



Leidraad evaluatie regelscenario's

Handleiding voor de ex-post evaluatie van regelscenario's en
benuttingsmaatregelen

Datum 8 mei 2012
Status Definitief

Leidraad evaluatie regelscenario's

Handleiding voor de ex-post evaluatie van regelscenario's en
benuttingsmaatregelen

| | |
|--------|------------|
| Datum | 8 mei 2012 |
| Status | Definitief |

Colofon

| | |
|-----------------|--|
| Uitgegeven door | Rijkswaterstaat – Dienst Verkeer en Scheepvaart |
| Informatie | Henk Taale |
| Telefoon | 088 – 798 24 98 |
| E-mail | henk.taale@rws.nl |
| Uitgevoerd door |  Jan Willem Goemans |
| Opmaak | Henk Taale |
| Datum | 8 mei 2012 |
| Status | Definitief |
| Versienummer | 2.0 |

Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 8 |
| 1.1 | Toepassing, afbakening en relatie tot andere leidraden | 8 |
| 1.2 | Kortcyclische evaluatie | 9 |
| 1.3 | Leeswijzer | 10 |
| 1.4 | Tot slot | 10 |
| 2 | Opzet van de evaluatie | 11 |
| 2.1 | Doel van de evaluatie | 11 |
| 2.2 | Onderzoeksvragen | 12 |
| 2.3 | Hypothesen | 12 |
| 2.4 | Verzamelen van gegevens | 13 |
| 2.5 | Checklist voor het uitvoeren van de evaluatie | 14 |
| 3 | Keuze van trajecten, perioden en dagdelen | 15 |
| 3.1 | Keuze van trajecten | 15 |
| 3.2 | Periode nul- en éénmeting | 16 |
| 3.3 | Keuze van dagdelen | 18 |
| 4 | Verwijderen van afwijkende dagen | 19 |
| 4.1 | Weekend, vakanties en evenementen | 19 |
| 4.2 | Extreme weersomstandigheden | 20 |
| 4.3 | Ontbrekende lusdata | 20 |
| 4.4 | Ernstige (uitzonderlijke) verstoringen | 20 |
| 4.5 | Overige selectiecriteria | 22 |
| 5 | Omgevingsfactoren | 23 |
| 5.1 | Verkeersvraag | 23 |
| 5.2 | Weersomstandigheden | 25 |
| 5.3 | Dagtype | 25 |
| 5.4 | Aantal (kleine) incidenten | 25 |
| 5.5 | Overige omgevingsfactoren | 26 |
| 6 | Berekenen van de indicatoren | 27 |
| 6.1 | Doorstroming | 27 |
| 6.2 | Betrouwbaarheid | 31 |
| 6.3 | Verkeersveiligheid | 32 |
| 6.4 | Kwalitatieve indicatoren | 33 |
| 7 | Analyse | 34 |
| 7.1 | Omgevingsfactoren | 34 |
| 7.2 | Indicatoren (effect) | 35 |
| 7.3 | Tegenstrijdige resultaten | 36 |
| 8 | Rapportage | 37 |
| | Bijlage A Significantie | 38 |
| A.1 | Wat is significantie?..... | 38 |

| | | |
|---|--|-----------|
| A.2 | Welke (soort) toets gebruiken? | 38 |
| A.3 | Parametrische toetsen | 39 |
| A.4 | Niet-parametrische toetsen | 39 |
| Bijlage B Statistische toetsen | | 40 |
| B.1 | Parametrische toetsen | 40 |
| B.2 | Niet-parametrische toetsen | 41 |
| Bijlage C Lengte meetperioden voor verschillende trajecten | | 43 |
| C.1 | Uitgangspunten | 43 |
| C.2 | Verkeersvraag | 43 |
| C.3 | C.3 Voertuigverliesuren en filezwaarte | 43 |
| C.4 | C.4 Gemiddelde reistijd | 44 |
| C.5 | C.5 Indicatie benodigde voor- en nameting (samenvatting) | 44 |

1 Inleiding

Deze leidraad beschrijft een praktische evaluatiemethodiek waarmee (nieuwe) verkeerskundige maatregelen op een efficiënte en uniforme wijze kwantitatief geëvalueerd kunnen worden. Deze leidraad is in 2008 opgesteld in het kader van het project "Hart Op Weg", waar gewerkt wordt aan een professionelere en meer uniforme uitvoering van operationeel verkeersmanagement. In 2012 is de leidraad in opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart geüpdatet.

1.1 Toepassing, afbakening en relatie tot andere leidraden

De leidraad is gericht op het ex-post (achteraf) evalueren van regelscenario's en benuttingsmaatregelen die als doel hebben het verbeteren van de doorstroming/bereikbaarheid.



Afbeelding 1. Een snelweg ergens in Nederland

In de Leidraad evaluaties benutting (2011) wordt ingegaan op een groot aantal verschillende soorten evaluatiestudies. Voorliggende leidraad is een nadere invulling van een Quick Scan Impactanalyse (QSIA) voor regelscenario's en benuttingsmaatregelen gericht op het aspect doorstroming/bereikbaarheid. Een Quick Scan is in dit geval een snelle (kwantitatieve) analyse van effecten op basis van eenvoudig te verkrijgen (meestal algemeen beschikbare) gegevens, zoals MoniCa data of NDW-data. Afhankelijk van de maatregelen en van de onderzoeksvragen is hier enkele weken tot enkele maanden aan meetgegevens voor nodig (zie ook hoofdstuk 2). De beschreven methodiek is echter ook geschikt voor meer uitgebreide evaluaties waarbij extra gegevens worden ingewonnen en/of waarvoor een langere periode aan meetgegevens wordt geanalyseerd.

In de Leidraad evaluaties benutting worden daarnaast ook een aantal andere (soorten) evaluaties benoemd waar voorliggende leidraad dus niet op is gericht: DIA: Diepgaande Impactanalyse van effecten op doorstroming, veiligheid, milieu, gedrag en allerlei andere aspecten.

MSEA/E: Modelstudie ex-ante (vooraf) en ex-post (achteraf)

TA/M: Trendanalyse / Monitoring

LS: Literatuurstudie

EJ: Expert Judgement

KBA: kosten-batenanalyse Hiervoor is zowel een impactanalyse nodig als inzicht in de kosten van de maatregel

Bij quick scan evaluaties wordt over het algemeen alleen gekeken naar de directe verkeerskundige effecten. Meer afgeleide of 2e orde effecten (bijvoorbeeld een verandering van de hoeveelheid verkeer als gevolg van latente vraag) worden in deze leidraad niet behandeld. Bovendien is de leidraad vooral gericht op de effecten op de doorstroming. Aspecten als betrouwbaarheid (van de bereikbaarheid) en verkeersveiligheid komen slechts in beperkte mate aan bod. Andere aspecten zoals wegverkeeremissies, luchtkwaliteit, geluid, externe veiligheid, baten-kostenratio, etc. wordt helemaal niet behandeld. Zie hiervoor het document Leidraad evaluaties benutting. Er wordt ook niet ingegaan op de evaluatie van technische, organisatorische en juridische aspecten.

De leidraad is gericht op regelscenario's en lokale benuttingsmaatregelen die bedoeld zijn voor het aanpakken van één of enkele knelpunten en/of één of enkele trajecten. Voor de evaluatie van netwerkbreed gecoördineerde maatregelen wordt verwezen naar het document Leidraad evaluaties benutting. Ook is deze leidraad niet bedoeld voor de evaluatie van programma's of voor een beleidsevaluatie. Zie hiervoor het document Richtlijnen ex-post beleidsevaluaties.

1.2 Kortcyclische evaluatie

Een kortcyclische evaluatie (KCE) is gericht op het functioneren van een maatregel of regelscenario in de periode direct nadat deze in gebruik is genomen. Gekeken wordt of de maatregel tijdig wordt in- en uitgeschakeld, of de betrokken systemen en personen/partijen goed functioneren, etc. Naar deze aspecten wordt actief gekeken en bevindingen worden zo mogelijk direct teruggekoppeld en verbeterd. Tijdens de KCE kan ook een eerste (vaak kwalitatief) beeld ontstaan van de verkeerskundige effectiviteit van de maatregel(en).

Het verdient sterk de aanbeveling om voorafgaand aan een Quick Scan evaluatie zoals beschreven in voorliggende leidraad een KCE uit te voeren. Dan is vooraf bekend of de maatregelen naar behoren functioneren en zijn de maatregelen ook goed ingeregeld. Daarnaast levert een kortcyclische evaluatie vaak belangrijke inzichten op voor het opzetten van een passende evaluatie zoals het formuleren van de juiste onderzoeksvragen en de kiezen van de juiste indicatoren om de effecten te bepalen.

