

Goed geregeld!

Uitwerking verkeersregelambitie
gemeente 's-Hertogenbosch

Deel 2: Nota Verkeerslichten

Versie	Datum	Omschrijving
1.1	8 mei 2014	definitief
2.0	22 augustus 2014	Actualisatie, Ergr (zonder Financieel kader)
3.0	13 april 2021	Actualisatie ivm nieuw automaten bestek

Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Doel en context.....	6
1.3	Beleidsuitgangspunten	6
1.4	Opbouw van de nota: plaatsingsstrategie, ontwerpstrategie en beheerstrategie	7
1.5	Status van de nota: naslagwerk	7
2.	Plaatsingsstrategie	8
2.1	Criteria voor het plaatsen van verkeerslichten	8
2.1.1	Intensiteitscriterium	8
2.1.2	Wachttijd criterium	9
2.1.3	Veiligheids criterium.....	10
2.1.4	Overige situaties	10
2.2	Verwijderen van verkeerslichten.....	11
2.3	Afweging kruispuntvorm	11
3.	Ontwerpstrategie	13
3.1	Juridisch kader.....	14
3.1.1	Besluit administratieve bepalingen inzake het wegverkeer (BABW).....	14
3.1.2	Reglement verkeersregels en verkeerstekens (RVV)	14
3.1.3	Regeling verkeerslichten	14
3.1.4	Ontruimingstijden (CROW-publicatie 321)	15
3.1.5	Handboek verkeerslichtenregelingen (CROW-publicatie 343).....	15
3.1.6	Overige normen	15
3.1.7	Hiërarchie documenten.....	15
3.2	Doorstroming	15
3.2.1	Werkingstijden	16
3.2.2	Wachtstand	16
3.2.3	Koppelingen / VRI's in elkaars invloedsgebied	16
3.2.4	(Hoogwaardig) Openbaar Vervoer en hulpdiensten	17
3.2.5	Logische structuur	17
3.2.6	Maximum groentijden	17

3.2.7	Dubbele realisatie fiets	17
3.2.8	Meeverlengen / meerealisaties.....	18
3.2.9	Alternatieve realisaties.....	18
3.2.10	File-ingrepen	18
3.2.11	Detectievelden	18
3.2.12	Scenario's	19
3.2.13	Detectievervanging	19
3.2.14	Doseren	19
3.3	Comfort	19
3.3.1	Detectiemogelijkheden voetgangers	19
3.3.2	Splitsen oversteek in twee signaalgroepen	20
3.3.3	'Delftse' lantaarns	20
3.3.4	Regensensor	20
3.3.5	Alle fietsers tegelijkertijd groen	21
3.4	Vormgeving.....	21
3.4.1	Rechtsaf buiten VRI om voor fietsers	21
3.4.2	Rechtsaf vrij bij rood voor fietsers	21
3.4.3	Zichtbaarheid lantaarns	22
3.5	Beheer	22
3.5.1	Opbouw en naamgeving applicatie	22
3.5.2	Documentatie.....	22
3.5.3	Snelheden / lengte logging	23
3.5.4	Logging	23
3.5.5	Camera's	23
3.5.6	Energieverbruik.....	23
3.5.7	Verbindingen.....	23
3.6	Veiligheid	24
3.6.1	Geeltijden	24
3.6.2	Groentijden	24
3.6.3	Deelconflicten	24
3.6.4	Waarschuwinglichten	24
3.6.5	Veiligheidsgroen	25

3.6.6	Voorwaarschuwingslichten	25
3.7	Geloofwaardigheid	25
3.7.1	Beperken onnodig wachten	25
3.8	Informeren	25
3.8.1	Wachttijdvoorspellers.....	25
3.8.2	Aftellers	26
3.8.3	Terugsignalering	26
3.8.4	Akoestische signaalgevers	26
3.8.5	Uitgangssignalen	26
3.9	Ontwerpproces	27
3.9.1	Benodigde gegevens en kennis	27
3.9.2	Ontwerptools.....	27
3.9.3	Kruispuntanalyse	28
3.10	Oplevering verkeersregelininstallaties.....	28
4.	Beheerstrategie	30
4.1	Technisch en verkeerskundig beheer.....	30
4.2	Kaders.....	30
4.2.1	Juridisch kader en richtlijnen	31
4.2.2	CROW richtlijnen	31
4.2.3	Gemeentelijke kaders	32
4.2.4	Overige kaders	33
4.3	Huidig areaal gemeente 's-Hertogenbosch	33
4.4	Operationeel beheer	36
4.4.1	Werkingsstijden	36
4.4.2	Anticiperende voorzieningen	36
4.5	Technisch en verkeerskundig beheer.....	37
4.5.1	Proces.....	37
4.5.2	Technisch beheer	38
4.5.3	Verkeerskundig beheer.....	43
4.6	Organisatie 's-Hertogenbosch	47
5.	Begrippenlijst	50
	Bijlage 1: Intensiteitscriterium volgens methode Slop	51

Bijlage 2: Wachtijd criterium volgens methode Harders	54
Bijlage 3: Verkeersveiligheidscriterium	55

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De eerste verkeerslichtenregelingen zijn in de gemeente 's-Hertogenbosch in de jaren 60 geplaatst en de omvang is – samen met de uitbreiding van de stad – in de jaren 70/80 gestegen naar ca. 60. In 1986 is in de eerste nota 'deregulering verkeerslichten' beschreven met welke maatregelen de doorstroming van het verkeer kon worden bevorderd in de stad met behoud van de verkeersveiligheid. Ook is toen besloten een vijftal verkeersregelininstallaties op te ruimen. Tevens heeft de komst van rotondes in de stad geleid tot een afname van het aantal verkeerslichtenregelingen. De groei van de stad, de overdracht van verkeerslichtenregelingen van Rijk naar gemeente en de aanleg van nieuwe infrastructuur heeft gezorgd voor een uitbreiding van het areaal tussen 1995 en 2013 naar nu 60 verkeersregelininstallaties.

Als uitwerking van de Regelstrategie is in deze nota Verkeerslichten het beleid ten aanzien van het plaatsen, ontwerpen en beheren van verkeersregelininstallaties vastgelegd. In de plaatsingsstrategie is aangegeven op grond van welke criteria de gemeente een verkeersregelininstallatie plaatst, handhaaft of verwijdt. De randvoorwaarden en uitgangspunten ten aanzien van het ontwerp zijn uiteengezet in de ontwerpstrategie. De beheerstrategie verwoordt hoe het technisch en verkeerskundig beheer is vorm gegeven en met welke visie de gemeente dit wil aanpassen.

1.2 Doel en context

De voorliggende deelnota is enerzijds een doorvertaling van verkeer- en vervoerbeleid uit de Koersnota Hoofdinfrastructuur 's-Hertogenbosch en anderzijds een doorvertaling van de multimodale regelstrategie met bijbehorende kwaliteitseisen. Deze nota geeft vorm aan het verkeerslichtenbeleid voor de komende jaren.

De deelnota Verkeerslichten maakt onderdeel uit van de nota Goed geregeld! die bestaat uit de volgende deelnota's:

Deel 0: Bestuurlijke samenvatting

Deel 1: Nota Regelstrategie. Dit deel bevat de onderlinge prioritering tussen de verschillende stedelijke netwerken (OV, fiets, auto = multimodale regelstrategie) met bijbehorende kwaliteitseisen.

Deel 2: Nota Verkeerslichten. Dit deel gaat in op de plaatsings-, ontwerp- en beheerstrategie van verkeerslichten als uitwerking van de regelstrategie.

Deel 3: Monitoringsplan. Dit deel bevat de wijze en frequentie van monitoring van de kwaliteit van de verkeersafwikkeling op straat en de evaluatie en aanscherping van de kwaliteitseisen.

Deel 4: Uitvoeringsprogramma. In dit deel staat de uitvoeringsstrategie, een uitvoeringsprogramma en een begroting.

1.3 Beleidsuitgangspunten

Deze nota gaat uit van het vastgesteld beleid van de gemeente 's-Hertogenbosch zoals vastgelegd in de volgende documenten: (actualisatie 2021)

- Bereikbaarheidsprogramma Actualisatie Koersnota 2017;
- Actualisatie Bereikbaarheidsstrategie 2019;
- Actieplan Duurzame Mobiliteit 2020.

1.4 Opbouw van de nota: plaatsingsstrategie, ontwerpstrategie en beheerstrategie

Deze nota bestaat uit de volgende hoofdstukken:

- H2: De *Plaatsingsstrategie* geeft aan op grond van welke objectieve criteria de gemeente 's-Hertogenbosch een verkeersregelininstallatie plaatst, handhaaft of verwijdt.
- H3: De *Ontwerpstrategie* gaat in op de randvoorwaarden en uitgangspunten die de gemeente 's-Hertogenbosch hanteert bij het ontwerpen van verkeerslichtenregelingen .
- H4: In de *Beheerstrategie* is vastgelegd hoe de gemeente vorm geeft aan het technisch en verkeerskundig beheer van de verkeersregelininstallaties, inclusief een visie hoe dit beter kan.

1.5 Status van de nota: naslagwerk

Bij allerlei zaken op het gebied van verkeerslichtenbeleid zoals het plaatsen, handhaven of heroverwegen van verkeerslichten, het ontwerpen van nieuwe verkeerslichtenregelingen en het uitvoeren van technisch en verkeerskundig beheer en onderhoud, moet de nota Verkeerslichten als naslagwerk geraadpleegd worden. Om steeds de nieuwste ontwikkelingen omtrent beleid, ontwerp en beheer mee te nemen in deze nota dient de gemeente 's-Hertogenbosch deze nota Verkeerslichten up-to-date houden.

2. Plaatsingsstrategie

Verkeersregelininstallaties worden soms gezien als een wondermiddel voor het oplossen van diverse problemen op plaatsen waar verkeersstromen elkaar kruisen. Bijvoorbeeld in de omgeving van scholen, waar men het verkeerslicht vaak ziet als de oplossing voor de oversteekproblemen van de leerlingen die zich voordoen bij de start en aan het einde van de schooldag.

Het plaatsen van een verkeersregelininstallatie heeft echter niet alleen voordelen. Ze worden ook als hinderlijk ervaren omdat men moet wachten voor roodlicht. Bovendien brengt het plaatsen van een verkeersregelininstallatie hoge kosten met zich mee, zowel in aanschaf als in jaarlijks terugkerende onderhouds- en energiekosten. De beslissing om een verkeersregelininstallatie te realiseren moet dan ook zorgvuldig worden genomen. In dit hoofdstuk, de plaatsingsstrategie, is aangegeven op grond van welke objectieve criteria de gemeente 's-Hertogenbosch een verkeersregelininstallatie plaatst, handhaaft of verwijdt.

2.1 Criteria voor het plaatsen van verkeerslichten

In het verleden zijn een aantal criteria ontwikkeld die gebruikt worden om de afweging om wel of geen verkeersregelininstallaties te plaatsen te onderbouwen. Voor zowel het gemotoriseerde verkeer als het langzame verkeer zijn aparte objectieve criteria ontwikkeld. Ook de verkeersveiligheid en uitzonderlijke situaties zijn ondergebracht in de criteria. De meeste van deze criteria worden al geruime tijd in Nederland toegepast:

- het intensiteitscriterium;
- het wachttijdcriterium;
- het veiligheidscriterium.

Naast deze criteria zijn er uiteraard altijd bijzondere omstandigheden aan te wijzen die ertoe kunnen leiden dat een verkeersregelininstallatie wordt geplaatst. Het hanteren van objectieve criteria zal er daarom nooit toe leiden dat alle discussie over het al dan niet plaatsen van een verkeersregeling voorkomen wordt.

2.1.1 Intensiteitscriterium

Op basis van een aantal gegevens (intensiteit van het autoverkeer, het aantal rijstroken, de maximumsnelheid, de vormgeving van een kruispunt) berekent dit criterium of een verkeersregelininstallatie gewenst of ongewenst is. Als uitkomst van deze berekening is ook een zogenaamd grijs gebied mogelijk, waarbij het niet geheel duidelijk is of het plaatsen van een verkeersregelininstallatie echt noodzakelijk is. In dat geval moet er een aanvullend onderzoek plaatsvinden waarbij onder andere wordt gekeken:

- a) welke functie het kruispunt binnen het wegennet vervult (strategische kruispunten);
- b) of de hoeveelheid verkeer met het oog op de groeiende verkeersintensiteiten naar verwachting binnen drie jaar boven de maximumnorm uitkomt;
- c) of één van de overige plaatsingscriteria leidt tot plaatsing van een verkeersregelininstallatie.

Bijlage 1 gaat nader in op de meest gangbare rekenmethode voor het intensiteitscriterium: de methode Slop¹.

¹ De methode Slop berekent of een bepaalde situatie nog ongeregeld kan functioneren. Deze methode gaat uit van het 8e drukste uur. Als er eenmaal wordt gesteld dat een maatregel noodzakelijk is, dan is een verkeersregelininstallatie vaak een goede oplossing, omdat deze dan voor meerdere uren op de dag noodzakelijk is. Het blijft echter mogelijk dat er ook een andere oplossing kan zijn (bijv. een rotonde).

Ad. a) strategische kruispunten

Binnen de gemeente 's-Hertogenbosch zijn alle kruispunten in het netwerk op de doorstroommassen OV en auto gekenmerkt als strategische kruispunten. Op de doorstroommassen OV en auto wordt het verkeer van en naar het station (OV) en de economische kerngebieden (auto) gebundeld.

Uitgangspunt daarbij is dat dit met een hoge kwaliteit gebeurt, waarbij een vlotte doorstroming centraal staat. Om de doorstroming te kunnen reguleren heeft het de voorkeur dat deze kruispunten geregeld zijn.

Daarnaast zijn alle kruispunten in de gemeente 's-Hertogenbosch, waar de netwerken voor fiets, OV en auto onderling conflicteren (zie bijlage 4, kaart met kruisende netwerken), gekenmerkt als strategische kruispunten waar specifieke aandacht voor de verkeersafwikkeling nodig is. Voor deze kruispunten geldt niet dat ze per definitie geregeld moeten zijn. Maar wanneer de uitkomst van het intensiteitscriterium een grijs gebied aangeeft, kan het feit dat zij als 'strategische kruispunt' zijn aangemerkt, de doorslag geven het kruispunt met verkeerslichten te regelen. Daarnaast kan de locatie van een kruispunt in het netwerk tevens een reden zijn om het kruispunt met verkeerslichten te regelen.

2.1.2 Wachtijd criterium

De wachttijd die weggebruikers ondervinden om een weg over te steken kan aanleiding zijn om een verkeersregelinstallatie te plaatsen. Dit geldt niet alleen voor langzaam verkeer, maar ook voor gemotoriseerd verkeer. Bijvoorbeeld in situaties waar een zeer rustige zijweg een erg drukke doorgaande route kruist. Er wordt in wezen geen onderscheid gemaakt tussen gemotoriseerd verkeer, fietsers of voetgangers. De wachttijd zoals bedoeld in deze paragraaf betreft een andere vorm van wachttijd dan zoals benoemd in de kwaliteitseisen in de Regelstrategie.

Of de oversteekbaarheid goed is wordt afgemeten aan de tijd die gewacht moet worden. Dit kan zowel bij een kruispunt als bij een oversteekplaats zijn. Een redelijke gemiddelde wachttijd op een ongeregelde oversteekplaats blijkt uit onderzoek tussen de 2 en 8 seconden te duren. Wanneer deze wachttijd langer duurt, dan is de kwaliteit matig of zelfs slecht (zie Tabel 1).

Gemiddelde wachttijd	Beoordeling kwaliteit
0-5 seconden	Goed
5-10 seconden	Redelijk
10-15 seconden	Matig
15-30 seconden	Slecht
> 30 seconden	zeer slecht

Tabel 1 Beoordeling kwaliteit voor overstekende voetgangers bij ongeregelde oversteekplaats (bron: ASVV 2012, CROW)

Bij een slechte oversteekbaarheid gaat men bij het oversteken al gauw meer risico nemen en wordt een kleiner hiaat geaccepteerd dan veilig is. De kwaliteitswaarden 'slecht' en 'zeer slecht' worden in Nederland binnen het zogenaamde wachttijd criterium gehanteerd, waarmee voor verkeer vanuit een ondergeschikte zijrichting wordt bepaald of hulp bij oversteken in de vorm van een verkeersregelinstallatie nodig is.

In bijlage 2 is de meest gangbare rekenmethode voor het wachttijd criterium beschreven: de methode Harders. Harders wordt voor het spitsuur uitgevoerd. Indien hieruit naar voren komt dat een maatregel noodzakelijk is, kan het zijn dat dit alleen voor dat uur geldt. Bij de overweging voor het al dan niet plaatsen van een verkeersregelinstallatie moet hiermee rekening worden gehouden. Het

programma Omni-X van Goudappel-Coffeng is een handig hulpmiddel om deze rekenmethode toe te passen en berekeningen mee te maken.

2.1.3 Veiligheidscriterium

Naast de verkeersafwikkeling, kan ook de verkeersveiligheid aanleiding zijn voor het plaatsen van verkeerslichten. Bijvoorbeeld wanneer veel ongevallen plaatsvinden vanwege het niet verlenen van voorrang. Dit zijn vaak de ernstige ongevallen. Een verkeersregelininstallatie kan er echter wel voor zorgen dat het aantal kop-staart ongevallen toeneemt, maar deze zijn veelal minder ernstig van aard.

Geen enkele verkeersregelininstallatie garandeert een veilige oversteek of een veilig kruispunt. Men moet altijd alert zijn voor eventueel kruisend verkeer dat het rode licht negeert, of rekening te houden met situaties waarin de verkeersregeling (om wat voor reden dan ook) niet functioneert.

Verkeersregelingen vormen dan ook niet altijd de beste oplossing als het gaat om het verbeteren van de verkeersveiligheid. Andere, veelal kleinschaligere, maatregelen vormen vaak een betere oplossing. Bijvoorbeeld:

- het verduidelijken of wijzigen van de voorrangssituatie;
- het aanbrengen van nieuwe of verbeteren van de bestaande openbare verlichting;
- het verbeteren van het uitzicht op het kruispunt;
- maatregelen ter verlaging van de snelheid;
- het beperken van het aantal conflicterende richtingen, bijvoorbeeld het verbieden van bepaalde (linksafslaan) bewegingen;
- het aanpassen van de vormgeving van het kruispunt, zoals het aanbrengen van een middensteunpunt.

Het verkeersveiligheidscriterium let niet alleen op het soort en aantal ongevallen dat op een kruispunt heeft plaatsgevonden, maar vraagt ook om een redelijk hoge score op het intensiteitscriterium en het wachttijdscriterium. De werking en het gebruik van het verkeersveiligheidscriterium staat beschreven in bijlage 3.

2.1.4 Overige situaties

Het plaatsen van een verkeersregelininstallatie hoeft niet altijd onderbouwd te worden door één van de criteria. Er zijn altijd uitzonderlijke situaties die ertoe leiden dat de plaatsing van een verkeersregelininstallatie gewenst is, zoals:

- sturingsnoodzaak vanuit verkeersmanagement om in te kunnen grijpen in de verkeersafwikkeling op een bepaald kruispunt;
- de afwikkeling van incidentele, spoedeisende verkeersdeelnemers, zoals ambulances of brandweerwagens;
- het handhaven of creëren van een ordelijke afwikkeling van het verkeer op een kruispunt bij een brug of spoorwegovergang;
- de verkeersafwikkeling op een bepaalde route, waarbij de handhaving van de groene golf soms gebaat is bij een extra verkeersregeling. Of waarbij kleinere kruispunten een verkeersregeling nodig hebben om niet door wachtrijen voor nabij gelegen kruispunten geblokkeerd te raken.

2.2 Verwijderen van verkeerslichten

Verkeerssituaties veranderen na verloop van tijd. Verkeersaantrekkende functies verdwijnen of de wegenstructuur in de nabijheid wijzigt. Hierdoor kan het gebeuren dat verkeersregelingen niet langer gewenst zijn. In dat geval kan worden overwogen de regelinstallatie te verwijderen. Dit moet weloverwogen gebeuren, omdat al bij een kleine stijging van de verkeersbelasting het kruispunt opnieuw aan de gestelde eisen kan voldoen. Voorkomen moet worden dat situaties ontstaan waarin de verkeersregeling afwisselend wel en niet nodig is.

De in paragraaf 2.1 genoemde criteria voor plaatsing worden ook gehanteerd om te overwegen een verkeersregelinstallatie te verwijderen. De regelinstallatie komt in aanmerking voor verwijdering als:

- Het geen strategisch kruispunt betreft waar een sturingsnoodzaak vanuit verkeersmanagement aanwezig is;
- Niet meer aan het intensiteitscriterium ($\alpha < 1,00$) en het wachttijd criterium wordt voldaan, waarbij de normen voor het verwijderen lager liggen dan de normen voor het plaatsen (zie bijlage 1 en 2);
- De gewijzigde verkeerssituatie die aanleiding geeft tot verwijdering van structurele aard is (2-3 jaar);
- Er na verwijdering van de verkeersregelinstallatie een voldoende verkeersveilige situatie overblijft. In principe zal de vormgeving, na verwijdering van de verkeersregelinstallatie, moeten worden aangepast.

