzondere ingrepen heeft moeten deze ook zoveel mogelijk in de tijdelijke VRI zijn opgenomen. Als dit niet mogelijk is moet worden bekeken wat de consequenties daarvan zijn. Bij koppelingen moet worden bepaald of het nog zinvol is om de andere VRI's in de streng te blijven koppelen of dat de verstoring zo groot is dat koppelen niet zinvol is.

Bij een VRI in de nabijheid van een brug moet de weggebruiker mogelijk extra geattendeerd worden op de brug om wachtrijvorming op het brugdek te voorkomen.

Afwijkende bedrijfstijden

Door de werkzaamheden is een kruispunt vaak minder overzichtelijk. Daardoor kan het noodzakelijk zijn om de bedrijfstijden aan te passen. Wanneer een VRI normaal 's avonds en 's nachts uit staat kan het in een tijdelijke situatie mogelijk raadzaam zijn deze 's avonds wel te laten regelen.

6.5.2 Eisen situatie tekening

De situatie tekening is een vereenvoudigde versie van een normale ontwerptekening. Op basis van de tekening kan het ontwerp van de tijdelijke VRI worden beoordeeld. Op de tekening zijn de posities van de stopstrepen vastgelegd. Na goedkeuring van de tekening is de positie van de stopstrepen vastgelegd waarna de opdrachtnemer de ontruimingstijden kan bepalen.

6.5.3 Eisen korte functionele specificatie

Wanneer de tekening is goedgekeurd en de ontruimingstijden zijn bepaald kan het ontwerp van de regeling verder worden afgerond. De werking van de regeling wordt in een korte functionele specificatie vastgelegd. De functionele specificatie moet worden onderbouwd met een cocon analyse.

6.5.4 SAT tijdelijke VRI

Ook bij de inbedrijfstelling van een tijdelijke VRI moet een SAT gehouden worden. Deze hoeft niet zo uitgebreid te zijn als bij een normale VRI. Maar er moet wel worden gecontroleerd of de tijdelijke VRI aan de gestelde eisen voldoet. Hierbij wordt op de volgende zaken gelet:

- Masten op juiste locatie en juiste kleurstelling (zwart/wit)
- Stopstrepen op juiste locatie
- Lantaarns voorzien van achtergrondschild
- Lantaarns goed aangesloten (uitgeprikt)
- Kabelnet volgens voorschriften
- Kabels boven weg op voldoende hoogte;
- Detectie volgens juiste configuratie
- Algemene werking van het regelprogramma (korte observatie na inbedrijfstelling)

6.6 Nazorg

6.6.1 Verkeerskundig inregelen

Verkeerskundig inregelen aansluitend aan SAT

Het inregelen maakt onderdeel uit van het programmeren van de regeling en wordt dan ook uitgevoerd door de partij welke de software heeft geprogrammeerd. Het regelprogramma wordt ontworpen en geprogrammeerd op basis van een theoretische situatie. Bij het inregelen wordt de regeling zo goed mogelijk op de daadwerkelijke situatie afgesteld. Het inregelen gebeurt direct na de inbedrijfstelling. Hierdoor kunnen eventuele problemen in de verkeersafwikkeling (bijv. te korte groentijden of hiaattijden) of eventuele verkeersonveilige situatie (bijv. te korte ontruimingstijden) direct worden geconstateerd en verholpen. Het is van belang om direct na de SAT de eerste schouw uit te voeren en niet te wachten tot na de gewenningsperiode. Instellingen die leiden tot verkeersonveilige situaties moeten zo snel mogelijk worden aangepast. Eventuele parameterwijzigingen worden op de logkaart van het regeltoestel vermeld.

Verkeerskundige evaluatie na gewenningsperiode

De weggebruikers hebben enige tijd nodig om aan de nieuwe situatie te wennen. Dit uit zich in voorzichtiger rijden, langzamer reageren en zich beter aan de verkeersregels houden. Daardoor is het gedrag van de weggebruikers de eerste periode niet maatgevend. De regeling moet hier dan ook niet op worden afgestemd. Na een gewenningsperiode van circa 2 weken kent de weggebruiker de nieuwe situatie en kan de werking van de regeling geëvalueerd worden.

De uitgangspunten en aandachtspunten voor een evaluatie zijn vastgelegd in het document Beheren door te evalueren van de gemeente Tilburg.

Verslaglegging

Van het verkeerskundig inregelen wordt een evaluatierapport opgesteld waarin aandacht besteedt wordt aan de volgende aspecten:

- algeheel verkeerskundig functioneren;
- voldoen aan de functionele specificatie; gewenste wijzigingen ten opzichte van de functionele specificatie;
- het toetsen van de verkeersregeling aan de kwaliteitsniveau conform bijlage 11 'Kwaliteitsniveaus conform beleidsniveau';
- aandachtspunten en opmerkingen.
- Tot het verkeerskundig inregelen behoort ook het aanpassen van parameters in de verkeersregeling als gevolg van de evaluatie- en analyseresultaten.

Aanpassen parameters

Gewijzigde instellingen moeten worden vastgelegd op de logkaart. Wanneer instellingen in het regelprogramma worden gewijzigd bestaat het gevaar dat bij het herladen van de software de gewijzigde instellingen verloren gaan. Dit kan effect hebben op de verkeersafwikkeling en de verkeersveiligheid.

De aanpassingen in de software in de automaat moeten in het regelprogramma worden verwerkt. Indien de oorspronkelijke instellingen in het regelprogramma leiden tot een verkeersonveilige situatie (bijvoorbeeld te lage ontruimingstijden) moet het regelprogramma met de nieuwe instellingen herladen worden. Hierdoor zijn de wijzigingen in de software vastgelegd waardoor er bij het herladen geen wijzigingen verloren gaan.

6.6.2 Obsurv

Via de webapplicatie van obsurv kan de opdrachtnemer zelf te leveren data invoeren in de database van Obsurv. Naast de tijdswinst voor de opdrachtgever is het voordeel hiervan dat er geen extra overdracht van informatie is. Hierdoor is het risico dat informatie niet of niet goed overkomt uitgesloten. Indien er nog informatie niet aanwezig is of onvolledig is, ligt de verantwoordelijkheid voor het constateren en verzamelen hiervan bij de opdrachtnemer.

6.7 Onderhoudstermijn

Na de oplevering van de installatie gaat een service- en onderhoudstermijn in. In deze periode moet de opdrachtnemer eventuele storingen en gebreken aan de installatie oplossen. Tijdens de afnames wordt de installatie goed nagelopen. Het kan zijn dat er verborgen gebreken in de installatie aanwezig zijn die tijdens de FAT en de SAT niet naar voren zijn gekomen. De service- en onderhoudstermijn is er voor om dit soort gebreken op te sporen en als nog te laten oplossen. Voor bepaalde onderdelen van de installatie is naast de service- en onderhoudstermijn ook fabrieksgarantie van toepassing. De duur en voorwaarden van de garantie verschilt per leverancier. Van een VRI zijn de LED-aspecten storingsgevoelig. Daarom wordt voor LED-aspecten een garantie gevraagd voor een periode van 5 jaar.

Aan het eind van de service- en onderhoudstermijn wordt een definitieve oplevering gehouden. Hierbij wordt de installatie een laatste maal geheel nagekeken. Voor de beoordeling van de staat van de VRI wordt de conditiemeting uit de NEN 2767 deel 4 gehanteerd. Bij de conditiemeting wordt aan de installatie een conditiescore gegeven volgens een zespuntenschaal. Conditie score 1 representeert de nieuwstaat en conditiescore 6 de slechts aan te treffen conditie. De VRI moet bij de eindoplevering minimaal conditiescore 2 hebben. Dit houdt in dat de installatie in goede conditie is. Er mag incidenteel beginnende veroudering zichtbaar zijn.

Het kan zijn dat er in de door de opdrachtgever aangeleverde software een fout zit. Het oplossen van deze fout behoort dan niet tot de taken van de opdrachtnemer. Deze heeft de fout niet gemaakt en mag er vanuit gaan dat het aangeleverde programma goed is. Wel moet de opdrachtnemer een analyse van de storing maken en de laatste toestand van alle onderdelen digitaal vastleggen. Deze toestand is voor de opdrachtgever van waarde voor het analyseren en herstellen van de fout. Het regelprogramma zal vervolgens opnieuw geladen moeten worden.

6.8 Overdracht naar beheerfase

De beheerfase start als de onderhouds- en service termijn is verlopen. Voor de beheerder is het van belang dat hij een complete set van data krijgt. Hiervoor moeten door de opdrachtnemer de volgende zaken worden aangeleverd:

- Revisietekening;
- Functionele specificatie;
- Hardware en software documentatie van de automaat;
- Overzicht van gebruikte materialen (type drukknoppen, KAR, Opticom, lantaarns);

Revisietekening

De revisie tekening is van groot belang bij het beheren van een installatie. Het geeft een overzicht van de locatie van het mastmateriaal, de ligging van het detectieveld en het kabeltracé en de naamgeving van alle onderdelen (o.a. richtingnummering en detectienummering). Van veel onderdelen is de locatie op straat te

bepalen maar voor het kabeltracé en de detectie die in de tussenlaag is aangebracht, is de revisietekening de enige plek waar de ligging is terug te vinden.

Er is een verschil tussen een bestekstekening en een revisietekening. Een revisietekening is een as-built tekening waarop alle tijdens de uitvoering doorgevoerde aanpassingen zijn verwerkt. Een bestekstekening wordt voor de uitvoering gemaakt en bevat deze aanpassingen niet.

Functionele specificatie

De werking van de regeling is uit de broncode van de software te halen. Het lezen van deze broncode is echter lastig en vraagt veel specifieke kennis over RWS-C. Aangezien niet iedere beheerder dat heeft moet de functionele specificatie worden aangeleverd. Hierin staat op een meer leesbare en overzichtelijke manier de werking van het regelprogramma beschreven. De werking is wel op een wat lager detailniveau beschreven. Eventuele details over de exacte werking van een functie kan hier niet worden uitgehaald. Deze is desgewenst wel na te vragen bij een programmeur.

Overzicht gebruikte materialen

Het is van belang om een overzicht te hebben van de gebruikte materialen. Bij storing kan snel worden nagegaan wat het fabricaat, type en de technische specificaties is van een te vervangen onderdeel is. Maar ook voor het opstellen van het programma voor het lang en kort cyclisch onderhoud is dit belangrijke informatie.

7 Beheerfase

7.1 Garantie

7.1.1 LED-modules

In de Standaard RAW bepalingen 2015 zijn garantiebepalingen opgenomen voor de automaat, de lantaarns en het mastmateriaal. Voor de LED-modules wordt in de RAW niks gezegd. Toch zijn het met name de LED-modules waar problemen mee ontstaan door bijvoorbeeld uitval. Daarom is aanvullen op de RAW opgenomen dat de opdrachtnemer de LED-modules garandeert voor een periode van 5 jaar.

Indien een LED-module binnen 1 jaar stuk gaat moet de opdrachtnemer deze kosteloos vervangen. Dit is niet alleen het leveren van de nieuwe LED-module maar ook het plaatsen en eventuele bijkomende kosten zoals verkeersmaatregelen. Na het eerste jaar moet de leverancier bij een defecte LED-module wel een nieuwe LED-module leveren maar het plaatsen en bijkomende kosten zoals verkeersmaatregelen zijn dan voor rekening van de opdrachtgever.

De meeste leveranciers van LED-modules geven een garantie dat de module minimaal 60.000 branduren mee gaat. Een periode van 5 jaar geeft een maximaal aantal branduren van circa 43.800. Dit ligt onder de door de leveranciers aangegeven grens van 60.000. Als de LED-module de door de leverancier aangegeven aantal branduren haalt, zal er in de aangegeven garantieperiode van 5 jaar geen storing ontstaan. Na een periode van 5 jaar nadert het aantal branduren het aantal opgegeven branduren. De kans op storingen wordt dan groter.

7.2 Technisch onderhoud

De gemeente Tilburg heeft een vaste partij die het onderhoud van alle installaties verzorgt. Na het aflopen van de service- en onderhoudstermijn wordt de betreffende installatie in het lopende onderhoudscontract opgenomen. De storingsmeldingen gaan rechtstreeks naar de onderhoudende partij. Om te voorkomen dat ook geactiveerd wordt op meldingen van installaties waarvan de service- en onderhoudstermijn nog loopt, moet dit goed bijgehouden worden. **PM hoe?**

Binnen het technische onderhoud wordt onderscheidt gemaakt tussen correctief en preventief onderhoud.

7.2.1 Correctief onderhoud

Correctief onderhoud heeft als doel storingen te verhelpen. De werkzaamheden ten behoeve van het correctieve onderhoud omvatten in hoofdlijnen:

- Het monitoren van de VRI door middel van beheersystemen of een schouw;
- Het laten oplossen van storingen door installateur of fabrikant;
- Het procedureel afhandelen van storingsmeldingen (o.a. informeren van de melder over afhandelen melding).

Voor het monitoren van de VRI wordt gebruik gemaakt van MobiMaestro. De belangrijkste taken van het systeem in het kader van correctief onderhoud zijn:

- Het melden van storingen en defecten;
- Het online mee kijken met de regeling om bijvoorbeeld de werking te controleren;
- het verzamelen, verwerken, opslaan en presenteren van informatie over de bovengenoemde onderdelen.

7.2.2 Preventief onderhoud

Het doel van preventief onderhoud is de installatie in goede conditie houden om het ontstaan van storingen te voorkomen. Aan de automaat en de buiteninstallatie wordt jaarlijks preventief onderhoud uitgevoerd. Deze werkzaamheden worden geregeld in het onderhoudscontract van de betreffende VRI.

7.3 Functioneel onderhoud

Doel van functioneel onderhoud is controleren of het regelprogramma nog optimaal functioneert. Het verkeersregelprogramma wordt na plaatsing afgestemd op de verkeerssituatie tijdens het inregelen. Dit

behoort nog tot de realisatiefase. De verkeersstromen blijven echter niet gelijk. Door bijvoorbeeld ruimtelijke ontwikkelingen in de stad, toenemende mobiliteit, veranderingen in de OV routes en het opwaarderen van langzaam verkeer routes wijzigen de verkeersstromen op het kruispunt. Het regelprogramma heeft een zekere mate van flexibiliteit waardoor wijzigingen in de verkeersstromen kunnen worden opgevangen. Worden de wijzigingen te groot dan kan de VRI het verkeer niet meer optimaal regelen.

Er zijn twee typen van functioneel onderhoud tijdens de beheersfase. De eerste is reactief en bestaat uit de afhandeling van klachten van het centraal meldpunt. Dit functioneel onderhoud wordt uitgevoerd door de opdrachtgever. De tweede is pro-actief door middel van evaluaties. De evaluaties worden uitbesteed aan de opdrachtnemer.

Bij de evaluaties maakt de opdrachtgever het volgende onderscheid:

- Quick Scan;
- Uitgebreide evaluatie;
- Netwerk evaluatie.

Bij een uitgebreide evaluatie komen meer aspecten aan de orde dan bij een Quick Scan. Een netwerkevaluatie heeft een andere focus dan een evaluatie van een solitair kruispunt. De opdrachtgever geeft vooraf aan welk type evaluatie verwacht wordt.

7.3.1 Procedure

De opdrachtnemer maakt een voorstel voor de werkwijze. Dat geldt voor alle typen evaluatie. Beoordeel het voorstel aan de hand van de aspecten die in de volgende hoofdstukken zijn beschreven. Dit zijn handvatten voor de beoordeling, geen in beton gegoten waarheden. Van belang is steeds dat de vragen die de opdrachtgever stelt over de regelingen worden beantwoord. Op het moment van schrijven is de KWC-logdata een belangrijke bron van informatie. De kans bestaat dat er in de nabije toekomst andere bronnen zoals VLOG die rol gaan overnemen.

Na levering van de benodigde gegevens door de opdrachtgever wordt de datum voor de (eventuele) observatie in onderling overleg vastgesteld. Meestal is de observatie op een werkdag tijdens de spitsperiodes en een uur in de dalperiode. In uitzonderlijke gevallen kan het wenselijk zijn om bijvoorbeeld een koopavond of zaterdag te observeren. Dat is afhankelijk van de functie en het doel van de VRI/GOP. Controleer of er op de observatiedatum geen werkzaamheden in de buurt zijn gepland die het verkeersbeeld kunnen beïnvloeden.

De opdrachtnemer kan vragen om de Kwaliteitscentrale (KWC) van de opdrachtgever te mogen gebruiken in de voorbereiding. Dit kan op kantoor van de opdrachtgever zonder dat er extra licentiekosten betaald moeten worden (door de opdrachtnemer). Houd rekening met één dagdeel voor de analyse van één kruispunt en met maximaal 3 kruispunten op één dag.

Bij de Quick Scan levert de opdrachtnemer een concept rapport van de analyse van de gegevens. Dit wordt telefonisch besproken met de opdrachtgever. In dat overleg wordt besloten of er een observatie volgt of niet.

Levering van het conceptrapport geschiedt binnen één werkweek na de observatie.

Het overleg over het conceptrapport vindt plaats binnen twee werkweken na ontvangst van de conceptrapportage. Na dat overleg levert de opdrachtnemer binnen één werkweek het definitieve rapport.