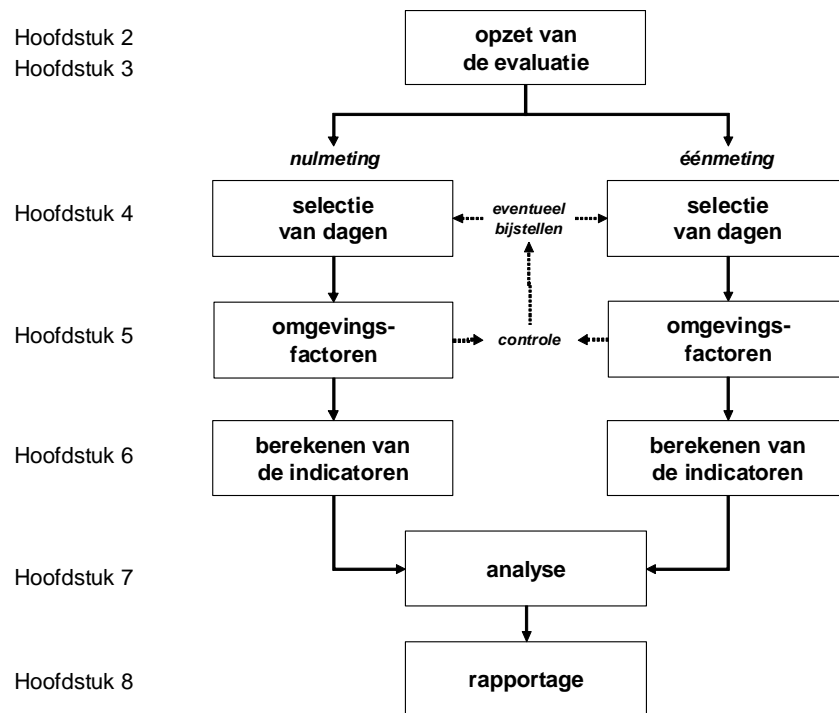
In deze leidraad wordt verder niet ingegaan op het uitvoeren van de kortcyclische evaluatie. Mogelijk dat hier in een volgende versie meer aandacht aan wordt besteed.

1.3 Leeswijzer

In deze leidraad wordt ingegaan op aspecten als:

- waar moet ik aan denken bij de opzet van de evaluatie?
- hoe kies ik een geschikt traject en meetperiode?
- hoe maak ik een selectie van representatieve dagen? En op basis van welke criteria?
- welke indicatoren moet ik op welke wijze berekenen?
- waar moet ik op letten bij de analyse van de resultaten?

In de volgende hoofdstukken worden de verschillende stappen beschreven die doorlopen worden bij het uitvoeren van een evaluatie:



1.4 Tot slot

Deze leidraad is geen garantie voor een succesvolle evaluatie. Hiervoor is altijd specialistische kennis nodig en elke benuttingsmaatregel heeft daarbij in verschillende situaties en omstandigheden een eigen dynamiek en problemen. Eén van de redenen waarom verkeersmanagement altijd interessant zal blijven!

2 Opzet van de evaluatie

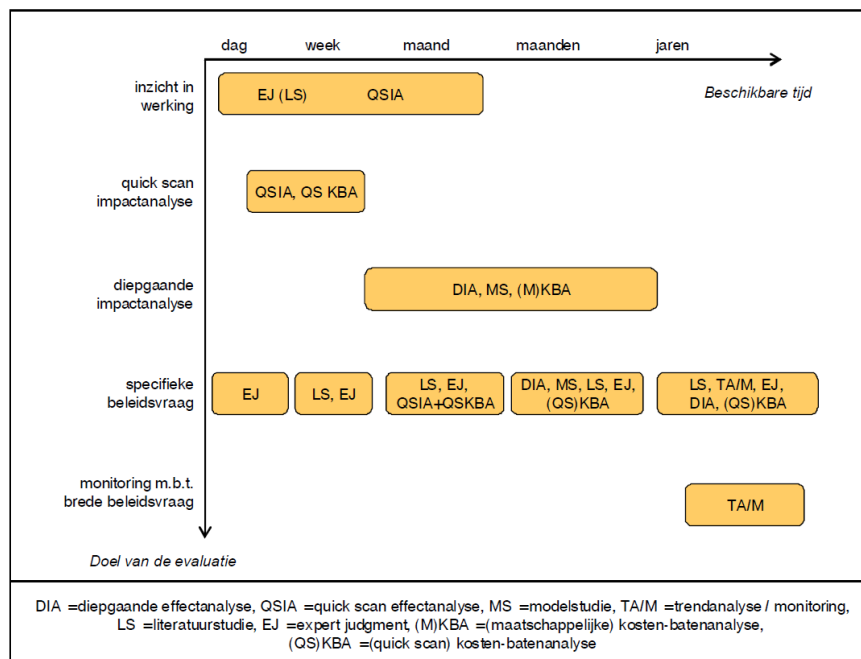
Voor de start van de evaluatie is het van belang om een aantal zaken op orde te hebben:

- doel van de evaluatie,
- onderzoeksvragen,
- verzamelen van gegevens.

Aan het einde van dit hoofdstuk is een korte checklist opgenomen waarmee bekeken kan worden of een evaluatie zinvol is.

2.1 Doel van de evaluatie

Bij iedere evaluatie dient eerst vastgesteld te worden wat het doel van de evaluatie is en dus welke soort evaluatie geschikt is. Echter, in de praktijk bepaalt ook de beschikbare tijd welke aanpak logisch en haalbaar is. Onderstaande afbeelding afkomstig uit Leidraad evaluaties benutting (2011) en geeft een indicatie van welke aanpakken passend zijn bij bepaalde doelen en een bepaalde hoeveelheid beschikbare tijd.



Afbeelding 2. Overzicht verschillende soorten evaluaties in relatie tot de beschikbare tijd en doelen

Zoals eerder aangegeven is de voorliggende leidraad bedoeld om hulp bij te bieden bij een Quick Scan Impactanalyse (QSIA) gericht op het aspect doorstroming. In de afbeelding is te zien dat deze gebruikt kan worden voor inzicht in de werking van benuttingsmaatregelen en de impact (effecten) ervan.

2.2 Onderzoeksvragen

Voor een goede en effectieve evaluatie is het noodzakelijk om vooraf heldere onderzoeksvragen te formuleren. De onderzoeksvragen kunnen worden afgeleid van de beoogde en/of verwachte effecten van de maatregelen. Denk hierbij ook aan negatieve neveneffecten die op kunnen treden.

De onderzoeksvragen kunnen betrekking hebben op verschillende aspecten:

- functioneren van de maatregelen,
- inzicht in het ingrijpen van de maatregelen op het verkeer,
- effectiviteit van de maatregelen,
- organisatorische aspecten.

Bij het functioneren van de maatregelen wordt gekeken of de maatregelen op de juiste (beoogde) momenten in- en uitschakelde, of ze de juiste stand/tekst/etc. toonden, etc. Bij het functioneren van de maatregelen wordt nog niet gekeken naar het effect op het verkeer, maar puur of de maatregelen (technisch) werken zoals vooraf bedacht (dit kan eventueel al geanalyseerd zijn in een kortcyclische evaluatie of KCE)

Onderzoeksvragen die inzicht geven in de werking van de maatregelen zeggen iets over hoe de maatregelen ingrijpen in het verkeer of in de verkeersstroom (en daarmee bijdragen aan het uiteindelijke effect). Bijvoorbeeld: Wat is het effect op de capaciteit, op de routekeuze, op de gereden snelheid, verdeling over de rijstroken, etc. Dit soort onderzoeksvragen helpen bij het verklaren van de uiteindelijke effecten (op doorstroming). Daarnaast helpt het bij het schatten van de bijdrage van de afzonderlijke maatregelen aan het totaaleffect en om extra inzicht te krijgen in de omstandigheden waaronder een maatregel wel/niet effect kan sorteren.

Onderzoeksvragen over de effectiviteit van de maatregelen zeggen iets over het uiteindelijke effect (in dit geval effect op doorstroming). Bijvoorbeeld: wat is het effect van de maatregelen op de (gemiddelde) reistijd, het aantal voertuigverliesuren, de filezwaarte, de kans op file, etc.

Onderzoeksvragen over de organisatie kunnen wat zeggen over de efficiëntie waarmee de maatregelen worden ingezet. Bijvoorbeeld:

- Was de overdracht naar het operationeel maken goed geregeld?
- Zijn de maatregelen gemakkelijk (arbeidsexpensief) in te zetten?
- Hoe kan dit verbeterd worden?
- Hoe verloopt de communicatie tussen de verschillende afdelingen en tussen de verschillende partijen?