De vraag of een verkeersregeling nog steeds noodzakelijk is, wordt meestal gesteld op het moment dat de betreffende verkeersregelinstallatie aan vervanging toe is. Maar ook tussentijds sterk gewijzigde omstandigheden of meldingen van bewoners of weggebruikers kunnen tot een dergelijke heroverweging aanleiding geven.

Uit ervaringen in Tilburg en Utrecht is bekend dat het lastig kan zijn verkeersregelinstallaties daadwerkelijk te verwijderen. Politieke bezwaren of klachten van omwonenden kunnen aanleiding zijn om installaties niet te verwijderen.

Het daadwerkelijk verwijderen van verkeersregelinstallaties vindt stapsgewijs plaats. Eerst schakelt de regeling gedurende een periode van een of meerdere maand(en) over op geel knipperen. Vervolgens worden de lichten gedoofd (gedurende maand(en)). Na een korte evaluatie van deze periode kan de installatie tenslotte worden verwijderd en de vormgeving van het kruispunt worden aangepast.

2.3 Afweging kruispuntvorm

Kruispunten en rotondes kennen tegenwoordig een veelheid aan uitvoeringsvormen. Een rotonde gaat gepaard met belangrijke veiligheidsvoordelen² als een zo beperkt mogelijk aantal conflictpunten en een lage snelheid van het verkeer op die betreffende conflictpunten. Maar ook een kruispunt (al dan niet voorzien van een verkeersregeling) blijft, mits geloofwaardig en goed op de actuele situatie afgestemd, een Duurzaam Veilige maatregel.

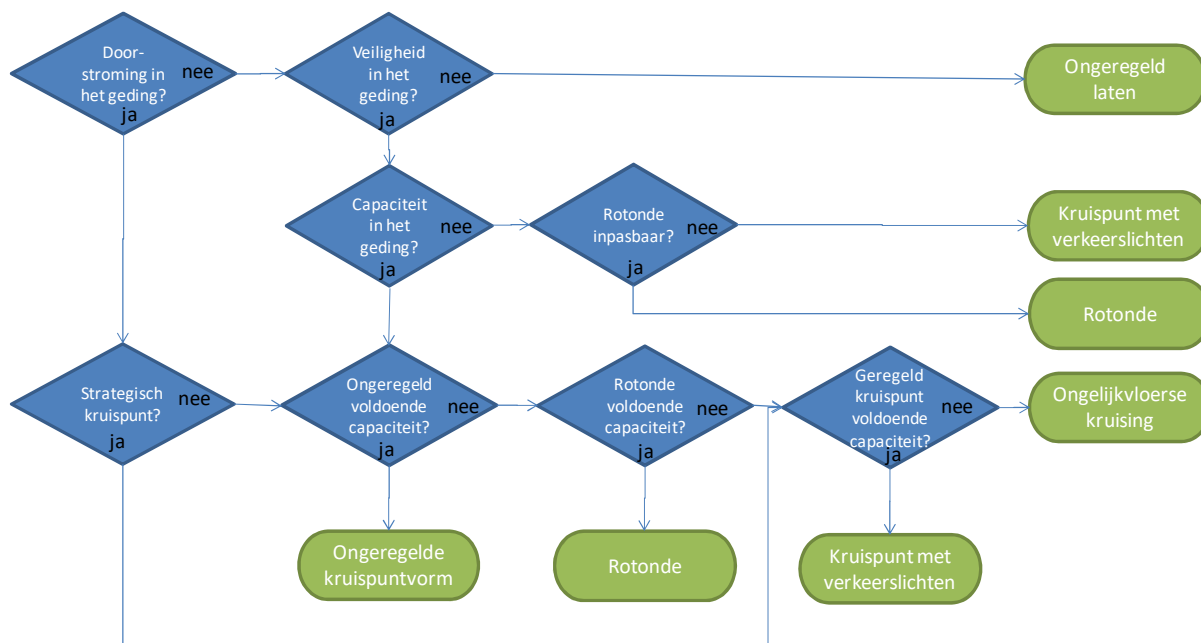
² Dit geldt niet per definitie voor een turbo-rotonde: in een stedelijke omgeving vraagt een turborotonde de nodige afweging, met name voor de veiligheid van het langzame verkeer.

Wanneer niet de veiligheid van doorslaggevend belang is, maar juist de verkeersafwikkeling, komen meerdere kruispuntvormen in aanmerking. Dat wil nog niet zeggen dat alle kruispuntvormen dan mogelijk zijn. In dat geval bepalen andere aspecten de keuze, zoals:

- De hoeveelheid afslaand verkeer. Bijvoorbeeld, veel linksafslaand verkeer is lastiger af te wikkelen op een rotonde dan via een kruispunt;
- De mate van flexibiliteit: bij een kruispunt kan met weinig aanpassingen de capaciteit verhoogd worden, bijvoorbeeld door het wijzigen van de indeling in opstelvakken of het aanleggen van een extra rijstrook.

Bij het maken van een keuze tussen de kruispuntvormen spelen daarom meerdere aspecten een rol. Zoals de ruimtelijke inpasbaarheid of de functie van de weg. Zo worden kruispunten op de doorstroommassen van OV en auto bij voorkeur geregeld. En wanneer vanuit verkeersmanagement een bepaalde sturing van verkeersstromen gewenst is (bijvoorbeeld bij het toepassen van regelscenario's voor evenementen in de Brabanthallen), gaat de voorkeur ook uit naar een geregeld kruispunt boven een rotonde.

Via onderstaand schema is te bepalen welke kruispuntvorm mogelijk is. De keuze hangt daarbij niet alleen af van de beleidslijn, maar vooral ook van verkeerskundige functionaliteiten, ruimtelijke randvoorwaarden en te verwachten verkeersintensiteiten. Het schema in Figuur 1 geeft een gestructureerd afwegingskader voor een kruispuntvorm weer. Dit afwegingskader is bruikbaar om verschillende kruispuntoplossingen te overwegen.



Figuur 1 Afwegingskader verschillende kruispuntvormen

3. Ontwerpstrategie

De regelstrategie, plaatsingsstrategie en ontwerpstrategie geven gezamenlijk input voor het uiteindelijke ontwerp van een met verkeerslichten geregeld kruispunt. Voordat bij aanpassing of nieuwbouw van een kruispunt naar de regelstrategie wordt gekeken dient deze te voldoen aan een basisniveau. Deze eisen met betrekking tot het basisniveau zijn omschreven in de ontwerpstrategie. De ontwerpstrategie bevat een nadere detaillering van zaken waarmee bij het ontwerp van een installatie rekening wordt gehouden. Het basisprincipe daarvoor is, dat er sprake is van een veilige en geloofwaardige regeling die het verkeer op een efficiënte wijze conform de regelstrategie laat doorstromen. Dit kan beperkt worden door de fysieke ruimte die aanwezig is.

Veiligheid houdt in dat weggebruikers afdoende in tijd en ruimte worden gescheiden van elkaar, zodat conflicterende bewegingen zich niet tegelijkertijd op hetzelfde punt bevinden of voor iedereen duidelijk en veilig zijn.

Een verkeerslichtenregeling is **geloofwaardig** wanneer het kruisingsvlak continu gebruikt wordt door verkeer zodat wachtende weggebruikers zien op wie zij moeten wachten. Hierdoor neemt de acceptatie van het wachten bij een verkeerslicht toe, wat de kans op roodlichtnegatie beperkt. Uiteraard mogen wachttijden niet te hoog oplopen.

Een verkeerslichtenregeling regelt **efficiënt** als het benutten van de groentijd van de diverse richtingen en de wijze waarop zij onderling realiseren leiden tot een optimum. Onvoldoende groen zal leiden tot extra stops, teveel groen tot langere wachttijden op andere richtingen. Door de beschikbare tijd juist te verdelen over de verschillende richtingen blijft het oponthoud beperkt, zonder daarbij onveilige situaties te creëren.

Op plaatsen waar verkeer in tijd en ruimte gescheiden moet worden, zijn verkeersregelinstallaties onvermijdbaar. De gemeente 's-Hertogenbosch wil in dat geval ervoor zorgen dat de verkeersregelinstallatie, binnen de randvoorwaarden, zo optimaal mogelijk functioneert. Om dit te bereiken staat zij open voor het gebruik van innovaties, mits deze doelmatig zijn, de kosten-batenverhouding reëel is en een gedegen evaluatie plaatsvindt.

De ontwerpstrategie wordt nader gedetailleerd in de volgende onderdelen:

1. Juridisch kader;
2. Doorstroming;
3. Comfortverhogende voorzieningen;
4. Vormgeving;
5. Beheersbaarheid;
6. Veiligheid;
7. Geloofwaardigheid;
8. Informatievoorziening naar weggebruikers en beheerder;
9. Ontwerpproces.

De genoemde punten zijn in de volgende paragrafen verder uitgewerkt. Omdat de fiets een hele belangrijke rol speelt in het beleid van de gemeente 's-Hertogenbosch zijn alle onderdelen die te maken hebben met de fiets, voorzien van een kader.

3.1 Juridisch kader

Deze paragraaf (inclusief subparagrafen) gaat in op de juridische aspecten die bij het ontwerp van belang zijn. In de beheerstrategie is eveneens het juridische kader toegelicht, waarbij specifiek wordt ingegaan op zaken aangaande het beheer.

3.1.1 Besluit administratieve bepalingen inzake het wegverkeer (BABW)

Het BABW is gebaseerd op de Wegenverkeerswet (WVW) en geeft nadere instructies over de plaatsing en het verwijderen van een verkeersteken. Onder verkeerstekens verstaat het BABW:

1. Verkeersborden;
2. verkeerslichten en;
3. verkeerstekens op het wegdek.

In artikel 5 van het BABW wordt voor de verkeerslichten verwezen naar de artikelen 68 tot en met 75 uit het Reglement verkeersregels en verkeerstekens (RVV) 1990.

3.1.2 Reglement verkeersregels en verkeerstekens (RVV)

Het Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990) is een uitvoeringsbesluit bij de Wegenverkeerswet 1994. In het RVV zijn de verkeersregels en verkeerstekens te vinden die in Nederland van toepassing zijn.

3.1.3 Regeling verkeerslichten

De Regeling Verkeerslichten is onderdeel van het BABW. In de Regeling zijn voorschriften vastgesteld ten aanzien van de toepassing, inrichting, plaatsing, kleur, afmeting en materiaal van verkeerslichten en lantaarns. De Regeling verkeerslichten (in werking 21 december 1997, laatst gewijzigd 1 juli 2019) is in te zien op de website www.wetten.nl.

Binnen deze regeling verwezen naar de volgende NEN-normen waaraan verkeersregelininstallaties moeten voldoen:

- NEN 3322:2010, Verkeersregelininstallaties – Verkeerslantaarns – Aanvullende eisen, 1 mei 2010; (2015 in ontwikkeling)
- NEN 3384:2017+C1:2019 nl, elektrische regeltoestellen voor wegverkeer, uitgave september 2017, aanvullende eisen, 1 juni 2019;
- NEN12368:2015 nl Verkeersregelininstallaties – Verkeerslichten, 1 juli 2015. (In de Regeling staat die van 2006 nog aangehaald) Maar gaat vervangen worden door NEN-EN 12368:2019, 1 januari 2019 (nog in ontwikkeling).

Binnen de gemeente 's-Hertogenbosch kan op bepaalde zaken, mits gemotiveerd, afgeweken worden van deze Regeling als dit de doorstroming, veiligheid of begrijpbaarheid van verkeersregelininstallaties ten goede komt. Bij afwijking van de Regeling verkeerslichten moet dit bewust en in overleg met het Openbaar Ministerie (OM) gebeuren. Hierbij mag de aansprakelijkheid van de wegbeheerder niet in het geding komen. De gemeente 's-Hertogenbosch wijkt bijvoorbeeld met de toepassing van wachttijdvoorspellers af van de Regeling verkeerslichten. Wachttijdvoorspellers worden algemeen toegepast in Nederland, dit leidt niet tot problemen. Daarnaast zijn op diverse plaatsen Aftellers en Aflopers toegepast. Ook deze staan niet in de Regeling verkeerslichten. Paragraaf 3.8 gaat hier nader op in.

3.1.4 Ontruimingstijden (CROW-publicatie 321)

Hoewel een CROW -publicatie geen wettelijke status heeft, wordt deze wel als algemeen geldende richtlijn gehanteerd. Ook rechters en het Openbaar Ministerie gebruiken deze richtlijnen als toetsingskader bij een verkeersongeval. Het afwijken van een CROW -publicatie is mogelijk, mits dit gemotiveerd gebeurt. Met de herintrede van intergroentijden in Nederland worden in principe in 's-Hertogenbosch voortaan ook intergroentijden als ontruimingstijden gebruikt.

3.1.5 Handboek verkeerslichtenregelingen (CROW-publicatie 343)

Ook het handboek verkeerslichtenregelingen heeft geen juridische status. De genoemde zaken in het handboek fungeren dan ook als een basis bij het ontwerp. Hiervan kan gemotiveerd van worden afgeweken wanneer dat positieve gevolgen heeft voor doorstroming, veiligheid of begrijpbaarheid. De gemeente 's-Hertogenbosch wijkt bijvoorbeeld bij geel- en garantiegroentijden, nalooptijden voetgangers en detectieveld af van het handboek. Het Handboek wordt op korte termijn wederom geactualiseerd.

3.1.6 Overige normen

Naast de kaders zoals beschreven in voorgaande paragrafen, dienen verkeersregelininstallaties te voldoen aan de onderstaande normen.

- NEN 3140:2011+A3:2019, Bedrijfsvoering van elektrische installaties – Laagspanning, 1 juli 2019;
- NEN-EN 12675:2017, Verkeersregelininstallaties – Functionele veiligheidseisen, 01 september 2017;
- NEN 50293:2013, Verkeersregelininstallaties – Elektromagnetische compatibiliteit, 01 juli 2012;
- NEN-EN 50556:2018, Verkeersregelininstallaties, 01 oktober 2018.
- NEN 1010:2015 nl, elektrische installaties voor laagspanning – Nederlandse implementatie van de HD-IEC 606364-reeks, 1 oktober 2015. Wordt standaard geleverd met:
 - NEN 1010:2015/A1:2020 nl, 1 mei 2020
 - NEN 1010:2015/C2:2016 nl, 1 oktober 2016
- NEN-EN 12966:2014+A1:2018 en, verticale verkeerstekens – variabele verkeersborden, 1 december 2018. (betreft norm voor signaalgevers).

3.1.7 Hiërarchie documenten

Voor de regelingen geldt dat deze moeten voldoen aan de hierboven genoemde documenten, tenzij daar gemotiveerd van wordt afgeweken. Daar waar uitgangspunten ten behoeve van specifieke instellingen (op applicatieniveau) strijdig zijn wordt de volgende prioritering aangehouden. De basis voor regelingen en verkeersregelininstallaties betreft de Ontwerpstrategie. Eventuele afwijkingen of aanvullingen hierop worden óf in de algemene functionele specificatie van de gemeente óf daaropvolgend in de functionele specificatie van de betreffende verkeerslichtenregeling opgenomen. Deze laatste staat daarmee altijd het hoogste in de hiërarchie.

1. Specificatie (en applicatie) van het kruispunt, inclusief onderbouwing;
2. Algemene functionele specificatie;
3. Ontwerpstrategie.

3.2 Doorstroming

De ontwerpstrategie vormt de basis waaraan iedere verkeerslichtenregeling dient te voldoen. De Regelstrategie en de Beheerstrategie geven een nadere uitwerking en/of invulling van de kwaliteitseisen die gesteld worden aan de verkeersafwikkeling op een kruispunt. Elke

verkeerslichtenregeling dient te voldoen aan de algemene eisen die in de ontwerpstrategie worden gesteld aan doorstroming. Daarnaast kunnen vanuit de Regelstrategie aanvullende, specifiekere eisen worden gesteld aan de doorstroming.

3.2.1 Werkingstijden

De werkingstijden van een verkeersregelinstallatie zijn de tijden waarin de installatie daadwerkelijk regelt. Buiten de werkingstijden staat de installatie op geelknipperen. Op dat moment is de installatie niet in werking en gelden de overige verkeersregels en –tekens zoals aanwezig op het kruispunt. De werkingstijden van de verkeersregelinstallaties worden afgestemd op de functies van wegen (zie deelnota Regelstrategie), verkeersaanbod, toegestane snelheid en zicht van de wegen die elkaar kruisen. Voor de beheerbaarheid wordt een bepaalde eenheid in werkingstijden aangebracht. De werkingstijden die de gemeente 's-Hertogenbosch toepast, zijn weergegeven in de beheerstrategie. Het geometrisch ontwerp van een kruispunt dient hiertoe te zijn afgestemd op een situatie met en zonder verkeerslichtenregeling.

3.2.2 Wachtstand

Voor alle richtingen in een verkeersregelapplicatie moet instelbaar zijn of deze in groen of rood moeten zijn wanneer er geen verkeersaanbod is. Dit wordt de wachtstand genoemd. Deze wachtstand wordt afgestemd op prioritering van de wegen die elkaar kruisen (zie ook deelnota Regelstrategie).

Wachtstand groen biedt vooral voordelen in de doorstroming als de doorgaande stroom beduidend groter is dan de kruisende stromen, de wachttijd voor deze hoofdstroom zal hierdoor lager zijn. De nadelen zijn dat de wachttijd voor conflicterende richtingen toeneemt en dat de snelheid op de hoofdstroom toeneemt. Bij wachtstand groen zal meer roodlichtnegatie optreden op de zijrichtingen, bij wachtstand rood op de hoofdrichting.

De gemeente 's-Hertogenbosch kiest bij kruisingen waar er sprake is van een duidelijke hoofdstroom en beperkt verkeer op de zijwegen voor een wachtstand groen voor de hoofdrichtingen. In alle andere gevallen is wachtstand rood de basis.

3.2.3 Koppelingen / VRI's in elkaars invloedsgebied

Verkeersregelinstallaties kunnen onderling gekoppeld zijn. Hiermee is het mogelijk om informatie tussen de installaties uit te wisselen en hiermee voor een verbeterde doorstroming te zorgen. Voor koppelingen kan onderscheid gemaakt worden naar harde en zachte koppelingen die voor alle soorten verkeersstromen toegepast kunnen worden. Met name voor fietsers en voetgangers zijn deze in grote mate comfort verhogend.

Harde koppelingen worden toegepast wanneer het niet toepassen van een koppeling leidt tot grote problemen in doorstroming, veiligheid of begrijpbaarheid. Dit is met name van toepassing bij korte afstanden tussen twee stopstrepen of bij grote verkeersstromen.

Zachte koppelingen worden toegepast wanneer de verkeersstromen groot genoeg zijn in relatie tot de afstand tussen twee kruispunten en vanuit comfort een verbetering van de doorstroming gewenst is. Doorgaande relaties over diverse kruispunten worden voorzien van zachte koppelingen.

Een andere mogelijkheid kan zijn dat twee of meer verkeersregelinstallaties in elkaars invloedsgebied liggen. De afwikkeling bij het ene kruispunt kan zoveel effect hebben op de afwikkeling van het andere kruispunt dat het wenselijk is om actuele informatie door te geven. Het gaat dan bijvoorbeeld om filesignalen, groenstatussen of modulestructuren. Deze zaken moeten per situatie worden bekeken en onderzocht.

Voor alle typen koppeling geldt dat deze zo geïmplementeerd moeten worden dat overige weggebruikers zo min mogelijk hinder ondervinden. Onnodig wachten dient te worden geminimaliseerd.

3.2.4 (Hoogwaardig) Openbaar Vervoer en hulpdiensten

Verkeersregelautomaten worden voorzien van Korte Afstands Radio (KAR) zodat het verlenen van prioriteit voor (Hoogwaardig) Openbaar Vervoer (HOV) en hulpdiensten mogelijk is. De gemeente 's-Hertogenbosch wil ook meegaan met de toekomstige ontwikkelingen op dit vlak, bijvoorbeeld In-Car technieken. De onderstaande beschrijving is van toepassing op elke wijze van beïnvloeding.

Voor HOV en OV geldt dat zij op elke individuele richting kunnen in- en uitmelden, voor hulpdiensten is dit per arm. De exacte in- en uitmeldpunten worden afgestemd tussen vervoerder en wegbeheerder. Instellingen in de verkeersregelautomaat sluiten aan bij deze situatie.