Alle rapportages zijn in PDF. Bij de evaluatie mag de programmeur van de regeling(en) wel betrokken zijn, maar niet als enig uitvoerende. Dit voorkomt het (on)bewust minder kritisch zijn tijdens de evaluatie, het zogenaamde 'keuren van het eigen vlees'.

7.3.2 Criteria

Het beoordelen van het functioneren van de verkeerslichtenregeling gebeurt op basis van de volgende, algemene aspecten:

- Verkeersveiligheid;
- Geloofwaardigheid;

- Efficiëntie;
- Effectiviteit;
- Beleid.

7.3.2.1 *Veiligheid*

Ongevallencijfers geven een beeld van de objectieve veiligheid op het met verkeerslichten geregelde kruispunt. Verzekeringsmaatschappijen vragen soms aan de gemeente om informatie in verband met een ongeval. Vragen over de laatste vijf jaar kunnen aan de opdrachtnemer worden gegeven. Daarnaast is de subjectieve veiligheid, de beleving van de weggebruikers, belangrijk. De subjectieve veiligheid is met name van belang voor de kwetsbare verkeersdeelnemers en blijkt vaak meer samenhang te vertonen met de vormgeving van het kruispunt dan met de verkeerslichtenregeling. Het registreren van de klachten zoals door het centraal meldpunt gebeurd geeft een weergave van de ondervonden subjectieve onveiligheid. Verder bestaat er sinds 2016 een klachtendatabase waarin terug te vinden is welke klachten zijn binnengekomen en tot welke acties dat heeft geleid. Lever een overzicht hiervan aan de opdrachtnemer.

7.3.2.2 *Geloofwaardige regeling*

Een geloofwaardige verkeerslichtenregeling is een regeling waarbij de verkeersdeelnemer de regeling begrijpt en de noodzaak van regelen inziet. Een logische en vlotte regeling helpt hierbij. De opdrachtnemer beoordeelt de geloofwaardigheid voor alle op het kruispunt aanwezige soorten verkeersdeelnemers.

7.3.2.3 *Efficiënte regeling*

De regeling heeft mede tot taak zo efficiënt mogelijk om te gaan met de beschikbare tijd en ruimte. Daarbij moeten eventuele niet effectief benutte tijdsperiodes tot een minimum beperkt blijven. Het verkeersaanbod moet in de regel zo snel mogelijk worden verwerkt.

7.3.2.4 *Effectieve regeling*

De regeling heeft mede tot taak de problemen die er zouden zijn zonder een verkeerslichtenregeling op te lossen dan wel tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen. Met andere woorden, lost de VRI een probleem op dat zonder de VRI zou bestaan? En leidt dat tot een aanvaardbare afwikkeling voor alle verkeersdeelnemers?

7.3.2.5 *Beleid*

Bij een goede regeling weerspiegelt deze de beleidsuitgangspunten van de opdrachtgever. De opdrachtgever onderzoekt of dat inderdaad het geval is, onder andere door toetsing aan de streefwaarden voor de verschillende verkeersdeelnemers volgens de regelstrategie. De streefwaarden zijn per VRI en per richting opgenomen in de Excellijst. Deze worden vergeleken met de werkelijke waarden op straat. De opdrachtnemer geeft ook een oordeel of het beleid invloed heeft op de geloofwaardigheid, efficiëntie en effectiviteit van de regeling. Het geven van prioriteit aan de ene soort verkeersdeelnemer (auto, openbaar vervoer, fiets, voetganger) heeft namelijk altijd gevolgen voor de andere verkeersdeelnemers. Dat is logisch en ingecalculeerd. Maar de nadelen kunnen onevenredig groot zijn. Dat is vaak als het kruispunt drukker (bijna) overbelast is, of als de programmering fouten of onvolkomenheden bevat.

7.3.3 *Methodiek*

Het evalueren van een regeling is alleen zinvol als de VRI technisch redelijk in orde is. Het controleren van de technische staat gaat daarom vooraf aan een evaluatie. Dit kan door het bekijken van de storingslog van MobiMaestro en het TFT-scherm van de VRI via internet. Een of enkele detectiefouten zijn geen reden om niet te evalueren. Is de detectie van een hele richting of kruispunt arm defect, of valt de VRI regelmatig uit, dan moet dat probleem eerst worden opgelost. Ook is het van belang dat het bedieningspaneel op straat functioneert. Dat geeft de verkeerskundige op straat zeer belangrijke informatie. Verder controleert de opdrachtgever vooraf of er KWC data beschikbaar is. Levert de VRI geen logdata, dan valt te overwegen om een visuele telling uit te laten voeren.

Het doel van iedere evaluatie is het geven van inzicht in het functioneren van de VRI, het toetsen aan het beleid, het benoemen van eventuele knelpunten en mogelijke oplossingen voor die knelpunten.

7.3.3.1 Quick Scan

De Quick Scan is in eerste instantie een bureau studie. Alleen als die daar aanleiding toe geeft, wordt ook een gerichte observatie uitgevoerd. Een observatie is alleen zinvol als er uit de eerste analyse blijkt dat er een probleem is waarbij een observatie extra informatie oplevert of een bevestiging van een vermoeden. Het jutteren van lussen hoeft op straat niet bekeken te worden. Het vermoeden van bijvoorbeeld verkeerd ingestelde geel- of ontruimingstijden wel.

Verzamelen en analyseren gegevens

De opdrachtgever levert de volgende gegevens aan:

- Broncode van de regeling, de specificatie, de revisietekening en eventuele, specifieke beleidsuitgangspunten.
- Klachtenoverzicht en storingen.
- Aandachtspunten, zoals de impact van eventuele ruimtelijke ontwikkelingen in de nabije omgeving die invloed hebben op de verkeersafwikkeling.

Het staat de opdrachtnemer vrij een eigen werkwijze te gebruiken. Hieronder staat beschreven op welke data beschikbaar is en welke analyses verwacht mogen worden. Voor een Quick Scan wordt niet verwacht dat de opdrachtnemer berekeningen uitvoert voor ontruimingstijden (Otto) of afwikkeling (Cocon, Transyt).

De opdrachtnemer analyseert de geleverde gegevens. Zo beoordeelt hij in ieder geval of de broncode voldoet aan de huidige inzichten, geen (duidelijke) fouten bevat en of klachten zijn te herleiden tot de broncode. En verder bekijkt de opdrachtnemer of de specificatie in overeenstemming is met de beleidsuitgangspunten.

Het is gebruikelijk dat de opdrachtnemer zelf de logbestanden van de KWC analyseert. Deze logbestanden bevatten namelijk veel informatie over het functioneren van de regeling. De KWC-analyse levert vaak de aandachtspunten voor een eventuele observatie op. Minimaal wordt een periode van 2 weken geanalyseerd, waarbij feestdagen en uitzonderlijke situaties niet worden meegenomen. Denk hierbij aan wegwerkzaamheden, omleidingen en storingen (stroomuitval).

De opdrachtnemer kan de KWC-data bekijken op het eigen kantoor. De opdrachtgever levert daarvoor de MV-bestanden van de gevraagde periode aan. Hieraan zijn voor de opdrachtnemer extra licentiekosten verbonden. De opdrachtnemer zal dan ook vaak vragen om de KWC van de opdrachtgever te mogen gebruiken. Dit kan alleen op kantoor van de gemeente Tilburg. In principe verlenen wij daaraan onze medewerking. Voor deze werkzaamheden maakt de opdrachtnemer dan een afspraak. Voor één VRI volstaat één dagdeel. Op één hele dag kunnen maximaal 3 (kleinere) kruispunten geanalyseerd worden. Het is niet zinvol de analyse uit te voeren voordat de opdrachtnemer de hiervoor genoemde gegevens van de opdrachtgever heeft ontvangen en bekeken.

Bij de analyse van KWC logdata kijkt de opdrachtnemer in ieder geval naar de volgende zaken:

- Cyclustijden;
Te lange cyclustijden maken een regeling ongeloofwaardig voor het verkeer dat relatief weinig groen heeft. De wachttijden voor langzaam verkeer nemen dan sterk toe.
- Werking detectie;
Slecht functionerende detectie geeft continu een melding (bovengedrag), nooit een melding (ondergedrag) of gaat steeds aan-uit-aan-uit (jutteren). Niet of slecht werkende detectie is de bron van veel problemen, zoals geen of te kort groen, maar ook te lang groen terwijl er geen verkeer meer is.
- Wachtrijen, overstaan en blokkades;
Wachtrijen kunnen het achteropkomende verkeer blokkeren als de wachtrij niet meer in het opstelvak past. Bij een evenwichtig geregeld kruispunt komt het niet voor dat er lange wachtrijen staan op één tak van het kruispunt terwijl er op de andere takken geen wachtrijen van betekenis staan.
Overstaan betekent dat verkeer minimaal twee keer moet stoppen voor rood, voordat zij kunnen doorrijden. Bij overbelaste situaties komt dat veel voor. Bij niet overbelaste situaties is het een indicator voor te korte groentijd of slechte hiaatmeting van de betreffende richting.

- Afhandeling van de verschillende soorten verkeersdeelnemers (auto, fiets, voetganger, openbaar vervoer);
De afhandeling hoort te passen binnen de beleidskaders en kunnen dus per kruispunt verschillen.
- Wachttijden in vergelijking met vigerende beleid;
- Wachten op niets;
Verkeer dat rood heeft, maar geen conflicterend verkeer ziet rijden snapt het rode licht niet. Dit noemen we 'wachten op niets'. Het is zeer slecht voor de acceptatie en geloofwaardigheid van de regeling. Wachten op niets leidt vaak tot roodlichtnegatie, vooral bij fietsers en voetgangers.
- Specifieke voorzieningen in het regelprogramma zoals koppelingen, file- en brug-ingrepen, prioriteitsmaatregelen, adaptief regelen, wachtstand, veiligheidsgroen en dergelijke;
De analyse geeft antwoord op vragen als: Hoe vaak komen speciale ingrepen voor en in hoeverre verstoren zij de afwikkeling? In hoeverre dragen de bijzondere voorzieningen bij aan het bereiken van het specifieke doel waar zij voor bedoeld zijn?
- Roodlichtnegatie.
De meting van roodlichtnegatie is niet erg betrouwbaar, zeker bij richtingen met weinig verkeer. Maar het geeft vaak wel een indicatie over de acceptatie van de regeling.

Verder verzamelt de opdrachtnemer de ervaringen van gebruikers als brandweer, politie en openbaar vervoer maatschappijen. De opdrachtgever heeft deze gegevens mogelijk zelf ook paraat, omdat klachten van de busmaatschappij en de brandweer meestal bekend zijn bij de wegbeheerder. De opdrachtgever kan dan een klachtenoverzicht aan de opdrachtnemer ter beschikking stellen.

De voorbereidingsfase biedt inzicht in de werking van de regeling en de daarbij eventueel optredende knelpunten. Maar ook of de vigerende (beleids)uitgangspunten van de opdrachtgever in de regeling zijn verwerkt.

Observatie

De analyse van de logdata kan aanleiding geven om een gerichte observatie uit te voeren. Dit is ter beoordeling van de opdrachtgever. De opdrachtnemer geeft hier advies over.

De observatie betreft maximaal één periode en is bedoeld om meer inzicht te krijgen in de oorzaken van een in de voorbereiding gevonden knelpunt. Het inplannen van de observatie gebeurt in overleg met de opdrachtgever in verband met mogelijke werkzaamheden in de buurt die de afwikkeling beïnvloeden. Via het CPW kan de opdrachtgever snel inzicht krijgen in mogelijke werkzaamheden.

Een observatie is niet altijd zinvol. Bij technische problemen is over het algemeen niet interessant om buiten te gaan kijken. Bij veronderstelde problemen met gedrag juist wel. Ook als gedacht wordt aan oorzaken die buiten het gezichtsveld (lees: detectieveld) van een VRI vallen, kan een observatie zinvol zijn. Congestie stroomafwaarts bijvoorbeeld kan vele oorzaken hebben die niet altijd duidelijk worden via de analyse van KWC-logdata. Denk aan een blokkade door een vuilniswagen.

Rapportage

De rapportage bevat een samenhangende analyse van de verzamelde gegevens. Er is aandacht voor mogelijke knelpunten, ook als die volgens de KWC logdata niet direct leiden tot problemen op straat. Indien de observatie is uitgevoerd maken ook de bevindingen daarvan deel uit van de rapportage.

De aanbevelingen maken onderscheid tussen de korte (b.v. parameteraanpassingen), middellange (b.v. programmawijzigingen) en lange termijn (b.v. civieltechnische wijzigingen).

Bij onzekerheid over de effecten van voorgestelde maatregelen helpt het om te overleggen met verkeersregeltechnisch onderlegde collega's. De korte termijn aanbevelingen (meestal parameteraanpassingen) worden direct na afloop van het project doorgevoerd. Leg daarbij goed vast wat er wijzigt en waarom. In MobiMaestro kan dat via het commentaarvenster bij de parameterwijzigingen. Plaats de rapportage in de beheermap van de betreffende VRI. Dan worden de aanbevelingen niet vergeten bij een toekomstige aanpassing van de regeling of reconstructie van het kruispunt. Zorg er voor dat aanbevelingen voor de lange termijn maatregelen onder de aandacht komen bij de juiste personen binnen de organisatie.

7.3.3.2 Uitgebreide evaluatie

Voor een uitgebreide evaluatie worden dezelfde werkzaamheden verricht als voor een Quick Scan, met de uitbreidingen conform de navolgende subparagrafen.

Verzamelen en analyseren gegevens

De opdrachtgever levert:

- Broncode van de regeling, de specificatie, de revisietekening en eventuele, specifieke beleidsuitgangspunten.
- Klachtenoverzicht en storingsen.
- Aandachtspunten.
- MV-files (KWC).
- De Cocondatabase van de bestaande regeling.

De opdrachtnemer verzamelt en analyseert ook de volgende gegevens:

- Verkeersintensiteiten en afrijcapaciteiten per richting;
Deze cijfers, plus 10% groei, vormen de input voor de te maken Coconberekeningen voor de spitsperiodes. De 10% groei is om naar de toekomst te kijken, zodat de conclusies langer geldig zijn dan één jaar. Hierbij gebruikt de opdrachtnemer de uitgangspunten zoals die in paragraaf 2.3 'Ontwerpeisen vormgeving VRI-geregelde kruispunten' van het PvE staat.
- Vrachtverkeerpercentages per richting (KWC-logdata);
Het percentage vrachtverkeer is bepalend voor de lengte van het maatgevend voertuig bij de berekening van ontruimingstijden. Het opnieuw berekenen van de ontruimingstijden maakt deel uit van de uitgebreide evaluatie indien de bestaande ontruimingstijden niet zijn berekend conform de huidige CROW-richtlijn 321. Er zijn namelijk soms vrij grote verschillen met de oude CROW-richtlijn 111. Geef bij de uitvraag aan of het berekenen van de ontruimingstijden moet gebeuren. Het heeft namelijk gevolgen voor de te besteden tijd.
Ook het aandeel brommers per richting is van belang voor de ontruimingstijden. Dat kan echter niet uit de KWC worden gehaald. Het aandeel is vrijwel altijd laag, maar kan in de directe nabijheid van scholen en dergelijke hoger liggen. De observatie zal daarover uitsluitsel moeten geven.
- Ongevalsegevens;
Op basis van beschikbare ongevalskenmerken van de ongevallen over de laatste 5 jaar formuleert de opdrachtgever hypothesen over de oorzaken daarvan. Die hypothesen worden getoetst tijdens de observatie.
Voor de analyse is de AVOC-methodiek beschikbaar. Helaas is de registratie van de verkeersongevallen de laatste jaren zo slecht dat er onvoldoende informatie van de ongevallen is om een goede analyse te maken. Zolang geen goede ongevalsgegevens beschikbaar zijn, vervalt dit onderdeel in de voorbereiding. In plaats daarvan maakt de opdrachtnemer een subjectieve beoordeling van de verkeersveiligheid op basis van de observatie en de andere onderdelen van de evaluatie.
De politie heeft het voornemen om beter te gaan registreren. Met betere gegevens is het mogelijk om hypothesen te formuleren over de oorzaken van de ongevallen. Bij VRI's zijn de meest voorkomende hoofdtoedrachten:
 - Roodlichtnegatie;
Mogelijke oorzaken zijn onder meer te lange ontruimingstijden, verkeerde hiaatmeting, verkeerde instelling groen- e/o geeltijd in relatie tot de snelheid, te lange cyclustijd (lang moeten wachten), ongeloofwaardige regeling, verwarrende of onopvallende opstelling van lantaarns.
 - Kop-staartongevallen;
Mogelijke oorzaken zijn onder meer slecht zicht op wachtrij of lantaarns, te hard rijden, te korte opstelstroken, slechte detectie e/o hiaatmeting, te korte groentijd, afleiding door druk straatbeeld.
 - Doorgangsongevallen;
Mogelijke oorzaken zijn onder meer toepassing van deelconflicten (vaak in combinatie met ontbreken gelijkstart of te korte voorstart), onduidelijke vormgeving, onvoldoende opstelruimte.

- Voorrangsongevallen;
Mogelijke oorzaken zijn onder meer storing VRI, te krappe werkingstijden.