2.3 Hypothesen

Onderzoeksvragen kunnen worden vertaald naar hypothesen. Hypothesen dwingen je om heel concreet en specifiek te worden wat je nu eigenlijk wilt weten. Dit vergemakkelijkt een vertaling naar indicatoren. Nadeel is dat je later minder vrijheid hebt in het beantwoorden van de onderzoeksvragen. Inzichten of nuances die je opdoet gedurende de evaluatie kun je soms niet kwijt in je hypothesen waardoor de beantwoording ervan een vertekend beeld geeft (kan geven). Let er bij hypothesen

in ieder geval op dat ze concreet zijn, dat ze te beantwoorden zijn met ja/nee en dat het geen samengestelde hypothesen (uit verschillende onderdelen) zijn.

Het verdient de aanbeveling om in de evaluatie (en dus in de onderzoeksvragen) ook een koppeling te maken met de vigerende regelstrategie (prioriteitenkaart) en onderliggend referentiekader.

2.4 Verzamelen van gegevens

Het is van belang voor aanvang van een evaluatie goed te inventariseren welke data nodig is. Hierdoor wordt voorkomen dat onderzoeksvragen niet of slechts deels beantwoord kunnen worden. Ook de levertijd van data vormt een belangrijk aandachtspunt. Het ontbreken van één of enkele gegevensbronnen kan ervoor zorgen dat de evaluatie veel minder of zelfs geen resultaat oplevert.

In deze leidraad wordt uitgegaan van data die in het algemeen vrij goed beschikbaar is (MoniCa, NDW). Uiteraard kan per evaluatie gekeken worden of aanvullende data wenselijk is. Het is hierbij belangrijk om vooraf te bedenken waar effecten kunnen worden verwacht en of hier meetgegevens beschikbaar zijn. Dit geldt zowel voor het onderliggend wegennet als het hoofdwegennet. Verzamel zo nodig zelf (tijdig!) aanvullende meetgegevens.

Denk bij het verzamelen van de data ook aan gegevens over de inzet van de maatregelen zelf:

- logging van eventuele triggers waarmee de maatregelen worden in- en uitgeschakeld,
- logging van in- en uitschakelmomenten van de maatregelen of van de gerealiseerde settings/standen/teksten/etc.,
- logging van uitval/niet goed functioneren van de maatregelen.

Verder zijn er data nodig om uitzonderlijke situaties te verwijderen uit de dataset en om te verifiëren dat de omgevingsfactoren (verstoringen/variabelen) voor de nul- en éénmeting gelijkwaardig waren. Zie hiervoor hoofdstuk 4 (verwijderen van afwijkende dagen) en hoofdstuk 5 (omgevingsfactoren). Hierin worden de volgende gegevens genoemd:

- vakanties en feestdagen,
- evenementen,
- weersomstandigheden,
- ernstige verstoringen/incidenten,
- wijzigingen in de infrastructuur, werkzaamheden,
- verkeersvraag/voertuigkilometers,
- aandeel vrachtverkeer.

Daarnaast zijn natuurlijk gegevens nodig om het effect te bepalen van de maatregelen. Zie hiervoor hoofdstuk 6 (berekenen van de indicatoren). Hiervoor kunnen gegevens nodig zijn zoals:

- intensiteiten,
- snelheden,
- reistijden.

Tot slot moet niet vergeten worden om ook informatie in te zamelen van direct betrokkenen: wegininspecteurs, wegverkeersleiders, operationeel verkeerskundigen. Zij hebben vaak een goed beeld van het functioneren van maatregelen en wat daarbij goed gaat en/of beter kan.

Hoeveel data verzameld moet worden, hangt af van de lengte van de nul- en éénmeting, en dit hangt weer af van het verwachte effect (groot of klein) en de variatie in de data. Zie hiervoor paragraaf 3.2.

2.5 Checklist voor het uitvoeren van de evaluatie

Voor het starten met de evaluatie is het zinvol om een aantal zaken te controleren. Dit om te voorkomen dat de evaluatie uiteindelijk niks of te weinig oplevert. Denk hierbij aan de volgende punten:

- Is het doel van de maatregelen of het regelscenario helder en concreet?
- Zijn de maatregelen in de praktijk wel gericht op dit doel? Met andere woorden: Mag het gewenste effect wel verwacht worden?
- Kan de doelstelling vertaald worden naar concrete indicatoren om de doelstelling te toetsen?
- Zijn er voldoende meetgegevens beschikbaar om de indicatoren te berekenen?
- Is er een geschikte nulmeting en voldoende lange nameting beschikbaar?
- Functioneert de maatregel (technisch) goed en is deze goed ingeregeld/afgesteld?

3 Keuze van trajecten, perioden en dagdelen

3.1 Keuze van trajecten

Bij de keuze van het traject is in ieder geval van belang om het primaire traject mee te nemen. Dit is het traject waar alle maatregelen en directe effecten binnen vallen.

Kies het traject zodanig dat alle maatregelen er (ruim) binnen vallen en waar alle (verwachte) primaire effecten zullen optreden. Het onderzoeksgebied loopt minimaal vanaf 2 km. voor de eerste maatregel tot 2 km. na de laatste maatregel. Neem het onderzoeksgebied lang genoeg zodat ook de terugslag van de filevorming erbinnen valt (inclusief een marge voor eventuele toename in filelengte). De keuze van het traject hangt ook af van het doel van de maatregelen. Waar verwacht je effecten? En wat voor effecten?

Bij een lang traject kan het zinvol zijn om het primaire traject op te delen in deeltrajecten om zo meer inzicht te krijgen in de effecten van de (verschillende onderdelen van de) maatregelen.

Een maatregel of een scenario wordt vaak ook ingezet om een knelpunt aan te pakken op een bepaald traject waar de bijbehorende referentiewaarde in de spits niet gehaald wordt. In dat geval dient het effect van de maatregel (ook) bepaald te worden op hetzelfde (beleidsmatige) traject.

Neem afhankelijk van de onderzoeksvragen en de scope van de evaluatie eventueel ook de volgende trajecten mee in je analyse:

- traject(en) stroomafwaarts van het primaire traject,
- traject(en) stroomopwaarts van het primaire traject,
- alternatieve routes t.o.v. het primaire traject.

Neem het traject stroomafwaarts van het primaire traject mee als je wilt onderzoeken of een verbeterde (of verslechterde) doorstroming op het primaire traject voor meer (of minder) problemen stroomafwaarts zorgt.

Neem het traject stroomopwaarts van het primaire traject mee in je evaluatie als je gedetailleerd wilt bepalen of de effecten op het primaire traject beïnvloed wordt door incidenten (of door andere omstandigheden) op het traject stroomopwaarts.

Neem de alternatieve route(s) mee in de evaluatie als je wilt onderzoeken wat het effect van je maatregelen is op de routekeuze van de weggebruikers en het effect op de alternatieve route(s). Indien de alternatieve route over het provinciaal of stedelijk wegennet loopt, kijk dan of er op dat traject data wordt verzameld. Daarbij gaat het dan vooral om intensiteiten. Andere indicatoren hiervoor zijn de splitsfracties bij de beslispunten.

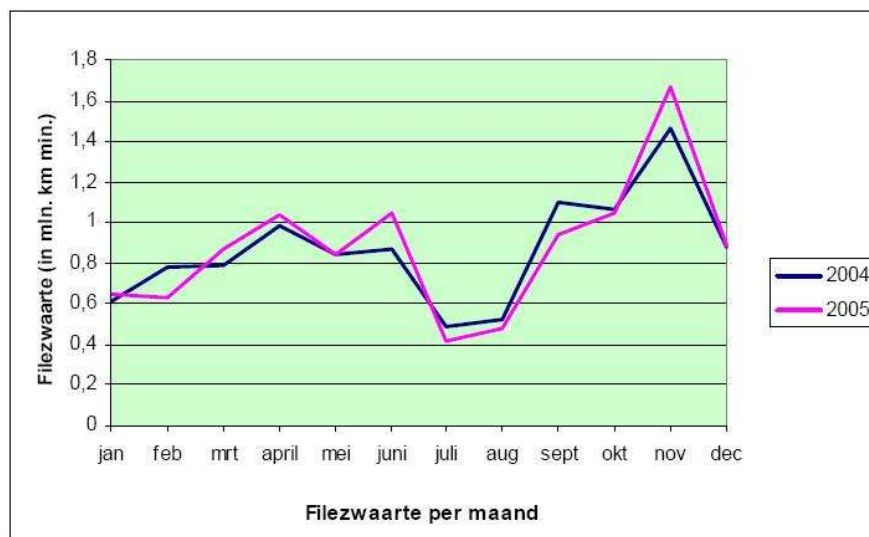
3.2 Periode nul- en éénmeting

De onderzoeksopzet gaat uit van een vergelijking tussen de nul- en éénmeting waarin in de regel drie fasen worden onderscheiden: voormeting – invoeren maatregel – nameting. Een alternatief is het alternerende design, waarin de maatregelen op alternerende dagen (of weken) aan en uitgezet worden.