Het verlenen van prioriteit aan HOV en OV is instelbaar aan de hand van lijnnummers en de stiptheid van een individueel voertuig. Ingrepen van (H)OV worden binnen de verkeersregelapplicatie zo vormgegeven dat recht wordt gedaan aan de dienstregeling, maar ook dat een ingreep niet tot onnodig wachten van andere richtingen leidt. Voor hulpverlening geldt dat instelbaar is welk type ingreep plaatsvindt. De defaultinstelling is voorlopig dat het gehele kruispunt wordt geblokkeerd.

Ten behoeve van een goede afhandeling van (H)OV en hulpdiensten moeten de voertuigen de KAR-berichten vullen met de juiste instellingen zodat een eventuele ingreep zo accuraat mogelijk plaatsvindt. Het vullen van KAR-berichten met alle mogelijke informatie is niet gewenst doordat dit de overdracht van de berichten tussen voertuig en verkeersregelautomaat niet ten goede komt. Verstoringen in of van deze communicatie leiden tot een verminderde doorstroming en geloofwaardigheid op het kruispunt.

Beheer en controle van de KAR-berichten is noodzakelijk. Hiervoor is het van belang dat de berichten worden opgeslagen in de automaat en op diverse wijzen zowel realtime als achteraf uitgelezen kunnen worden.

Voor de hulpdiensten wordt nu al met SRM en SSM berichten gewerkt. Mogelijk gaat dat voor het OV ook gebeuren. Het gaat erom dat bijzondere voertuigen waar prioriteit aan wordt verleend dat die goed te detecteren zijn, waardoor de juiste vorm van prioriteit kan worden gegeven.

3.2.5 Logische structuur

De verkeerslichtenregeling wordt zo ontworpen dat er sprake is van een logische structuur. Dit zowel in de basis (alle richtingen hebben verkeersaanbod), maar ook wanneer er op één of meerdere richtingen geen of minder verkeer is. Het wachten voor niets wordt ook hiermee geminimaliseerd. Dit vormt het belangrijkste criterium voor een geloofwaardige regeling.

3.2.6 Maximum groentijden

De maximum groentijden zijn afgestemd op het actuele verkeersaanbod. Deze zijn voldoende lang om het aanwezige verkeer te verwerken, maar niet te lang. Te lange maximum groentijden leiden tot een inefficiënte benutting van het groen en wachttijden welke niet voldoen aan de regelstrategie. Waar mogelijk worden de maximum groentijden adaptief bijgesteld op basis van het aanbod dat op de detectoren wordt geteld.

3.2.7 Dubbele realisatie fiets

Voor het sternet fiets en waar mogelijk voor het hoofdnet fiets worden indien de conflictbelasting dat toelaat extra primaire realisaties van het fietsverkeer toegepast. Bij een te groot verkeersaanbod kunnen deze leiden tot een ongeloofwaardig verkeersbeeld en worden ze uitgeschakeld. Ook op overige kruispunten waar fietsrichtingen afzonderlijk worden geregeld, is deze maatregel gewenst om het fietsgebruik te stimuleren.

3.2.8 Meeverlengen / meerealisaties

Meeverlengen met andere richtingen wordt toegepast waar mogelijk, tenzij dit vanuit veiligheidsoverwegingen (bijvoorbeeld een deelconflict) niet wenselijk is. Voorwaarde is wel dat richtingen die meeverlengen geen andere richtingen ophouden.

Het meerealiseren van richtingen vindt alleen plaats als de totale realisatie van deze richting (groen, geel en ontruimingstijd) niet tot onnodig wachten leidt op de rest van het kruispunt. Initieel zijn deze uitgeschakeld.

3.2.9 Alternatieve realisaties

Elke regeling wordt voorzien van alternatieve realisaties. Dit houdt in dat richtingen ook op een ander moment in de cyclus dan gebruikelijk (primaire realisatie) kunnen realiseren indien daar voldoende 'ruimte' voor is. Door het toepassen van alternatieve realisaties neemt de geloofwaardigheid en doorstroming toe, omdat wachten voor niets minder voor zal komen.

Alternatieve realisaties zijn per signaalgroep instelbaar. De groenduur van de alternatieve realisatie moet geloofwaardig zijn voor het aanwezige verkeersaanbod. Te korte realisaties leiden tot dubbele stops en een onveilige verkeersafwikkeling. Een te lange groenduur kan de doorstroming op de hele aansluiting negatief beïnvloeden. Op het moment dat het drukker is, dan wel een tijdsperiode of bij een evenement, worden alternatieve realisaties meer of minder (in aantal en lengte) toegestaan.

3.2.10 File-ingrepen

File meetpunten en -ingrepen worden toegepast wanneer de verwachting is dat stroomopwaarts of -afwaarts gelegen wegvakken vol kunnen lopen vanwege wachtrijen en dit gevolgen heeft voor de doorstroming en verkeersveiligheid. Bij verkeersregelinstallaties met meerdere filemeetpunten wordt altijd de prioritering van wegen uit de regelstrategie gevolgd. Filemeetpunten worden zo geplaatst dat ingrijpen mogelijk is, zonder dat de wachtrijen meteen opbouwen tot kruisingsvlakken of andere uitwisselingspunten van verkeer. De mate van ingrijpen is instelbaar. Doorgaans geldt dat de ingreep tot doel heeft om de uitstroom te vergoten en de instroom te beperken.

3.2.11 Detectievelden

Bij vervanging van het detectieveld wordt waar mogelijk de verbeterde IVER detectie configuratie of 'Groen op Maat' (GOM) toegepast. Dit detectieveld wijkt af van de oude IVER-configuratie doordat er gebruik wordt gemaakt van twee lange lussen en dat deze op een andere plaats gesitueerd zijn. Door deze vormgeving en de bijbehorende signaalgroepafhandeling is de groenduur bij iedere lengte van de wachtrij zodanig dat het laatste voertuig door geel rijdt. Hierdoor is er sprake van een zeer efficiënte doorstroming, maar ook een geloofwaardige wijze van de groenbeëindiging. De exacte ligging van de detectielussen wordt afgestemd op de gereden snelheid op het wegvak, het belang van de rijstrook (bijvoorbeeld doorstroomas of voorzien van een koppeling) en de aanwezige opstelruimte. De detectie-instellingen (hiaattijden, VAG-tijden) sluiten altijd aan bij de specifieke situatie.

Voor fietsers wordt altijd een drukknop en een koplus aangebracht (uitgezonderd volgrichtingen in de middenberm) en waar mogelijk een lussenpaar op afstand die zowel voor aanvragen als verlengen gebruikt wordt. Indien er sprake is van een tweerichtingenfietspad (legaal of illegaal) wordt er een richtingsgevoelig lussenpaar aangebracht om onterechte aanvragen of verlengingen te minimaliseren. Fietsers worden ook gedetecteerd via apps zoals Schwung. De Schwung app bij alle (i)VRI's en via apps met cam berichten alleen bij iVRI's.

3.2.12 Scenario's

Het toepassen van scenario's is afhankelijk van het feit of de verkeersregelininstallatie ligt op een route die ingezet kan worden voor een scenario (bijvoorbeeld een evenement in de Brabanthallen of een CAR-route³). Scenario's worden ingeschakeld op basis van een extern signaal (verkeerscentrale), autonoom op basis van het actuele verkeersaanbod of vooraf ingestelde klokperioden. In een scenario moet het minimaal mogelijk zijn om de groentijd te verlengen voor de richtingen die onderdeel uitmaken van het scenario.

Binnen de gemeente 's-Hertogenbosch gaat de voorkeur uit naar een situatie waarbij de inzet van scenario's zoveel mogelijk zonder menselijk handelen worden geactiveerd op basis van patronen die in het verkeersbeeld worden herkend. Instellingen van verkeersregelautomaten worden adaptief en real-time aangepast op deze situatie.

3.2.13 Detectievervanging

Indien met zekerheid vastgesteld wordt dat detectoren storen (onder-, bovengedrag, lusfouten of jutteren), worden deze gemeld aan de beheercentrale. In de verkeersregelapplicatie nemen andere detectoren de werking van de storende detector zo mogelijk over, waardoor de doorstroming en veiligheid van het verkeer zo goed mogelijk worden gewaarborgd.

3.2.14 Doseren

In het kader van scenario's kan het wenselijk zijn om richtingen te doseren zodat de doorstroming op bepaalde trajecten blijft voldoen aan de op dat moment van toepassing zijnde eisen en wensen voortkomend uit de regelstrategie.

Of en hoe er gedoseerd wordt, moet net als bij de instellingen van scenario's adaptief gebeuren op basis van instelbare triggers die zich aanpassen op het actuele verkeersbeeld en de daarbij behorende randvoorwaarden.

3.3 Comfort

3.3.1 Detectiemogelijkheden voetgangers

Voor plaatsing van drukknoppen geldt dat iedere oversteek wordt voorzien van eigen drukknoppen waarbij deze om misbruik te voorkomen zo worden geplaatst dat fietsers hiervan geen gebruik maken. Momenteel wordt gebruik gemaakt van de nieuwe "Bossche voetganger lantaarns", deze hebben 2 drukknoppen, één RTB en een buzzer aan de onderzijde.

3.3.1.1 (Radar) verlenging bij voetgangers

Bij lange oversteeken (drie of meer rijstroken) kan het wenselijk zijn om de groen- en/of ontruimingstijd van de voetgangersrichting beter dan gebruikelijk af te stemmen op het gebruik van deze oversteek. Met toepassing van radar wordt voor een grote groep voetgangers of zij die minder goed ter been zijn de oversteekbaarheid en veiligheid verbeterd. Het verlengen van groen- of ontruimingstijd gaat wel ten koste van de doorstroming van het overige verkeer. Toepassing is vooral gewenst als de oversteek op een drukke voetgangersroute gelegen is of in de buurt van bijvoorbeeld scholen of zorgcentra voor ouderen.

Doordat op basis van de gehanteerde uitgangspunten de oversteektijd voldoende lang is, behoort verlenging van de groenfase middels radar tot het ambitieniveau. Bij plaatsing van radar moet tevens

³ CAR staat voor Coördinatie Alternatieve Route. Dit betreffen alternatieve routes bij bijvoorbeeld calamiteiten.

in overweging worden genomen dat het detecteren van de specifieke doelgroepen regelmatig niet goed gaat. Zodra betere technieken betrouwbaar en betaalbaar voorhanden zijn worden deze toegepast. Alternatief voor het toepassen van radar bij lange oversteeken is het opdelen van de oversteek in twee signaalgroepen. Dit wordt regelmatig toegepast.

3.3.1.2 Detectiematten

Op locaties waar voetgangers via een drukknop wel een aanvraag zetten maar veelvuldig door rood lopen zal er voor het overige verkeer sprake zijn van een ongeloofwaardige verkeerslichtenregeling. Om onterechte realisaties van de voetgangersrichtingen te voorkomen kan een detectiemat worden toegepast. Dit betreft een mat met daarin glasvezelkabels die onder de bestrating wordt aangebracht en het verschil in druk op diverse plaatsen kan bepalen. Op basis hiervan wordt bepaald of de voetganger nog daadwerkelijk staat te wachten of in welke richting deze oversteekt.

Toepassing van een detectiemat brengt extra kosten met zich mee (kabels, hardware), de baten hangen vooral af van de hoeveelheid onterechte realisaties. Detectiematten voor voetgangers behoren dan ook bij het ambitieniveau.

3.3.2 Splitsen oversteek in twee signaalgroepen

Lange oversteeken (drie of meer rijstroken) kunnen gesplitst worden in twee signaalgroepen. Het buiten- en binnenlicht worden apart door de automaat aangestuurd. De ontruimingstijden bij een realisatie zijn korter omdat rekening wordt gehouden met alleen de oversteek die de voetganger maakt. Toepassing van deze splitsing vindt alleen plaats bij vernieuwing van een kruispunt en is eventueel een mogelijkheid bij niet voldoen aan de Regelstrategie.

3.3.3 'Delftse' lantaarns

De 'Delftse' lantaarn is bedoeld voor voetgangersoversteeken waarbij de rode lens vervangen is door een gele waarschuwingsdriehoek die knippert tijdens de 'roodfase'. Voetgangers kunnen zelf besluiten om met de drukknop een aanvraag te zetten en te wachten op de groenfase of tijdens het geel knipperen de oversteek te maken. Zij moeten zelf het juiste en veilige moment voor hun oversteek uitzoeken. Daarom is het zicht op de oversteek van belang, alsmede een begrenzing van het aantal over te steken rijstroken. Meer dan twee rijstroken is niet aan te raden in een dergelijke situatie. Door toepassing van 'Delftse' lantaarns daalt de wachttijd voor nagenoeg alle weggebruikers. Nadeel zou de (on)begrijpelijkheid van deze toepassing kunnen zijn.

Binnen de gemeente 's-Hertogenbosch wordt de 'Delftse' lantaarn nog niet toegepast, per situatie moet in overleg met de verkeerskundige worden afgewogen of dit tot de mogelijkheden behoort. De lantaarns voldoen aan de Regeling Verkeerslichten.

3.3.4 Regensensor

Een regensensor is een instrument dat de hoeveelheid neerslag meet. Indien de hoeveelheid neerslag boven een grens uitkomt wordt een signaal doorgezet naar de verkeersregelautomaat. Op sommige locaties in Nederland wordt dit signaal gebruikt om bij regen de wachttijd van de fietsrichtingen te verkorten door extra realisaties aan te bieden.

Voordelen van een dergelijk systeem zijn kortere wachttijden bij regen voor fietsers. Nadelen van een dergelijk systeem zijn de relatief hoge investeringskosten (hardware, bekabeling, installatiewerk en software) en de extra beheerkosten. Ook stijgen de wachttijden voor het overige verkeer en kan de geloofwaardigheid afnemen doordat de structuur van de regeling minder logisch wordt en het onnodig wachten daardoor toeneemt. Vanwege het feit dat de regensensor buiten op een mast geplaatst moet worden is deze gevoeliger voor storingen of vandalisme.

Doordat de gemeente 's-Hertogenbosch al standaard dubbele realisaties voor het fietsverkeer toepast op basis van het verkeersaanbod, biedt toepassing van een regensensor geen meerwaarde. Toepassing vindt dan ook niet plaats binnen het areaal van verkeersregelininstallaties.

3.3.5 Alle fietsers tegelijkertijd groen

Op kruispunten met een klein kruisingsvlak waar alle fietsrichtingen voorzien zijn van een eigen signaalgroep, kan het principe van alle fietsers tegelijkertijd groen worden toegepast. Hiermee wordt het voor linksafslaande fietsers mogelijk om met maximaal één stop het kruispunt te passeren (eventueel kan men diagonaal de kruising oversteken). Verliestijden voor weggebruikers die deze beweging maken zullen afnemen. Nadeel is dat de wachttijden op andere richtingen over het algemeen toenemen als gevolg van deze maatregel. Toepassing moet dan ook zorgvuldig worden afgestemd op het aanwezige verkeersbeeld.

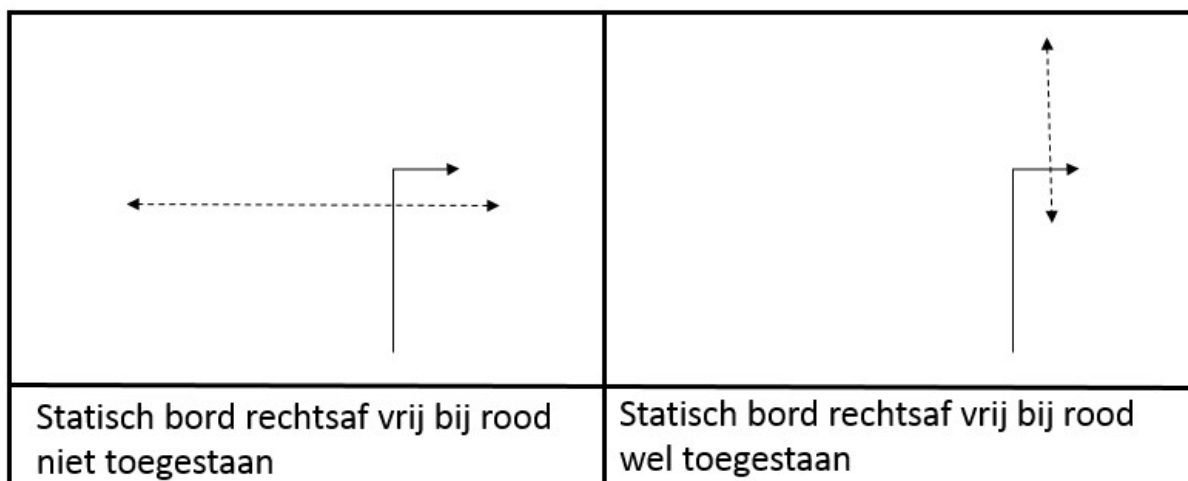
3.4 Vormgeving

3.4.1 Rechtsaf buiten VRI om voor fietsers

Indien mogelijk wordt voor rechtsafslaande fietsers een voorziening aangebracht dat zij buiten de regeling om af kunnen slaan, waardoor er geen verliestijd wordt opgelopen als gevolg van de regeling. Dit geldt zowel voor kruispunten op de sternet fietsroutes als kruispunt op het hoofdnet fiets. Hoewel de kosten voor een dergelijke oplossing hoog zijn (zowel in aanleg, beheer en ruimtegebruik) heeft dit vanuit doorstroming en veiligheid de voorkeur boven een goedkopere oplossing zoals een lantaarn of informatiebord. Daar staat wel tegenover dat de baten hoger zijn dan bij de alternatieven.

3.4.2 Rechtsaf vrij bij rood voor fietsers

Indien het vormgevingstechnisch niet mogelijk is om fietsers buiten de regeling om rechtsaf te laten slaan, wordt het principe rechtsaf vrij rood voor fietsers waar mogelijk toegepast. Toepassing van een vast bord heeft hierbij de voorkeur. Echter, dit mag alleen als er geen voetgangers dwars voor de stopstreep oversteken (zie Figuur 2, linker afbeelding). Indien deze voetgangersbeweging wel aanwezig is, wordt 'rechtsaf vrij bij rood voor fietsers' door middel van een dynamische waarschuwing (lantaarn bewaakt als signaalgroep) geregeld. De lantaarn mag niet aangestuurd worden als haaks op de stopstreep overstekende voetgangers nog oversteken (groen, geel of tijdens ontruimingstijd) of als de eigen signaalgroep groen is. De investeringen voor een dergelijke voorziening zijn bij de vervanging van een verkeersregelininstallatie relatief beperkt. De baten zijn afhankelijk van het aantal afslaande fietsers. Niettemin passen dergelijke maatregelen binnen het fietsbeleid van de gemeente 's-Hertogenbosch om het fietsgebruik te promoten.



Figuur 2 Toepassingen statische borden rechtsaf vrij bij rood voor fietsers. Gestippelde lijn is de voetganger, niet gestippelde lijn is de fietser

3.4.3 Zichtbaarheid lantaarns

Lantaarns worden zo geplaatst dat deze voldoen aan de genoemde afstanden in de meest recente versie van de Regeling Verkeerslichten. Daarnaast mogen overige objecten zoals verlichting, verkeersborden, groen, bebouwing en reclame niet in de zichtlijn staan die weggebruikers nodig hebben om de lantaarns goed waar te nemen en op tijd te reageren. Ook bij bochten in de weg net voor de verkeersregelinstallatie moet hier aandacht aan worden besteed. Tevens dient rekening te worden gehouden met de invloed van de zon op de zichtbaarheid. Eventueel kunnen extra lantaarns of waarschuwingsborden worden geplaatst indien de zichtbaarheid onvoldoende is.

Binnen de bebouwde kom hebben de lantaarns voor het gemotoriseerd verkeer een lensdoorsnede van 200 mm, buiten de bebouwde kom is dit 300 mm.

3.5 Beheer

3.5.1 Opbouw en naamgeving applicatie

De verkeersregelapplicaties worden in de laatste versie CCOL geprogrammeerd en zijn zoveel mogelijk uniform aangaande opbouw en naamgeving van parameters. De CCOL regeling wordt minimaal als back-up regeling gebruikt mocht er een ITS regelapplicatie worden gebruikt die niet op CCOL is gebaseerd of niet in de TLC aanwezig is. Daarnaast voldoen ze aan de 'algemene functionele specificatie Verkeerslichtenregelingen gemeente 's-Hertogenbosch'. Uiteraard kan van dit document afgeweken wanneer nieuwe zaken worden toegevoegd die (nog) niet als standaard worden beschouwd. De naamgeving van parameters wordt tevens zo gekozen dat uit de naam af te leiden is wat hiermee wordt bedoeld en waar deze voor staan.

De versie moet zowel in het commentaar staan als opvraagbaar zijn door middel van een parameter.

3.5.2 Documentatie

Elke verkeersregelapplicatie is voorzien van een heldere verkeersregelspecificatie waarin de werking en de gebruikte instellingen beschreven staan. Daarnaast zijn uitgangspunten zoals gebruikt voor ontruimingstijden/intergroentijden, nalooptijden en overige zaken die situatie specifiek daarin beschreven.