Net als bij de Quick Scan kan de opdrachtnemer vragen om gebruik te mogen maken van de KWC van de opdrachtgever.

Observatie

De observatie wordt voor een uitgebreide evaluatie altijd uitgevoerd, gedurende de ochtendspits, avondspits en een deel van de dalperiode. Specifieke aandacht gaat uit naar de aandachtspunten zoals die zijn verkregen in de voorbereiding. De observatie dient tevens als beoordeling van:

- Afhandeling (deel)conflicten en ontruimingstijden.
De opdrachtnemer beoordeelt of een deelconflict nodig is of niet. En of het deelconflict zorgt voor onveilig gedrag. Ter toetsing is een gemeentelijke richtlijn voor de toepassing van deelconflicten beschikbaar.
Ontruimingstijden die op straat duidelijk te lang of te kort zijn, zorgen voor onveiligheid. Mogelijk moeten die tijden opnieuw berekend worden.
- Instelling geeltijden
Begin 2016 is een nieuwe, landelijke richtlijn van kracht geworden. Op afslaan richtingen is de aanbevolen geeltijd altijd 3.0 seconden, op rechtdoorgaande richtingen 3.5, 4.0, 4.5 of 5.0 bij respectievelijk 50, 60, 70 of 80 km/uur. Uitgangspunt is de werkelijke snelheid. De observatie zal daar uitsluitsel over moeten geven.
- Lengte wachtrij in relatie tot de lengte van de opstelstroken.
Wachtrijen die niet in het opstelvak passen, blokkeren het verkeer op de naastgelegen stroken. Dat is onwenselijk. De observatie geeft inzicht in de oorzaak (te kort groen, blokkade stroomafwaarts etc). Samen met de voorbereiding (KWC) wordt tevens duidelijk of het vaak voorkomt.
- Benutting groenfasen.
Rijdt er verkeer af tijdens het groen, of blijft de richting (te) lang in groen staan nadat het laatste voertuig is afgereden?
- Hiaattijden.
Te krappe hiaattijden zorgen voor het afbreken van het groen terwijl de wachtrij nog aan het afrijden is. Te ruime hiaattijden zorgen voor te lang groen. Idealiter rijdt het laatste voertuig door de eerste paar seconden van het geel, zonder dat bij de neiging heeft te remmen.
- Roodlichtnegatie.
- Geloofwaardigheid.
De geloofwaardigheid wordt meestal afgelezen aan het gedrag van de verschillende verkeersdeelnemers. Het zit wel goed met de geloofwaardigheid als alle verkeersdeelnemers netjes stoppen voor rood (niet even gas bijgeven tijdens geel), niet ongeduldig zijn en bij begin groen, of vlak daarvoor, hard weggrijden.
Ongeloofwaardigheid kent oorzaken als een verkeerde blokindeling, ontbreken van alternatieve realisaties, te korte inrij- of nalooptijden bij koppelingen, ontbreken van koppelingen, te korte groentijden, slecht werkende detectie.
- Brommers op de rijbaan.
Bij een groot aandeel brommers op de rijbaan moeten zij worden meegenomen in de berekening van de ontruimingstijden. In de voorbereiding kan dat niet worden bepaald. De observatie geeft wel een indruk.
- Vormgeving kruispunt (boogstralen, ligging stopstrepen, zicht op lantaarns, bebording en bewegwijzering).
Ontbrekende of verwarrende verkeersborden kan de oorzaak zijn van vreemd of ongewenst gedrag, zoals (te) laat van strook wisselen, keren of stoppen.
- Werking bijzondere functionaliteiten zoals OV prioriteit, wachttijdvoorspellers, snelheidsadvisering etc.
- Technische staat van de buiteninstallatie.
Denk hierbij aan scheve masten, roestvorming, ernstige spoorvorming, kapotte achtergrondschilden en dergelijke.

De opdrachtnemer bekijkt verder of het gedrag van de verschillende soorten weggebruikers overeenkomt met het gewenste gedrag. Speciale aandacht gaat daarbij uit naar het langzaam verkeer. Zij zijn de kwetsbaarste groep, maar ook de groep die het makkelijkst afwijkt van wat de wegbeheerder wil. Oversteken op plaatsen waar dat niet bedoeld is of rijden tegen het verkeer in is voor hen makkelijker dan voor het autoverkeer. Waar zij wel de infrastructuur volgen kijkt de opdrachtnemer naar de wachttijd, groentijd en de ontruiming. Dit samen maakt of de fietser/voetganger zich veilig voelt.

Ter controle van eventuele twijfelachtige resultaten uit de KWC (zoals een bijzonder hoge of lage afrijcapaciteit) worden waar nodig handmatig metingen uitgevoerd. Als er geen KWC logdata beschikbaar is, wordt in ieder geval de cyclustijd gemeten. De cyclustijd geeft, al dan niet gecombineerd met de andere waarnemingen, namelijk veel informatie. Denk hierbij aan de maximale wachttijd, de belasting van het kruispunt en ruimte om meer groen te geven. Daarbij komt dat het meten van de cyclustijd eenvoudig is. Veel andere metingen zijn intensiever en leiden af van de normale waarnemingen.

Rapportage

Aanvullend aan de Quick Scan bevat de rapportage ook de volgende zaken:

- Het intensiteitsverloop per tak over de dag.
- De Coconberekeningen.
- Een beschrijving van de algemene indruk van het kruispunt en de afwikkeling.
- De toetsing aan uitgangspunten van de opdrachtgever.
- De toetsing aan de streefwaarden voor de verschillende verkeersdeelnemers volgens de regelstrategie.

De conclusies verwoorden helder het oordeel over de aspecten verkeersveiligheid, geloofwaardigheid, efficiëntie en effectiviteit. De intensiteiten en Coconberekeningen staan in de bijlagen.

7.3.3.3 Netwerk evaluatie

Een netwerk bestaat uit een serie gekoppelde VRI's. De nadruk bij een netwerk evaluatie ligt op de doorstroming door het netwerk. Uiteraard is ook de lokale afwikkeling van belang, maar die wordt minder gedetailleerd onderzocht. Voor een netwerk evaluatie worden grotendeels dezelfde werkzaamheden verricht als voor een uitgebreide evaluatie, met de uitbreidingen conform de navolgende subparagrafen. Ten opzichte van de uitgebreide evaluatie worden de volgende onderdelen NIET uitgevoerd voor een netwerk evaluatie:

- Ongevallenanalyse;
- Vormgeving kruispunt;
- Toetsen tekening;
- Beoordelen technische staat buiteninstallatie.

Verzamelen en analyseren gegevens

De analyse richt zich zoals gezegd op het presteren van het netwerk, en dan vooral ten opzichte van de beleidsdoelen. Is er informatie van eerdere netwerk evaluatie(s), dan wordt tevens vergeleken met die situatie; is er een verbetering of verslechtering?

Net als bij de Quick Scan en de Uitgebreide Evaluatie kan de opdrachtnemer vragen om gebruik te mogen maken van de KWC van de opdrachtgever.

De opdrachtgever levert bij de start van de opdracht:

- Broncode van de regeling, de specificatie, de revisietekening en eventuele, specifieke beleidsuitgangspunten.
- Rapporten van solitaire Quick Scans en uitgebreide evaluaties.
- Klachtenoverzicht en storingen.
- Aandachtspunten.
- MV-files (KWC).
- De rapportage en de Cocondatabase van de oorspronkelijke netwerkstudie die de basis is voor de regelingen. Deze database bevat de Transytberekeningen die de opdrachtnemer nodig heeft.

- HB-matrices voor het netwerk voor beide spitsperiodes. De opdrachtgever haalt dit uit het verkeersmodel.
- Eventueel eerder uitgevoerde netwerk evaluatie, ter beoordeling of de afwikkeling verbeterd of verslechterd is.

De opdrachtnemer verzorgt:

- Het eventueel actualiseren van de HB-matrices voor het netwerk, met behulp van intensiteiten volgens de KWC.
- Het vergelijken van huidige intensiteiten met intensiteiten gebruikt tijdens ontwerp groene golf. Deze twee eerste stappen geven al een indicatie van de te verwachten problemen. Zij kunnen de verklaring zijn voor gemelde klachten.
- Het schenken van specifieke aandacht aan de koppeling bij de analyse van de KWC logdata:
 - Gemiddelde trajectsnelheid groene golf;
Dit is de vrije reistijd plus de vertragingen die onderweg worden opgelopen, omgerekend naar km/uur. Het geeft een goede maat voor de effectiviteit van de groene golf. Bij de berekening van de vertraging gebeurt op basis van de verliestijd bij de VRI's. Hierbij moet de vertraging voor het eerste kruispunt ook worden meegenomen.
 - Wachtrijlengte, frequentie en gemiddelde duur filemeldingen aan rand netwerk;
Deze indicatoren geven inzicht in de mate waarin het netwerk het aanbod kan verwerken. File aan de randen is voor de weggebruiker erg goed zichtbaar.
 - Frequentie en duur filemeldingen binnen het netwerk. En blokkades binnen het netwerk (aantal keer dat de maximale wachtrijlengte langer is dan de opstelruimte, per signaalgroep);
File in het netwerk is een indicator voor het toelaten van te veel verkeer in het netwerk. In mindere mate geldt dat ook voor blokkades. Soms kan het probleem verholpen worden door een knelpunt stroomafwaarts op te lossen (dit heeft de voorkeur). Maar anders moet er aan de rand van het netwerk minder verkeer worden toegelaten, afhankelijk van de frequentie en ernst van de filevorming.
 - Gemiddelde of maximale wachttijden in relatie tot de gestelde Kwaliteitsniveaus per signaalgroep. In het door DHV opgestelde overzicht (VRI Lijst toedeling definitieve kwaliteitsniveaus.xlsx) staan per signaalgroep de toegestane wachttijden. Zeker bij groene golven kunnen deze grenzen worden overschreden door het niet gekoppelde verkeer. Overschrijding is dan de prijs die betaald wordt voor het realiseren van de groene golf. De opdrachtgever beoordeelt of de prijs acceptabel is.
 - Percentage stops op gekoppelde volgrichtingen;
Net als filevorming is dit voor de weggebruiker goed merkbaar. Het toelaten van iets meer verkeer in het netwerk kan zorgen voor relatief veel meer stops op de volgrichtingen.
- Het bekijken en beoordelen van de programmakeuze. Dit betreft zowel de werking op papier als de daadwerkelijke keuze over de dag.
- Het doorrekenen van de koppelingen met Transyt.
Het doel van de berekeningen is het verbeteren van de afwikkeling en het oplossen van de gemelde problemen (indien mogelijk). Alleen bij duidelijke wijziging van de intensiteiten mag verwacht worden dat er winst te halen valt ten opzichte van de huidige situatie op straat. Bij vergelijkbare intensiteiten als bij de eerder uitgevoerde studie is doorrekening met Transyt niet zinvol en kan dan achterwege worden gelaten. Vraag daarom de Transyt-berekeningen als optie in de offerte.

Observatie

Aanvullend kijkt de opdrachtnemer tijdens de observatie naar de doorstroming door het netwerk. Kan het verkeer ongehinderd doorrijden of moet het inhouden/stoppen op volgrichtingen? Zijn er zaken die de doorstroming door het netwerk hinderen? Kan het niet gekoppelde verkeer voldoende worden afgewikkeld? De observatie wordt uitgevoerd door meerdere personen, afhankelijk van het netwerk. Minimaal 2 personen zijn echter altijd nodig.

Rapportage

De rapportage besteedt aandacht aan de doorstroming door het netwerk, de programmakeuze en de gevolgen voor het niet gekoppelde verkeer, zowel bij de voorbereiding (KWC) als de observatie. De rekenresultaten met

de bijbehorende analyse staat in een apart hoofdstuk. Alle aspecten komen ook terug in de conclusies en aanbevelingen. De belangrijkste resultaten van Transyt staan in de bijlagen van het rapport.

Bij het beoordelen van de voorgestelde maatregelen is het belangrijk te realiseren dat de verschillende indicatoren een sterke samenhang hebben. Het toelaten van minder verkeer in het netwerk heeft een (sterk) positief effect op:

- Percentage stops op volgrichtingen;
- Filevorming en blokkades in het netwerk;
- Wachttijden en wachtrijen niet gekoppelde richtingen.

Tegelijkertijd is er een negatief effect op de wachtrij-/filevorming aan de rand van het netwerk. Een effect is positief als het lokale probleem is verholpen of minimaal 10% beter is geworden en tegelijkertijd op de andere criteria maximaal 1% verslechtering optreedt.

7.3.3.4 Frequentie

Niet alle VRI's zijn even belangrijk voor het netwerk van Tilburg. De frequentie van evalueren verschilt daarom. De opdrachtgever maakt onderscheid in 5 categorieën:

1. Cruciale locaties
2. Hoofdstructuur
3. Overig auto
4. Hoogwaardige fietslocaties
5. Fiets- en voetgangersoversteekplaatsen

In de bijlage 7 'Overzicht VRI's en categorie indeling' staat een volledig overzicht van de indeling van de VRI's in deze 5 categorieën.

Type evaluatie	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
Solitaire evaluatie	1 x per 6 jaar	1x per 9 jaar	1 x per 9 jaar	1 x per 9 jaar	nooit
Quick scan	nooit	nooit	1 x per 9 jaar	1 x per 9 jaar	1 x per 9 jaar
Netwerk evaluatie	Apart programma				

De termijnen van 6 en 9 jaar zijn gebaseerd op een technische levensduur van 18 jaar. Eén jaar voor vervanging van een VRI wordt de VRI geëvalueerd. De netwerk evaluatie heeft geen relatie met de solitaire evaluaties. Planning van de netwerk evaluatie staat los van de solitaire evaluatie en afstemming vindt beperkt plaats.

Er zijn echter situaties waarin het functioneel onderhoud eerder moet worden uitgevoerd. Voorbeelden hiervan zijn:

- Als bekend is dat verkeersstromen op een bepaald kruispunt sterk gaan wijzigen;
- Als er veel klachten over de VRI zijn;
- Als uit de jaarlijkse KWC evaluatie blijkt dat de VRI slecht presteert;

Wanneer het vermoeden bestaat dat de VRI niet naar behoren functioneert, moet daar met het functioneel onderhoud op worden ingespeeld. Er wordt dan niet gewacht tot het geplande reguliere onderhoud.

7.4 Update applicatie

Tijdens de levensduur van de automaat kan het om verschillende redenen wenselijk zijn de applicatie te updaten:

- Veel parameterwijzigingen (alleen bij aanpassing in veiligheidstijden)
- Update van de functionaliteiten in het regelprogramma vanwege nieuwe inzichten/veranderingen verkeersstromen
- Herstellen fouten in huidige applicatie

Bij het aanleveren van de software aan de fabrikant wordt tevens het ingevulde wijzigingsformulier uit bijlage 13 'Wijzigingsformulier bij applicatie wijzigingen' meegestuurd.

7.4.1 Laden nieuwe software

Om een nieuw programma te laden mag de VRI worden uitgeschakeld maar moet de 'downtime' zo kort mogelijk worden gehouden. Dit om onveilige situaties op kruispunten te voorkomen.

Het laden mag niet in de spitsperiodes gebeuren. Dit heeft twee redenen:

- De automaat moet in ieder geval korte tijd uitgeschakeld worden voor het laden. Dit is niet wenselijk tijdens de drukste momenten van de dag.
- Er kan daarnaast iets mis gaan met het laden, waardoor de automaat niet direct kan opstarten en de "downtime" langer duurt dan gepland.

7.5 Data beheer

7.5.1 Logfiles

De VRI's generen zowel MV-files al VLOG bestanden. Momenteel worden alleen MV-files opgehaald en opgeslagen op een server bij de gemeente Tilburg. Om te voorkomen dat veel data onnodig lang opgeslagen blijft, worden de mv-files na 3 jaar verwijderd. Alleen de files van maart en november worden bewaard om eventuele trends over de jaren heen in beeld te kunnen brengen.

7.5.2 VRI bestanden

Op de netwerkschijf van de gemeente Tilburg staan in de beheer map voor alle VRI's een directory met daarin:

- Submap archief: map met eerdere versies van de regeling, automaatdocumentatie etcetera;
- Submap Creg: De bestanden van de actuele RWS-C regeling inclusief FLASH netwerk;
- Submap Doc: De hardware documentatie, software listing, IVERA licentie;
- Submap Ontwerp: COCON database, OTTO bestand, specificatie en eventueel wijzigingsformulier.
- Beheertekening (gecontroleerde revisietekening) in pdf.
- Evaluatierapporten

In het geval een VRI onderdeel uitmaakt van een gekoppelde streng, worden berekeningen (COCON en TRANSYT) en rapportages van de streng opgeslagen in de beheermap van de VRI met het laagste nummer.

7.5.3 Obsurv

De opdrachtgever maakt voor het beheren van gegevens over de VRI's gebruik van het webbased platform Obsurv.

Data die bijgehouden wordt is onder andere:

- VRI nummer en straatnamen;
- Werkingstijden;
- Ivera versie en licentienummer;
- type automaat, fabrikant, bouwjaar en meldnummer;
- werkingstijden;
- lijnnummers openbaar vervoer en KAR coördinaten;
- IP-adressen;
- Eigenschappen eventuele DSL-aansluiting;
- Materiaal en plaatsingsdatum uitleggers en portalen;
- type LED modules en armaturen;
- Kenmerken energieaansluiting.