Periode voor de nulmeting

Bij de keuze van de nulmeting is het belangrijk om een periode te kiezen die zo veel mogelijk vergelijkbaar is met de éénmeting. Kies daarom bij voorkeur de nulmeting in hetzelfde seizoen als de éénmeting, dus kort voor de éénmeting of een jaar geleden. Hoe je kunt controleren de nulmeting goed vergelijkbaar is met de éénmeting is beschreven in hoofdstuk 5 (omgevingsfactoren). Kies verder de nulmeting zo lang mogelijk. Dit vergroot de kans op betrouwbare resultaten (zie verderop).

Periode voor de nulmeting: kies afhankelijk van het onderzoeksdoel een periode vlak voor invoering van de maatregel, kies dezelfde periode als de éénmeting maar dan precies een jaar geleden of kies een vergelijkbaar seizoen.



Afbeelding 3. Relatie tussen de seizoenen en de filezwaarte

Houdt naast seizoensinvloeden ook rekening met vakanties en andere afwijkende situaties waar je nu al weet van hebt.

Lengte van de nul- en éénmeting

Hoe lang de meetperiodes moeten zijn om een effect te kunnen vaststellen is hoofdzakelijk afhankelijk van twee factoren:

- kenmerken van het traject, en meer in het bijzonder de dagelijkse variatie van de betreffende indicator. Hoe groter de variatie hoe langer de meetperiodes moeten zijn,
- hoe groot het verwachte effect is van het regelscenario. Hoe kleiner het effect hoe langer de meetperiode moeten zijn.

Dit kan per traject, per maatregel en per indicator sterk verschillen. In het algemeen geldt echter wel: hoe langer de periode van de nulmeting en/of van de éénmeting, hoe meer zekerheid je hebt over de gevonden effecten van de maatregelen. Dit betekent dus dat je de betrouwbaarheid van je uitkomsten kunt vergroten door het verlengen van de periode van de metingen (niet alleen van de nameting, maar ook van de voormeting!). Zie ook Bijlage A over significantie.

Hoe kleiner de maatreegeffecten die moeten worden aangetoond en hoe groter de dagelijkse variatie, des te meer zorg moet worden besteed aan het meten van de omgevingsfactoren (versturende variabelen) en het verwijderen van extreme situaties. Feitelijk ben je dan de variatie van de (overgebleven) data aan het verkleinen. Zie ook hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5.

Als het verwachte of gevonden effect (van bijvoorbeeld voertuigverliesuren of filezwaarte) veel kleiner is dan 5% dan is dit effect in het algemeen niet betrouwbaar vast te stellen, tenzij zeer lange meetperiodes worden gebruikt en/of gedetailleerde analyses plaatsvinden. In bijlage C is het resultaat opgenomen van een verkenning naar de benodigde lengtes van de voor- en nameting. De resultaten hiervan zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1: Benodigde lengte van voor- en nameting voor het aantonen van significante effecten

| | weken bruto | weken netto (voor analyse) | opmerkingen |
|---------------------|------------------------|---------------------------------------|--|
| voor- + nameting | 12 + 12 wk | 10 + 10 wk | effecten van 10% vrijwel altijd aan te tonen, effecten van 5% soms ook |
| voor- + nameting | 24 + 07 wk | 20 + 05 wk | effecten van 10% vrijwel altijd aan te tonen, effecten van 5% soms ook |
| voor- + nameting | 07 + 07 wk | 05 + 05 wk | alleen effecten van 10% en groter aan te tonen, en ook niet altijd |

De aangegeven lengte van de nul- en éénmeting is nodig om een significant verschil aan te tonen. Dan weet je met voldoende zekerheid (in dit geval 90%) dat het gevonden verschil overeen komt met het werkelijke verschil. Voor een eerste indicatie van effecten kan ook een kortere nul- en éénmeting worden gebruikt. Er is dan uiteraard meer onzekerheid in de gevonden effecten, maar dit kan nog steeds nuttige informatie opleveren.

Lengte van de nul- en éénmeting:

- gebruik bij voorkeur een periode van 12 weken voor de nulmeting en 12 weken voor de éénmeting OF 24 weken voor de nulmeting en 7 weken voor de nameting,
- gebruik minimaal een periode van 7 weken voor de nulmeting en 7 weken voor de éénmeting.

Hierbij zijn we ervan uitgegaan dat er van de genoemde voor- en nameting 3/4 van de (werk)dagen overblijven voor analyse. In Bijlage C is een verkenning uitgevoerd

van de benodigde meetperiodes voor verschillende trajecten en verschillende (verwachte) effecten.

Bovenstaande periode geldt als globale richtlijn. Voor meer gedetailleerde evaluaties, om uitspraken te kunnen doen over specifieke omstandigheden of om trends te kunnen waarnemen kan uitbreiding van het aantal dagen dan wel een gedetailleerdere selectie van dagen noodzakelijk zijn. Voor capaciteitsberekeningen zijn bijvoorbeeld meer dagen nodig. Ook zijn er indicatoren (zoals capaciteit en verkeersveiligheid) waarbij de consequenties van een maatregel lastig zijn vast te stellen over ene korte periode. Ook kan afhankelijk van het onderzoeksdoel een langere evaluatieperiode noodzakelijk zijn.

3.3 Keuze van dagdelen

Kies bij voorkeur één (of meerdere) dagdelen met de volgende indeling:

- 00:00 – 06:00 Nacht,
- 06:00 – 10:00 Ochtendspits,
- 10:00 – 15:00 Daluren,
- 15:00 – 19:00 Avondspits,
- 19:00 – 00:00 Avond.

Zorg er zo veel mogelijk voor dat de opbouw en het oplossen van de 'reguliere' filevorming volledig binnen het dagdeel valt. Een beschouwing van de snelheidscontourplots vormt hierbij een goed bruikbaar hulpmiddel.

De keuze van dagdelen betekent overigens niet dat alle indicatoren op dit aggregatieniveau moeten worden berekend. Om het effect te kunnen bepalen en/of om inzicht te krijgen in de werking van de maatregelen zal ook gekeken moeten worden naar meer gedetailleerde gegevens (bijvoorbeeld uur-, kwartier- en/of minuutgegevens).

Voor het bepalen van de netwerk- en trajectindicatoren (zoals reistijd, filezwaarte en voertuigverliesuren) is het voor de vergelijkbaarheid van verschillende evaluaties aan te bevelen om bovenstaande indeling in ieder geval (ook) te hanteren. Wijk je hiervan af geef dit dan (extra) goed aan in je rapportage.

4 Verwijderen van afwijkende dagen

Het verwijderen van afwijkende dagen is erop gericht om voor de nul- en éénmeting een vergelijkbare en representatieve dataset te verkrijgen zonder extreme situaties en omstandigheden. Op basis van de volgende criteria kunnen perioden/dagen uit de dataset verwijderd worden:

- weekend, vakanties en evenementen,
- extreme weersomstandigheden,
- dagen met ontbrekende (lus)data,
- werk in uitvoering en grote incidenten,
- overige criteria.

We zijn hierbij uitgegaan van maatregelen die gericht zijn op een reguliere werkdag. Zijn de maatregelen gericht op een andere situatie dan moet hier bij de selectie van dagen vanzelfsprekend rekening mee worden gehouden!

4.1 Weekend, vakanties en evenementen

Laat de volgende dagen (afhankelijk van het doel) zo nodig buiten de dataset:

- weekenddagen,
- vakanties en feestdagen,
- evenementdagen.

De vakantieperioden en feestdagen (ook van de afgelopen jaren!) zijn bijvoorbeeld te vinden op www.allevrijedagen.nl. Let ook op vakanties en feestdagen in het buitenland en in buurregio's.



Afbeelding 4. Winterse neerslag kan een sterke invloed hebben op de doorstroming

4.2 **Extreme weersomstandigheden**

Laat dagen met *zeer extreme* weersomstandigheden buiten de dataset:

- dagen met een weeralarm,
- dagen met sneeuw of ijzel,
- dagen met zeer dichte mist (zicht minder dan 50m),
- dagen met extreme neerslag (meer dan 2mm per uur),
- dagen met andere extreme weersomstandigheden.

Historische weersgegevens van verschillende stations in Nederland zijn te vinden op www.knmi.nl/klimatologie.

4.3 **Ontbrekende lusdata**

Indien er te veel lusuitval is binnen de periode dan kunnen indicatoren niet meer betrouwbaar worden berekend. Laat daarom dagen met veel lusuitval buiten de dataset.

Als richtlijn kan worden gehanteerd dat als er op een bepaald traject over een gegeven periode meer dan 20% lusdata ontbreekt, er geen betrouwbare berekeningen (van bijvoorbeeld de reistijd) meer kunnen worden gemaakt. In de uitvoer van applicaties zoals MoniGraph is het percentage uitval terug te vinden.

Daarnaast kan het zo zijn dat de lussen wel gegevens leveren, maar dat deze onbetrouwbaar zijn. Bijvoorbeeld als er extreem lage of hoge waarden gemeten worden, terwijl daar geen duidelijke reden voor is. Deze data dient ook buiten de analyse te blijven.