3.5.3 Snelheden / lengte logging

Bij verkeersregelinstallaties kunnen lussenparen aangebracht worden die snelheid (in km/h) en lengte (in decimeters) van voertuigen meten. Deze informatie per voertuigpassage wordt aangeboden aan de procesbesturing als input en wordt opgeslagen in loggingsfiles. De actueel gemeten snelheid en lengte worden weergegeven op het handbedieningspaneel. Toepassing van deze lussen (die een geringe meerprijs hebben bij vervanging van een installatie) vindt voorlopig alleen plaats op doorstroommassen Auto. Afhankelijk van de ruimte worden ze op minimaal 50 meter stroomop- of afwaarts van de stopstrepen aangebracht.

3.5.4 Logging

Verkeersregelinstallaties slaan alle in- en uitgangssignalen, alsmede (interne) signaalgroepstatus, detectieinformatie en de volledige KAR-berichten op in logbestanden. Deze worden opgehaald en opgeslagen om daarna verwerkt te worden tot verkeerskundige informatie. Mogelijkheden voor deze logging zijn MV-files, Vlog-files en TDC-files. Deze logging gebeurt geautomatiseerd in de regelinstallaties en de logfiles worden gebruikt door de analyseprogramma's / softwarepakketten, waarmee de gemeente 's-Hertogenbosch op dit moment mogelijkheden heeft om (verkeerskundig) beheer mee uit te voeren zoals Kwaliteitscentrale, Webstats, Verkeer.nu (compleet). De logdata wordt in de regelautomaat elke tiende van seconde weggeschreven en kan met een interval van een minuut kunnen worden opgehaald.

Standaard wordt elke verkeersregelinstallatie in de gemeente 's-Hertogenbosch voorzien van de nieuwste Vlog-files en daar waar een licentie aanwezig is van MV-files. Deze logging is tevens noodzakelijk voor het beheer van KAR-berichten en biedt veel voordelen voor verkeerskundige analyse omdat data over de werking van de installaties altijd geraadpleegd kan worden. Deze zaken zijn essentieel voor goed verkeerskundig beheer. Daarnaast biedt de ruwe data extra informatie bij verkeersongevallenanalyse. Regelmatig wordt door de politie verzocht om deze data aan te leveren. Vanwege de ervaringen met tijdelijke verkeersregelinstallaties dienen dergelijke voorzieningen ook te worden aangebracht bij tijdelijke installaties die langer dan één week dienst doen. De tijdelijke installatie is ook een installatie in de zin van het juridisch kader en dient er aan te voldoen.

3.5.5 Camera's

Verkeersregelinstallaties kunnen voorzien worden van een camera die op afstand bestuurbaar is. Hiermee wordt inzicht verkregen in de actuele verkeerssituatie. De camera wordt zo geplaatst dat alle kruispuntarmen goed zichtbaar zijn en dat er geen sprake is van hinderlijke objecten in de zichtlijnen van de camera. De camerabeelden worden via een glasvezelverbinding (VPN) ontsloten naar een centraal punt waar ingelogd kan worden op deze camera's. Het plaatsen van camera's vindt alleen plaats op kruispunten waar doorstroommassen kruisen met overige wegen en er met enige regelmaat scenario's worden ingezet. Zij maken onderdeel uit van het ambitieniveau.

3.5.6 Energieverbruik

Bij verkeersregelinstallaties wordt het energieverbruik geminimaliseerd door LED-lantaarns toe te passen en deze te dimmen gedurende de nachtelijke uren (conform NEN).

3.5.7 Verbindingen

Elke verkeersregelinstallatie die onder het beheer van de gemeente 's-Hertogenbosch valt, is op afstand benaderbaar voor het uitlezen van verkeersgegevens, het doorgeven van storingen en het wijzigen van verkeerskundige parameters. Tevens dient de "GUI" van de VRA op afstand volledig overgenomen te kunnen worden.

Installaties moeten via glasvezel worden aangesloten, waarbij de leverancier van de verbinding onafhankelijk is en in beheer is van de gemeente zelf. Alle verbindingen tussen automatisch en centrale(s) zijn beveiligd via een VPN-tunnel. Externe partijen kunnen via een VPN-hub hierop inhaken.

3.6 Veiligheid

3.6.1 Geeltijden

De geeltijden hebben een veilige, maar ook geloofwaardige instelling. Te kort is onwenselijk in verband met de verkeersveiligheid (kans op roodlichtnegatie neemt fors toe alsmede de snelheid bij de passage van de stopstreep). Voor te lange geeltijden gelden dezelfde argumenten (ten gevolge van de verlenging van de dilemmazone), alsmede dat dit tot ongeloofwaardigheid (kruisingsvlak onvoldoende bezet) leidt. In diverse documenten, waaronder de 'algemene functionele specificatie' zijn de instellingen van geeltijden beschreven.

3.6.2 Groentijden

De garantie- en vastgroentijden hebben een veilige, maar ook geloofwaardige instelling. Te kort is onwenselijk in verband met de verkeersveiligheid, te lange tijden leiden als het rustiger is tot een ongeloofwaardig verkeersbeeld. In de 'algemene functionele specificatie' staan de garantie- en vastgroentijden verder beschreven.

3.6.3 Deelconflicten

De voorkeur van de gemeente 's-Hertogenbosch gaat uit naar conflictvrije regelingen indien dit fysiek mogelijk is en leidt tot een geloofwaardige verkeerslichtenregeling waarbij de doorstroming is gewaarborgd. Deelconflicten worden in 1^e instantie indien mogelijk alleen tussen gemotoriseerd verkeer toegepast. Mocht het regeltechnisch en vanwege het geometrisch ontwerp noodzakelijk zijn dan kunnen er ook deelconflicten tussen gemotoriseerd en langzaam verkeer worden toegepast. Bij toepassing van deelconflicten wordt er voor gezorgd dat de lantaarns alsmede het conflictpunt goed zichtbaar zijn. Ook moeten afslaande voertuigen de rechtdoorgaande zo min mogelijk hinderen, opstelruimtes worden hier op afgestemd. Weggebruikers hoeven niet altijd door extra voorzieningen op deelconflicten geattendeerd te worden. Het ontwerp, de werking van de regeling en het verkeersbeeld moeten dit duidelijk maken. Overigens kunnen borden of lantaarns hier wel voor ingezet worden, vooral wanneer er sprake is van een gewijzigde of onoverzichtelijke situatie. Bij een deelconflict met langzaam verkeer wordt altijd een bord toegepast. Dit bord wordt onder de lantaarn van de voorrang verdelende richting geplaatst.

Deelconflicten tussen linksafslaand gemotoriseerd verkeer en langzaam verkeer zijn wel toegestaan, maar meeverlengen van het langzaam verkeer moet in deze situatie worden vermeden.

3.6.4 Waarschuwingssignalen

Waarschuwingssignalen worden in de gemeente 's-Hertogenbosch alleen toegepast bij uitzonderlijke situaties. Deze worden uitgevoerd als enkelvoudig armatuur voorzien van een geel knipperende volle lens of pijl. Of er sprake is van een uitzonderlijke situatie moet worden bepaald door de verkeerskundigen van de gemeente 's-Hertogenbosch. Bij deze afweging worden in ieder geval veiligheid, zichtbaarheid en de eventuele wijzigingen ten opzichte van de vorige situatie meegenomen. Voorkomen moet worden dat elke situatie voorzien wordt van waarschuwingssignalen. Daardoor neemt niet alleen de attentiewaarde af, maar nemen ook de aanleg- en beheerkosten onnodig toe.

Bij beweegbare brugdekken of gelijkvloerse spoorwegovergangen worden altijd waarschuwingssignalen geplaatst. De aansturing van waarschuwingssignalen is altijd hetzelfde.

3.6.5 Veiligheidsgroen

Op elke richting die de beschikking heeft over één of meerdere verweglussen per rijstrook wordt veiligheidsgroen in de verkeersregelapplicatie geprogrammeerd. Hiermee wordt zo veel mogelijk voorkomen dat twee voertuigen zich tegelijkertijd in de dilemmazone bevinden op het moment dat het verkeerslicht naar geel-rood gaat. In een dergelijk geval kan het eerste voertuig besluiten om te stoppen terwijl het achteropkomende voertuig de geelfase nog wel wil benutten. Zolang zich meerdere voertuigen in de dilemmazone bevinden wordt de groenfase verlengd (tot aan een ingesteld maximum). De afmetingen van de dilemmazone zijn gerelateerd aan de geeltijd en de maximum snelheid⁴.

3.6.6 Voorwaarschuwingslichten

De gemeente 's-Hertogenbosch past geen voorwaarschuwingslichten (VWS) toe bij haar verkeersregelinstallaties. De toegestane snelheden, wegprofielen en typen alsmede zichtbaarheid op de lantaarns bieden daar geen aanleiding toe. Ook hier geldt dat weggebruikers zelf alert moeten zijn op de situatie op de weg. Dit komt overeen met de uitvoeringsvoorschriften van de BABW. Indien binnen de bebouwde kom moet worden gewaarschuwd voor een verkeersregelinstallatie, omdat deze niet door bestuurders verwacht kunnen worden, gebeurt dit middels bord J32.

3.7 Geloofwaardigheid

3.7.1 Beperken onnodig wachten

Alle verkeerslichtenregelingen regelen zo geloofwaardig mogelijk. Dat wil zeggen dat weggebruikers niet onnodig staan te wachten, vrijwel altijd is er conflicterend verkeer zichtbaar op het kruisingsvlak. Het moet voor de weggebruiker duidelijk zijn waarop hij staat te wachten. Modulestructuur, alternatieve realisaties, aanvragen en de wijze van groenverlenging zijn hier zo goed mogelijk op afgestemd. Wel is een groenfase die gegeven wordt geloofwaardig ; de groenfase is voldoende lang om minstens enkele voertuigen te verwerken. De wegbeheerder heeft de mogelijkheid om instellingen te wijzigen om het onnodig wachten zo veel mogelijk te minimaliseren als dit zich voordoet. Aandachtspunt hierbij zijn eveneens ingrepen van het openbaar vervoer; de passage van het voertuig moet passen binnen de in de regelstrategie gestelde verliestijd, maar verloopt wel zo dat het passerende voertuig zo goed mogelijk aansluit op het overige verkeer op die richting. Grote hiaten in de stroom zijn ook dan niet wenselijk.

3.8 Informeren

3.8.1 Wachtijdvoorspellers

Wachtijdvoorspellers voor fietsers kunnen worden toegepast bij verkeersregelinstallaties. Dit gebeurt alleen als een goede betrouwbare inschatting gemaakt kan worden van de te verwachten wachttijd. Hierdoor is er sprake van een redelijk geloofwaardige afloopsnelheid van de wachtijdvoorspeller. De verkeersregelapplicatie berekent de wachttijd. Bij ingrepen van OV of hulpdiensten gaat het laatste actieve ledje knipperen. Fietsrichtingen die onderdeel uitmaken van het sternet fiets worden in basisniveau voorzien van wachtijdvoorspellers, voor het hoofdnet fiets is dit ambitieniveau mits aan de eerder genoemde voorwaarden kan worden voldaan. De kosten voor toepassing van wachtijdvoorspellers zijn namelijk aanzienlijk en de baten (comfort) zijn moeilijk te kwantificeren. Wachtijdvoorspellers worden geplaatst in het onderlicht als 4^{de} lens. Indien dit niet mogelijk is wordt enkelvoudig armatuur naast de hoofdantaarn toegepast.

3.8.2 Aftellers

Aftellers zijn specifiek bedoeld voor gemotoriseerd verkeer, maar door de werking en het effect heeft elke weggebruiker bij de verkeerslichtenregeling voordeel van het toepassen van de Afteller. De Afteller lijkt op een normale lantaarn, maar het verschil is dat hierbij in de gele lens de laatste drie seconden voor groen wordt afgeteld door witte cijfers. Uit onderzoeken is gebleken dat voertuigen 0,6 á 0,7 seconde eerder weggrijden in vergelijking met standaard lantaarns. De kosten voor de toepassing zijn relatief hoog (zeker wanneer het geen vervanging van een installatie betreft), wel staat daar tegenover dat er 2 tot 3% winst in voertuigverliesuren te behalen is. Deze winst is alleen mogelijk als de (vast)groentijden goed op het verkeersaanbod zijn afgestemd. Te lange groenfasen doen deze winst teniet. Toepassing van de verbeterde IVER detectie configuratie of 'Groen op Maat' bij verkeersregelinstallaties die met een Afteller zijn uitgerust heeft dan ook de voorkeur. Hiermee wordt voldaan aan de eerder genoemde voorwaarde.

Momenteel voldoen de lantaarns met een Afteller niet aan de regeling Verkeerslichten, hoewel het op basis van jurisprudentie aannemelijk is dat de toepassing van deze lantaarns niet tot een aansprakelijkheidsstelling van de wegbeheerder leidt bij roodlichtnegatie of een ongeval. Aftellers worden in de gemeente 's-Hertogenbosch reeds toegepast op meer dan de helft van de kruispunten. Voor nog aan te leggen of te renoveren kruispunten geldt dat deze worden toegepast indien het een doorstroomas auto of doorstroomas OV (conform regelstrategie) betreft of wanneer op overige wegen niet aan de eisen uit de Regelstrategie kan worden voldaan. Hiermee wordt voorkomen dat weggebruikers dergelijke maatregelen als 'standaard uitrusting' van een verkeersregelinstallatie gaan beschouwen en hun gedrag hierop afstemmen. Eventuele geboekte winsten kunnen bij andere verkeersregelinstallaties door het aangepaste gedrag weer teniet gedaan worden doordat minder wordt gelet op de lantaarns. De Afteller die nieuw wordt toegepast wordt bewaakt.

3.8.3 Terugsignalering

Voetgangers en fietsers worden bij drukknoppen door terugsignalering erop geattendeerd dat zij 'gezien' zijn door de verkeersregelinstallatie en dat zij, wanneer daar ruimte voor is in de regeling, groen zullen krijgen. Terugsignalering wordt standaard toegepast bij elke drukknop.

3.8.4 Akoestische signaalgevers

Visueel gehandicapte voetgangers kunnen bij verkeerslichten gebruik maken van extra voorzieningen zoals akoestische signaalgevers, ook wel rateltickers genoemd. Rateltickers worden door de applicatie aangestuurd. Dimming van het geluidsniveau is mogelijk. De nieuwer "Bossche voetgangers lantaarns" zijn voorzien van bewaakte rateltickers waarbij het volume op afstand instelbaar is. Rateltickers worden standaard toegepast in elke "Bossche voetgangers lantaarn". Standaard wordt elke verkeersregelapplicatie voorbereid op het aansturen van rateltickers.

3.8.5 Uitgangssignalen

Verkeersregelapplicaties schrijven alle relevante informatie weg naar uitgangssignalen op het handbedieningspaneel en ook in de eerder omschreven logging. Onder relevante informatie wordt in ieder geval verstaan klokperiodes, ingrepen OV en hulpdiensten, extra realisaties, koppelingen, file, wachttijdvoorspellers, aflopers, aftellers, rateltickers, terugsignalering, belastingsgraad, intensiteit en fixatie. Er kan gebruik gemaakt worden van multivalente uitgangssignalen, mits deze op een eenvoudige wijze uitleesbaar zijn. Uitgangssignalen zijn van een heldere naam voorzien en worden, waar mogelijk, continu aangestuurd (niet knipperend).

3.9 Ontwerpproces

3.9.1 Benodigde gegevens en kennis

Bij het ontwerpproces van een verkeerslichtenregeling wordt gebruik gemaakt van de volgende input:

- Aanwezige verkeersruimte waarbinnen het kruispunt vormgegeven / aangepast moet worden. Dit gaat zowel om het aantal als de lengte van rijstroken, het wel of niet voor elkaar langs kunnen kruisen en de oversteekbewegingen van het langzaam verkeer;
- De regelstrategie, hierin worden de prioriteiten van de kruisende verkeersstromen weergegeven;
- Ontwerpstrategie, inclusief juridische en regeltechnische randvoorwaarden;
- De (verwachte) verkeersbelasting, de gekozen kruispuntoplossing moet voldoende robuust zijn met zowel de huidige als de toekomstige intensiteiten. Robuustheid houdt in dat wordt voldaan aan de randvoorwaarden uit de regelstrategie;
- Verkeersonveiligheid, dit gaat zowel om de objectieve cijfers als de subjectieve beleving. De verkeersongevalscijfers van minimaal de afgelopen drie jaar worden bestudeerd om te komen tot mogelijke knelpunten, dit geldt ook voor klachten van burgers of politie, alsmede lokale kennis van de situatie door de ambtenaren van de gemeente;
- Meldingen over de werking van de bestaande regeling, dit kan mogelijk leiden tot nieuwe inzichten in de gewenste vormgeving of afwikkeling.

Naast de genoemde gegevens is kennis van belang. Deze kennis betreft zowel lokale kennis van de verkeerssituatie, maar ook specialistische kennis van verkeersregeltechniek, openbare verlichting, wegontwerpen, verharding, riolering en groen. De verschillende (interne of externe) kennisdragers worden in een tijdig stadium betrokken bij het ontwerp of aanpassing van een kruispunt, zodat bij conflicterende belangen (bijvoorbeeld verkeersveiligheid en doorstroming) een gedegen keuze wordt gemaakt.

Dit geldt eveneens voor het minimaliseren van het aantal masten. Waar openbare verlichting, ANWB en verkeersregelinstallatie gecombineerd kunnen worden, vindt dit bij voorkeur plaats.

3.9.2 Ontwerptools

Bij het ontwerp van een verkeerslichtenregeling worden meerdere (specialistische) ontwerptools gebruikt, afhankelijk van het ontwerpstadium.

Ontruimingstijden en intergroentijden worden binnen de gemeente 's-Hertogenbosch berekend met programma OTTO. Doordat alle stappen van het berekenen van ontruimingstijden digitaal plaatsvinden is controle en aanpassing van de berekening mogelijk en wordt de kans op fouten verminderd. Ook is in een later stadium na te gaan welke uitgangspunten zijn gekozen. De gemeente hanteert specifieke uitgangspunten die in een ander document zijn beschreven⁵.

De ontruimingstijden worden altijd door de verkeersregeltechnicus van de gemeente 's-Hertogenbosch gecontroleerd en geaccordeerd.

Met het programma Cocon worden statische regelingen ontworpen. Deze geven inzicht in de verwachte cyclustijd, groenduur, fasevolgorde en benodigde wegvak- of opstellengte van de diverse richtingen. Eventueel kan het civiele ontwerp worden bijgesteld op basis van deze berekeningen of worden andere ontwerpkeuzes gemaakt.

De verkeersregelprogramma's worden geprogrammeerd mbv CCOL. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de standaard functies uit de Toolkit CCOL en specifieke functies die voor de gemeente 's-

⁵ Informatie ten behoeve van Cocon en OTTO berekeningen 's-Hertogenbosch, recentste versie

Hertogenbosch zijn ontwikkeld op basis van de 'algemene functionele specificatie'. De geprogrammeerde regeling wordt altijd getest, zowel door de leverancier van de regeling als door de wegbeheerder. Dit kan dus ook een ITS applicatie zijn op basis van CCOL. Deze applicatie dient gecertificeerd te zijn en blijven volgens de landelijke standaarden.

Afhankelijk van de situatie kan het wenselijk zijn om met behulp van een microscopisch simulatiemodel (Vissim) voorafgaand aan implementatie op straat te onderzoeken of de verkeersafwikkeling van één of meerdere kruispunten en verkeersregelapplicaties voldoende is of dat er nog verdere verbeteringen mogelijk zijn. Binnen de gemeente 's-Hertogenbosch wordt een simulatie alleen toegepast als het een complexe kruispuntvormgeving betreft, wanneer het effect van nieuwe maatregelen onderzocht moet worden of wanneer diverse kruispunten gekoppeld zijn. Simulaties worden uitgevoerd met de meest recente versie van de betreffende softwarepakketten.

3.9.3 Kruispuntanalyse

De kruispuntanalyse is benodigd om vast stellen of de geformuleerde kwaliteitseisen (uit zowel de ontwerpstrategie als de regelstrategie) op het kruispunt behaald worden. Hierbij wordt met name gekeken naar de vormgeving en de verkeersbelasting. Dit proces vindt met name plaats tijdens het ontwerpproces in Cocon, maar ook tijdens de eventuele microscopische simulaties.