8 Projectverloop

8.1 Projectplanning

De projectplanning wordt door de opdrachtnemer opgesteld en getoetst door de opdrachtgever. Bij het toetsen van de planning moet erop gelet worden dat alle overlegmomenten zijn meegenomen en er voldoende tijd is om de vooraf aangeleverd stukken te beoordelen. Tevens dient gecontroleerd te worden of alle stoppunten en bijwoonpunten die in het project van belang zijn meegenomen zijn.

8.2 Overlegmomenten

Het aantal overleggen is sterk afhankelijk van de omvang van de opdracht. Voorbeeld situatie: Indien de kruispuntanalyse binnen de opdracht valt en het aantal rijstroken nog niet vastgesteld is, zijn meer afstemmingsoverleggen nodig dan in de situatie waarbij er nauwelijks nog speelruimte is binnen het ontwerp.

In de diverse hoofdstukken van het PvE is aangegeven of een overleg nodig is. Hieronder volgt een kort overzicht van de belangrijkste overlegmomenten tijdens een renovatieproject (deze overlegmomenten kunnen gecombineerd worden in een overleg):

- Startoverleg
- Inventarisatie huidige situatie en voorstel hergebruik materialen
- Resultaten kruispuntanalyse
- Resultaten koppelingsberekening en/of simulatie en vaststellen definitieve vormgeving
- Overleg concept VRI tekening
- Overleg concept specificatie
- Overleg concept regeling
- Bouwoverleggen tijdens de uitvoering

8.3 Stoppunten

De in het PvE vermelde stoppunten en bijwoonpunten zijn gedefinieerd om het risico's op foutieve uitvoering te beperken en om tijdig bij te kunnen sturen. De risico's bij deze werkzaamheden zijn groot omdat:

- Het een keuze betreft die de opdrachtgever moet maken en die later in het proces niet meer te wijzigen.
- Het een controle betreft op het functioneren van de verkeerslichtenregeling waarbij de opdrachtgever aansprakelijk gesteld kan worden indien de regeling niet goed functioneert.

Om daadwerkelijk snel goedkeuring te kunnen geven bij een stoppunt moet tijdig kenbaar gemaakt worden wanneer dit punt bereikt wordt. Hiervoor is de minimale eis van 2 weken opgenomen.

8.4 Bijwoonpunten

De bijwoonpunten zijn iets minder hard dan stoppunten. Bij een bijwoonpunt heeft de opdrachtgever vooraf de keuze om er wel of niet bij te zijn. Dit is afhankelijk van de eerdere ervaringen met de uitvoerende partij.

8.5 Beoordelingstijd opdrachtgever

Om voortgang in het project te houden is het van belang om ook binnen de opgegeven beoordelingstijd de beoordeling uit te voeren. De opdrachtnemer kan niet aangesproken worden op de planning als de opdrachtgever zich hier ook niet aan houdt. Voor de beoordeling van de verschillende onderdelen zijn in dit document Checklists opgenomen. Deze staan in de bijlagen.

8.6 Aan te leveren documenten

Voor een aantal documenten in de opdrachtgever verantwoordelijk dat deze aangeleverd worden, zie hiervoor de betreffende hoofdstukken. De meeste gegevens zijn eenvoudig terug te vinden en binnen een dag te verzamelen. Het verzamelen van de volgende gegevens kost meer tijd:

- Prognose intensiteiten 5 jaar vooruit en 10 tot 15 jaar vooruit
- ADSL modem en IP plan moet tijdig bij het servicepunt worden aangevraagd.

8.7 Aanvullende wensen

Voor specifieke projecten kan het zijn dat er naast de eisen in het PvE nog specifieke wensen zijn. Een aantal mogelijke aanvullende eisen die optioneel in het PvE zijn opgenomen zijn:

- Micro-simulatie tijdens de kruispuntanalyse;
- Parkeervoorziening bij de automaat;
- Toepassen van een informatief voetgangerslicht;
- Akoestische signaalgevers indien deze in de huidige situatie niet aanwezig is en geen Geregelde Oversteek Plaats betreft;
- TFT scherm/GUI in de automaat;
- Noodstroomvoorziening indien niet opgenomen in het overzicht van cruciale VRI's;
- Sjabloon fiets onderslichten;
- FAT op afstand;

8.8 Opslag projectdocumentatie

Alle documentatie zoals tekeningen, berekeningen, rapportages en afspraken in mail en overlegverslagen, worden opgeslagen op de netwerk schrijf van de gemeente Tilburg. In bijlage 14 'Standaard map indeling' staat de locatie van de map en de map indeling.

8.9 Huidige werkwijze renovaties

Het programma van eisen is opgesteld voor integrale projecten waarbij het hele project wordt uit besteed van ontwerp tot realisatie. In de meeste gevallen valt het maken van het VRI ontwerp, de regeling en het leveren van de automaat buiten het project. In bijlage 15 'Stappenplan renovatie project 2016/2017' is een stappenplan opgesteld waarin de manier is uitgewerkt die op dit moment bij de meeste renovaties wordt toegepast.

9 Innovatie

In het mobiliteitsplan 2040 wordt aangegeven dat Tilburg koploper is op het gebied van mobiliteitsinnovaties en daarmee toonaangevend is in Brabant en Nederland. Om hier te komen wordt ruimte gegeven aan innovatie mobiliteitsoplossingen. De strategie hierbij is, om door slimme sturing van mobiliteit, de bestaande infrastructuur beter te benutten en te gebruiken. In het kader van sociale innovatie wordt daarbij gezocht naar slimme samenwerkingsverbanden om te komen tot concrete inzichten en passende mobiliteitsoplossingen.

De opdrachtgever gaat de komende jaren niet afwachten tot er systemen op de markt komen maar gaat actief de samenwerking met de markt opzoeken om gezamenlijk tot nieuwe systemen te komen. De opdrachtgever stelt onder voorwaarden haar wegennet ter beschikking aan de markt voor het testen van innovatieve systemen (living lab functie). Door de markt een testmogelijkheid te bieden draagt de opdrachtgever bij aan de ontwikkeling en realisatie van de innovatieve mobiliteitsoplossingen. Innovatie is echter geen doel op zich. Het gaat er uiteindelijk vooral om de beleidsdoelen van de opdrachtgever zo snel mogelijk realiteit te maken. Dit houdt in dat systemen alleen voor testen in aanmerking komen als deze bijdragen tot het realiseren van de beleidsdoelen van de opdrachtgever. Voordelen voor de opdrachtgever zijn:

- de meerwaarde die de systemen naar verwachting gaan leveren op het gebied van mobiliteit;
- kennis omtrent de systemen die medewerkers van de gemeente opdoen in de pilot projecten;
- de mogelijkheid sturing te geven aan de uitwerking van de systemen om zodoende de mobiliteitsdoelen van de gemeente te verwezenlijken.

9.1 C-ITS

De opdrachtgever ziet voor de komende jaren een steeds grotere en prominentere rol weggelegd voor de C-ITS systemen. Bij deze systemen communiceren auto's, vrachtwagens, openbaar vervoer, fietsen en hulpdiensten met elkaar, met verkeerslichten en andere bakens en sensoren langs de weg. De kern van C-ITS is real time data uit verschillende bronnen bewerken en beschikbaar maken. De data kan onder andere worden gebruikt voor rijadviesdiensten. Via rijadviesdiensten krijgen weggebruikers adviezen omtrent de rijtaken zoals snelheid, rijstrookkeuze, in- en uitvoegen, werkzaamheden en gevaarlijke situaties. Weggebruikers kunnen zo anticiperen op verkeerssituaties buiten hun zichtveld. Voor de uitwisseling van informatie met verkeersregelininstallaties is, in het kader van het 'Beter Benutten Vervolg' van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, het intelligente verkeerslicht ontwikkeld (iVRI). De informatie uitwisseling van en naar het verkeerslicht en de regelapplicatie die het verkeerslicht aanstuurt is in de iVRI gestandaardiseerd. Deze standaardisatie moet het mogelijk maken dat systemen van verschillende fabrikanten op de standaardwijze met elkaar kunnen communiceren.

9.2 Werkwijze

Om een pilotproject goed te laten verlopen is een standaardwerkwijze opgesteld die bestaat uit 7 onderdelen:

- Plan en beoordeling;
- Uitwerking systeem;
- Opstarten pilotproject;
- toetsen ex-ante;
- monitoren;
- evalueren ex-post;
- Afronding project en vervolgspraken.

De opdrachtgever participeert actief in het proces van uitwerking, implementatie, monitoring en bijstellen van de mobiliteitsinnovatie. Dit betekent dat de rol van de opdrachtgever niet alleen bestaat uit de controle van de door de markt aangeleverde rapportages, maar dat de opdrachtgever ook een actieve inbreng in het proces heeft. Het doel hiervan is dat het innovatieve systeem zo goed mogelijk aansluiting op de (beleids-) doelstelling van de gemeente Tilburg. Daarnaast houdt de opdrachtgever kennis van en grip op de systemen die op straat worden gezet door een actieve rol in het ontwikkelproces te spelen.

9.2.1 Plan en beoordeling

Marktpartijen kunnen een idee indienen bij de opdrachtgever voor een innovatieve mobiliteitsoplossing. Dit idee wordt beoordeeld door de opdrachtgever. Hierbij wordt gelet op het doel, de werking, de verwachte effecten en of de veiligheid gewaarborgd blijft. Speerpunten voor de opdrachtgever zijn informeren, prioriteren en optimaliseren zowel lokaal als op netwerkniveau. De nieuwe systemen dienen slim, schoon en veilig te zijn. Bij de genoemde speerpunten neemt de fiets, voetganger en het openbaar vervoer een belangrijke plek in binnen het beleid van de opdrachtgever.

Indien het idee past binnen de doelstellingen van de opdrachtgever, wordt de marktpartij uitgenodigd het plan verder toe te lichten. Na dit overleg beoordeelt de opdrachtgever of het systeem verder uitgewerkt gaat worden. Hierbij wordt gelet op onder andere de volgende aspecten:

- Wat is het doel en de werking van het systeem?
- Sluit het doel van het systeem aan bij de beleidsdoelen van de opdrachtgever?
- Lijkt de werking en gehanteerde methode realistisch?
- Wat is de toegevoegde waarde voor de opdrachtgever?
- Hoe is de verkeersveiligheid gewaarborgd?
- Wat is de impact van het systeem op het netwerk?
- Wat zijn de initiële investeringskosten en wat zijn de beheerskosten?
- In hoeverre is het systeem al uitgewerkt?

9.2.2 Uitwerking systeem

Als een systeem positief beoordeeld wordt, gaat de opdrachtgever in overleg met de opdrachtnemer over de verdere uitwerking van het systeem. Tijdens de uitwerkingsfase wordt gezamenlijk gekeken naar het verder detailleren en optimaliseren van het systeem. In deze stap worden ook de doelen en de kaders van het systeem vastgesteld.

Gedurende de uitwerkingsfase wordt bekeken of de meerwaarde van het systeem nog voldoende is om het systeem in de praktijk te gaan testen. Als tegen het eind van de uitwerkingsfase blijkt dat de meerwaarde voldoende is, wordt een pilotproject opgestart.

Doelen

De doelen zijn bijvoorbeeld welke verbetering van de beleidsdoelen het systeem behaalt.

Kaders

De kaders beschrijven de eisen die de opdrachtgever stelt aan het systeem. Een deel is vastgesteld in het PvE paragraaf 9.4 'Eisen innovatie systemen. Echter dit zijn zeer beknopte algemene eisen, zodat ruimte geboden wordt aan innovatie. Mogelijke dat alternatieve manieren leiden tot een verbeterde afwikkeling. Vanwege het loslaten van de huidige eisen, wordt het risico op groter. Een goede fallback optie is dan ook noodzakelijk. Wanneer blijkt dat een experimentele aanpak leidt tot problemen in bijvoorbeeld de verkeersafwikkeling of de verkeersveiligheid moet terug geschakeld kunnen worden naar de huidige standaard.

Hieronder staan een aantal kaders vermeld die gesteld kunnen worden aan het innovatieve systeem. Welke eisen dit zijn is per project verschillend.

Regelstructuur

Richtingen met een aanvraag moeten elke cyclus de mogelijkheid krijgen om te realiseren. Wanneer bijvoorbeeld op verlietijd wordt geoptimaliseerd kan het voor het systeem gunstiger zijn om een voertuig op een rustige richting een extra cyclus te laten wachten ten gunste van een drukke richting. Dit is voor weggebruikers niet logisch waardoor de kans op roodlichtnegatie toeneemt.

Eisen die hierbij gesteld worden zijn:

- Signaalgroepen met een aanvraag moeten iedere cyclus realiseren. Er mag geen overslag plaatsvinden ten gunste van een systeemoptimum.

Signaalgroepprocedure

- De signaalgroepprocedure is vrij, mits de vereiste functionaliteiten correct en veilig ingevuld kunnen worden binnen de gebruikte signaalgroepprocedure.

Blokprocedure

De blokprocedure wordt vrijgelaten maar er worden wel aanvullende eisen gesteld:

- Voetgangers mogen niet realiseren zonder realisatie van de naastgelegen fietsrichtingen. Voetgangers hebben een langere oversteektijd dan fietsers. Wanneer de voetgangers groen krijgen en de naast gelegen fietsers niet is dit niet geloofwaardig. Fietsers zullen op het voetgangerslicht gaan fietsen. Doordat fietsers sneller zijn en vaak niet naar de lantaarns van de tweede deeloversteek kijken kan dit tot onveilige situaties leiden.
- Het gebruiken van de restructuur in de regeling door het toestaan van alternatieve realisaties vergroot de efficiëntie van de regeling. De alternatieve realisaties mogen echter geen capaciteitsverlies geven. Wanneer bijvoorbeeld een parallelle fietsrichting en een rustige rechtsafslaande autorichting tijdens de doorgaande autorichting groen kunnen krijgen moeten deze elkaar kunnen afwisselen. Het mag niet zo zijn dat een van de alternatieve richtingen groen houdt zonder dat er verkeer is terwijl verkeer op de andere alternatieve richting staat te wachten.
- Als er restructuur in de regeling aanwezig is, wordt deze (instelbaar) zoveel mogelijk aan fietsers en voetgangers toegekend. De opdrachtgever heeft immers het stimuleren van het fietsverkeer als een speerpunt in haar beleid.

Prioriteiten

Het aanbrengen van prioriteiten binnen het netwerk is een methode om te sturen in de verkeersafwikkeling. Door bepaalde richtingen meer prioriteit te geven wordt de doorstroming en het comfort op die richtingen bevorderd en wordt de verlietijd verkleind. Prioriteit van een richting gaat echter altijd ten koste van richtingen met een lagere prioriteit. Voor de richtingen met een lagere prioriteit moet een minimaal afwikkelingsniveau zijn waarbij er geen congestie op de betreffende richting ontstaat. Ontstaat er in de praktijk wel congestie dan moet het minimale afwikkelingsniveau bijgesteld kunnen worden. De bijbehorende eis is:

- Het realiseren van prioriteiten mag niet leiden tot congestie op signaalgroepen met een lagere prioriteit.

Detectie

Het gebruik van de aanwezige detectie is in principe vrij. Echter hierbij geldt wel dat de doelen van het huidige gebruik blijven gelden. Deze doelen zijn:

- Veilig moment groen beëindiging;
- Goede benutting afrijcapaciteit;

- Functioneren vrije koppelingen;
- Correct afrijden vrachtverkeer;
- Niet verlengen voor verkeer dat de dilemmazone verlaten heeft (m.a.w. beperkt verlengen op de koplus);
- Als back-up moet het standaard detectieveld beschikbaar zijn.

9.2.3 Opstarten pilotproject

Het belangrijkste onderdeel van deze stap is het vaststellen van de afspraken voor het pilotproject. De afspraken hebben betrekking op de manier van toetsen, monitoren en evalueren, maar ook op de kosten en het beheer. De afspraken worden vastgesteld in het plan van aanpak dat door de opdrachtgever wordt opgesteld.

Toetsen ex-ante

Welke criteria gebruikt worden voor het toetsen van het systeem is sterk afhankelijk van het type systeem. Mogelijke toetsingscriteria zijn:

- Doorstroming;
- Verliestijden;
- Wachtrijlengtes;
- Cyclustijden;
- Wachttijden;
- Reistijden;
- Up-time van het systeem
- Betrouwbaarheid;
- Geloofwaardigheid
- Effectiviteit
- Efficiëntie.

Over het algemeen wordt de werking van een verkeerskundig systeem getoetst met behulp van het regeltechnische programma's COCON en Transyt en door middel van dynamische simulaties.

Ex-ante 1

De opdrachtnemer toont middels verkeerskundige berekeningen (bijv. Cocon of Transyt) of verkeerskundig toetsbare onderbouwing voor de ochtendspits, dalperiode en avondspits (of andere afgesproken scenario's) aan dat de oplossing zorg draagt voor de gewenste resultaten op de betreffende locatie en gezien de optredende verkeersintensiteiten. De criteria voor de toets zijn vastgelegd in de start-up fase van het project.