4.4 **Ernstige (uitzonderlijke) verstoringen**

Hiermee wordt bedoeld ernstige incidenten en grootschalige WIU met veel verkeershinder die op een traject niet zo vaak zullen voorkomen. Indien deze dagen wel meegenomen zouden worden dan speelt er (gezien de beperkte periode die wordt beschouwd) een grote mate van toeval mee die een grote invloed heeft op bijvoorbeeld de doorstromingsindicatoren.

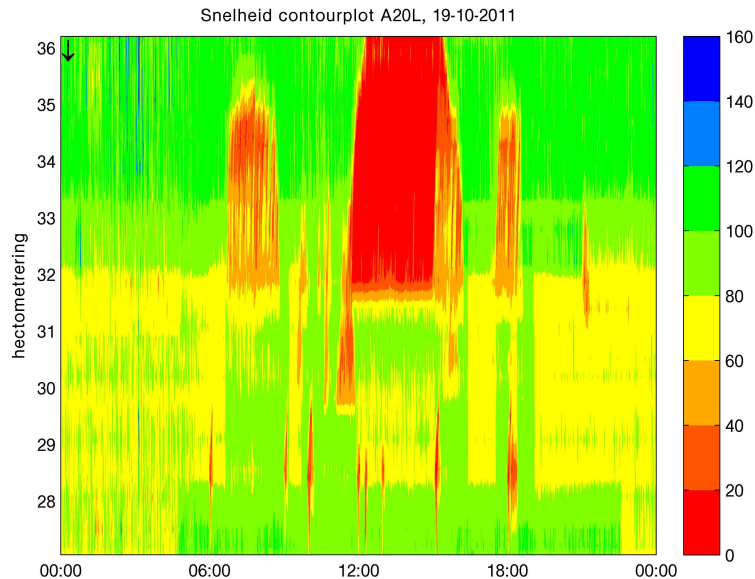
Laat daarom de volgende dagen buiten de dataset:

- verstoringen op het primaire traject die voor zeer ernstige verkeershinder zorgen,
- verstoringen stroomafwaarts die voor zeer ernstige terugslag van file zorgen tot op het primaire traject,
- verstoringen elders in het netwerk die een grote invloed hebben op het primaire traject.

Verstoringen op het primaire traject met ernstige verkeershinder

Het criterium 'ernstige verkeershinder' is niet eenvoudig te definiëren. Dit zal voor een deel altijd een kwestie van gevoel en ervaring blijven. Het gaat hier echt om uitzonderlijke situaties die niet wekelijks voorkomen op een traject. Ter indicatie kan gedacht worden aan:

- één of meerdere rijstroken afgesloten gedurende minimaal 30 minuten,
- de opbouw van de file als gevolg van de verstoring is duidelijk te zien in de snelheidscontourenplot, met (zeer) lage snelheden in de file.



Afbeelding 5. Voorbeeld van een incident om 12:00 nabij km. 32

Bij het zoeken naar deze ernstige verstoringen kan gebruik gemaakt worden van:

- snelheidcontourenplots,
- beeldstanden van de matrixsignaalgevers,
- loggingen van werkzaamheden,
- loggingen van incidenten.

Verstoringen stroomafwaarts met terugslag op het primaire traject

Deze verstoringen op een traject stroomafwaarts kunnen terugslag veroorzaken tot op het primaire traject waardoor de doorstroming op het traject kan verslechteren zonder dat dit iets met de maatregelen te maken heeft.

Op basis van de snelheidcontourenplots van het primaire traject kan worden bekeken of er een zware file het diagram 'binnen komt schuiven'. Deze dagen moeten bij voorkeur verwijderd worden uit de dataset. Een andere mogelijkheid is om het primaire traject te verlengen, zodat de gehele file binnen het studiegebied valt.

Verstoringen elders die een grote invloed hebben op het primaire traject.

Dit kan tot een ernstige toename van de verkeersvraag op het primaire traject zorgen, maar ook een afwijkende verhouding van de verschillende (kruisende) verkeersstromen op het traject. Deze dagen bij voorkeur verwijderen uit de dataset.

4.5 Overige selectiecriteria

Naast de bovengenoemde scenario's kunnen ook onderstaande criteria aanleiding zijn om dagen uit de dataset te verwijderen of om een andere onderzoeksperiode te kiezen:

- Controleer of de maatregel(en) op alle evaluatiedagen ingezet zijn en goed hebben gefunctioneerd. Dagen waarop dit niet zo was uit de dataset met éénmeting verwijderen¹.
- Controleer ook de inzet van andere maatregelen die van invloed zijn op het primaire traject. Bijvoorbeeld TDI's die in de nulmeting buiten bedrijf waren en tijdens de éénmeting weer werkten. Of spitsstroken stroomop- of afwaarts die (tijdelijk) uitgeschakeld waren.
- Controleer of er wijzigingen hebben plaatsgevonden in de infrastructuur op het traject zelf of in de directe omgeving. Bijv. wijziging in maximumsnelheid, nieuwe aansluiting stroomopwaarts/-stroomafwaarts etc.
- De eerste periode na invoering van de maatregel bij voorkeur ook niet meenemen in verband met gewinningseffecten van de maatregel(en).
- Let ook op de overgang tussen zomer- en wintertijd. De lichtomstandigheden kunnen veranderen (eerder of later donker) waardoor voor- en nameting minder goed vergelijkbaar zijn.

Het is aan te bevelen om de selectie van dagen, samen met de controle op de omgevingsfactoren (versturende variabelen, zie hoofdstuk 5), met het projectteam te bespreken. Hiermee is de basis voor de evaluatie voor alle betrokkenen helder.

¹ Let op: het gegeven dat een maatregel het niet deed, betekent niet altijd dat de maatregel niet functioneerde. Naast technisch falen, kunnen er ook verkeerskundige redenen zijn waarom een maatregel niet 'aangaat'.

5 Omgevingsfactoren

Met de omgevingsfactoren (ook wel externe of verstorende variabelen genoemd) kun je bepalen in hoeverre de omstandigheden in de nul- en de éénmeting vergelijkbaar zijn. De omgevingsfactoren zijn van groot belang om te bepalen of de verschillen (de effecten) die je vindt, veroorzaakt worden door de maatregelen, en niet door andere factoren.

Het bepalen van de omgevingsfactoren kan consequenties hebben voor de selectie van dagen. Als de verschillen te groot zijn kies dan een andere selectie van dagen zodat de omgevingsfactoren wel goed vergelijkbaar zijn.

Afhankelijk van de situatie kan overwogen worden om de selectie van dagen niet aan te passen (om tijd te winnen). Bedenk wel dat dit de betrouwbaarheid van je bevindingen (sterk) negatief kan beïnvloeden. Zorg er in ieder geval voor dat je hiermee rekening houdt bij de analyse en de interpretatie van de resultaten ("Ja, er was minder filevorming, maar de verkeersvraag was ook kleiner, dus het effect kan niet toegeschreven worden aan de maatregel alleen").

Let op: Wanneer de alle genoemde criteria uit hoofdstuk 4 en 5 (te) strikt worden toegepast, bestaat de kans dat er nauwelijks bruikbare data overblijft. Het is zaak hier pragmatisch mee om te gaan

De volgende omgevingsfactoren (verstorende variabelen) zijn hieronder uitgewerkt:

- de verkeersvraag (intensiteit en aantal voertuigkilometers),
- de weersomstandigheden,
- het dagtype,
- het aantal incidenten,
- overige omgevingsfactoren.

5.1 Verkeersvraag

Om te controleren of het verkeersvraag in de nul- en éénmeting gelijk zijn kan er gekeken worden naar

- (instroom)intensiteit,
- het aantal afgelegde voertuigkilometers.

Intensiteit (instroom)

Bepaal de totale (instroom)intensiteit op één van de eerste lussen op het primaire traject. Voorwaarde is wel dat daar geen of weinig file optreedt. Als dat niet zo is, moet je je afvragen of je het traject niet langer dient te maken om alle effecten goed mee te kunnen nemen in de evaluatie.

Bereken voor een lus de gemiddelde intensiteit (uitgedrukt in vtg/h) aan het begin van het traject voor de nul- en voor de éénmeting. Aanvullend kan ook het gemiddelde *verloop* van de intensiteit worden berekend en geplot in een grafiek. Een maatregel kan daar namelijk ook invloed op hebben, bijvoorbeeld door een 'terug naar de spits' effect.

Let tevens op de *verdeling* van het ingaande verkeer bij samenvoegers, invoegers en weefvakken bij zowel de nul- als éénmeting.

Als extra controle kan ook nog gekeken worden naar verstoringen stroomopwaarts die als kraan fungeren voor het primaire traject. Zie paragraaf 4.4 voor het identificeren van grote incidenten en grootschalige WIU met veel verkeersshinder (maar dan voor het traject stroomopwaarts van het primaire traject). Controleer daarna of deze ook een grote invloed hebben op de instroomintensiteit op het primaire traject. Is dat zo dan deze dagen alsnog verwijderen uit de dataset.