Wanneer blijkt tijdens het doorlopen van deze stappen dat geformuleerde kwaliteitseisen (voortkomend uit bijvoorbeeld de regelstrategie) niet gehaald worden zijn diverse (combinaties van) oplossingsrichtingen mogelijk. Hierbij kan gedacht worden aan:

- Het verhogen van de capaciteit van een richting, bijvoorbeeld door een uitbreiding van het aantal opstelstroken of het verlengen van opstelvakken. Een andere mogelijkheid is het toepassen van een andere rijstrookindeling, dit hoeft niet op dezelfde arm te zijn als waar het probleem speelt;
- Het verminderen van de interne verliestijd in een regeling. Mogelijkheden hiervoor zijn het wijzigen van het kruisingsvlak waardoor ontruimingstijden wijzigen, het toestaan van deelconflicten, het toepassen van Aftellers of verbieden van specifieke bewegingen van voertuigen. Uiteraard moet wel worden voldaan aan eisen omtrent veiligheid;
- Wijziging verkeersaanbod. Door het sturen, omleiden of doseren van het verkeer kan de conflictbelasting worden veranderd. Hiervoor wordt zowel naar fysieke maatregelen gekeken (afslag verboden of éénrichtingsverkeer) als naar sturende maatregelen zoals DRIPs of dosering en sturing in een netwerk.

De ontwerper van de regeling heeft de taak om alle elementen in het proces te combineren zodat een goede en veilige regeling ontstaat die het verkeer zo optimaal mogelijk binnen de gestelde randvoorwaarden afwikkelt.

3.10 Oplevering verkeersregelinstallaties

Keuring van een verkeersregeltoestel (FAT)

Het belang van een factory acceptance test (FAT) is om het verkeersregeltechnisch ontwerp te toetsen tegen het resultaat (de verkeersregelautomaat). Hierbij wordt gecontroleerd of het ontwerp, bestaande uit een ontwerptekening, berekeningen, functionele specificatie en een bestek, volledig is omgezet naar een functioneel werkend systeem dat op straat geplaatst en beheerd kan worden. Bij de FAT wordt het complete verkeersregeltoestel opgebouwd om zo de werkelijke situatie zo dicht mogelijk te benaderen. Tijdens de FAT worden diverse aspecten gecontroleerd aan de hand van een FAT-protocol. Ook de veiligheidsaspecten worden gecontroleerd zodat de wegbeheerder er van overtuigd is dat het systeem voldoet aan de veiligheidscriteria.

In het 'Bestek en voorwaarden voor het leveren van verkeersregelautomaten in de gemeente 's-Hertogenbosch', maart 2021, zijn de eisen opgenomen omtrent de oplevering van verkeersregelinstallaties (FAT en SAT).

Na de afname van de hardware, vindt de site acceptance test (SAT) plaats. Dit betreft een keuring van de installatie op locatie; de inbedrijfstelling. Bij de SAT is het complete verkeersregeltoestel via alle bekabeling aangesloten op het wegmeubilair en vormt daarmee de verkeersregelinstallatie. Tijdens de SAT worden diverse aspecten gecontroleerd aan de hand van een SAT-protocol. Eventuele restpunten uit de FAT worden tijdens de SAT getoetst. Onder andere de veiligheidsaspecten worden gecontroleerd, zodat de wegbeheerder ervan overtuigd is dat het systeem voldoet aan de veiligheidscriteria en veilig in de praktijk in gebruik kan worden genomen.

Inregelen en eerste observaties

Na inbedrijfstelling wordt het kruispunt gedurende de eerste dag(en) ingeregeld. De verkeersregeltechnicus van dienst gaat hierbij na of de verkeerslichtenregeling het verkeer conform eerder gestelde kwaliteitseisen en de gewenste functionele werking verwerkt. Middels parameterwijzigingen kunnen aanpassingen worden doorgevoerd. Voor het inregelen en de eerste observaties wordt gebruik gemaakt van een schouw op straat alsmede de eerder genoemde logbestanden en bijbehorende softwarepakketten.

4. Beheerstrategie

Als een verkeersregelininstallatie eenmaal is gerealiseerd, is het belangrijk dat deze door de jaren heen blijft functioneren zoals beleidsmatig bepaald is. Deze beleidsdoelen kunnen in de loop der jaren veranderen en ook de kwaliteit en de omvang van de infrastructuur houden geen gelijke tred met de ontwikkeling van het verkeer. Het niet goed technisch functioneren van onderdelen van een verkeersregelininstallatie heeft een direct effect op de veiligheid, geloofwaardigheid en doorstroming. Ook het verkeerskundige beheer behoeft blijvende aandacht. Wanneer dit niet gebeurt zal de installatie geleidelijk steeds minder goed gaan functioneren (3% capaciteitsverlies per jaar volgens berekeningen van het Groene Golf Team van Rijkswaterstaat bij geen verkeerskundig beheer).

Het is dus van groot belang het beheer van verkeerslichtenregelingen structureel te verankeren in de planning, de begroting en de organisatie van de gemeente 's-Hertogenbosch.

Door het beheer van verkeerslichtenregelingen te verankeren in de organisatie ontstaat een voortdurende borging van een optimale staat en werking van de verkeerslichtenregelingen. Ook functioneert de verkeerslichtenregeling dan als betrouwbare informatiebron en is tevens ook in te zetten als sturingsmiddel. Door het opzetten van een beheerstrategie krijgt de gemeente 's-Hertogenbosch inzicht in wat zij beheert en wat de beheerkosten zijn op korte en middellange termijn.

4.1 Technisch en verkeerskundig beheer

In dit hoofdstuk worden de termen technisch en verkeerskundig beheer veelvuldig gebruikt. Hieronder zijn deze termen nader verklaard, waarbij nog niet wordt ingegaan op de specifieke Bossche situatie. Later in deze nota worden de termen technisch en verkeerskundig beheer verder uitgewerkt.

Technisch beheer

Met het uitvoeren van technisch beheer wordt ervoor gezorgd dat de technische onderdelen van de verkeersregelininstallaties (o.a. regelautomaat, lantaarns, detectiemiddelen, straatmeubilair en bekabeling) goed en betrouwbaar blijven functioneren.

Verkeerskundig beheer

Verkeerskundig beheer heeft betrekking op de werking van het regelprogramma; werkt de verkeerslichtenregeling veilig, geloofwaardig en efficiënt? Hierbij gaat het uiteindelijk om de momenten waarop de verschillende verkeerslantaarns naar groen, geel en rood gaan, rekening houdend met alle beschikbare hardware- en softwarematige informatie. Verkeerskundig beheer wordt ook wel functioneel beheer genoemd. Verkeerskundig beheer is aanvullend op het monitoren van de kwaliteitseisen uit de regelstrategie.

4.2 Kaders

In de ontwerpstrategie is eveneens het juridische kader toegelicht, waarbij specifiek wordt ingegaan op zaken aangaande het ontwerp. In deze paragraaf (inclusief subparagrafen) wordt juist ingegaan op de kaders die van toepassing zijn op het beheer van verkeersregelininstallaties. Deze zijn in algemene wetten vastgelegd. In het Burgerlijk Wetboek en de Wegenwet en staan in landelijke richtlijnen die door het CROW (Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek) zijn opgesteld. Daarnaast zijn er ook de gemeentelijke regelgeving, richtlijnen en beleidsdoelen.

4.2.1 Juridisch kader en richtlijnen

Er zijn diverse wettelijke artikelen, bepalingen en voorschriften vastgesteld, waarmee de wegbeheerder rekening dient te houden bij het beheren van verkeersregelininstallaties.

4.2.1.1 Burgerlijk Wetboek (BW)

In het Burgerlijk Wetboek bestaan een aantal artikelen genoemd die betrekking hebben op de aansprakelijkheid van de wegbeheerder. De voornaamste zijn:

Artikel 6:174 Risicoaansprakelijkheid voor de bezitter van een opstal

Hierin wordt aangegeven dat de wegbeheerder in beginsel aansprakelijk is voor de gemeentelijke openbare weg en weguitrusting (waaronder verkeerslichten), tenzij overmacht kan worden aangetoond.

Artikel 6:162 Schuldaansprakelijkheid

Dit houdt in dat indien een gedupeerde kan aantonen dat zijn schade is ontstaan door verwijtbare nalatigheid van de wegbeheerder, de wegbeheerder in beginsel schadevergoeding plichtig is.

4.2.1.2 Wegenwet

De gemeente is op basis van het bepaalde in de artikelen 15 en 16 van de Wegenwet verplicht de gemeentelijke openbare wegen te onderhouden en ervoor zorg te dragen dat deze in een goede staat van onderhoud verkeren.

Bovenstaande artikelen in het BW en in de tekst uit de wegenwet onderbouwen het belang van gedegen technische en verkeerskundig beheer, waaronder de vastlegging van inspecties, (meldingen van) schades en aanpassingen.

4.2.2 CROW richtlijnen

4.2.2.1 Onderhoud verkeersregelininstallaties

Voor het inspecteren en onderhouden van de onderdelen van verkeersregelininstallaties zijn richtlijnen beschreven in de CROW publicatie 'Onderhoud verkeersregelininstallaties, publicatie 246, juni 2007'.

Periodiek dient een inspectie te worden uitgevoerd van het regeltoestel aan de hand van een inspectielijst en eventuele aanvullende voorschriften van de leveranciers. De volgende aspecten horen aan bod te komen:

- De veiligheidseisen: validiteit van alle garantietijden in het bewakingsgedeelte;
- Het regelprogramma;
- De communicatiedelen;
- De detectoren;
- NEN 1010 en NEN 3140;
- De kast met toebehoren.

Ten aanzien van de buiteninstallatie gaat het om periodieke inspectie van de volgende onderdelen:

- Verkeerslantaarns;
- Masten, uitleggers, portalen en toebehoren;
- Detectiemiddelen;
- Kabelnet;
- Kruispunttekening.

4.2.2.2 Verkeerskundig beheer van regel- en informatiesystemen

Voor het structureel organiseren en uitvoeren van verkeerskundig beheer zijn richtlijnen beschreven in de CROW publicatie 'Verkeerskundig beheer van regel- en informatiesystemen, publicatie 313, april 2012'.

Op het moment dat een verkeersregelinstallatie is opgeleverd, in bedrijf gesteld of overgedragen, begint verkeerskundig beheer. Dit is een cyclisch proces dat verloopt langs een vijftal stappen:

- Periodiek toetsen van het verkeerskundig functioneren;
- Systematisch analyseren van de oorzaak van disfunctioneren;
- Aanpassen van het systeem;
- Toetsen of het gewenste resultaat is bereikt;
- Op orde houden van de technische en verkeerskundige documentatie.

4.2.3 Gemeentelijke kaders

De gemeente 's-Hertogenbosch heeft haar verkeer- en vervoersbeleid tot 2015 geformuleerd in de Koersnota Hoofdinfrastructuur 's-Hertogenbosch. Conform de afspraken omtrent de uitwerking van de Koersnota is ingestoken op een integrale aanpak. Deze aanpak is gericht op het verbeteren van de bereikbaarheid en leefbaarheid van de stad. Met het uitvoeren van gedegen beheer van verkeersregelinstallaties wordt bijgedragen aan het bereiken van deze doelstellingen.

In de regelstrategie is de vertaling van het gemeentelijk beleid in de vorm van meetbare kwaliteitseisen vastgelegd. Deze eisen worden door het uitvoeren van verkeerskundig beheer periodiek getoetst door middel van monitoring. Wanneer niet aan de kwaliteitseisen wordt voldaan is sprake van een knelpunt en worden maatregelen genomen.

In de volgende interne notities zijn een aantal specifieke zaken genoemd die betrekking hebben op het beheer van verkeersregelinstallaties:

- 'Basisuitgangspunten ontwerpen verkeerslichtenregeling 2021.1 en Algemene functionele specificatie versie 2021.1'. Hierin is gesteld dat ten behoeve van het verkeerskundig beheer van de verkeersregelapplicatie, het verkeersregeltoestel ruwe data (MV-files/Vlog) moet aanmaken, zoals die verwerkt kan worden door de verkeerskundige nabewerkingsprogramma's. Daarbij zijn ook ten aanzien van het technisch beheer een aantal eisen gesteld betreffende de garantieperiode, de service- en onderhoudscontracten en de nazorg van verkeersregelapplicaties.
- 'Eisen tijdelijke verkeerslichten, versie 4 2020'. De goedkeuring c.q. beoordeling door de gemeente laat uitdrukkelijk onverlet dat de aannemer verantwoordelijk en aansprakelijk is voor het adequaat en verkeersveilig functioneren van de tijdelijke verkeersregelinstallatie. De aannemer vrijwaart de gemeente voor schadeclaims van derden die het gevolg zijn van het niet adequaat of niet verkeersveilig functioneren van de tijdelijke verkeersregelinstallatie.
- 'Informatie ten behoeve van Cocon en OTTO berekeningen 's-Hertogenbosch, versie 2013.1'. Hierin is vermeld dat zowel bij het (her)ontwerpen van verkeerslichtenregelingen, als bij het uitvoeren van verkeerskundig beheer, het statisch rekenprogramma Cocon wordt toegepast. Om de voertuigafhankelijke werking van een verkeerslichtenregeling –voordat deze op straat geïmplementeerd wordt- te evalueren, worden regelingen gesimuleerd door middel van het een dynamisch model. Hierbij geeft de gemeente de voorkeur aan het programma Vissim. Bij het controleren van de ontruimingstijden wordt het programma OTTO gebruikt. Wanneer in de toekomst betere alternatieve programma's beschikbaar zijn, zal de gemeente haar keuze ten aanzien van bovengenoemde programma's heroverwegen.

Eerder genoemde notities worden constant up-to-date gehouden. Bedoeling is dat altijd met de laatste versie wordt gewerkt.

4.2.4 Overige kaders

In 2007 is een start gemaakt met Regionaal Verkeersmanagement. Het regionale programma DVM BrabantStad maakt onderdeel uit van het Netwerkprogramma BrabantStad bereikbaar. Een vervolgstap was de Kadernotitie Regionaal Verkeersmanagement DVM BrabantStad. Deze is in juni 2011 vastgesteld door de stuurgroep Netwerkprogramma BrabantStad. Daarin hebben de B5 (de 5 grootste steden in Noord-Brabant), Rijkswaterstaat, SRE en de provincie Noord-Brabant afspraken gemaakt op het gebied van samenwerking, focus en financiën ten aanzien van regionaal verkeersmanagement, met de afspraak om hieraan gezamenlijke nadere invulling te geven. In de afgelopen jaren heeft deze uitwerking op diverse plekken vorm gekregen, onder meer in het kader van projecten Beter Benutten. Dit is vervolgd binnen het huidige SmartwayZ programma.

4.3 Huidig areaal gemeente 's-Hertogenbosch

Het verkeersregeltechnische areaal van de gemeente 's-Hertogenbosch bestaat op 1 januari 2021 (aangehouden peildatum in de beheerstrategie) uit 63 verkeersregelininstallaties. In bijlage 5 is een overzicht hiervan opgenomen, met daarin weergegeven:

- Kruispuntnummers;
- Automaatleveranciers;
- Aanwezigheid KAR;
- Gewenste werkingstijden⁶;

Dit betreft een momentopname, waarbij de ontwikkelingen die in de nabije toekomst gepland zijn, met een lichtere kleur zijn weergegeven. Uitgangspunt hierbij is dat elk bolletje op de kaart als één verkeersregelininstallatie wordt gezien (bijvoorbeeld BOS073, BOS074A en BOS074B; dit is wel één applicatie, maar ook 3 verkeersregelininstallatie-kasten, dus 3 verkeersregelininstallaties op de kaart).

Techniek

Er zijn momenteel vier verschillende automaatleveranciers die verkeersregelininstallaties aan de gemeente 's-Hertogenbosch hebben geleverd: Vialis en Dynniq.

Voor het beheer van de verkeersregelininstallaties beschikt de gemeente over de bewakingcentrale Verkeer.nu (geleverd door Vialis). Alle verkeersregelininstallaties zijn hierop aangesloten. In het huidige onderhoudscontract is voor alle nieuwe installaties een responstijd van 4 uur (sinds 2013) aangehouden. Enkele automaten vallen nog onder oudere afspraken en daarvoor gelden 12 urencontracten (alleen doordeweeks).

Vanuit het oogpunt duurzaamheid is overal LED-verlichting toegepast, wat ook minder storingsgevoelig is. In 2020 zijn 4 verkeersregelininstallaties uitgevoerd met zonnepanelen.

Monitoring

Het grootste gedeelte van de verkeersregelautomaten is in staat om ruwe data (MV-files (nu nog merendeel) of Vlog-files). Hieruit is allerlei informatie te genereren die kan worden gebruikt in het beheren en monitoren van de installaties.

⁶ Komt niet overeen met huidige werkingstijden, maar dit is wel de indeling waar 's-Hertogenbosch naartoe wil.

In bijlage 5 is ook een overzicht opgenomen van de verkeersregelininstallaties die (gebruik makend van de ruwe data) met behulp van de analyseprogramma's Webstats en Kwaliteitscentrale op dit moment worden gemonitord en onderzocht. De verwachting is dat hierin een verschuiving plaats gaat vinden.

Communicatie

Ten behoeve van de communicatie krijgen alle verkeersregelininstallaties van de gemeente 's-Hertogenbosch een hoogwaardige breedbandverbinding over IP. De gemeente beschikt over een eigen glasvezelnetwerk. Bestaande en nieuwe verkeersregelininstallaties worden hier in principe allemaal op aangesloten. Indien dit niet mogelijk is wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van een ADSL-aansluiting.

Alle Bossche verkeersregelininstallaties zijn voorzien van het IVERA-protocol. Door het implementeren van het IVERA-protocol zijn verkeersregelininstallaties en bewaking centrales van verschillende (automaat)leveranciers met elkaar te verbinden. De protocolspecificatie is bovendien vrij beschikbaar, zodat andere automaatleveranciers zich bij het open communicatienetwerk kunnen aansluiten. De huidige versie (januari 2021) is 4.0.

Openbaar vervoer

Sinds enkele jaren is communicatie tussen lijnbussen en verkeerslichtenregelingen mogelijk via korte-afstandsradio (KAR). Met dit flexibele systeem, dat de oude lussen in het wegdek vervangt, worden alle verkeersregelingen in 's-Hertogenbosch (met aanwezigheid van OV) uitgerust, zodat aan het OV en hulpdiensten prioriteit kan worden verleend. Alleen bij geregelde oversteekplaatsen wordt geen KAR toegepast. Op dit moment is er een project gaande om uiterlijk in 2014 op OV doorstroommassen KAR te implementeren. Dit geldt alleen voor de verkeersregelininstallaties waarbij nu Vecom/Vetag is toegepast.

Onderlinge koppelingen

Tegenwoordig zijn vele naburige kruispunten onderling gekoppeld:

Deze koppelingen variëren van altijd aanwezige harde koppelingen tot incidentele zachte (vrije) koppelingen. De mate en de vorm van koppeling wordt zo goed mogelijk afgestemd op het actuele verkeersbeeld en de gewenste verkeersdoorstroming.

Analyseprogramma's Kwaliteitscentrale / Webstats

De gemeente 's-Hertogenbosch heeft sinds het voorjaar van 2011 een hostingscontract voor het gebruik van het verkeerskundige analyseprogramma Webstats. De data voor deze dienst wordt door de leverancier van Webstats rechtstreeks verkregen uit de gemeentelijke verkeersregelininstallaties. De gemeente beschikt daarnaast over de Kwaliteitscentrale/Verkeersinformatie van Verkeer.nu om de werking van KAR te kunnen monitoren en om zelf de werking van de verkeerslichtenregelingen en de ingrepen voor het OV te kunnen analyseren. Hiermee kan ook een gedeelte van het technisch beheer uitgevoerd worden.

In vergelijking met het uitvoeren van een verkeerskundige schouw bij een verkeersregelininstallatie zijn de voordelen en beperkingen van de Kwaliteitscentrale / Webstats als volgt:

Voordelen:

- Inzicht in alle informatie die over de CVN-interface heen gaat;
- Verkeerskundige data is van 24 uur per dag, 7 dagen per week beschikbaar, waardoor analyse van elk gewenst moment mogelijk is;
- Mogelijk om langere periodes te analyseren, waardoor inzicht in gemiddelden en trends;
- Overzicht van de gehele verkeerslichtenregeling is in 1x zichtbaar;
- Nauwkeurige analysemogelijkheden.

Beperkingen:

- Geen exact beeld van de straatsituatie (bijvoorbeeld: wegafsluiting niet zichtbaar);
- Controle ontruimingstijden niet mogelijk (bijvoorbeeld: bij te krappe ontruimingstijden moet verkeer inhouden);
- Beperkt inzicht in gedrag weggebruikers (bijvoorbeeld: fietsers die schuin oversteken);
- Hoeveelheid langzaam verkeer niet nauwkeurig te meten;
- Informatie beperkt zich tot het detectieveld (wat daarbuiten gebeurt is een inschatting).

4.4 Operationeel beheer

4.4.1 Werkingstijden

Een verkeersregelininstallatie hoeft niet 24/7 in bedrijf te zijn. Op kruispunten waarbij de verkeersintensiteiten op bepaalde tijden (met name 's nachts en/of in het weekend) heel laag zijn, kunnen de verkeerslichten op geel-knipperen gezet worden. De voordelen hiervan zijn dan:

- Minder energieverbruik;
- Betere doorstroming;
- Minder uitstoot en minder geluid;
- Geloofwaardigheid.