Ex-ante 2

De opdrachtnemer toont via microsimulatie aan of de beoogde effecten en/of randvoorwaarden behaald worden op traject- en kruispuntniveau voor de ochtendspits, dalperiode en avondspits (of andere afgesproken scenario's).

De opdrachtgever staat open voor nieuwe toetsingsmethodes. Om wel grip te houden op de wijze van toetsing mag een nieuwe methode pas worden toegepast na goedkeuring van de opdrachtgever. Eis is dat de verkeerskundige onderbouwingen toetsbaar zijn. Dit houdt in dat de gemeente de genomen stappen kan narekenen en controleren op juistheid en correctheid. Een blackbox principe waar data ingaat en resultaten uitkomen zonder dat de genomen rekenstappen helder zijn, wordt niet geaccepteerd. Er is immers niet te controleren of de genomen stappen en daarmee de resultaten juist zijn. De daadwerkelijke wijze van toetsen is afhankelijk van het type systeem en daarom bij het opstarten van het pilotproject al bepaald.

Monitoringstools

Belangrijk aspect bij het gehele project zijn de monitoringstools. Naar aanleiding van de opgestelde toetsingscriteria is te bepalen welke data nodig is om het systeem te kunnen toetsen. Er wordt bekeken of met de beschikbare monitorings- en evaluatietools de benodigde data kan worden verzameld. Is dit niet het geval dan zijn aanvullende tools noodzakelijk. De bestaande monitoringstools en evaluatie tools zoals MobiMaestro en de Kwaliteitscentrale worden ingezet om een systeem te monitoren.

Aanvullend kan bijvoorbeeld een dome camera worden geplaatst. Een camera kan een meerwaarde hebben als:

- Er events zijn die zich slechts enkele keren voordoen en zich moeilijk laten voorspellen (beelden zijn terug te kijken);
- Het observeren van de verkeersafwikkeling een meerwaarde heeft voor het monitoren van het systeem
- Bepaalde informatie alleen door observatie verkregen kan worden.

Een pilotproject heeft een beperkte looptijd. Wanneer extra monitoringsinstrumenten worden aangeschaft voor een pilotproject, zijn de kosten vaak niet in verhouding met de baten. De extra monitoringstool, zoals een camera is wel zinvol als deze ook na de pilot een meerwaarde heeft voor de betreffende locatie.

Verkeersveiligheid

De wegbeheerder is te allen tijde verantwoordelijk voor de verkeersveiligheid binnen het netwerk. Het is dan ook de beslissing van de wegbeheerder of een situatie onveilig is of niet. Een systeem moet altijd voorzien zijn van een veilige fall back functie. Deze functie zorgt ervoor dat er zonder tussenkomst van de marktpartij naar een veilige modus geschakeld kan worden. Het systeem moet zich zelf zoveel mogelijk monitoren op verkeersonveilige situaties en zo nodig naar de veilige modus schakelen.

Voordat een systeem weer naar z'n normale modus geschakeld mag worden moet eerst de oorzaak van de onveilige situatie worden bepaald. Indien nodig moet het systeem anders worden ingeregeld of moeten er structurele wijzigingen aan het systeem worden doorgevoerd. De marktpartij moet aan de gemeente Tilburg aantonen dat het systeem zodanig is aangepast dat de onveilige situatie zich niet meer voor kan doen.

9.2.4 Toetsen ex-ante

Doel van de toetsen is inzicht te krijgen in de te verwachte effecten op de verkeersafwikkeling. Er wordt getoetst op meerdere periodes. Het is van belang om naast de drukke periodes ook de rustige periodes te toetsen. Om te komen tot een optimale verkeersafwikkeling in de spitsperiode worden andere eisen aan een systeem gesteld dan voor een optimale verkeersafwikkeling in de rustige periodes. De intensiteiten en vormgeving worden door de gemeente en de opdrachtnemer gezamenlijk opgesteld. Dit wordt gedaan om te voorkomen dat de opdrachtnemer uit gaat van voor hem zo positief mogelijke intensiteiten en vormgeving.

De resultaten van deze ex-ante toetsen legt de marktpartij vast in een rapportage en biedt deze ter goedkeuring aan de gemeente aan. Als de resultaten uit de ex-ante toets positief zijn, wordt de implementatie voorbereid.

9.2.5 Monitoring

De innovatieve systemen worden in eerste instantie ontworpen en afgestemd op een theoretische situatie. Wanneer het systeem in een praktijk situatie gaat werken is het de vraag of de instellingen

optimaal zijn. Door het systeem te monitoren kan worden bepaald of de afstelling optimaal is of dat bijstelling nodig is. Daarnaast kan door het monitoren van het systeem beter inzicht worden gekregen in de effecten en gevoeligheden van parameter wijzigingen. Op basis van de monitoringsgegevens kan worden bepaald of een systeem naar verwachting presteert.

Hoe de monitoring plaatsvindt is afhankelijk van het te testen innovatieve systeem. Uitgangspunt is wel dat de opdrachtgever rechtstreeks toegang heeft tot de monitoringsdata zodat de gemeente eventueel haar eigen beoordeling kan doen. De innovatieve systemen worden daarvoor afgestemd en aangesloten op de bestaande verkeerscentrales van de gemeente Tilburg. Middels deze systemen worden de gegevens verzameld waarmee de prestaties van het systeem kunnen worden beoordeeld. Welke gegevens dit zijn is afhankelijk van het systeem en wordt in de afstemming van het project bepaald. Of de opdrachtnemer zelfstandig bij de data kan of deze door de gemeente krijgt aangeleverd is afhankelijk van de locatie van de data en de mogelijkheden die er zijn om de data van afstand te benaderen.

Aandachtspunten bij de monitoring zijn:

- Is de verkeersveiligheid voldoende?;
- Voldoet de werking aan het verwachtingspatroon?
- Zijn de prestaties van het systeem conform de verwachting?
- Is het gedrag van de weggebruikers conform de verwachtingen?
- Zijn er klachten gekomen van weggebruikers?
- Heeft de plaatsing van het systeem geleid tot onverwachte neveneffecten?
- Is er verbetering mogelijk door aanpassing van de instellingen van het systeem?
- Zijn er voor de toekomst mogelijkheden voor uitbreidingen van de functies of structurele wijzigingen aan het systeem om de werking te verbeteren?
- Is het systeem voldoende stabiel en zijn er geen technische storingen?

9.2.6 Evalueren ex-post

Na afloop van de pilot worden de werking en de prestaties van het innovatieve systeem geëvalueerd. De verantwoordelijkheid voor het inzichtelijk maken van de prestaties ligt bij de opdrachtnemer. Op welke wijze hij dit doet is aan de opdrachtnemer. Wel moet de onderbouwing van z'n resultaten toetsbaar zijn.

Naast een rekenkundige toets moet de opdrachtnemer ook een observatie uitvoeren. Op deze wijze wordt ook de wijze waarop weggebruikers op het systeem reageren en het algemene verkeersbeeld in de evaluatie meegenomen.

Het kan zijn dat er uit de monitoring en evaluatie effecten van het systeem naar voren komen die voorafgaand aan de pilot niet waren voorzien of niet zijn meegenomen in de toetsing. Het is van belang deze effecten inzichtelijk te krijgen en te bepalen hoe deze in de toekomstige toetsingen wel meegenomen kunnen worden. Dit om de te toekomstige toetsingswijze verder te optimaliseren.

Voor de opdrachtnemer is de evaluatie van belang om te weten hoe z'n systeem in een praktijk situatie functioneert. Voor de opdrachtgever is de evaluatie van belang om te bepalen of het systeem een meerwaarde heeft voor de opdrachtgever en het na het aflopen van de pilot gehandhaafd kan worden.

9.2.7 Afronden project en vervolgafspraken

Na de evaluatie beslist de opdrachtgever in overleg met de opdrachtnemer of het systeem gehandhaafd blijft. Aandachtspunten bij deze beslissing zijn:

- Wat zijn de kosten voor handhaven
- Wat zijn de kosten voor het onderhoud
- Draagt het systeem bij aan het realiseren van de doelen van de gemeente
- Hoe zijn de reacties van weggebruikers op het systeem
- Hoe is de toekomstbestendigheid van het systeem
- Kan het systeem op andere locaties binnen de gemeente worden toegepast.

Als besloten wordt om het systeem te handhaven worden verdere afspraken gemaakt over het technisch en functioneel beheer van het systeem. Indien het systeem niet gehandhaafd blijft, verzorgt de opdrachtnemer dat weer de oorspronkelijke situatie weer hersteld wordt.

9.3 Innovatiepartnerschap

In een innovatiepartnerschap kan de gemeente met bedrijven een ontwikkeltraject starten. Bij een innovatiepartnerschap gaat de gemeente een relatief lange samenwerking aan met een marktpartij. Het grote voordeel van de procedure is dat de gemeente zeer gericht innovatie uit de markt kan halen. Voor de marktpartij is er een gegarandeerde afname bij een succesvol ontwikkeltraject wat de investeringsbereidheid kan vergroten.

In een innovatiepartnerschap worden de volgende stappen onderscheiden:

Vraagarticulatie

- Vastleggen eisen aan de te ontwikkelen innovatie voor het probleem;
- Vastleggen eisen aan de partner/marktaanbieder

Mededingingsfase

Het selecteren van gegadigden door middel van inschrijving, onderhandelingsronden, definitieve inschrijving en gunning. Innovatiepartnerschap wordt gegund op basis van de beste prijs-kwaliteitverhouding.

Ontwikkelfase

In de ontwikkelfase wordt de ontwikkeling van het product gerealiseerd. Mogelijke stappen in dit proces zijn

- Verkenning en haalbaarheid
- Ontwikkelen van een prototype
- Testfase
- Pilotprojecten

Commerciële fase

In de commerciële fase vindt de aankoop van het product plaats. Als meerdere partijen een succesvol innovatietraject hebben doorlopen kan er voor worden gekozen een commerciële inschrijving te houden.

9.4 Eisen innovatieve systemen

9.4.1 Eisen communicatie

De gemeente wil een livinglab functie vervullen. Dat betekent dat er verschillende systemen voor kortere of langere periode binnen het weggennet van de gemeente worden getest. Wanneer voor deze systemen een eigen centrale bij de gemeente wordt geplaatst, betekent dit dat er ruimte, middelen en kennis over de bediening bij de gemeente beschikbaar moet zijn. Dit is voor de gemeente niet haalbaar. De systemen worden qua communicatie daarom worden afgestemd op de bestaande systemen zodat deze daarop kunnen worden gemonitord. Dit is niet altijd mogelijk. In overleg met de opdrachtnemer wordt dan gezocht naar de best werkbaar oplossing.

9.4.2 Fallback optie

Innovatieve projecten brengen altijd risico's met zich mee. Om het verkeerskundige en veiligheidsrisico's te beperken is daarom een fallback optie opgenomen die voldoet aan de standaard eisen van de opdrachtgever.

9.4.3 Tijdsinstellingen

De garantietijden en de vastgroentijden worden door de opdrachtgever opgelegd. Deze instellingen hebben een zeer directe link met de verkeersveiligheid van de regeling. Ook in innovatieve systemen mag daar niet van worden afgeweken. De verwachting is dat, voor het bepalen van de duur dat verlengd mag worden (traditioneel volgens maximumgroentijden), nieuwe innovatieve systemen ontwikkeld gaan worden.

9.4.4 Informatie tijd tot groen (TTG) / tijd tot rood (TTR)

Een van de nieuwe functionaliteiten van de iVRI is het berekenen van de tijd tot groen (TTG) en de tijd tot rood (TTR). Op basis van de TTR en/of de TTG en de locatie van het voertuig kan een snelheidsadvies aan de weggebruiker worden gegeven. Hoe het systeem de TTR en TTG berekend is vrij aan de opdrachtnemer. Bij het berekenen van de TTR en TTG moet het systeem een betrouwbaarheid van de berekende tijden bepalen. Is de betrouwbaarheid te laag dan wordt het snelheidsadvies niet uitgestuurd. De opdrachtgever bepaald hoe de betrouwbaarheid bepaald wordt, de gemeente stelt vervolgens de ondergrens. Deze dient instelbaar te zijn.

Een aantal situaties hebben invloed op de signaalgroepafhandeling en daarmee de TTG en TTR. De opdrachtnemer moet inzichtelijk maken op welke manier het systeem rekening houdt met situaties als alternatieve realisaties, prioriteit en filemaatregelen.

Verschillende richtingen op een tak kunnen op verschillende momenten in de cyclus groen krijgen. Hierdoor geldt per richting een verschillende TTR en TTG. Wanneer een voertuig een kruispunt nadert is niet altijd bekend welke richting het voertuig uit gaat en welk snelheidsadvies voor hem van belang is. Er kan een situatie ontstaan waarin een automobilist denkt dat hij bijna groen krijgt en daarom niet afremt, waarna op het laatste moment blijkt dat dit voor een andere richting geldt. Dit kan leiden tot onveilige situaties. Om dit te voorkomen kiest de gemeente ervoor om alleen het snelheidsadvies te tonen voor te prioriteren of de gekoppelde hoofdrichtingen. Hierdoor wordt er op een tak nooit meer dan een snelheidsadvies uitgestuurd.

TTG en TTR mag alleen uitgestuurd worden voor de te prioriteren of te koppelen hoofdrichtingen. Reden hiervoor is dat verschillende snelheidsadviezen op een wegvak dat naar de verschillende signaalgroepen leidt ongewenst zijn. De uitsturing van TTG en TTR informatie is per richting schakelbaar. Indien de uitsturing voor een richting aanstaat, moet aanvullend per richting instelbaar zijn vanaf welke betrouwbaarheid de informatie mag worden uitgestuurd (default vanaf 70%).

9.4.5 Eisen traffic light controller (TLC)

Vanuit het Beter Benutten project zijn standaard besteksteksten opgesteld voor het uitvragen van een iVRI. Deze standaard besteksteksten zijn overgenomen in het PvE. Doordat de ontwikkelingen rond C-ITS nog in volle gang zijn, is de kans reëel dat in de toekomst de teksten op basis van ervaring en naar aanleiding van nieuwe ontwikkelingen aangepast gaan worden.

Wanneer een iVRI wordt uitgevraagd, moet de gemeente aangeven welk ITS programma de iVRI gaat aansturen en op waar de applicatie gaat draaien (lokaal of in de cloud). Dit is bepalend voor de te leveren techniek.

In de tekst wordt verwezen naar de de architectuur zoals vastgelegd in het document "Deliverable F: iTLC Architecture". Dit document is opgesteld in opdracht van het ministerie van infrastructuur en milieu. De omschreven architectuur maakt het mogelijk dat ITS applicaties gebruik kunnen maken van zowel de faciliteiten van verkeersregeltoestellen (TLC) als van wegkant ITS stations (RIS). Het doel van de architectuur is om aan de ITS applicaties de functionaliteit van de TLC- en RIS Faciliteiten beschikbaar te stellen door open interfaces te definiëren.

Omdat de interfaces gebaseerd zijn op standaard netwerk technologie, is het aan ITS Applicaties toegestaan om over verschillende hardware platforms gedistribueerd te worden, zowel lokaal als op afstand.

Bijlage 1: Checklist inventarisatie buitenwerk

Mastnr.	bouwjaar	Deuken	Roestvorming	Sluiting mastluik	Conservering	Maaiveld-beschermer	(knie)opzetstuk / neiginrichting	Klemmen-strook	Hergebruiken
...									

Lantaarnnr.	Achtergrond-schild	Zonnekappen	Kleur achterzijde Int	Sjabloon	Aansluitsnoeren	Hergebruiken
...						

Drukknopnr.	Mechanisme	Behuizing	Hergebruiken
...			
...			