Voertuigkilometers

Indien er geen file aanwezig is aan het begin en het einde van het beschouwde tijdsvenster (bijvoorbeeld 06:00 - 10:00), dan zegt het aantal voertuigkilometers iets over de verkeersvraag. Alle voertuigen die het traject wilden passeren, zijn er immers (uiteindelijk) doorheen gereden.

Bij het aantal voertuigkilometers op een traject worden intensiteiten langs het gehele traject meegenomen. Het aantal voertuigkilometers is vaak wat stabielier dan de (instroom)intensiteit wordt daardoor gezien als iets meer betrouwbaar.

Bereken het gemiddeld aantal afgelegde voertuigkilometers per dag(deel) voor de nul- en voor de éénmeting. Hiervoor wordt voor elke minuut het aantal voertuigen van elke lus vermenigvuldigd met de wegvaklengte van die lus en het resultaat wordt opgeteld voor alle lussen en alle minuten.

Over een langere periode kan het aantal voertuigkilometers ook toenemen (of afnemen) als gevolg van een sterk verbeterde doorstroming. In dat geval is het aantal voertuigkilometers geen onafhankelijke indicator, maar een indicator (waarmee je het effect van de maatregel bepaalt). Dit geldt ook voor de verkeersvraag. Bij de meeste maatregelen/regelscenario's is de verwachting dat de verkeersvraag onafhankelijk is.



Afbeelding 6. Verstoring van de instroom door file stroomopwaarts

5.2 Weersomstandigheden

Soms is het niet mogelijk om met alleen droge dagen te rekenen (omdat je misschien niet voldoende dagen hebt). Controleer in dat geval of de weersomstandigheden in de nul- en éénmeting in ieder geval vergelijkbaar zijn, bijvoorbeeld met hetzelfde aantal regendagen.

Bepaal het percentage regendagen voor de nul- en voor de éénmeting. Weersgegevens zijn bijvoorbeeld te vinden op de website van de KNMI: www.knmi.nl/klimatologie.

5.3 Dagtype

Wanneer je een scenario/maatregel inzet voor de reguliere werkdag moet je de weekend- vakantie- en evenementendagen uit de data te filteren. Voor de overgebleven dagen is het van belang om te weten wat de verdeling is van deze dagen over de week. Met name vrijdagen en in mindere mate maandagen laten vaak een afwijkend patroon zien. Zorg er in ieder geval voor dat het percentage vrijdagen in de nul- en de éénperiode gelijk zijn.

Aangezien vrijdagen onderling ook flink kunnen verschillen kan het zinvol zijn om de vrijdagen helemaal niet mee te nemen in de analyse. Dit geldt des te meer indien er maar een korte periode beschikbaar (twee of drie weken levert maar twee of drie vrijdagen op met een grotere kans op toevallige uitschieters). Verwijder in dat geval alle vrijdagen uit zowel de nul- als de éénmeting.

5.4 Aantal (kleine) incidenten

Het aantal incidenten kan op twee manieren een rol bij spelen bij evaluaties van verkeersmaatregelen:

- de (te evalueren) maatregelen kunnen een positief of negatief effect hebben op het aantal incidenten op het traject,
- het aantal incidenten bepaald voor een (groot) deel de hoeveelheid vertraging en filevorming op een traject.

Het aantal incidenten kan dus zowel een indicator (waaruit blijkt wat het effect is van een maatregel) als een onafhankelijke indicator zijn. In deze paragraaf gaat het om het tweede aspect: Met het aantal incidenten kun je kijken in hoeverre de geconstateerde verschillen in de doorstroming (zie indicatoren in paragraaf 6.1) veroorzaakt worden door sterke verschillen in het aantal incidenten.

Bepaal het gemiddeld aantal (kleine) incidenten per week in ieder geval voor de nul- en voor de éénmeting. Doe dit alleen voor de overgebleven dagen die gebruikt worden om de (doorstromings)indicatoren te berekenen. Hiervan wil je immers weten in hoeverre deze beïnvloed zijn door het aantal ongevallen. De dagen met ernstige incidenten worden hier dus niet meegenomen (zie ook paragraaf 4.4 in het hoofdstuk over de selectie van dagen).

5.5 Overige omgevingsfactoren

Er kunnen ook nog andere factoren meespelen die van invloed zijn op de indicatoren uit hoofdstuk 6 en daarmee het zicht op het effect van maatregelen kunnen vertroebelen. Zorg ervoor dat ook deze omgevingsfactoren zo veel mogelijk gelijk zijn voor de nul- en de éénmeting. Denk hierbij aan

- samenstelling van het verkeer (aandeel vrachtverkeer),
- aantal dagen met filevorming die terugslaat tot buiten het primaire traject,
- aantal dagen met filevorming die terugslaat van buiten naar binnen het primaire traject.

De samenstelling van het verkeer kan bijvoorbeeld worden bepaald via het NDW of met monitorings-meetpunten die onderscheid maken naar voertuigcategorieën. MTR+ meetpunten geven ook informatie over de samenstelling van het verkeer, maar deze informatie is met 2-3 maanden vertraging beschikbaar. Waarnemingspunten van het type 'RSW' in MoniCa maken ook onderscheid naar voertuigtype (drie klassen: personenauto's, licht vrachtverkeer, zwaar vrachtverkeer).

Hoe vaak de filevorming terugslaat tot buiten het primaire traject of dat de oorzaak buiten het primaire traject ligt, kan worden bepaald op basis van de snelheidscontourenplots. Bij voorkeur zou je het primaire traject zo willen kiezen dat deze twee omstandigheden zich niet voordoen. In de praktijk kan dit lastig zijn en heb je soms ook niet de luxe om alle dagen waarop dit wel voorkomt uit je dataset te verwijderen. Breng dan in ieder geval in kaart hoe vaak dit gebeurt, zodat je kunt controleren of de nul- en éénmeting vergelijkbaar zijn. Komt het vaak voor kijk dan nog eens extra kritisch naar het gekozen traject en naar de selectie van dagen.

Het is aan te bevelen om de controle op de omgevingsfactoren, samen met de selectie van dagen, met het projectteam te bespreken. Hiermee is de basis voor de evaluatie voor alle betrokkenen helder.

6 Berekenen van de indicatoren

Met de overgebleven dagen kunnen de indicatoren berekend worden die inzicht verschaffen in het effect van de maatregel(en). Aanbevolen wordt om te kijken naar de volgende onderzoeksgebieden en indicatoren:

- doorstroming
 - reistijd
 - filezwaarte
 - voertuigverliesuren
 - knelpuntlocatie(s)
 - capaciteit
- betrouwbaarheid
 - het aantal keer dat de 'gemiddelde' reistijd wordt overschreden
- verkeersveiligheid
 - aantal ongevallen
 - snelheidsverschillen

Deze onderzoeksgebieden en indicatoren zijn zeker niet volledig. Er wordt bijvoorbeeld niet ingegaan op: verplaatsingsgedrag, perceptie en draagvlak, (technisch) functioneren en milieuaspecten. In de *Leidraad evaluaties Benutting*² worden een aantal bronnen aangehaald voor de evaluatie van deze en nog andere aspecten.

6.1 Doorstroming

Wat betreft doorstroming wordt aanbevolen te kijken naar de volgende indicatoren:

- Reistijd,
- Filezwaarte,
- Voertuigverliesuren,
- Knelpuntlocaties,
- Capaciteit.

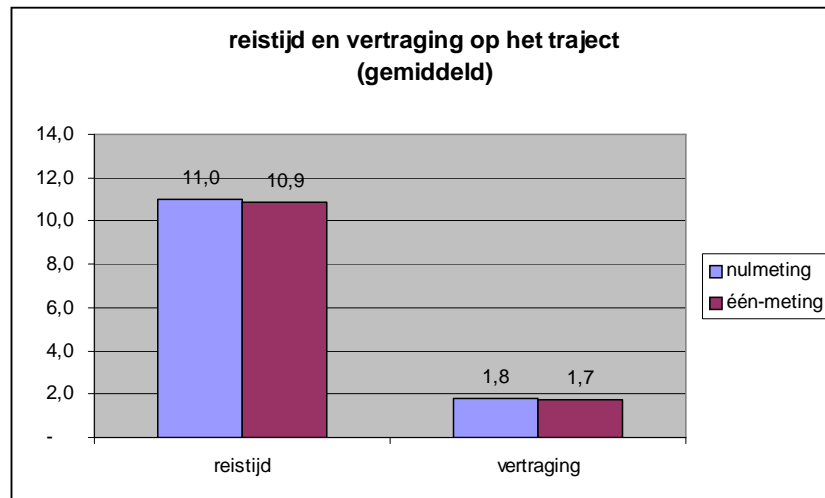
Reistijd

De trajectsnelheden (en daarmee reistijden) op basis van lusdata kunnen het beste berekend worden met behulp van de trajectorieënmethode. De meeste tools om MoniCa data verwerken (o.a. MoniGraph) gebruiken deze methode al.