Het nadeel van het doven of geel-knipperen van een regeling is dat de verkeersveiligheid in het geding kan komen. Dit hangt sterk af van de locatie van de regeling en het civiele ontwerp van de aansluiting. Bijvoorbeeld bij grote kruispunten en bij wegen waar met hoge snelheid wordt gereden. Op deze type locaties wordt continu geregeld. Een overzicht van de gewenste werkingstijden (komt dus niet overeen met de huidige werkingstijden) van de verkeersregelininstallaties in de gemeente 's-Hertogenbosch is opgenomen in bijlage 5 en bestaat uit de volgende indeling:

- Continu;
- Van 07:00 tot 22:00 alle dagen;
- Van 07:00 tot 19:00 doordeweeks en in het weekend uit.

De indeling van deze werkingstijden is gebaseerd op:

- Belangrijke kruispunten;
- Geloofwaardigheid;
- Duidelijkheid voor beheer.

De gemeente gaat deze gewenste werkingstijden instellen en controleert bij het periodiek verkeerskundig beheer deze werkingstijden en stelt deze waar nodig bij.

4.4.2 Anticiperende voorzieningen

Wanneer een detectielus uitvalt of een lamp defect raakt, worden voorzieningen getroffen om te voorkomen dat de verkeerslichtenregeling niet meer werkt zoals dat bedoeld is of dat onveilige situaties ontstaan.

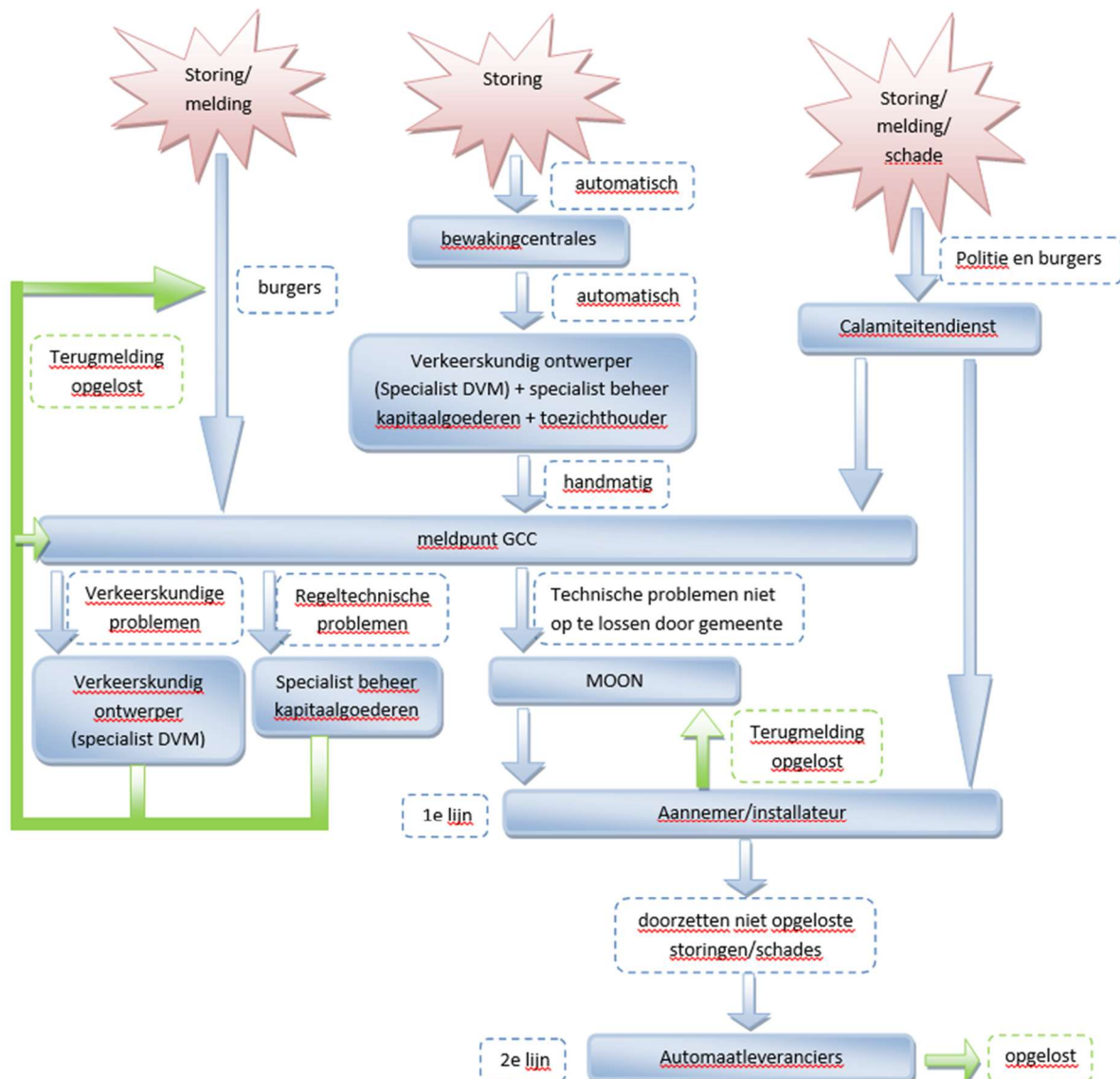
Een maatregel bij detectie-storing is dat de verkeersregeltoestellen in de gemeente 's-Hertogenbosch voorzien van een detectiebewaking welke de juiste werking van detectielussen, drukknoppen e.d. bewaakt. Tevens zijn in de programma's van alle nieuwe verkeersregelingen detectie vervangende maatregelen opgenomen.

Bij een defect aan alle rode lampen van een signaalgroep gaat het verkeersregeltoestel over naar geelknipperen. Dit geldt niet bij defecten aan een rode lantaarn van een signaalgroep voor voetgangers. Bij het aanspreken van de roodlichtbewaking wordt dit doorgegeven aan de betreffende bewakingcentrale, waaraan de verkeersregeling gekoppeld is. De kans hierop is door de toepassing van LED erg klein geworden en doet zich vrijwel niet meer voor.

4.5 Technisch en verkeerskundig beheer

4.5.1 Proces

In Figuur 3 is het huidige correctieve proces van het technisch en verkeerskundig beheer van verkeerslichtenregelingen binnen de gemeente 's-Hertogenbosch weergegeven.



Figuur 3 Processchema correctief technisch en verkeerskundig beheer gemeente 's-Hertogenbosch

De meeste storingen en meldingen zijn van burgers afkomstig en komen binnen bij het meldpunt Gemeentelijk Contact Centrum (GCC). Storingen die automatisch vanuit de verkeersregelin-

binnen komen in de bewakingcentrales, komen terecht bij de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM), de specialist beheer kapitaalgoederen en de toezichthouder. Zij maken hiervan zo nodig melding bij het meldpunt GCC. MOON is een online geautomatiseerd interactief beheersysteem dat technische storingen doorzet naar de aannemer/installateur. Deze aannemer/installateur geeft vervolgens ook in MOON aan wanneer de betreffende storing is opgelost. De verkeerskundige meldingen komen vanuit het meldpunt bij de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) terecht en de technische meldingen bij de specialist beheer kapitaalgoederen. Zij koppelen terug c.q. informeren aan burgers wanneer de meldingen zijn opgelost.

Diverse medewerkers maken deel uit van een piketdienst/calamiteitendienst. Zij ontvangen (buiten kantooruren) calamiteiten-meldingen van politie. Deze meldingen worden doorgezet naar het meldpunt GCC en naar de aannemer/installateur. Vervolgens komen de piketdienst van de gemeente en de aannemer/installateur bij een calamiteit ter plaatse om de schade waar te nemen en indien nodig worden de automaatleveranciers ingeschakeld.

4.5.2 Technisch beheer

Voor een correcte werking van de verkeersregelinstallaties en het waarborgen van de veiligheid, moeten deze technisch in een goede staat verkeren. Detectiestoringen kunnen bijvoorbeeld de verkeersafwikkeling behoorlijk negatief beïnvloeden en een storm kan leiden tot afgedraaide armaturen. Met behulp van gedegen technisch beheer blijven de verkeersregelinstallaties doen waarvoor ze zijn geplaatst; het veilig en betrouwbaar afwikkelen van het verkeer. Daarnaast is technisch beheer essentieel om de apparatuur verkeerskundig ook goed te laten functioneren en goed en effectief verkeerskundig beheer uit te kunnen voeren.

Het technisch beheer is te splitsen in correctief en preventief beheer. Met correctief technisch beheer wordt het opheffen van gesignaleerde storingen in apparatuur, meubilair, kabelnet en programmatuur bedoeld. Preventief technisch beheer is gericht op het voorkomen van storingen en wordt periodiek verricht.

4.5.2.1 Correctief technisch beheer

Zoals aangegeven wordt met correctief technisch beheer het opheffen van gesignaleerde storingen in apparatuur, meubilair, kabelnet en programmatuur bedoeld. Hieronder valt ook het vervangen van onderdelen van de verkeersregelinstallaties.

De volgende twee zaken zijn van belang bij goed correctief technisch beheer:

- Het (geautomatiseerd) ontvangen van storingsmeldingen.
- De reactietijd op technische storingen.

Ontvangen van storingsmeldingen

Bij het (correctief) technisch beheer van verkeersregelinstallaties wordt op dit moment gebruik gemaakt van een tweetal bewakingscentrales (CCS2 en VIMS) en van de analyseprogramma's Webstats/Kwaliteitscentrale. Met behulp van deze bewakingscentrales worden de storingen van de meeste automaten ontvangen. Dit gaat vanwege de ouderdom van de enkele automaten momenteel nog niet altijd goed. De ambitie is om van alle automaten geautomatiseerd storingsmeldingen te ontvangen middels één bewakingscentrale. In de meldingen dient tevens de oorzaak van de storing vermeld te worden. Daarbij dienen de storingen automatisch onderverdeeld te kunnen worden naar *urgente* en *niet-urgente* storingen. Dit onderscheid heeft te maken met de bijbehorende reactietijd op de storing. Zie de volgende paragraaf.

Reactietijd op technische storingen

Zoals in de vorige paragraaf aangegeven wordt onderscheid gemaakt naar urgente en niet-urgente storingen aan een verkeersregelinstallatie. Urgente storingen kunnen worden gedefinieerd als storingen welke een directe invloed hebben op het veilig functioneren van de VRI en een ernstig (negatief) effect hebben op de geloofwaardigheid en de doorstroming. Over het algemeen zal een urgente storing het effect hebben dat de regelinstallatie uitvalt en niet meer regelt. Alle overige storingen worden als niet-urgente storingen gedefinieerd. Bij het bepalen of een storing urgent of niet-urgent is wordt tevens rekening gehouden met de locatie van de VRI. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar belangrijke locaties (o.a. alle doorstroommassen en overige belangrijke locaties) en minder belangrijke locaties. De reactietijden behorende bij deze twee typen storingen staan vermeld in onderstaande tabel.

Type storing	Reactietijd
Urgent	< 4 uur
Niet-urgent	< 2 werkdagen

Tabel 2 Reactietijd storingen

Voor het opheffen van storingen zijn onderhoudscontracten afgesloten. Hierbij wordt onderscheid gemaakt door eerstelijns en tweedelijns onderhoud.

Het eerstelijns onderhoud wordt uitgevoerd door de aannemer/installateur die verantwoordelijk is voor het uitvoeren van onderhoud aan het straatmeubilair. Dit is contractueel geregeld met eenheidsprijzen. De aannemer/installateur schakelt indien dit noodzakelijk is zelf de betreffende automaatleverancier in (tweedelijns onderhoud).

Het tweedelijns onderhoud wordt door de automaatleveranciers verzorgd. Storingen zijn afgekocht inclusief materialen (alleen bij storingen aan de automaat). De scheiding tussen eerstelijns- en tweedelijns onderhoud ligt op de klemmenstrook (dit is het verschil tussen de aannemer/installateur en de automaatleveranciers).

Garantieperiode

In de 'Basisuitgangspunten verkeerslichtenregeling DB230112' is vermeld dat de aannemer een verklaring dient af te geven, waarin staat hoe lang de garantieperiode is van de gehele verkeersregelinstallatie. De gemeente 's-Hertogenbosch hanteert een garantietermijn van twee jaar voor de kast, detectielussen, meubilair, lantaarns, bekabeling en applicatie. Op LED armaturen wordt vijf jaar garantie gegeven. Tijdens de garantieperiode worden storingen onder garantievoorwaarden verholpen. Hierbij gelden dezelfde reactietermijnen voor urgente en niet-urgente storingen.

Service- en onderhoudscontracten

Er is door de gemeente een raamcontract afgesloten bij één automaatleverancier voor levering, service en onderhoud van nieuwe automaten. Zodoende hoeft niet meer elke automaat afzonderlijk te worden aanbesteed en zo komt er ook meer uniformiteit in de automaten, hetgeen weer een vereenvoudiging/verbetering in het beheer oplevert. Deze overeenkomst is aangegaan voor de periode van 1 juni 2012 tot en met 31 december 2013 met een optie op verlenging van de overeenkomst met twee keer een periode van 1 jaar. Voor 2014 is dit contract verlengd. Volgens dit raamcontract worden de volgende werkzaamheden door de geselecteerde externe partij uitgevoerd:

- het leveren van verkeersregelautomaten;
- het op verzoek van de gemeente 's-Hertogenbosch programmeren van verkeersregelprogramma's;

- het leveren van bovengrondse detectie (radar en video);
- het uitvoeren van correctief (responstijden van 4 uur respectievelijk 12 uur doordeweeks) en preventief technisch onderhoud aan de geleverde verkeersregelautomaten (1x per jaar).

Bij het reageren op een storing door de aannemer/installateur of automaatleverancier werden verschillende responstijden gehanteerd. Storingen op belangrijke kruispunten (op doorstroommassen) werden sneller verholpen dan op minder belangrijke kruispunten. In de praktijk blijkt dat dit in de contracten qua kosten nauwelijks iets uitmaakt, vandaar dat in het (huidige) raamcontract gekozen is voor alle kruispunten dezelfde snelle responstijd te hanteren. Deze responsetijd bedraagt < 4 uur. Dit betekent dat in praktijk minder belangrijke kruispunten dus meeprofiten van de gewenste snelle responstijd voor belangrijke kruispunten. Bij een nieuwe aanbesteding van het raamcontract zullen de reactietermijnen van respectievelijk 4 uur en 2 werkdagen (zie vorige paragraaf) worden gehanteerd. Indien blijkt dat dit qua kosten nauwelijks iets uitmaakt, kan wederom gekozen worden om voor alle storingen een reactietermijn van 4 uur aan te houden, vergelijkbaar met het huidige raamcontract.

De aannemer/installateur (welke verantwoordelijk is voor het eerstelijns onderhoud) kan bij de gemeente nagaan of de nieuwe installatie in het bestaande service- en onderhoudscontract valt. Indien deze niet onder het raamcontract valt, moet er een 4-uurs- of 48-uurs (2 werkdagen) responscontract worden afgesproken. Bij een storing die niet direct door de aannemer/installateur kan worden opgelost, kan de gemeente zich beroepen op het responscontract. De leverancier van de verkeersregelautomaat moet in dat geval binnen 4 uur of 48 uur met de herstelwerkzaamheden beginnen.

4.5.2.2 Preventief technisch beheer

Zoals aangegeven is preventief technisch beheer gericht op het voorkomen van storingen en wordt periodiek en deels dagelijks verricht. Het enige preventieve onderhoud op dit moment zijn de jaarlijkse inspecties van de automaatleveranciers en er wordt door de gemeente dagelijks gekeken naar de installaties die aangesloten zijn op afstand. De ambitie is om dit periodiek onderhoud wordt 1x per jaar uit te laten voeren door de automaatleveranciers en de installateur/aannemer, waarbij alle technische onderdelen worden getest, gecontroleerd en preventief onderhoud aan wordt uitgevoerd, waaronder de automaat, detectielussen, buitenmeubilair (masten, armaturen, drukknoppen etc.) en bekabeling. Tevens is de wens om in het kader van de BEI (Bedrijfsvoering Elektrische installaties) conform NEN1010 periodiek (elke 6 jaar) de aarde door te laten meten door de installateur. Daarnaast blijft de dagelijkse scan van het technisch presteren van het areaal onderdeel van het preventief technisch beheer. Het schilderen valt buiten het preventief technisch beheer, omdat alleen bij een reconstructie of herinrichting wordt geschilderd.

Bewakingscentrales en analyseprogramma's

Bij het beheer van de verkeersregelinstallaties wordt gebruik gemaakt van een tweetal bewakingscentrales (CCS2 van Imtech Traffic & Infra en VIMS van Vialis). Hiermee kan de gemeente zelf instellingen wijzigen, op afstand deels 'live' meekijken naar de verkeersafwikkeling en storingsonderzoek doen. Beide bewakingscentrales zijn inmiddels aan het einde van hun levensduur. Met de analyseprogramma's Webstats en de Kwaliteitscentrale wordt ook gekeken naar detectiestoringen. De huidige versnippering van informatie door het gebruik van meerdere bewakingscentrales is niet wenselijk. Voorgaande en het feit dat nu niet alle installaties op een bewakingscentrale aangesloten zijn, leidt tot een wens tot overgang naar een nieuwe leverancier-onafhankelijke beheercentrale, inclusief bewaking. Hiervoor is een periode van uitfasering van de huidige bewakingscentrales naar één nieuwe beheercentrale (inclusief bewaking) noodzakelijk, aangezien niet alle verkeersregelinstallaties meteen aan een nieuwe centrale gekoppeld kunnen worden, vanwege het ontbreken van IVERA.

Wanneer de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) of de Beheerder kapitaalgoederen een overzicht wil hebben van meldingen en technische storingen, gebeurt dat momenteel handmatig via een combinatie van de bewakingscentrales en het analyseprogramma Webstats/KWC. Een nadeel van Webstats hierbij is dat per dag beoordeeld wordt. Bij ondergedrag van een detectielus dat langer dan 24 uur duurt, is niet direct te zien wanneer dit begint en tot hoe lang dit heeft geduurd. De ambitie is om dagelijks een automatisch gegenereerd overzicht te genereren van de actuele storingen. Dit geldt ook voor zaken op functioneel gebied. In de toekomst moet hiervan automatisch een real-time overzicht worden getoond. Dit kan meegenomen worden bij de oriëntatie van een nieuwe beheercentrale (inclusief bewaking).

Om tot een goede vergelijking van diverse beheercentrales (inclusief bewaking) te kunnen komen, wordt eerst bepaald welke functionaliteiten overal beschikbaar zijn. Hierbij heeft de gemeente de volgende wensen:

- Alle informatie moet overal beschikbaar zijn door middel van een webomgeving (hierbij kan de software worden gehost door een externe partij of door de gemeente);
- IVERA communicatie;
- IVERA triggers ontvangen en acties daaraan koppelen (sms/mail/icoontjes);
- De verkeersregelautomaten kunnen op afstand via een GUI overgenomen worden en alle functies zijn daarbij beschikbaar;
- Historie van de verkeersregelautomaten, waaronder storingen, wijzigingen etc;
- Parameterlijsten;
- Down- en uploaden van parameterlijsten, programma dumps, verkeerskundige informatie;
- Camera integratie via internet (VPN) om verkeerssituatie real-time te kunnen monitoren;
- Uitvoeren van analyses op storingen/beheer;
- Documentenbeheer: integratie van alle info van het kruispunt zoals tekening en hardware documentatie;
- Actueel basisoverzicht van beheergebied;
- Handmatige meldingen toevoegen per VRI;
- Meldings- en storingsafhandeling in brede zin, ook communicatie van en naar aannemer/installateur en automaatleveranciers e.d., inclusief doorkoppeling facturatie;
- Weergave van energieverbruik/meterstanden.

KAR

Op dit moment wordt overal in 's-Hertogenbosch Vecom/Vetag uitgefaseerd en KAR geïntroduceerd. Alle verkeersregelingen in 's-Hertogenbosch (met aanwezigheid van OV) worden met KAR uitgerust, zodat aan het OV en hulpdiensten prioriteit in de regeling kan worden verleend. Het is een landelijke standaard en wordt op veel plaatsen in Nederland al toegepast voor het OV en de hulpdiensten. Na elke wijziging in de dienstregeling is het van belang de werking van KAR in alle betreffende verkeersregelinstallaties te controleren. Het komt namelijk vaak voor dat de in- en uitmeldcoördinaten niet correct ingevuld worden door de concessiehouder. Maar doordat dit jaar de KAR-geotool operationeel wordt, kan de wegbeheerder dit zelf (goed) doen. Het op efficiënte wijze afhandelen van het openbaar vervoer staat of valt met de kwaliteit van de in- en uitmeldingen middels KAR-berichten van de bussen ter hoogte van de verkeersregelingen. In de praktijk blijkt dat inmeldingen vaak ontbreken of dat de KAR-berichten niet juist gevuld worden, waardoor een bus (indien nodig) geen prioriteit bij een regeling krijgt. Wanneer uitmeldingen ontbreken kan het voorkomen dat de busrichting te lang groen toont, waardoor het overige verkeer onnodig lang staat te wachten. Het niet correct werken van KAR leidt tot veel problemen in de afwikkeling van het verkeer (geloofwaardigheid en doorstroming) en onderhoudskosten, maar KAR is voorlopig best-practice en wordt daarom toegepast. In de toekomst gaat de communicatie tussen OV/hulpdiensten en verkeersregelinstallaties

wellicht naar in-car-systemen toe. Het aantal toetsmomenten van de werking van KAR is opgenomen in het monitoringsplan en wordt geëvalueerd met de vervoerder.