Bijlage 2: Checklist controle tekening

Onderdeel	Eis	Voldaan j/n
Algemeen	naam van de tekening	
	schaal	
	datum	
	straatnamen op de tekening	
	Noordpijl aanwezig	
	Standaard legenda en layers van gemeente gehanteerd	
	Tabel detectie aanwezig	
	Tabel lantaarnbekabeling aanwezig	
	Is rekening gehouden met de bestaande ondergrondse infra	
	Verhardingstype middenberm	
Markering	Maatvoering stopstrepen correct	
	Stopstrepen niet voor uitrit	
	Stopstrepen zo dicht mogelijk naar kruisingsvlak toe.	
	Stopstrepen liggen gelijk.	
Plaatsing kast	Voldoende afstand tot rijbaan obstakelvrije ruimte van de kast tot de rijbaan moet bij voorkeur 4,5 meter zijn.	
	Niet in rijlijn van autorichtingen	
	Niet in de lijn van voertuigen die uit de bocht vliegen	
	Is de kast op een verkeersveilige manier te bereiken	
	Is parkeren bij de kast op een verkeersveilige manier mogelijk	
	VRA zo geplaatst dat er zo min mogelijk onnodige meters kabel en mantelbuizen gelegd hoeven te worden	
	Niet voor de deur van omwonenden	
	Niet in het looppad	
	Zo min mogelijk in het zicht	
	Geen plaatsing tegen gevels	
Bedieningspaneel	Locatie zodanig dat het kruispunt goed te overzien is. Als je voor het bedieningspaneel staat moet je over de kast heen het kruispunt kunnen zien.	
KAR antenne	Is de KAR antenne aangegeven	
Mastmateriaal	Afstand van mast tot de rijbaan (breedte middenbermen voldoende)	
	Kunnen masten verder naar voren geplaatst worden	
	Drukknopmasten aanwezig	
	Afstand tot de stopstreep correct	
	Masten voetgangersoversteken op een lijn	
	Combi's OV en bewegwijzering	
Lantaarns	Nummering	
	Juiste lantaarn configuratie	
	Achtergrondschilden	
	Sjablonen (ook van de onderlichten)	
	Juiste lens diameter	
	Onderlichten toegepast	
	Lantaarns gericht op de betreffende rijbaan	
Detectieveld	Nummering	
	Juiste configuratie	

	Geen putdeksels op locatie van lussen	
	Geen detectoren in brugdek of op duiker.	
	Ligging passief	
	Detectiemoffen in trekput indien onder gesloten verharding	
	Drukknoppen met terugmelding toegepast	
	Uitrichting drukknoppen	
	Opticom aangegeven	
	Detectoren van andere vri's gestippeld aangegeven	
	Detectie in de tussenlaag gestreept aangegeven.	
	Selectieve detectoren gestreept aangegeven	
	File- en wachrijmeetpunten	
	Richtingsgevoelige detectie bij twee richtingen fietspaden	
	Bij combi auto fietsstroken koplus dicht bij de wegkant	
	Eventuele afwijkende detectievormen duidelijk aangegeven	
Overig wegmeubilair	Rateltickers	
	RABR bordjes	
Kabeltracé	Logische ligging	
	Niet langs bomen	
	In mantelbuis onder gesloten verharding	
	Voorzieningen bij bruggen en duikers waar het kabeltracé overheen loopt	
Mantelbuizen	Rondom het kruispunt	
	Ligging ter hoogte van de stopstreep	
	Mantelbuizen rondom dubbel uitgevoerd (als twee aparte ingetekend)	
	Mantelbuizen over duikers en tunnels in geval van beperkte aardlaag.	
Trekputten	Locaties (kabelmoffen, aansluitingen mantelbuizen)	
Verhardingen	Verharding rond de kast	
	Parkeerplaats	

Bijlage 3: Overzicht instellingen OTTO

50 km/uur wegen

OTTO

Bestand Help

Kuaspunt Parameters **Vomgeving** Matix Uitvoer

Richtlijn: CROW 321

	Lengte [m]	Optimaleheid rechttoegesond [m/s]	Afgeleid rechttoegesond [m/s]	Optimaleversnelling [m/s ²]	Afgeleidversnelling [m/s ²]
Personenauto	6	14	12	2.5	2.5
Vaacht 10-20%	12	14	12	2	1.5
Vaacht > 20%	18	14	12	2	1.5
Landbouw > 10%	12	10	7	2.5	2.5
Bus	12	14	12	2	1.5
Tram	26	14	12	2	1.5

	Lengte [m]	Optimaleheid rechttoegesond [m/s]	Afgeleid rechttoegesond [m/s]	Reactietijd [s]
Bromfietas	2	5	4	0
Fiets	2	5	4	0

	Optimaleheid [m/s]	Afgeleid [m/s]	Afgeleid toesamen [m/s]	Reactietijd [s]
Voetganger	2	1.2	1.0	0

Vomgeving defaults

Optijd berekening: ☒ versnelling ☐ constante snelheid

Grootteoptijd [s]: 3

Uitvoer

Afonden naar eenheden van [s]: 1

Ontsnijngstijd naar boven afonden vanaf [s]: 0.3

Grootte van de ontstijngstijd

☐ gelijk aan ontstijngstijd

☒ naar beneden afgerond

☐ ontstijngstijd trapsgewijs verlaagd

Verlaagings bij:

Parameter sets

Beschikbare sets:

- CROW321 50 km/u
- CROW321 70 km/u
- CROW321 80 km/u
- Tiburg_50 km/h**

Weergegeven parameters komen overeen met: **Tiburg_50_kmh**

70 km/uur wegen

OTTO

Bestand Help

Kuaspunt Parameters **Vomgeving** Matix Uitvoer

Richtlijn: CROW 321

	Lengte [m]	Optimaleheid rechttoegesond [m/s]	Afgeleid rechttoegesond [m/s]	Optimaleversnelling [m/s ²]	Afgeleidversnelling [m/s ²]
Personenauto	6	20	15	2.5	2.5
Vaacht 10-20%	12	20	15	2	1.5
Vaacht > 20%	18	20	15	2	1.5
Landbouw > 10%	12	10	7	2.5	2.5
Bus	12	20	15	2	1.5
Tram	26	20	15	2	1.5

	Lengte [m]	Optimaleheid rechttoegesond [m/s]	Afgeleid rechttoegesond [m/s]	Reactietijd [s]
Bromfietas	2	5	4	0
Fiets	2	5	4	0

	Optimaleheid [m/s]	Afgeleid [m/s]	Afgeleid toesamen [m/s]	Reactietijd [s]
Voetganger	2	1.2	1.0	0

Vomgeving defaults

Optijd berekening: ☒ versnelling ☐ constante snelheid

Grootteoptijd [s]: 3

Uitvoer

Afonden naar eenheden van [s]: 1

Ontsnijngstijd naar boven afonden vanaf [s]: 0.3

Grootte van de ontstijngstijd

☐ gelijk aan ontstijngstijd

☒ naar beneden afgerond

☐ ontstijngstijd trapsgewijs verlaagd

Verlaagings bij:

Parameter sets

Beschikbare sets:

- CROW321 50 km/u
- CROW321 70 km/u
- CROW321 80 km/u
- Tiburg_50 km/h
- Tiburg_70 km/h**

Weergegeven parameters komen overeen met: **Tiburg_70_kmh**

80 km/uur wegen

OTTO

Bestand Help

Kuipunt Parameters Vormgeving Matix Uitvoer

Richtlijn: CROW 321

	Lengte [m]	Optimale afstand rechttoegeslagen [m/s]	Afstand rechttoegeslagen [m/s]	Optimale versnelling [m/s²]	Afstand versnelling [m/s²]
Personenauto	6	20	15	2.5	2.5
Vracht 10-20%	12	20	15	2	1.5
Vracht > 20%	18	20	15	2	1.5
Landbouw > 10%	12	10	7	2.5	2.5
Bus	12	20	15	2	1.5
Trein	25	20	15	2	1.5

	Staal [m]	Optimale geometrische afstand [m/s]	Afstand geometrische afstand [m/s]
	10	8	6
	15	10	7
	20	11	8
	25	12	9
	30	13	10
	35	14	11

	Lengte [m]	Optimale afstand [m/s]	Afstand [m/s]	Reachtijd [s]
Brontafel	2	5	4	0
Fiets	2	5	4	0

	Optimale afstand [m/s]	Afstand [m/s]	Afstand [m/s]	Reachtijd [s]
Voetganger	2	1.2	1.0	0

Vormgeving defaults

Ontijd berekening: ☒ versnelling ☐ constante snelheid

Grootteoptijd [s]:

Uitvoer

Afonden naar eenheden van [s]:

Ontuimingstijd naar boven afonden vanaf [s]:

Grootteoptijd versnelling:

☐ gelijk aan ontuimingstijd

☒ naar bereiden afgerond

☐ ontuimingstijd trapsgewijs verlaagd

Verlaag [s]:

Parameter sets

Beschikbare sets:

- CROW321 50 km/u
- CROW321 70 km/u
- CROW321 80 km/u
- Tiburg_50 km/h
- Tiburg_70 km/h

Weergegeven parameters komen overeen met:
Tiburg_70 km/h

Bijlage 4: Checklist OTTO berekening

Versienummer/naam
berekening:
VRInummer:
Kruispuntnaam:
Datum controle:
Controle uitgevoerd
door:

Onderdeel	Controle	Oke	Niet oke	NVT
Gegevens	Naam, VRI nummer en locatie kruispunt			
	datum berekening, organisatie en persoon die de berekening heeft uitgevoerd			
	Versie en datum gebruikte tekening			
Tekening	Juiste tekening gebruikt			
	Tekening minimaal 25 pixels / meter			
	Schaal correct			
Locatie specifieke kenmerken	Hellingen			
	Uitritconstructies, drempels			
	Doelgroepen (ouderen, kinderen)			
	Effectieve snelheid			
	Percentage vrachtverkeer			
	Snelheid voor alle takken gelijk? Zo niet, zijn de afwijkende parameters ingesteld voor richtingen met afwijkende snelheid			
Richtlijn	Richtlijn 321 gehanteerd, zie bijlage 5 voor instellingen Tilburg			
Afronding	Afronden op hele seconden			
	Naar boven afronden vanaf 0,3			
	Garantie ontruimingstijd naar beneden afronden op hele seconden.			
Stopstrepen	Alle aanwezige richtingen hebben een stopstreep			
	Voetgangersrichtingen altijd aan elke kant van de rijbaan een stopsteep			
	Bij een OFOS een aparte fietsstopstreep en een aparte autostopstreep.			
Rijlijnen	Alle stopstrepen hebben een rijlijn.			
	Alle rijrichtingen hebben een rijlijn.			
	Bij afrijden van 2 stroken naar 2 stroken, 2 rijlijnen getekend			
	Bij afrijden van 1 strook naar 2 stroken 1 brede rijlijn getekend			
	Rijlijnen zijn vloeiend en realistisch			
	Bij gecombineerde auto-fietsrichtingen afrijdsnelheid voor de fiets hanteren (5 m/s)			
	Boogstralen krappert dan 15 m of groter dan 20 m extra controleren.			

Conflicten	Onterecht conflicten (naast elkaar gelegen richtingen bijv. 4-5, tegenovergestelde linksaffers 3-9/6-12)			
	Voetgangers altijd een minimale oplooppafstand van 1,0 meter.			
Conflictpunten	Conflictpunt samenvoegend verkeer waarbij oprijdende richting rechtsafslaat. Bij samenvoegende conflicten waarbij de rechtsafslaannde richting oprijdt, wordt het punt voor het afrijdende voertuig halverwege het conflictvlak gelegd.			
	Conflictpunten overig samenvoegend verkeer.			
Ontruimingstijden	Aandachtspunt bij korte ontruimingstijden door hoge afrijksnelheid en lage oprijksnelheid. Afrijdend voertuig dan bij startgroen mogelijk nog niet in het zicht van oprijdend voertuig.			
	Afronding controleren. Bij grensgevallen mogelijk handmatig ophogen.			

Ontruimingstijden
goedgekeurd:

Datum goedkeuring:

Bijlage 5: Criteria werkingstijden

De onderbouwing van deze richtlijn staat in het rapport “Onderzoek werkingstijden verkeersregelininstallaties” van Goudappel Coffeng bv d.d. 23 februari 2015.

Een verkeerslicht mag 's-nachts uitgeschakeld worden als aan de volgende criteria wordt voldaan.

1. Maximaal toegestane snelheid op de hoofd- en zijwegen is ten hoogste 50 km/h (bij een hogere snelheid is het voor kruisend verkeer lastiger om in te schatten wanneer het conflicterende voertuig op het kruispunt aanwezig is en is de kans op letsel bij een ongeval groter bij een hogere snelheid).
2. Het kruispunt is overzichtelijk met:
 - a. Maximaal vier aansluitende takken.
 - b. Maximaal zes rijstroken waaraan voorrang verleend moet worden voor de maatgevende richting, meestal de linksafrichting vanaf de zijweg (indien de middenberm breed genoeg is om op te stellen (minimaal 6 m), mag per deeloversteek het aantal te kruisen rijstroken worden bekeken).
 - c. Maximaal twee rijstroken per signaalgroep.
 - d. In mindere mate speelt bebouwing of begroeiing die het zicht belemmert een rol. Vaak is dit het geval bij zeer kleine kruispunten met gecombineerde rijstroken en/of deelconflicten waar geel-knipperen juist een meerwaarde kan hebben.
3. Voor langzaam verkeer:
 - a. Langzaam verkeer mag maximaal drie rijstroken met dezelfde rijrichting oversteken.
 - b. In totaal mogen niet meer dan vier rijstroken per deeloversteek gepasseerd worden (bij een middenberm van minimaal 2 m is sprake van een deeloversteek).
4. De voorrangssituatie is tijdig duidelijk voor verkeer op de voorrangs- en zijweg:
 - a. Situaties waarbij twee hoofdwegen elkaar kruisen, moeten altijd worden geregeld (hoofdwegen zijn wegen met prioriteit 4 of hoger volgens het DVM-netwerk).
 - b. Bebording en belijning zijn duidelijk.
 - c. Geen afbuigende voorrang.
5. Niet te kort na de overgang van buiten naar binnen bebouwde kom:
 - a. Geen van de kruispuntarmen mag een afrit van een autoweg of autosnelweg betreffen (verkeer vanaf de snelweg moet eerst nog 'wennen' aan de lagere snelheid en aan conflicterend verkeer).
 - b. Het kruispunt mag niet direct na een overgang van buiten naar binnen de bebouwde kom liggen, tenzij de maximale snelheid buiten de bebouwde kom 60 km/h of lager is.
6. Op het kruispunt zijn geen zebrapaden aanwezig die de rijstroken van de voorrangsweg kruisen.

Wanneer gekozen wordt om niet 24 uur te regelen, moet bepaald worden op welke tijden de VRI uit- en inschakelt. Hiervoor wordt gekeken naar locatie specifieke kenmerken. Indien het kruispunt aan een of meerdere van de volgende kenmerken voldoet, wordt geregeld tot 01.00 uur wordt gestart met regelen om 06.00 uur:

- ligging rondom station of centrumgebied;
- aanwezigheid van bussen die prioriteit moeten krijgen;
- minimaal een van de takken van het kruispunt maakt deel uit van het DVM-netwerk van Tilburg (prioriteit 4 of hoger volgens het DVM-netwerk).

Voldoet het kruispunt niet aan een of meerdere van deze kenmerken dan wordt geregeld tot 22:00 uur en wordt gestart met regelen om 7:00 uur.

Voor geregelde oversteekplaatsen (GOP's) gelden andere criteria. Naast de categorieën A, B en C zijn er nog V (werkdagen van 08.00 tot 19.00 uur) en V+ (werk- en weekenddagen van 08.00 tot 19.00 uur). De werkingstijd van de GOP's is sterk afhankelijk van de locatie. In principe wordt categorie V (GOP nabij scholen) of V+ (GOP nabij winkelgebieden) gehanteerd. Voor een aantal GOP's zijn uitzonderingen gemaakt. Zo is de GOP op de paleisring continu in bedrijf vanwege de ligging nabij het uitgaansgebied en staat ook de GOP op de Zevenheuvelenweg continu aan vanwege afspraken met IFF.

Bijlage 6: Criteria vrije koppeling

Bij de keuze om wel of niet een vrije koppeling in de regeling op te nemen, speelt een aantal zaken een rol. Hierna zijn de zes belangrijkste criteria genoemd:

1. Afstand tussen de kruispunten (kruispuntvlak tot stopstreep).
2. Grootte van de verkeersstroom.
3. Aantal rijstroken voedende en volgrichting.
4. Verstoring van het peloton op of tussen de kruispunten.
5. Kruispunt belasting.
6. Beleidsuitgangspunten.

1. Afstand tussen de kruispunten (kruispuntvlak tot stopstreep)

De afstand hangt samen met een eventuele blokkade van het aantal rijstroken, de rijtijd en de spreiding in de rijtijd (hoe groter de afstand hoe meer spreiding in de rijtijd en hoe moeilijker te voorspellen wanneer het peloton aankomt). In grote lijnen kan de volgende indeling gehanteerd worden:

- 0-50 m: Geen vrije koppeling maar hard koppelen.
- 50-300 m: Vrije koppeling kan indien de verkeersstromen groot genoeg zijn en een harde koppeling niet noodzakelijk is om terugslag van de wachtrijen te voorkomen. Bij deze kruispuntafstand is een eventuele harde koppeling ook interessant wanneer de cyclustijden van beide kruispunten dicht bij elkaar liggen of de verkeersstroom tussen beide kruispunten heel groot is. Ook als de harde koppeling niet de gehele dag actief is, kan een vrije koppeling zinvol zijn.
- 300-600/950 m: Bij hele grote afstanden waaiert het peloton te veel uit voor een efficiënte koppeling. De maximale afstand is ongeveer 600 m bij 50 km/h en 950 m bij 80 km/h. De keuze voor een vrije of harde koppeling hangt af van de overige criteriabeleid, de grootte van de verkeersstromen en of de cyclustijden vergelijkbaar zijn.

2. Grootte van de verkeersstroom

De verkeersstroom tussen beide kruispunten moet groot genoeg zijn tijdens het drukste uur.