Bereken de gemiddelde reistijd en de gemiddelde vertraging met behulp van de trajectoriemethode voor het primaire traject voor de nul- en voor de éénmeting. Het wordt aanbevolen om gebruik te maken van de trajectoriemethode met variabele snelheden (de zogenaamde PLSB methode) en hiervoor een schatting van de harmonisch gemiddelde snelheden als input te gebruiken³.

² zie http://www.traffic-quest.nl/images/stories/documents/Leidraad_evaluaties_benutting_-_versie_2011.pdf

³ Deze methode is beschikbaar in MoniGraph versie 1.9.8 en hoger ("reistijdmethode 3").



Afbeelding 7. Effect op gemiddelde reistijd en vertraging

Aanvullend kan ook de gemiddelde *traject snelheid* eenvoudig van de gemiddelde reistijd worden afgeleid indien de trajectlengte bekend is. Voor de *variatie* in reistijd/traject snelheid wordt verwezen naar de paragraaf over de betrouwbaarheid van de reistijd (zie paragraaf 6.2).

Filezwaarte

Filezwaarte is de lengte van de file (in km) maal de duur van de file (in minuten) uitgedrukt in kilometerminuten. Een belangrijk aspect hierbij is de definitie van file. Als gevolg van de gebruikte drempelwaarden kan een verschillend filebeeld ontstaan bij nagenoeg dezelfde verkeersafwikkeling.

Bereken de gemiddelde filezwaarte voor de nul- en voor de éénmeting. Gebruik 50 km/h als grenswaarde voor filevorming. Dit sluit aan bij de berekening van de VCNL-fileregistratie.

Voertuigverliesuren (VVU)

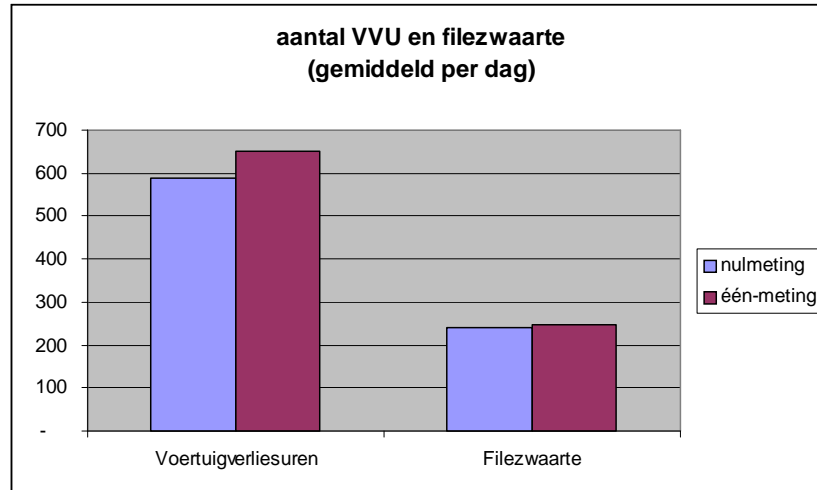
Het aantal voertuigverliesuren is de totale vertraging die alle automobilisten gezamenlijk ondervinden. Bepalend voor de vertraging is de referentiesnelheid die gebruikt wordt bij het berekenen van het aantal VVU.

Bereken het gemiddelde aantal voertuigverliesuren voor de nul- en voor de éénmeting. Gebruik 100 km/h als referentiesnelheid voor de snelwegen. Dit komt overeen met de waarde die DVS gebruikt voor het berekenen van de bereikbaarheidsindicatoren. Gebruik voor overige wegen de (reguliere) maximumsnelheid als referentiesnelheid voor het berekenen van de voertuigverliesuren.

Indien er een (tijdelijke) verlaging van de maximumsnelheid wordt ingesteld, kan het nuttig zijn om het aantal VVU te berekenen per snelheidsklasse, dus met verschillende referentiesnelheden⁴. Dit verschaft inzicht in hoeverre een eventuele toename in VVU wordt veroorzaakt door extra filevorming en/of door het verlagen van de maximumsnelheid.

⁴ Dit zit standaard in de uitvoer van MoniGraph versie 2.7.0 en hoger.

Om de doorstroming te toetsen aan het beleid kun je als referentiesnelheid ook de (traject)snelheid nemen die beleidsmatig is vastgesteld is in het (landelijke) referentiekader.

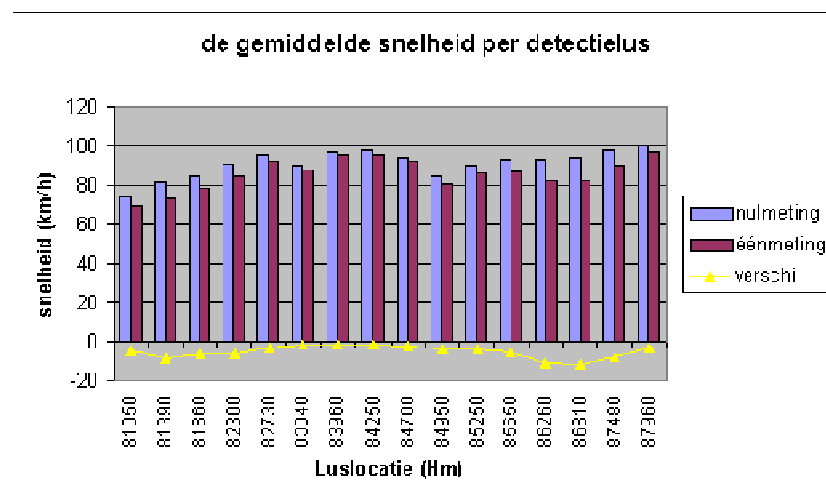


Afbeelding 8. Effect op voertuigverliesuren en filewaarte

De toegevoerde waarde van de indicator VVU ten opzichte van filewaarte is dat ook licht vertraagde snelheden worden meegenomen. Dit geeft inzicht in bijvoorbeeld lage of hoge snelheid in een file en vertragingen bij snelheden boven de drempelwaarde van congestie. Daarnaast wordt bij VVU ook rekening gehouden met de intensiteiten. Of er file staat op een rijbaan met 2 of op 4 rijstroken geeft een groot verschil in VVU, maar niet in filewaarte.

Knelpuntlocaties

Het bepalen van de knelpunten geeft inzicht in hoeverre de maatregel(en) van invloed zijn geweest op de bestaande knelpunten: Zijn deze knelpunten nog steeds aanwezig? Zijn er nieuwe knelpunten ontstaan? Heeft het probleem zich verplaatst naar een locatie stroomafwaarts, waar zich een nieuw knelpunt heeft gevormd?



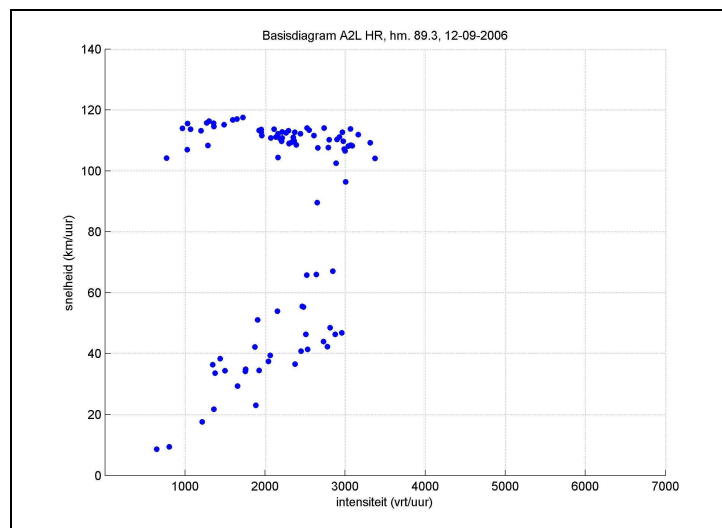
Afbeelding 9. Effect op de (gemiddelde) snelheid gedifferentieerd naar luslocatie

Bepaal de gemiddelde snelheid en het aantal minuten met file (snelheid < 50 km/uur) voor elke lus of doorsnede voor de nul- en voor de éénmeting. De snelheidscontourenplots (en de beeldstanden) geven een goede indruk waar zich de knelpunten bevinden op het traject.

Capaciteit

De capaciteit kan alleen worden berekend op doorsneden waar regelmatig de kop van de file ontstaat (knelpunten of 'kiemen'). Een goede capaciteitsanalyse is verder alleen mogelijk als er voldoende meetgegevens beschikbaar zijn van momenten met file in het knelpunt. De benodigde periode ligt in de orde grootte van vier maanden data of meer. Een goede capaciteitsanalyse is zeer aan te bevelen, maar valt (vooral nog) buiten het bestek van deze leidraad. Voor meer informatie zie bijvoorbeeld het *Handboek Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen*⁵.