LED

In het kader van duurzaamheid is de gemeente 's-Hertogenbosch voornemens alle verkeersregelininstallaties uit te rusten met LED-verlichting (twee installaties zijn op dit moment, peildatum 01-01-2014, nog uitgerust met halogeen-lampen). Dit heeft niet alleen een gunstig effect op het energieverbruik, maar leidt ook tot lagere onderhoudskosten vanwege de lange levensduur van de LED-lampen.

Materiaalkeuzes

De gemeente 's-Hertogenbosch laat de keuze voor materialen afhangen vanuit technische en financiële overwegingen. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de hoogte van de eenmalige investeringskosten of alleen de onderhoudskosten, maar naar de totale kosten over de gehele looptijd/levensduur (Total Cost of Ownership – TCO). Lage onderhoudskosten kunnen hierdoor soms een hoge aanschafprijs rechtvaardigen.

Er is goed contact met het gehandicaptenplatform van 's-Hertogenbosch ten aanzien van akoestische signalering. Daar waar noodzakelijk (in en rond centrum) wordt dit toegepast en elders wordt dit voorbereidt. Voorwaarde hierbij is dat de signalering geluidsafhankelijk in te stellen en uit te schakelen is.

Verkeersregelininstallatie-communicatienetwerk

De verkeersregelininstallaties in 's-Hertogenbosch worden voorzien van een aansluiting ten behoeve van het huidige communicatiesysteem. In de Checklist VRI eisen is aangegeven wat voor type verbinding wordt gerealiseerd. In principe aansluiten op Glasvezel. Meerdere diensten en systemen moeten gelijktijdig van de verbinding gebruik kunnen maken. Denk aan het instellen en ophalen van MV-files, communicatie door bewakingscentrale(s) en het kunnen bekijken van camerabeelden. Het communicatienetwerk dient veilig en beheersbaar te zijn. De uitvoering hiervan is afhankelijk van het type netwerk (glasvezel). Een voorbeeld veilig netwerk is weergegeven in bijlage 6.

De veiligheid wordt gewaarborgd doordat het netwerk niet publiek toegankelijk is en de data over een beveiligde verbinding (encrypted) wordt verstuurd. De beheersbaarheid wordt gewaarborgd, omdat een wijziging in de afzender of in de verkeersregelininstallatie alleen in de hub geconfigureerd hoeft te worden en niet aan de zijde van de verkeersregelininstallatie of bijvoorbeeld aan de zijde van de bewakingscentrale. Dit geldt voor zowel het communicatienetwerk via Glasvezel of VPN-verbindingen via ADSL/UMTS.

Managementrapportages

De ambitie is om het wel of niet beter presteren van de verkeerslichtenregelingen als gevolg van het technisch en verkeerskundig beheer, op een hoger abstractieniveau richting het management te kunnen communiceren. Met behulp van managementrapportages kan worden aangetoond met welke effort welke effecten zijn bewerkstelligd. Daarnaast biedt het gebruik van managementrapportages de mogelijkheid voor de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) om dagelijks een (automatisch gegenereerd) overzicht te hebben van het technisch en verkeerskundig presteren van de regelingen. Hierbij moet ook inzichtelijk zijn welke verkeersregelingen extra aandacht verdienen.

Wegwerkzaamheden en calamiteiten

Er zijn wegwerkzaamheden-protocollen opgesteld, waarbij de gemeente te maken heeft met Provincie, Rijkswaterstaat of aannemers daarvan (niet te maken met buurtgemeenten). Tevens bestaat er een document tijdelijke verkeersregelininstallaties en hoe daarmee om te gaan. Van een aantal belangrijke geregelde kruispunten in 's-Hertogenbosch (op doorstroommassen) is het wenselijk vast te leggen welke verkeersmaatregelen in het geval van storingen getroffen moeten worden (calamiteitenplan). Dit is nu niet geregeld en moet worden uitgewerkt in de vorm van toe te passen afzettingen en de inzet van verkeersregelaars.

4.5.3 Verkeerskundig beheer

Vergelijkbaar met technisch beheer is ook verkeerskundig beheer te splitsen in correctief en preventief beheer. Correctief verkeerskundig beheer houdt in dat aanpassingen worden gedaan naar aanleiding van meldingen van weggebruikers, eigen waarnemingen of meldingen uit systemen. Preventief verkeerskundig beheer bestaat uit het periodiek evalueren van de verkeerskundige werking van een verkeerslichtenregeling.

Voordat begonnen wordt met verkeerskundig beheer moet echter eerst vastgesteld worden of de verkeersregelininstallatie technisch goed functioneert. Technische storingen zoals detectiestoringen kunnen de verkeerskundige werking van een verkeersregelininstallatie flink verstoren. Hiervoor moeten de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) en specialist beheer kapitaalgoederen regelmatig met elkaar in contact treden, overleg voeren en gezamenlijk prioriteiten vaststellen.

Verkeerskundig beheer is in de huidige situatie niet structureel verankerd binnen de gemeente 's-Hertogenbosch. Er zijn op dit moment geen financiën en FTE's vrijgemaakt voor structureel preventief en correctief verkeerskundig beheer. Er wordt wel reactief op meldingen geacteerd. Soms worden diverse zaken gemonitord met de analyseprogramma's Kwaliteitscentrale en Webstats door de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM). Wel wordt in de huidige situatie de verkeerslichtenregeling geëvalueerd bij vervangingen van verkeersregelininstallaties (werk-met-werk).

Dat op dit moment geen periodiek verkeerskundig beheer plaatsvindt heeft ook gevolgen voor de evaluatie en controle op de werking van de verkeerslichtenregelingen. Volgens het CROW blijkt dat het functioneren van regel- en informatiesystemen, zoals verkeersregelininstallaties, 3% capaciteitsverlies oplopen per jaar als niet geregeld wordt getoetst of ze nog wel werken zoals dat oorspronkelijk bedoeld was. Zo kan het door wijzigingen in verkeerssituaties gebeuren dat de oorspronkelijke afstelling van een verkeersregelininstallatie niet meer is afgestemd op de situatie op straat. Door regelmatig verkeerskundig beheer uit te voeren kan de werking van verkeersregelininstallaties significant worden verbeterd. Het beheer maakt het mogelijk om verkeer blijvend en adequaat te informeren, te reguleren en te sturen op de manier die de beleidsmakers vooraf hebben bepaald.

4.5.3.1 Correctief verkeerskundig beheer

Zoals aangegeven bestaat correctief beheer in principe uit het doen van aanpassingen aan de verkeerslichtenregelingen naar aanleiding van meldingen van weggebruikers, eigen waarnemingen of meldingen uit systemen.

In de huidige situatie worden verkeerskundige meldingen doorgegeven door burgers (via het GCC) en politie (via de calamiteitendienst). Vervolgens voert de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) onderzoek uit en waar nodig aanpassingen door in de verkeersregelininstallaties via de bewakingscentrales of direct in de automaat op straat. Indien meer ingrijpende aanpassingen nodig zijn, wordt de software gewijzigd door de automaatleveranciers.

Dagelijks correctief verkeerskundig beheer

De ambitie is om het dagelijkse verkeerskundig beheer zoveel mogelijk te automatiseren, waarbij door de beschikbare systemen continue (minimaal dagelijks) gemonitord wordt op het verkeerskundig functioneren van de verkeerslichtenregelingen.

Periodiek correctief verkeerskundig beheer

Daarnaast is het de ambitie om een vorm van periodiek correctief verkeerskundig beheer uit te voeren. Hierbij wordt op basis van het dagelijkse verkeerskundig beheer en de ontvangen meldingen en klachten, periodiek correctief verkeerskundig beheer uitgevoerd. Door middel van het opstellen van kwaliteitseisen in de vorm van een Regelstrategie geeft de gemeente aan op een proactieve en structurele wijze verkeerskundig beheer op te willen pakken. Door middel van periodieke, continue, handmatige en automatische monitoring wordt de werking van de verkeersregelininstallaties getoetst aan de kwaliteitseisen. De ambitie is om op basis van de dagelijks geautomatiseerde monitoringsrapportages van de kruispunten, welke gekoppeld zijn aan de kwaliteitseisen in de Regelstrategie, periodiek correctief verkeerskundig beheer uit te voeren.

4.5.3.2 Preventief verkeerskundig beheer

Naast het correctief preventie beheer dient ook preventief verkeerskundig beheer uitgevoerd te worden. Zoals aangegeven bestaat het preventief verkeerskundig beheer uit het periodiek evalueren van de verkeerskundige werking van een verkeerslichtenregeling en waar nodig aanpassing doen aan de regeling.

Bij het bepalen van de frequentie van het preventief verkeerskundig beheer wordt onderscheid gemaakt naar Prioriteit 1 en Prioriteit 2 kruispunten. De prioritering van de betreffende geregeld en ongeregelde kruispunten is opgenomen in het Monitoringsplan.

Type kruispunt	Frequentie
Prioriteit 1	1x per 3 jaar
Prioriteit 2	1x per 5 jaar

De periodieke evaluatie van een kruispunt bestaat uit een uitvoerige evaluatie van de verkeersafwikkeling. Hierbij wordt zowel een analyse van de logfiles met behulp van het analyseprogramma, het (her)berekenen van de ontruimingstijden (beiden in geval van met verkeerslichten geregelde kruispunten) en het schouwen op straat. Leidraad voor de diverse onderzoeken die tijdens de evaluatie worden uitgevoerd betreffen de functionele specificatie van de regeling, welke is gebaseerd op de algemene ontwerpuitgangspunten uit de Ontwerpstrategie en de kwaliteitseisen uit de Regelstrategie. Hierbij worden de volgende onderdelen onderzocht en geanalyseerd:

- Scan maken (conform specificatie);
- Schouw uitvoeren (conform specificatie);
- Ontruimingstijden controleren (conform specificatie);
- Overbelasting controleren (aan de hand van scan en schouw);
- Werkingstijden controleren (conform specificatie en vigerend gemeentelijk beleid);
- Koppelingen/VRI's in elkaars invloedgebied (conform specificatie);
- Werking ingrepen (hoogwaardig) openbaar vervoer (conform specificatie en controle KAR berichten);
- Structuur van de regeling (conform specificatie, minimaliseren wachten voor niets);
- Minimaliseren onnodig wachten (conform specificatie);

- Snelheid/lengte logging (conform specificatie);
- Detectieervangende maatregelen (conform specificatie).

Voor een uitwerking van verkeerskundig beheer in de vorm van systematisch beoordelen en analyseren van verkeersregelininstallaties wordt verwezen naar CROW publicatie 'Verkeerskundig beheer van regel- en informatiesystemen, publicatie 313, april 2012'.

4.5.3.3 Beheer afstemmen op afwikkeling volgens prioriteit

Na het controleren van het technisch functioneren van de verkeersregelininstallatie, wordt bij het verkeerskundig beheer eerst nagelopen of voldaan wordt aan de randvoorwaarden zoals vastgelegd in de ontwerpstrategie van deze Nota. Vervolgens wordt getoetst aan de kwaliteitseisen volgens de regelstrategie. Wat hieruit voortvloeit is o.a. een overzicht van geregelde kruispunten, waarbij niet voldaan wordt aan de opgestelde kwaliteitseisen. Om tot een volgorde te komen welke verkeersregelingen als eerste aangepast moeten worden, kan gekeken worden naar de prioriteitsvolgorde van modaliteiten, zoals vastgelegd in de regelstrategie. Deze volgorde is als volgt:

Prioriteit	Typering	Omschrijving
1	Auto	Prioriteit 1 en 2 (autosnelwegen)
2	OV	HOV op doorstroomas
3	Fiets	Sternet
4	Auto	Prioriteit 3 (belangrijkste doorstroomassen richting het centrum)
5	OV	OV op doorstroomas
6	Fiets	Fiets Hoofdnet
7	Auto	Prioriteit 4
8	Auto	Prioriteit 5
9	Auto	Prioriteit 6
10	Auto	Overige (niet geprioriteerde) wegen

Tabel 3 Prioriteitsvolgorde

Dit houdt in dat eerst de verkeersregelininstallaties op de routes van HOV op doorstroomassen aangepast worden, vervolgens de installaties op het Sternet fiets etc etc.

Geheel volgens de integrale aanpak van de Koersnota wordt bij het beheer en eventueel benodigde aanpassingen een gelaagde benadering aangehouden, waarbij eerst ingezet wordt op benutting van de bestaande infrastructuur (aanpassing van parameters en software) en vervolgens op reconstructie of uitbreiding van de infrastructuur. Daarnaast wordt de richting met de hoogste prioriteit bevoordeeld ten koste van de richting met de laagste prioriteit.

4.5.3.4 Communicatie naar burgers

Om de betrokkenheid van de inwoners van 's-Hertogenbosch bij de werking van verkeerregelininstallaties te vergroten en duidelijker naar buiten te communiceren welke (voor de weggebruiker in eerste instantie vaak onzichtbare) werkzaamheden en aanpassingen door de gemeente worden uitgevoerd, is de ambitie om meer te communiceren naar burgers. Hiervoor zijn diverse mogelijkheden. Een aantal hiervan is hieronder kort uitgewerkt.

Website/blog

Op de website van de gemeente 's-Hertogenbosch kan een webpagina in de vorm van een blog gemaakt worden, die met behulp van social media als facebook en twitter geliked en geshared kan worden. Er kan ook een verkeerslichtenaccount gemaakt worden op bijvoorbeeld facebook (dit is wel minder goed te beheren dan een eigen site) om burgers te informeren. Hierbij kunnen burgers geïnformeerd worden over het plaatsen van een nieuwe verkeerslichtenregeling of het wijzigen van diverse instellingen bij bestaande verkeerslichtenregelingen.

Wellicht kan de gemeente een interactieve kaart maken op de webpagina, waarop burgers meldingen en storingen kunnen doorgeven door op de betreffende verkeerslichtenregeling te klikken. Door middel van een drop-down menu kunnen de meldingen en storingen gericht worden verzameld, bijvoorbeeld door een keuze aan te bieden: lamp stuk, lang wachten, verkeerslichtenregeling staat op knipperen etc, of anders... Hierbij wordt dan ook zichtbaar welke meldingen al gedaan zijn. Per verkeerslichtenregeling kan de gemeente ook informatie geven over de specials en comfortmaatregelen. Voor de herkenbaarheid van een verkeerslichtenregeling kan een sticker op de regelautoomaat op straat aangebracht worden met het kruispuntnummer en een plaatje van een verkeerslicht erbij (om het verband tussen de kast en de verkeerslichtenregeling aan te geven).

Weginformateurs

Ook kan de gemeente een aantal burgers een actieve rol geven als weginformateur. Hierbij kan gedacht worden aan mensen die veel lopen (o.a. visueel of lichamelijk beperkt), veel fietsen, rij-instructeurs, vrachtwagenchauffeurs en buschauffeurs. Deze weggebruikers zijn veel op de weg en vertegenwoordigen alle modaliteiten. Hiervoor kunnen bijvoorbeeld burgers benaderd worden die veel meldingen en storingen melden (vanwege de hoge betrokkenheid). Zij kunnen bepaalde taken meekrijgen, zoals het inspecteren van de openbare ruimte. Het is belangrijk dat de weginformateurs breder in de organisatie worden ingezet dan alleen voor het beheer van verkeerslichtenregelingen. Het eveneens inspecteren van bebording, verharding of groen geeft de weginformateurs een breder palet aan te monitoren zaken. Er kan gevraagd worden de ene maand extra te letten op markering en de andere maand op de wachttijden bij verkeerslichtenregelingen. Er kan eerst begonnen worden met het geven van een korte cursus over waarop gelet moet worden en hoe verkeerslichtenregelingen werken. Deze weginformateurs kunnen posten op een facebookpagina of twitteraccount wat ze geconstateerd hebben, wat wellicht leidt tot meer reacties over dezelfde problemen.

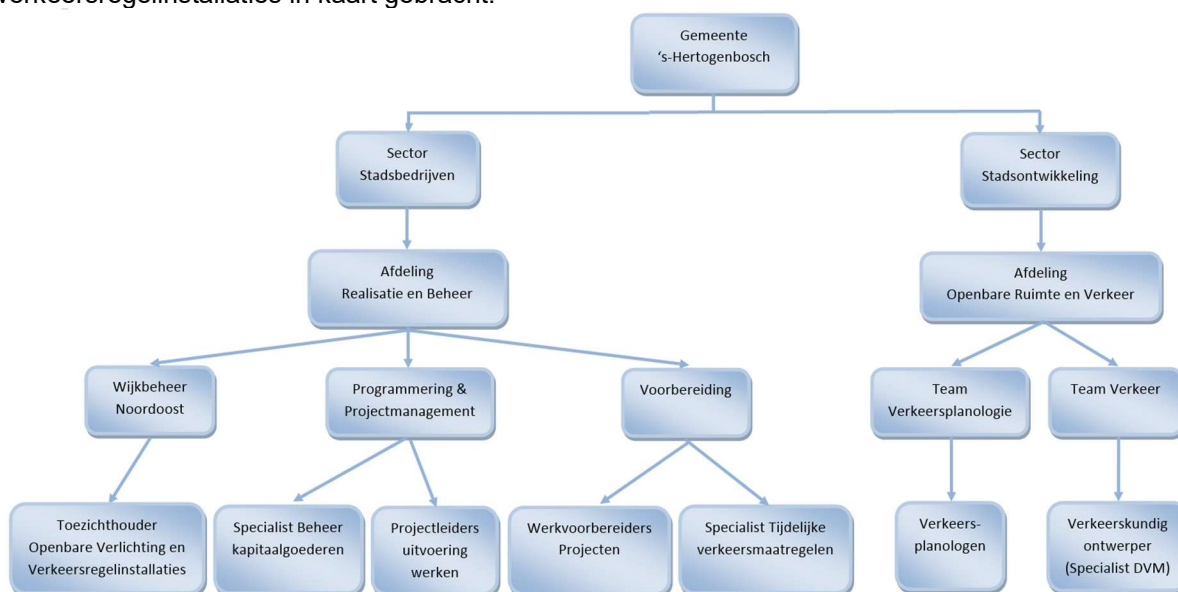
Kruispunt van de maand

Er kan door de gemeente 's-Hertogenbosch een kruispunt van de maand worden uitgeroepen en samen met vertegenwoordigers van de autoomaatleverancier/onderhoudspartij, de vervoerder, fietsersbond, wijkbeheerder en eventueel burgers die meldingen hebben doorgegeven, naar dit geregelde kruispunt gekeken worden. Dit zorgt voor een betrokkenheid, waaruit blijkt dat men samen verantwoordelijk is voor het efficiënt en geloofwaardig functioneren van de verkeerslichtenregelingen.

Het communiceren met burger op bovengenoemde manieren wordt in de huidige situatie (nog) niet gedaan. Dit valt onder het ambitieniveau. Daarnaast betreffen dit eerste globale gedachten welke nader uitgewerkt dienen te worden, waarbij de gevolgen voor de tijdsbesteding goed in ogenschouw genomen dienen te worden.

4.6 Organisatie 's-Hertogenbosch

In Figuur 4 is de structuur van de gemeentelijke organisatie omtrent het beheer van verkeersregelininstallaties in kaart gebracht.



Figuur 4 Organogram beheer verkeersregelininstallaties gemeente 's-Hertogenbosch⁷

Het technisch beheer van de verkeersregelininstallaties en andere DVM-systemen (o.a. camerasystemen) in de gemeente 's-Hertogenbosch, is ondergebracht bij de afdeling Realisatie en Beheer (R&B). Deze afdeling valt onder de Sector Stadsbedrijven. De specialist beheer kapitaalgoederen van de afdeling R&B is verantwoordelijk voor het dagelijks onderhouden en het uitvoeren van technisch beheer aan de verkeersregelininstallaties (inclusief budget).

De verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) van het team Verkeer van de afdeling Openbare Ruimte en Verkeer (ORV), is verantwoordelijk voor het verkeerskundig beheer van de verkeerslichtenregelingen. Deze afdeling valt onder de sector Stadsontwikkeling. De verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) voert de verkeersregelkundige taken zelf uit en wordt daarbij ondersteund door externe partijen. Dit is een specialisme dat verder niet binnen de gemeentelijke organisatie voorkomt. De verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) is de budgethouder voor het groot onderhoud.