Wanneer per cyclus minimaal zes voertuigen van de voedende naar de volgrichting rijden, is een vrije koppeling zinvol ($\text{intensiteit (mvt/h)} \times \text{cyclustijd} / 3.600$). Daarnaast dient meer dan 50% van het verkeer over de gekoppelde richting te rijden. Anders dunt het peloton te veel uit en is de koppeling niet efficiënt. Een uitzondering hierbij is

bijvoorbeeld een (rechtsaf)richting die vrij druk, maar minder dan 50% van het verkeer heeft, en zonder veel problemen gelijk met de hoofdrichting een vrije koppeling kan krijgen. Dit is het geval bij VRI056. Het is bij deze VRI wenselijk dat richting 04 kan meeprofiteren van de vrije koppeling op richting 05. De conflicterende fietsoversteken 22 en 82 zijn vrij rustig en hebben vaak geen aanbod.

3. Aantal rijstroken

Wanneer de volgrichting meer rijstroken heeft dan de voedende richting leidt een vrije koppeling tot een inefficiënte benutting van de rijstroken. In de spits is dit niet wenselijk. In een aantal gevallen kan een vrije koppeling op rustige momenten wel zinvol zijn. Bijvoorbeeld tijdens de dalperiode, wanneer beide rijstroken niet volledig benut hoeven te worden. Een voorbeeld hiervan is de vrije koppeling vanaf richting 204 naar richting 108 bij de VRI139 naar VRI138.

Een vrije koppeling naar een richting met minder rijstroken is wel mogelijk. Het peloton zal dan juist compacter worden.

4. Verstoring van het peloton op of tussen de kruispunten

Wanneer het doorgaande verkeer verstoord wordt, is het aankomstenpatroon onvoorspelbaar. De verstoring kan plaatsvinden door langsparkeren, deelconflicten van de

voedende richting en afslaand verkeer dat voorrang moet verlenen. Een goed voorbeeld waarbij de vrije koppeling niet functioneert door te veel verstoring is bij de VRI's 073 en 137.

5. Kruispuntbelasting

Voor een vrije koppeling is het nodig dat er ruimte in de regeling zit om de groentijd van de gekoppelde richting te verlengen. Bij zwaar belaste of overbelaste kruispunten is deze ruimte er niet. Een vrije koppeling is dan (in de spits) niet wenselijk. Wanneer buiten de spits voldoende pelotons gevormd worden (zie punt 2), is een koppeling wel zinvol.

6. Beleidsuitgangspunten

De vrije koppeling dient te passen binnen het beleid van de gemeente Tilburg.

In het beleid van de gemeente Tilburg is per kruispunt de prioriteit van de verschillende verkeersstromen vastgesteld. Een vrije koppeling leidt tot hogere wachttijden voor het overige verkeer en lagere gemiddelde wachttijden voor de gekoppelde richting. Op kruispunten waar fietsverkeer de hoogste prioriteit heeft en een sternetfietsroute de richting met de vrije koppeling kruist, is een vrije koppeling niet wenselijk.

Wanneer uit vorenstaande criteria blijkt dat een vrije koppeling zinvol is, dient een keuze te worden gemaakt voor de manier van pelotonmeting:

7. De afstand tot het volgekruispunt is minimaal 15 seconden (uitgaande van een meettijd van 10 seconden na startgroen). Het peloton kan gemeten worden tijdens groen. Als een peloton afrijdt, wordt een signaal verstuurd.
8. De afstand tot het volgekruispunt is minder dan 15 seconden. In dit geval dient op startgroen een signaal te worden verstuurd. Hiervoor zijn twee mogelijkheden:
 - a. Indien het kruispunt verweglussen heeft, kan geteld worden op de verweglussen tijdens geel en rood, om te bepalen hoe groot de aanwezige wachtrij is.
 - b. Wanneer er geen verweglussen zijn, dient een schatting te worden gemaakt van de pelotongrootte op basis van eerdere cycli. Door de nieuwe telling af te vlakken met informatie van eerdere cycli, kan een redelijk betrouwbare schatting worden gemaakt.

Bijlage 7: Overzicht VRI's en categorie indeling

Type 1	Auto - OV
Type 2	Auto - Fiets
Type 3	Auto - OV/Fiets
Type 4	OV - Auto
Type 5	OV - Fiets
Type 6	Fiets - Auto
Type 7	Voetganger

VRI	Straat 1	Straat 2	categorie
1	Heuvelring	Korte Heuvel	7
2	Ringbaan West	Bredaseweg	1
3	Ringbaan Zuid	Winkler Prinsstraat	2
4	Ringbaan Zuid	Goirleseweg	1
5	Ringbaan Zuid	Broekhovenseweg	1
6	Ringbaan Zuid	Ringbaan Oost	1
7	Spoorlaan	Station	5
8	Spoorlaan	Heuvelring	5
9	Ringbaan Oost	Nieuwe Bosscheweg	1
10	Ringbaan Oost	J.P. Coenstraat	1
11	Ringbaan Oost	Bosscheweg	1
12	Schouwburgring	Zomerstraat	5
13	Schouwburgring	Noordhoekring	5
14	Spoorlaan	Noordhoekring	5
15	Ringbaan West	Kwaadeindstraat	1
16	Ringbaan West	Hart van Brabantlaan	1
17	Ringbaan Zuid	Prof. Van Buchemlaan	1
18	Bredaseweg	Conservatoriumlaan	5
19	Bredaseweg	Academielaan	5
20	Piusplein		5
21	Ringbaan West	Baroniebaan	1
22	Paleisring	GOP Katterug	7
23	Ringbaan Noord	Quirijnstoklaan	1
24	Ringbaan Noord	Oude Lind	1
25	Hart van Brabantlaan	St. Ceciliastraat	4
26	Heikantlaan	FOP Bachpad	5
27	Ringbaan Oost	Enschotsestraat	1
28			
29	Middenbrabantweg	Zevenheuvelenweg	4
30	Ringbaan Zuid	Dr. Hub van Doorneweg	1
31	Gasthuisring	Lange Nieuwstraat	6
32	Wandelboslaan	Statenlaan	5
33	Prof. Cobbenhagenlaan	Conservatoriumlaan	5
34			

35			
36			
37	Boscheweg	Jules Verneweg	4
38	Noordhoekring	Korte Schijfstraat	5
39	Spoorlaan	FOP Tivolistraat	4
40	Ringbaan West	Lage Witsiebaan	1
41	Boscheweg	FOP Oud Lovenstraat	4
42	Ringbaan West	Tongerlose Hoefstraat	1
43	Baroniebaan	Stroomlaan	4
44	Prof. Cobbenhagenlaan	Reitseplein	5
45	Ringbaan Oost	Van Meterenstraat	1
46	Ringbaan West	Burg. Van de Mortelplein	1
47	Ringbaan Zuid	Stappegoorweg	1
48	Ringbaan Oost	Gelrebaan	2
49	Hasseltrotonde		1
50	Heikantlaan	Massenetlaan	5
51			
52	Broekhovenseweg	Voltstraat	5
53	Rueckertbaan	GOP Mercuriusstraat	7
54	Baroniebaan	Gilzerbaan	4
55			5
56	Dongenseweg	Burg. Baron van Voorst tot Voorstweg	4
57	Heikantlaan	Haendellaan	5
58	Heikantlaan	Brucknerlaan	5
59	Ringbaan Oost	Peter Loosjesstraat	2
60	Vlashoflaan	GOP Strausslaan	7
61	Broekhovenseweg	Groenstraat	5
62	Kwaadeindstraat	Waterhoefstraat	5
63	Noordhoekring	Brandweer	0
64	Heikantlaan	Stokhasseltlaan	5
65	Dongenseweg	Swaardvenstraat	4
66	Stokhasseltlaan	Vlashoflaan	6
67	Vlashoflaan	Sweelincklaan	6
68	Burg. Baron van Voorst tot Voorstweg	Jozef Platteweg	4
69	Baden Powelllaan	GOP Wijnruitweg	7
70	Bredaseweg	Diepenstraat	5
71	Ringbaan Oost	St. Josephstraat	1
72	Ringbaan Oost	Lourdesstraat	1
73	Korvelplein		5
74	Veldhovenring	GOP Theresiastraat	7
75	Bredaseweg	Burg. Baron van Voorst tot Voorstweg	4
76	Rueckertbaan	Dr. Deelenlaan	3
77	Burg. Baron van Voorst tot Voorstweg	Reeshofdijk	3
78	Burg. Baron van Voorst tot Voorstweg	Moersedreef	3

79	Burg. Baron van Voorst tot Voorstweg	Huibeveendreef	4
80			
81	Ringbaan Noord	Maasstraat	2
82	Oerlestraat	GOP Tafelbergstraat	7
83	Hoefstraat	GOP Alkemadestraat	7
84			
85	Dongenseweg	Oudenstaart	4
86	Bredaseweg	Warandelaan	4
87	Ringbaan West	Van Limburg Stirumlaan	1
88	-	-	
89	Oerlestraat	GOP Veestraat	7
90	Zevenheuvelenweg	GOP IFF	7
91	Dongenseweg	Kranenberg	4
92	Goirkestraat	GOP Hogendorpstraat	7
93	Hasseltstraat	GOP Bijlandtstraat	7
94	-	-	
95	Wilhelminapark	Smidspad	5
96	Vlashoflaan	Offenbachstraat	5
97	Veldhovenring	GOP Nijverstraat	7
98	Bredaseweg	Zwartvenseweg	4
99	Lage Witsiebaan	GOP Kruidenlaan	7
100	Conservatoriumlaan	Prof. Verbernelaan	5
101	Postelse Hoeflaan	GOP	7
102	Bredaseweg	Reeshofweg	3
103	-	-	
104	Rueckertbaan	Dongenseweg	4
105	Huibeveendreef	GOP Drimmelenstraat	7
106	Bredaseweg	GOP Zilverlindestraat	7
107	Enschotsestraat	GOP Willebrordstraat	7
108	Ringbaan West	Abeelstraat	1
109	Kwaadeindstraat	FOP Timmermanspad	5
110	Spoorlaan	Achter de Heuvel	4
111	Boscheweg	Kerkstraat	4
112	Prof. Van Buchemlaan	GOP Ooievaarstraat	7
113	Burg. Bechtweg	Nederlandweg	3
114			
115	Kempenbaan	Koningshoeven	1
116	Hart van Brabantlaan	Beukenstraat	4
117	Loonsche Heideweg	Stokhasseltlaan	1
118	Ringbaan Zuid	Justicieel Complex	2
119	Burg. Bechtweg	De Baggerweg	3
120	Bredaseweg	Baroniebaan	4
121	Burg. Baron van Voorst tot Voorstweg	Brakman	3
122	-	-	5
123	Burg. Letschertweg	Midden Brabantweg	1

124	Burg. Bechtweg	Loonsche Heideweg	1
125	Burg. Letschertweg	Bredaseweg	4
126	Burg. Letschertweg	Koolhoven	3
127	Burg. Letschertweg	Dalemdreef	3
128	Burg. Letschertweg	Vloelveldweg	1
129	Burg. Letschertweg	Burg. Baron van Voorst tot Voorstweg	3
130	Burg. Letschertweg	Gesworenhoekeweg	4
131	Burg. Letschertweg	Groenvenseweg	1
132	Burg. Letschertweg	Vierbundersweg	1
133	Burg. Letschertweg	Middeldijkdreef	3
134	Burg. Letschertweg	Burg. Ballingsweg	1
135	Burg. Letschertweg	Nerhoven	1
136	Burg. Bechtweg	Rijksweg A65	3
137	Laarstraat	Berdijksestraat	5
138	Rijksweg A58	Blaakweg Noord	1
139	Rijksweg A58	Blaakweg Zuid	1
140	Rijksweg A58	Burg. Letschertweg	1
141	Turnhoutsebaan	Tradepark 58	4
142	-	-	
143	Spoorlaan	Magazijnstraat	5
144	Burg. Letschertweg	Eindsestraat	3
145	Burg. Bechtweg	Zuidkamer	1
146	Burg. Bechtweg	Koningsoord	3
147	Ringbaan Zuid	Wethouder Baggermanlaan	1
148	Boscheweg	Lovense kanaaldijk	4
149	Boscheweg	Hoevense kanaaldijk	4
150	Bredaseweg	Bleukweg	3
151	Bredaseweg	Daniel de Brouwerstraat	3
152	Burg. Brokxlaan	Willem II straat	5
153	Besterdring	GOP Besterdplein	7
154	Burg. Brokxlaan	Station	5
155	Burg. Brokxlaan	NS Plein	5
156	Burg. Brokxlaan	Fraterstraat	5
157	Burg. Brokxlaan	Gasthuisring	5
158	Burg. Brokxlaan	Jan Heinstraat	6
159	Spoorlaan	Willem II Straat	5
160	Hart van Brabantlaan	Hazelaarstraat	4
161	Kempenbaan	A58 Noord	1
162	Kempenbaan	N269 A58 Zuid	1
163	Noordhoekring	Elzenstraat	7
164	Stappegoorweg	Prof. Goossenslaan	
165	Ringbaan West	Korenbloemstraat	
166	Turnhoutsebaan	Rillaertsebaan	

Bijlage 8: Checklist FAT

Versie 4; 20-2-2017

Datum:
Kruispunt:
Afnemer:

Wat mee te nemen?

☐ Documentatie bestaande regeling	☐ Offerte
☐ Ontwerptekening	☐ Siteview (goedgekeurd of voorstel)
☐ Applicatie	☐ TPD (goedgekeurd of voorstel)
☐ Specificatie	☐ IP plan
☐ Debugschermen	

Wat te doen?

<u>Controle</u>	
☐ Instellingen hoofdstuk 1	Parameters
☐ Versiebeheer	Applicatie, RWS-C, CRSV
☐ Interne signaalgroep kleuren	
☐ Conflicttest	Aanwezig, aantal armaturen, alle conflicten
☐ IP plan	
☐ MV-file	ophalen en controle

Testen

☐ Detectie	Werking, naamgeving, rangering, OG,BG
☐ Ledjes	Werking OVU, overige (stap, fb, klokeverbr. etc)
☐ Classificatie	Instellingen, vullen van de velden
☐ Astronomische klok	Offset
☐ koppelsignalen (in en uitgangssignalen)	Werking, rangering
☐ Storing	Lampfout/detectiebewaking
☐ Starprogramma / Fasebewaking	Werking, inschakelen, dump
☐ Parameterwijziging	

Bijzonder voorzieningen

☐ KAR / Vecom	☐ Terugmelding drukknop
☐ Noodstroom	☐ rateltikker
☐ Wachtijd voorspeller	☐ RABR
☐ Wireless module	☐ Knipperlantaarn
☐ Opticom	

Wat niet te vergeten?

- ☐ Afname formulier getekend
- ☐ Verzending kast
- ☐ SAT ingepland

Opmerkingen

--

Bijlage 9: Checklist SAT toezichthouder

Datum:.....

Kruispunt:.....NR:.....

Afnemer Tilburg:.....

Monteur BAM:.....

Monteur Vialis/Peek:.....

Wat mee te nemen?

- ☐ Controlelijst wegmeubilair en verkeersregeltoestel
- ☐ Afnamelijst
- ☐ Koffie!

Buiten -tijdens IB-

Masten en uitleggers

- ☐ Kwaliteit verwerk
- ☐ Richting en hoogte drukknoppen
- ☐ ANWB, OV (werking)
- ☐ Maaiveld bescherming
- ☐ Plaatsing / Lokatie

Verkeerslantaarns

- ☐ Achtergrondschild
- ☐ Onderlicht
- ☐ (pijl)Sjabloon
- ☐ Nummering
- ☐ Geelknipperen
- ☐ Richten armaturen (rijrichting)
- ☐ Rechtsaf bij rood
- ☐ Knipperbak
- ☐ Kabels opbinden
- ☐ Controle werking alle lampen ("rondje lopen")

Detektoren / Detektie

- ☐ Conform tekening
- ☐ Instelling gevoeligheid lussen
- ☐ Werking opticom
- ☐ Werking Vecom
- ☐ Drukknoppen
- ☐ Uitrijden van lussen

Documentatie

- ☐ Logkaart
- ☐ Map aanwezig / gecontroleerd nav afname
- ☐ Tab 7: spec, ontr, star
- ☐ Tekening

Opmerkingen:

.....

Verkeersregeltoestel

- ☐ Afvullen met korrels
- ☐ Beschadigen
- ☐ Kabels (netjes afgemonteerd)
- ☐ Modem / telefoonnummer (inbellen)
- ☐ Dimming, test
- ☐ Bliksembeveiliging
- ☐ Bestrating rondom kast
- ☐ Schoon maken (oa richel)
- ☐ Nummering kast

Overig

- ☐ Bebording
- ☐ Afnamelijst
- ☐ Rateltikkers, ri.....
- ☐ Stopstrepen
- ☐ Markering
- ☐ TF-ontvanger

Hardware

- ☐ LSU: type... versie...
- ☐ Detectietype...
- ☐ CPU-R: type... versie...
- ☐ PIO: type...
- ☐ SCU: type... versie...
- ☐ CPU-B: type... versie...
- ☐ Flashdisk: j/n
- ☐ Handbediening: versie...
- ☐ Vecom/LMCU/Astag

Energie

- ☐ EAN-code: ...
- ☐ meterkWh: ...

Bijlage 10: Checklist SAT verkeerskundige

Datum:.....

Kruispunt:.....NR:.....

Afnemer Tilburg:.....

Monteur BAM:.....

Monteur Peek.....

Wat mee te nemen?

- ☐ Afnamelijst
- ☐ Tekening
- ☐ Koffie!

Buiten -tijdens SAT-

Verkeerslantaarns

- ☐ Geelknipperen
- ☐ Controle werking alle lampen ("rondje lopen")
inclusief pijlen en negenogen

Detektoren / Detektie

- ☐ Uitrijden van lussen
- ☐ Werking opticom (met detector toezichthouder)
- ☐ Werking KAR / Vecom
- ☐ Drukknoppen ("rondje lopen")

Documentatie

- ☐ Logkaart
- ☐ Tekening (zelf meenemen)
- ☐ Harde map aanwezig / gecontroleerd nav afname
- ☐ Zachte map RWSClog uitdraai voor binnen

Communicatie

- ☐ Modem / IP nummer (inbellen)

Overig

- ☐ check restpunten FAT
- ☐ Dimming

Binnen -na SAT-

- ☐ Ophalen MV-file door ITT
- ☐ Configuratie KWC
- ☐ Configuratie Mobimaeastro (lokatiegegevens oa IP, basislog, terugvaldetectie)
- ☐ Opschonen en archiveren (-voorbereidings-kast, U:-schijf, diskette, VRI_overzicht)
- ☐ VRI Eigenschappen bijwerken
- ☐ Ivera licentie
- ☐ KWC licentie

Buiten -eerste schouwing-

zie checklist evaluatie uit rapport "beheren door te evalueren"

Opmerkingen:

.....

Bijlage 11: Kwaliteitsniveaus conform Beleidsnota

Kruispunttype	Vervoerswijze	Kwaliteitsniveau
TYPE 1: Auto – OV	Autoverkeer rijdend en blijvend op de Ring/Hoofdroute	A1
	Autoverkeer rijdend, maar niet blijvend op de Ring/hoofdroute	A2
	Autoverkeer dat Ring/Hoofdroute opgaat of kruist	A3
	OV met prioriteit	B1, B2 of B3 (dynamisch)
	Fiets, Sternetfietsroute	F1
	Fiets, geen Sternetfietsroute	F2
	Voetganger	V2
TYPE 2: Auto – Fiets	Autoverkeer rijdend en blijvend op de Ring/Hoofdroute	A1
	Autoverkeer rijdend, maar niet blijvend op de Ring/hoofdroute	A2
	Autoverkeer dat Ring/Hoofdroute opgaat of kruist	A3
	Fiets, Sternetfietsroute	F1
	Fiets, geen Sternetfietsroute	F2
	Voetganger	V2
TYPE 3: Auto – OV/Fiets	Autoverkeer rijdend en blijvend op de Ring/Hoofdroute	A2
	Autoverkeer rijdend, maar niet blijvend op de Ring/hoofdroute	A3
	Autoverkeer dat Ring/Hoofdroute opgaat of kruist	A3
	OV met prioriteit	B1, B2 of B3 (dynamisch)
	Fiets, Sternetfietsroute	F1
	Fiets, geen Sternetfietsroute	F2
	Voetganger	V2
TYPE 4: OV – Auto	OV met prioriteit	B1, B2 of B3 (dynamisch)
	Autoverkeer rijdend en blijvend op de Ring/Hoofdroute	A2
	Autoverkeer rijdend, maar niet blijvend op de Ring/hoofdroute	A3
	Autoverkeer dat Ring/Hoofdroute opgaat of kruist	A3
	Fiets, Sternetfietsroute	F1
	Fiets, geen Sternetfietsroute	F2
	Voetganger	V2
TYPE 5: OV – Fiets	OV met prioriteit	B1, B2 of B3 (dynamisch)
	Fiets, Sternetfietsroute	F1
	Fiets, geen Sternetfietsroute	F2
	Voetganger	V2
	Autoverkeer rijdend en blijvend op de Ring/Hoofdroute	A3
	Autoverkeer rijdend, maar niet blijvend op de Ring/hoofdroute	A3
	Autoverkeer dat Ring/Hoofdroute opgaat of kruist	A3
TYPE 6: Fiets – Auto	Fiets, Sternetfietsroute	F1
	Fiets, geen Sternetfietsroute	F2
	Voetganger	V2
	Autoverkeer rijdend en blijvend op de Ring/Hoofdroute	A2

	Autoverkeer rijdend, maar niet blijvend op de Ring/hoofdroute	A3
	Autoverkeer dat Ring/Hoofdroute opgaat of kruist	A3
TYPE 7: Voetganger	Voetganger (GOP)	V1
	OV met prioriteit	B1, B2 of B3 (dynamisch)
	Fiets, Sternnetfietsroute	F1
	Fiets, geen Sternnetfietsroute	F2
	Autoverkeer rijdend en blijvend op de Ring/Hoofdroute	A2
	Autoverkeer rijdend, maar niet blijvend op de Ring/hoofdroute	A3
	Autoverkeer dat Ring/Hoofdroute opgaat of kruist	A3
Doseerpunt	Auto (inkomend verkeer)	A4
	Overige richtingen en modaliteiten conform type 1 t/m 7	A4

Vervoerswijze	Kwaliteitsniveau	Gemiddelde verliestijd	Maximale wachttijd tbv solitaire berekening
Auto	A1	0-10 seconden	
	A2	10-30 seconden	
	A3	30-60 seconden	
	A4	> 60 seconden	
Fiets	F1		0-35 seconden
	F2		35-80 seconden
	F3		80 – 110 seconden
Voetganger	V1		0-25 seconden
	V2		25-80 seconden
	V3		80 – 110 seconden
Openbaar Vervoer		10-30 seconden	

Bijlage 13: Wijzigingsformulier bij applicatie wijzigingen

Wijzigingsformulier

Kruispunt:

Nummer:

Korte omschrijving van de aard van de wijziging;

Checklist:

Toelichting op wijzigingen

Gewijzigde applicatie:	Ja	
Gewijzigde PBRT:	Ja	
Gewijzigde bewaking:	Nee	
Gewijzigd scherm	Ja	
Gewijzigde communicatie	Nee	
Gewijzigde hardware	Ja	
Documenten:		
Gewijzigde specificatie	Nee	
Gewijzigde ontruimingstijden	Nee	
Gewijzigd noodprogramma	Nee	
Gewijzigde tekening	Nee	

Programmawijzigingen:

Opgesteld door:

Datum:

Bijlage 14: Standaard map indeling

Locatie: G:\TBRUV\TBRUVCS\SP\VRS\Projecten\VRI project

Opbouw	Toelichting op de inhoud
--------	--------------------------

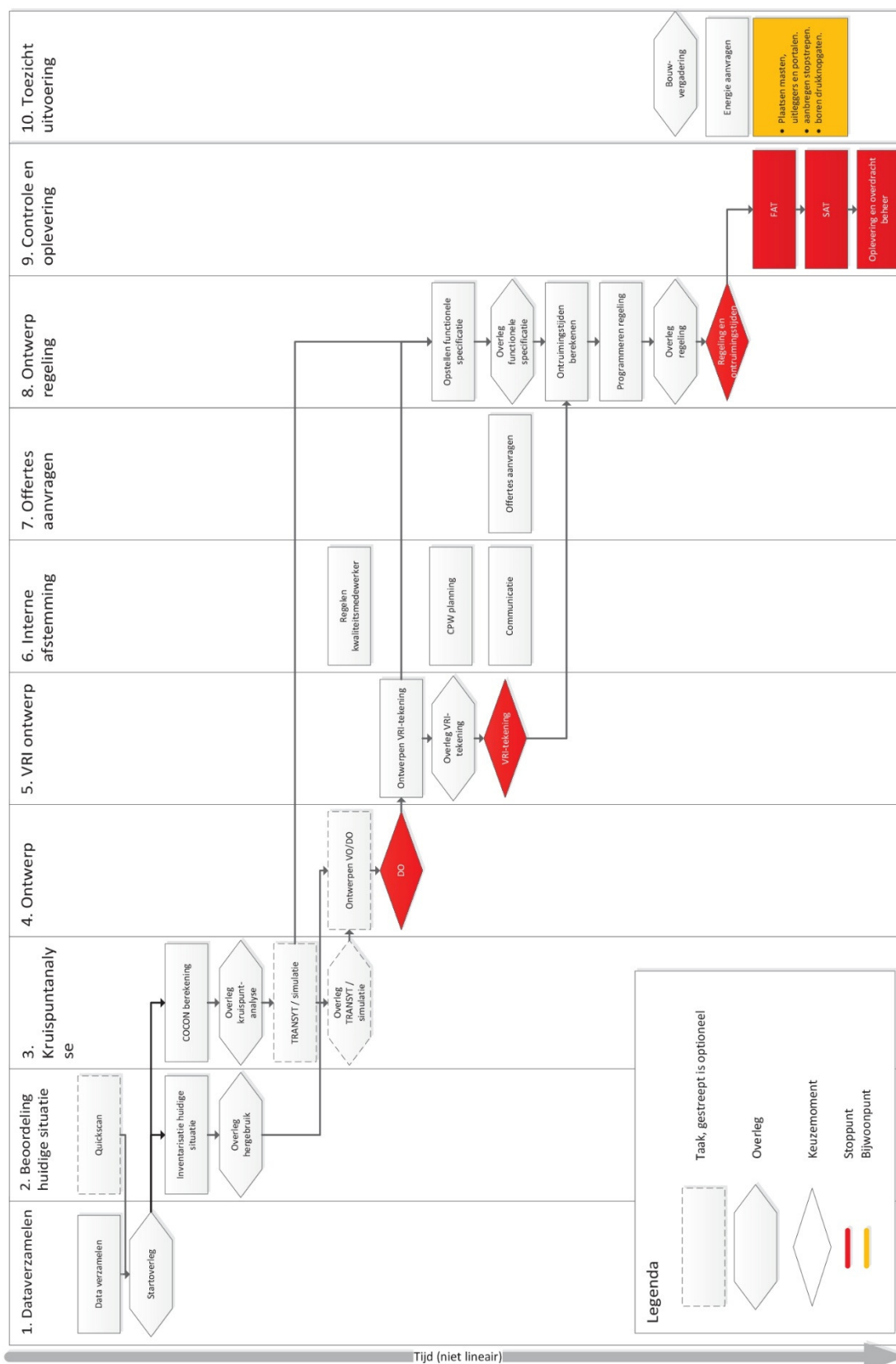
Hoofdmap: Afrekening <i>Submap: Revisie</i>	o.a. Meerwerk, afwijkingen van de leveranciers
Hoofdmap: Besteksvorbereiding <i>Submap: Begroting</i> <i>Submap: Besteksposten</i> <i>Submap: Randvoorwaarden</i>	Ramingen Uitgangspunten
Hoofdmap: Fabrikant	Offertes, opdrachten en afwijkingen van Dynniq / Vialis
Hoofdmap: Foto's	
Hoofdmap: Mail	
Hoofdmap: Ontwerp <i>Submap: Doorrekening</i> <i>Submap: IP Plan</i> <i>Submap: Regeling</i> <i>Submap: Tekeningen</i>	Oa Adviezen Specificatie, Cocon, OTTO, Regeling VO, DO, SO
Hoofdmap: TVKM	
Hoofdmap: Verslagen	Eventueel onderverdeeld naar overlegvormen

Gewenste aanpassingen / ideeën:

.....

Bijlage 15: Stappenplan renovatieproject 2016/2017

Onderstaande figuur is toegelicht op de volgende pagina



Toelichting bovenstaand schema

Actiehouders: GC is Rob de Wit of Erik Vlek via raamcontract met Goudappel Coffeng

Tilburg: specialist OV/VRI van de gemeente Tilburg (stand van zaken 2017)

1. Dataverzameling

- a. Intensiteiten (zie paragraaf 2.3.1 'Intensiteiten') (GC)
- b. Inventariseren behoefte beheer en afdeling ruimte (zie paragraaf 2.1.4.2 'Behoeft beleid en Ruimte') (Tilburg)
- c. Inventariseren (nieuwe) technische behoefte beheer (Tilburg)
- d. Opzoeken tekeningen revisie (beheer en revisie) (GC)
- e. Achterhalen storingsmeldingen en meldingen van weggebruikers (Tilburg)

2. Inventarisatie huidige situatie (zie paragraaf 2.1 'Inventarisatie bestaande situatie')

- a. Beoordelen functionele prestatie of QS uitvoeren (GC)
- b. Schouw a.d.v. checklist, bijvoorbeeld toestand meubilair, lussen en controle revisie tekening (Tilburg/GC)
- c. Controleren type verbinding (telefoonlijn, adsl, ip-adressen) (Tilburg/GC)

3. Kruispuntanalyse (zie paragraaf 3.2 voor meer toelichting)

Berekening maken met als input al onze verkeersregelkundige wensen en regelstrategie. Voldoet de huidige inrichting afgezet tegen de huidige en toekomstige belasting (robuustheid)? Moet er een andere kruispuntconfiguratie worden gekozen (bijvoorbeeld voor de fiets een tweezijdige oversteek maken of een deelconflict weghalen, een combinatiestrook toevoegen/ aanpassen, lengte opstelstroken etc.) (GC met controle van Tilburg).

4. Definitief ontwerp in overleg met de afdeling Ruimte vaststellen

Indien uit de COCON berekening blijkt dat aanpassing van de vormgeving nodig is, bijvoorbeeld langere opstelstroken of een andere rijstrookindeling en aanpassing van de middeneilanden, moet het definitieve ontwerp samen met de afdeling Ruimte worden vastgesteld. (Tilburg)

5. VRI-ontwerp (zie hoofdstuk 3 'Ontwerp installatie en VRI tekening')

Wensen voor aanpassing van de inrichting meegeven, functionaliteiten en eventuele afwijkende detectieconfiguratie meegeven. (GC levert input, tekenaar tekent, GC 1^{ste} controle, Tilburg 2^{de} controle)

6. Interne afstemming

- a. Aanvragen kwaliteitsmedewerker (Tilburg)
Deze persoon dient al bij het eerste overleg met de BAM over de uitvoering betrokken te worden.
- b. CPW-planning: Contact omtrent uitvoeringsplanning (Tilburg)
- c. Eerste inventarisatie voor het overleg met de BAM. Uiteindelijk stemt BAM het definitieve moment van uitvoering af met CPW. (Tilburg)
- d. Contact afdeling communicatie (contactpersoon: Olga Rijniers) informeren en samen een pva opstellen (Tilburg)

7. Offertes aanvragen (let hierbij op de werkwijze in de lopende raamovereenkomsten!)

- a. Dynniq (standaard uitvraag, zie bijlage 14) (Tilburg) 12 weken looptijd
- b. Plaatsing elektronisch slot (Tilburg)
- c. BAM: Concreet betekent dit aan de hand van een tekening een gesprek met BAM en toezichthouder. Vervolgens volgt het verkeersmaatregelenplan en dagplanning t.b.v. communicatietraject (Tilburg).

8. Ontwerp regeling (zie hoofdstuk 4 'Regelprogramma')

- a. Specificatie voor de verkeersregeling opstellen (GC met controle van Tilburg)
- b. Ontruimingstijden berekening OTTO (GC met controle van Tilburg)
- c. Applicatie (GC met controle van Tilburg)

9. Controle en oplevering

- a. FAT (zie paragraaf 6.1.2) (GC evt. samen met Tilburg)
- b. SAT (zie paragraaf 6.3) (GC evt. samen met Tilburg)
- c. Terugkoppeling naar beheerder als project gereed is (zie paragraaf 6.8) (Tilburg)

10. Toezicht uitvoering (zie hoofdstuk 6 'Uitvoering') (Tilburg)

Dit bestaat uit het bijwonen van de bouwvergaderingen en eventuele bijwoonpunten. Tevens wordt gecontroleerd of restpunten zijn opgelost en de documentatie volledig is aangeleverd.

Aandachtspunten tijdens de uitvoering zijn:

- Communicatie aansluiting
- Energie aanvraag (zie paragraaf 7.2.6.1 voor meer toelichting)

Bijlage 16: Offerte uitvraag Dynniq

OFFERTE UITVRAAG

Datum: 21-01-2014; Versie 1

Algemeen	
Kruispunt	
Kruispuntnr.	
Projectleider	
Planning	
	Gewenste FAT
	Gewenste SAT
Tekening	

Automaat eigenschappen			
Onderdeel	Toelichting		
TFT scherm	JA	NEE	Grote of kleine kast
Voertuigclassificatie	JA	NEE	
RLC voorz.	JA	NEE	
Noodstroomvoorz.	JA	NEE	
IVERA licentie	JA	NEE	
2de kruispuntplaatje	JA	NEE	Reden aangeve: Noord - Zuid; te veel info; communicatie naastgelegen. Aangeven in toelichting.
Transporteren VRA	JA	NEE	Door Fabrikant of installateur
Onderhoudscontract	JA	NEE	
Kast; staat deze vrij	JA	NEE	ivm EC-2.5 (deuren achterzijde)
Kast kleur		Grijs	Zwart (RAL 9017) / Grijs (RAL 7032)
Kast anti sticker coating	JA	NEE	inclusief onderhoudscontract op de speciale coating JA / NEE aangeven in de toelichting
Communicatie			
Communicatie DSL		DDW	Aansluitpunt, wordt ontsloten via XP 100 (Vialis)
Koppeling	PTP		

Opmerkingen / Aandachtspunten