De organisatie van tijdelijke verkeersmaatregelen, waaronder het beheer van tijdelijke verkeersregelininstallaties, valt onder de verantwoordelijkheid van de afdeling R&B. Tijdelijke regelingen worden goedgekeurd door de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM).

Het team Verkeersplanologie houdt zich bezig met het verkeer op beleidsmatig – en netwerkniveau (dynamisch verkeersmanagement).

De afstemming met andere wegbeheerders gebeurt op alle niveaus.

⁷ Het organogram zoals afgebeeld is niet helemaal compleet. Onder de afdeling Openbare Ruimte en Verkeer vallen nog meer teams, maar deze zijn in dit kader niet van belang.

In Figuur 4 is te zien dat het beheer van verkeersregelininstallaties behoorlijk versnipperd is binnen de gemeente. Belangrijk hierbij is dat de betrokkenen elkaar weten te vinden en de samenwerking opzoeken. Het werken met verkeerslichtenregelingen is erg specialistisch en specifiek. Het uitbesteden hiervan wordt al voor een groot gedeelte gedaan is alleen mogelijk wanneer het deskundig opdrachtgeverschap wordt gewaarborgd. Het is daarnaast erg belangrijk dat de te gebruiken systemen binnen verkeerskundig beheer door zowel de Beheerder kapitaalgoederen als de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) worden gebruikt. Vanwege de zeer specialistische en specifieke functies dienen deze twee functies elkaar over en weer zo veel mogelijk moeten kunnen vervangen aangezien andere functies hier niet voor in aanmerking komen.

Een eerste stap die op het organisatorische vlak genomen moet worden, is het verankeren van het verkeerskundig beheer van verkeersregelininstallaties in de gemeentelijke organisatie. Hierdoor ontstaat een voortdurende waarborging van enerzijds een optimale staat en werking van de verkeersregelininstallatie en anderzijds de verkeersregelininstallatie als betrouwbare informatiebron. Dat dit nu niet zo is blijkt uit het feit dat alleen voor technisch beheer budget is. Voor verkeerskundig beheer is geen budget en voor vervanging van verkeersregelininstallaties wordt per keer budget vrijgemaakt.

Om ervoor te zorgen dat verkeerskundig beheer plaatsvindt, is het ook van belang dit structureel te verankeren in de planning, de begroting en de organisatie van de gemeente 's-Hertogenbosch. Achtereenvolgens moeten daartoe de volgende stappen worden gezet:

- Bewust worden van nut en noodzaak voor verkeerskundig beheer op bestuurlijk niveau van de gemeente, resulterend in een bestuurlijke opdracht (door te wijzen op landelijke publicaties en beschikbare documentatie, zie hiervoor het monitoringsplan en uitvoeringsprogramma of administratie van beheer; bijv. acties in een spreadsheet bijhouden en doorsturen naar hoger niveau 1x per jaar) en concrete resultaten / effecten zichtbaar te maken;
- Inrichten van de organisatie, zowel op directie- als op uitvoeringsniveau, door middel van het vastleggen van afspraken en middelen voor het invullen van de taken die vallen onder verkeerskundig beheer;
- Structureel ter hand nemen van de uitvoering van verkeerskundig beheer, in een speciaal toegespitst cyclisch werkproces van toetsing en aanpassing van verkeerssystemen.

Een verdere detaillering van de aanpak hiervan is opgenomen in de CROW publicatie 'Verkeerskundig beheer van regel- en informatiesystemen, publicatie 313, april 2012'.

Van de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) wordt verwacht dat hij:

- Betrokken wordt bij het ontwerpproces;
- Betrouwbare communicatie heeft met alle verkeersregelininstallaties;
- Toegang heeft tot een bewaking- en beheercentrale (en daarmee tot alle verkeersregelininstallaties);
- Op de hoogte blijft van ontwikkelingen in de markt (technisch en verkeerskundig);
- Een korte lijn heeft met de Specialist beheer kapitaalgoederen en Toezichthouder;
- Het verkeerskundig proces in relatie tot de regelstrategie monitort;
- Zorgt voor efficiënte en geloofwaardige regelingen conform het vastgesteld beleid.

Het aantal benodigde FTE voor verkeerskundig beheer is afhankelijk van het aantal installaties, de huidige kwaliteit van de verkeerskundige werking van de verkeersregelininstallaties en het kwaliteitsniveau dat de gemeente 's-Hertogenbosch wil bereiken. De kwaliteitseisen hiervoor zijn recent vastgesteld in de regelstrategie. In het Uitvoeringsprogramma is deze uitwerking (investeringen en capaciteit) uitgewerkt.

Regionaal verkeersmanagement

In 2011 is de Kadernotitie Regionaal Verkeersmanagement DVM Brabantstad vastgesteld door de stuurgroep Netwerkprogramma Brabantstad. Daarin hebben de B5, RWS, SRE en de provincie Noord-Brabant afspraken gemaakt op het gebied van samenwerking, focus en financiën ten aanzien van regionaal verkeersmanagement, met de afspraak om hieraan gezamenlijke nadere invulling te geven. De uitvoeringsprojecten waar sprake is van investeringskosten worden in de regel door partijen in onderling overleg gefinancierd. Echter de middelen om de structurele kosten voor het operationeel beheer en verbeteren van verkeersmanagement-maatregelen en datahandeling te betalen ontbreken bij de meeste partners. De meest voor de hand liggende oplossing is om voor dit operationeel beheer zaken Brabantbreed te bundelen en centraal te beheren. DVM Brabantstad heeft onderzocht dat de regelscenario's voor 's-Hertogenbosch (Brabanthallen en Binnenstad) het beste aangestuurd kunnen worden vanuit de VerkeersCentrale Zuid Nederland (VCZN) van Rijkswaterstaat. Hiervoor is menskracht nodig en Rijkswaterstaat verwacht daarvoor een betaling. Echter hebben zij op dit moment nog geen uniform verrekenmodel. Dit wordt momenteel uitgewerkt. Naar verwachting zal dit model in 2014 gereed zijn en kan voor het eerst in 2015 worden toegepast. In afwachting hiervan is voor 2013 en 2014 een oplossing gevonden (o.m. door bijdrage Provincie en inzet rente-inkomsten Mobiliteitsfonds). De kosten per partij zijn in verhouding tot de gevraagde inzet van de VerkeersCentrale.

In het Bereikbaarheidsprogramma Koersnota 2013 is geld opgenomen voor uitbreiding van het PRIS systeem met o.a. een koppeling met het regelscenario Binnenstad. Afhankelijkheid van de beschikbaarheid van de systemen van RWS om het regelscenario in te kunnen zetten is onwenselijk. Indien de aansturing van de lokale scenario-systemen (lees scenariokiezer en –inzetter) van de provincie Noord-Brabant ook door haar eigen systemen plaatsvindt, stelt dit aan het beheer van verkeersregelininstallaties verhoogde eisen ten aanzien van aanstuurbaarheid naar de gemeentelijke verkeersregelininstallaties. De mogelijkheid tot bi-directionele communicatie (aansturing maatregelen en terugkoppeling of de gewenste maatregel is geëffectueerd) van de scenario-inzetter met de betreffende verkeersregelininstallatie is dan wenselijk. Het formuleren van overige eisen aan de aansturende systemen (scenariokiezer en –inzetter) valt buiten de scope van de nota Verkeerslichten.

Vanuit de gemeente heeft de verkeerskundig ontwerper (specialist DVM) een grote rol in het overleg met de regionale partners en het tot stand brengen van de noodzakelijke afspraken en koppelingen. De benodigde inspanningen hiervoor zijn moeilijk in te schatten en zijn afhankelijk van de ambities en mogelijkheden bij de andere wegbeheerders.

5. Begrippenlijst

Begrip:	Uitleg:
Ontwerpstrategie	
Werkings tijden	De tijd gedurende de dag waarbij de verkeersregelininstallatie het verkeer regelt
Wachtstand	Het lichtbeeld van de lantaarns waarin de verkeersregelapplicatie op momenten van rust (geen verkeer op alle richtingen) staat
Koppelingen	Coördinatie tussen de groenfasen van twee of meerdere opeenvolgende richtingen op één of meerdere kruispunten
VRI's in elkaar invloedsgebied	De verwerking van verkeer bij een VRI zorgt voor een dusdanig aankomst- of vertrekpatroon bij een andere VRI dat hier rekening mee gehouden dient te worden om het verkeer op een goede wijze te laten doorstromen
Plaatsingsstrategie	
Intensiteitscriterium van Slop	Het intensiteitscriterium van Slop berekent of een bepaalde situatie nog ongeregeld kan functioneren, of dat er een aanvullende maatregel noodzakelijk is.
Kwaliteitscentrale	Instrument om de technische en verkeerskundige werking van o.a. verkeersregelininstallaties te kunnen monitoren, beoordelen, analyseren en presenteren
Webstats	Online webvariant van de Kwaliteitscentrale
Groen op Maat	Door middel van een speciale detectorconfiguratie, signaalgroepafhandeling en variabele hiaattijden, wordt voor het laatste voertuig op een richting een instelbaar gedeelte van de geelfase benut, waardoor een zeer snelle en geloofwaardige verkeersafwikkeling plaatsvindt
IVERA-protocol	Het IVERA-protocol is een datacommunicatiestandaard voor verkeersregeldoelstellingen en de daarmee verbonden centrale computersystemen
DVM	Dynamisch verkeersmanagement is een verzamelnaam voor geautomatiseerde real-time maatregelen om de verkeersafwikkeling te reguleren
Beheerstrategie	
Correctief technisch beheer	Het opheffen van gesignaleerde storingen in apparatuur, meubilair, kabelnet en programmatuur.
Preventief technisch beheer	Het voorkomen van storingen en wordt periodiek verricht.
Correctief verkeerskundig beheer	Het doen van aanpassingen aan de regeling naar aanleiding van meldingen van weggebruikers, eigen waarnemingen of meldingen uit systemen.
Preventief technisch beheer	Het periodiek evalueren van de verkeerskundige werking van een verkeerslichtenregeling.

Bijlage 1: Intensiteitscriterium volgens methode Slop

Het in Nederland op grote schaal toegepaste intensiteitscriterium komt van oorsprong uit de Verenigde Staten en is in de jaren 70 geschikt gemaakt voor de Nederlandse situatie. Met het criterium kan voor ongeregelde kruispunten en T-aansluitingen de noodzaak van verkeerslichten worden bepaald. Eveneens is de methodiek geschikt om de onderlinge urgentie te bepalen. Het idee achter het criterium is dat er voldoende hiaten in de hoofdstroom aanwezig moeten zijn om het verkeer op de zijweg te kunnen laten oversteken.

De invoerparameters bestaan uit de intensiteiten op de drukst bereden weg (hoofdweg) en intensiteiten op de drukste naderingsrichting van de zijweg. Daarnaast is het aantal rijstroken op de hoofdweg, het aantal opstelvakken op de zijweg, en de toegestane snelheid van het autoverkeer van belang voor de berekening.

De methode Slop berekent een dimensieloos getal, de alfawaarde α genoemd. Deze wordt als volgt berekend:

$$\alpha = (I_z / i_1) * \{-1 + \sqrt{1 + \beta (I_H / I_z)}\}$$

waarin:

I_H het aantal pae per uur op de voorrangsweg in beide rijrichtingen samen

I_z het aantal pae per uur op de drukste naderingsrichting van de zijweg

i_1 en β worden bepaald aan de hand van vormgevingskenmerken zoals beschreven in onderstaande tabel

Aantal doorgaande rijstroken op de hoofdweg	Aantal opstelvakken op de drukste zijweg	Maximum snelheid			
		50 km/u		70 km/u	
		i_1	β	i_1	β
1	1	300	3,4	210	2,4
2 of meer	1	300	2,0	210	2,0
1	2 of meer	400	3,2	280	3,2
2 of meer	2 of meer	400	2,7	280	2,7

Bij toepassing van het intensiteitscriterium gelden de volgende regels:

- de intensiteiten omvatten alle voertuigen die op een gemiddelde dag naar het kruispunt rijden (dus ook het verkeer dat op het kruispunt afslaat);
- de intensiteiten worden uitgedrukt in pae (personenauto-equivalenten) per uur; bromfietzers tellen daarbij als 0,3 pae en voetgangers worden niet meegerekend;
- indien de hoofdweg een brede middenberm bevat (meer dan 6 meter) dient het kruispunt als twee afzonderlijke deelskruispunten te worden beschouwd. In dat geval moeten beide deelskruispunten apart aan het intensiteitscriterium worden getoetst. De hoogste α -waarde is bepalend voor het gehele kruispunt;
- indien de intensiteit op de drukste zijrichting tijdens het achtste drukste uur lager is dan 75 pae, wordt niet aan het criterium voldaan, ongeacht de waarde van α ;
- per naderingsrichting dient de verdeling van het verkeer naar links afslaand, rechtdoorgaand en rechts afslaand verkeer respectievelijk ongeveer 15%, 70%, 15% te zijn.

Indien de intensiteiten op de hoofdweg groter zijn dan 1000 voertuigen/uur op een tweestrooksweg, respectievelijk 1200 voertuigen/uur op een vierstrooksweg, is de methode Slop minder geschikt en is het beter het wachttijd criterium te hanteren.

In eerste instantie werden voor het criterium de intensiteiten gehanteerd van het achtste drukste uur van het etmaal. Om echter minder gevoelig te zijn voor minder logische verdelingen van de intensiteiten van het verkeer over het etmaal, is het criterium uitgebreid. Indien voldoende gegevens over de intensiteiten bekend zijn kan de berekening niet uitgevoerd worden voor het achtste drukste uur maar voor de Ne-drukste uren van de dag. Daarbij ligt de waarde van N tussen de 6 en 12. Met behulp van de zo gevonden alfawaarden kan de uiteindelijke d (deltawaarde) worden bepaald met behulp van de volgende formule:

$$\delta = (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n) / (N * C_N)$$

waarin:

α_i de alfawaarde voor het i-drukste uur van het etmaal

N het aantal uren waarvoor δ wordt berekend

C_N correctiegetal, gerelateerd aan de waarde van N (zie onderstaande tabel)

N	C_N	N	C_N
6	1,20	10	1,10
7	1,17	11	1,08
8	1,15	12	1,06
9	1,13		

Op basis van de berekende deltaxwaarde kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Voor een (vierarmig) **kruispunt** gelden de volgende grenswaarden:

- $\delta \leq 1,00$ verkeerslichten zijn ongewenst
- $1,00 < \delta < 1,33$ verkeerslichten zijn gewenst, maar niet noodzakelijk.
- $\delta \geq 1,33$ verkeerslichten zijn noodzakelijk

Bij **T-splitsingen** worden hogere waarden voor δ worden gehanteerd:

- $\delta \leq 1,33$ verkeerslichten zijn ongewenst
- $1,33 < \delta < 1,67$ verkeerslichten zijn gewenst, maar niet noodzakelijk.
- $\delta \geq 1,67$ verkeerslichten zijn noodzakelijk

Als verkeerslichten gewenst, maar niet noodzakelijk zijn, moeten andere criteria de doorslag geven tot plaatsing van verkeerslichten.

Voor het **verwijderen van een verkeersregeling** gelden de volgende grenswaarden:

- bij $\delta < 0,90$ kunnen verkeerslichten op een vierarmig kruispunt worden verwijderd;
- bij $\delta < 1,20$ kunnen verkeerslichten op een T-aansluiting worden verwijderd.

De Methode Slop staat uitgebreid beschreven in het ASVV 2012, Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom (CROW, 2012), op pagina 549 en verder (hoofdstuk 9.4.2).

Bijlage 2: Wachtijd criterium volgens methode Harders

Bij hoge intensiteiten op een hoofdweg is het beter het zogeheten verliestijd criterium te hanteren. Onder verliestijd wordt de extra tijd bedoeld die door de aanwezigheid van ander verkeer nodig is om een kruispunt of een ander weggedeelte te passeren, in vergelijking met een situatie zonder ander verkeer. Bij voertuigen is de verliestijd in het algemeen opgebouwd uit wachttijd (als het voertuig tot stilstand is gekomen) en uit rem- en optrekverliezen.

De methode Harders voorziet in een berekeningswijze waarmee een indruk wordt gekregen van de verliestijden bij een gegeven verkeersbelasting op een kruispunt zonder verkeerslichten. De berekende verliestijden worden als criterium gebruikt voor het aanbrengen van verkeerslichten, dan wel het bepalen van de noodzaak voor handhaving van een bestaande verkeersregelininstallatie. De methode hangt een kwalitatieve waarde aan de wachttijd van de zijrichting op basis van een zekere aanwezige reservecapaciteit.

Wanneer bij de bepaling van de wachttijd van de zijrichting aan één van beide onderstaande criteria wordt voldaan, zijn verkeerslichten noodzakelijk voor de afwikkeling van het gemotoriseerd verkeer.

- indien gedurende minstens 2 uren per dag de kwalificatie lang (of slechter) is, of
- indien gedurende minstens 4 uren per dag de kwalificatie matig (of slechter) is.

Daarvoor is het noodzakelijk om in aansluiting op de berekeningen bepaalde grenswaarden te kiezen. Het resultaat van de berekening is slechts een kwalificatie van de verliestijden in termen variërend van 'erg lange wachttijd' tot 'geen wachttijd'.

Voor de richtingen die voorrang moeten verlenen, wordt de som van intensiteiten van alle conflicterende richtingen bepaald. Naar mate de hoeveel conflicterend verkeer groeit, wordt het voor de betreffende richting moeizamer de kruising over te steken.

Het benodigde hiaat in de conflicterende verkeersstromen om het kruispunt te passeren is afhankelijk van het aantal kruisende richtingen. Bij het linksafslaan vanaf de hoofdweg heeft alleen voorrang te worden verleend aan het autoverkeer van de tegenovergestelde richting. De linksafslaanende voertuigen op de zijweg moeten echter naast alle verkeer op de hoofdweg ook voorrang verlenen aan het rechtdoorgaand autoverkeer op de tegenovergelegen zijweg.

De totale hoeveelheid conflicterend verkeer in combinatie met het aantal te kruisen richtingen bepaald de basiscapaciteit. De basiscapaciteit is een maat voor het maximum aantal per uur te verwerken voertuigen op de betreffende richting.

De basiscapaciteit wordt vervolgens omgerekend met een correctiefactor. Hierbij wordt rekening gehouden met verkeersbelasting van de afzonderlijke conflicterende richtingen. Naarmate een conflicterende richting waaraan voorrang moet worden verleend zwaarder is belast (verhouding tussen intensiteit en capaciteit), wordt de basiscapaciteit verder verlaagd. Deze gecorrigeerde basiscapaciteit in combinatie met de intensiteiten van de betreffende richting bepalen de restcapaciteit en daarmee de kwalificatie van de wachttijd.

De methode Harders staat uitgebreid beschreven in het artikel 'Verkeersafwikkeling op niet met verkeerslichten geregelde kruispunten' in de Verkeerskunde 32 (1981) Nr. 12, en ook in het ASVV 2012, Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom (CROW, 2012), op pagina 556 en verder (hoofdstuk 9.4.7).

Bijlage 3: Verkeersveiligheidscriterium

De waargenomen onveiligheid op een kruispunt, uitgedrukt in het aantal en de ernst van ongevallen die gebeurd zijn, is op zichzelf geen voldoende argument voor het plaatsen van een verkeersregeling. De algemene gedragslijn is dat verkeersregelingen zeker niet moeten worden geplaatst naar aanleiding van één enkel ongeval, en evenmin op grond van beweringen over ongevallen die zouden kunnen gebeuren.

Van verkeersregelingen is bekend dat daardoor het aantal kop-staartongevallen toeneemt. Ongevallen tussen rechtdoorgaand en afslaand verkeer nemen alleen af als dergelijke conflicten ook door de verkeersregeling worden vergrendeld. Ongevallen met kruisend verkeer en ongevallen met overstekende voetgangers en fietsers zullen naar verwachting wel afnemen na het plaatsen van een verkeersregelininstallatie. Een geloofwaardige regeling, die door verkeersdeelnemers nageleefd wordt, is daarvoor een belangrijke randvoorwaarde.

Een eenduidig, kwantitatief onderbouwd, criterium voor het plaatsen van verkeersregelininstallaties is er niet. Vrij algemeen wordt in Nederland uitgegaan van het plaatsen van een verkeersregelininstallatie om verkeersveiligheidsredenen, als:

- geen andere maatregelen ter verbetering van de verkeersveiligheid mogelijk zijn (zie ook het afwegingskader in paragraaf 2.3);
- binnen een periode van 12 maanden er vijf of meer ongevallen zijn gebeurd van een type, dat logischerwijs met een verkeersregeling voorkomen had kunnen worden;
- volgens het intensiteitscriterium of het wachttijdscriterium er sprake is van twijfel, waarbij andere argumenten de doorslag moeten geven. In dat geval kan het aspect verkeersveiligheid de doorslag geven.