Een indicatie van de (afrij)capaciteit kan worden verkregen door de gemeten snelheden en intensiteiten tegen elkaar uit te zetten in een snelheids-intensiteitsdiagram. Kies hiervoor een doorsnede in het knelpunt. Maak voor deze knelpuntlocaties voor de nulmeting en voor de éénmeting een snelheids-intensiteitdiagram. Gebruik in het diagram kwartiergemiddelden van de intensiteit en de snelheid en gebruik alle geselecteerde (overgebleven) dagen. De 98-percentiel waarde van de intensiteit kan gebruikt worden als indicatie voor de capaciteit.



Afbeelding 10. Voorbeeld van een meetlocatie die geen bottleneck locatie is

Bovenstaande figuur is een afbeelding van een snelheids-intensiteitdiagram op een locatie die *geen* bottleneck is. Dit is in de afbeelding te zien aan het ontbreken van waarnemingen in de 'neus' van het diagram (de overgang tussen waarnemingen met een hoge en een lage snelheid). Op deze locatie kan dus geen capaciteit worden bepaald.

⁵ Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen – Handboek versie 3, Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart, 18 april 2011.

6.2 Betrouwbaarheid

Centraal bij betrouwbaarheid staat de weggebruiker die op een bepaald moment van de dag een bepaalde ('gemiddelde') verwachting heeft van de te maken reis. Betrouwbaarheid wordt hier gezien als (het ontbreken van) de variatie die optreedt rondom dat verwachtingspatroon.

In de Nota Mobiliteit wordt gesproken van de mediaan van de reistijd, met een geaccepteerde afwijking van 10 minuten⁶ die in 95% van de gevallen gehaald moet worden. Dit geldt voor een bepaalde dag en een bepaald vertrekvenster, bijvoorbeeld op maandagen tussen 8:00 tot 8:15.

Bepaal voor elk vertrekvenster (per kwartier) de mediaan van de trajectreistijd (over alle dagen in de nulmeting of over alle dagen in de éénmeting) en bepaal vervolgens per kwartier het aantal keer dat deze mediaan + 10 minuten speling wordt overschreden.

Bereken voor elk kwartier voor de nul- en voor de éénmeting het aantal keer dat de mediaan van de reistijd + 10 minuten wordt overschreden. Indien er geen of weinig dagen zijn waarop de reistijd meer dan 10 minuten afwijkt van de mediaan, dan kan bijvoorbeeld gekeken worden naar het aantal keer dat de mediaan met 5 minuten wordt overschreden. Op deze wijze kan dan toch een vergelijking worden gemaakt tussen de nul- en éénmeting.

Let op: Met de voorgestelde methode kun je goed een vergelijking maken tussen de nul- en éénmeting (relatief). Je berekent hierbij echter niet de werkelijke (absolute) betrouwbaarheid, omdat je hiervoor een heel jaar aan meetgegevens zou moeten gebruiken.

Voor het effect van de maatregel(en) op de *gemiddelde* reistijd wordt verwezen naar paragraaf 0.

Centraal bij betrouwbaarheid staat de weggebruiker die op een bepaald moment van de dag een bepaalde ('gemiddelde') verwachting heeft van de te maken reis. Betrouwbaarheid wordt hier gezien als (het ontbreken van) de variatie die optreedt rondom dat verwachtingspatroon.

In de Nota Mobiliteit wordt gesproken van de mediaan van de reistijd, met een geaccepteerde afwijking van 10 minuten⁷ die in 95% van de gevallen gehaald moet worden. Dit geldt voor een bepaalde dag en een bepaald vertrekvenster, bijvoorbeeld op maandagen tussen 8:00 tot 8:15.

Bepaal voor elk vertrekvenster (per kwartier) de mediaan van de trajectreistijd (over alle dagen in de nulmeting of over alle dagen in de éénmeting) en bepaal vervolgens per kwartier het aantal keer dat deze mediaan + 10 minuten speling wordt overschreden.

⁶ Dit geldt voor trajecten tot 50 kilometer. Bij trajecten langer dan 50 km wordt een afwijking van 20% gehanteerd.

⁷ Dit geldt voor trajecten tot 50 kilometer. Bij trajecten langer dan 50 km wordt een afwijking van 20% gehanteerd.

Bereken voor elk kwartier voor de nul- en voor de éénmeting het aantal keer dat de mediaan van de reistijd + 10 minuten wordt overschreden. Indien er geen of weinig dagen zijn waarop de reistijd meer dan 10 minuten afwijkt van de mediaan, dan kan bijvoorbeeld gekeken worden naar het aantal keer dat de mediaan met 5 minuten wordt overschreden. Op deze wijze kan dan toch een vergelijking worden gemaakt tussen de nul- en éénmeting.

Let op: Met de voorgestelde methode kun je goed een vergelijking maken tussen de nul- en éénmeting (relatief). Je berekent hierbij echter niet de werkelijke (absolute) betrouwbaarheid, omdat je hiervoor een heel jaar aan meetgegevens zou moeten gebruiken.

Voor het effect van de maatregel(en) op de *gemiddelde* reistijd wordt verwezen naar het kopje 'Reistijd' van paragraaf 6.1.

6.3 Verkeersveiligheid

Wat betreft verkeersveiligheid kan worden gekeken naar

- het aantal ongevallen,
- de snelheidsverschillen.

Aantal ongevallen

Het aantal incidenten kan op twee manieren een rol spelen in de evaluaties van verkeersmaatregelen.

- de (te evalueren) maatregelen kunnen een positief of negatief effect hebben op het aantal incidenten op het traject,
- het aantal incidenten bepaald voor een (groot) deel de hoeveelheid vertraging en filevorming op een traject.

In deze paragraaf gaat het om het eerste aspect: In hoeverre zijn het aantal incidenten toe- of afgenomen ten gevolge van de maatregel. Het tweede aspect is eerder beschreven in paragraaf 5.4.

Bepaal voor de nul- en voor de éénmeting het gemiddeld aantal incidenten per week. Hiervoor kunnen eventueel de ongevalgegevens gebruikt worden uit paragraaf 5.4 (omgevingsfactoren (verstoringe variabelen)), waar deze indicator ook wordt berekend. Let er wel op dat er in dit geval de kans groot is dat de periode van nul- en éénmeting te kort is om een goede uitspraak te doen over het effect van de maatregel(en) op het aantal ongevallen.

Om op een goede wijze het effect van de maatregel op het aantal ongevallen te bepalen, wordt aanbevolen om voor de nul- en voor de éénmeting een langere periode te nemen. Neem voor de nulmeting en de éénmeting een periode van minimaal 12. Beperk je dan niet tot alleen de kleine ongevallen, maar neem alle ongevallen mee in de analyse.

Snelheidsverschillen

Snelheidsverschillen die automobilisten op het traject ondervinden zijn een globale indicatie voor de verkeersveiligheid op het traject. Het gaat dan met name om

sterke vertragingen (rembewegingen) of snelheidsverschillen tussen verschillende naast elkaar liggende rijstroken.

Voor elke lus kan het verloop van de gemiddelde snelheid worden berekend. Door dit voor alle lussen te doen en dit voor zowel de nul- als de éénmeting en in een figuur te zetten wordt inzicht verkregen in bijvoorbeeld:

- hoe hoog ligt de gemiddelde snelheid op een bepaalde locatie? Tot hoever daalt de gemiddelde snelheid? Op welk moment daalt de snelheid?
- zijn er grote snelheidsverschillen tussen de verschillende locaties (tussen de verschillende lussen)?
- hoe snel daalt de snelheid op een bepaalde locatie? Geleidelijk of heel abrupt?

Uitgangspunt hierbij is de (geaggregeerde) MoniCa/NDW data op minuutniveau. Om echt een goed inzicht te krijgen in de snelheidsverschillen tussen voertuigen is het beter om gebruik te maken van individuele voertuigdata.

6.4 Kwalitatieve indicatoren

Naast de kwantitatieve indicatoren zoals hierboven beschreven is het van belang om ook gebruik te maken van meer kwalitatieve informatie en ervaringen in de organisatie. Denk hierbij aan:

- ervaringen van weggebruikers,
- ervaringen van weginspecteurs,
- camerabeelden,
- (meet)gegevens van het OWN.

Betrek ook deze gegevens zo veel en vooral zo vroeg mogelijk in de evaluatie. De resultaten van de kwantitatieve analyse kunnen subjectief getoetst worden bij direct betrokkenen zoals weginspecteurs.

7 Analyse

Het is van belang dat de uitkomsten van de evaluatie op een juiste wijze geïnterpreteerd worden. Bovendien is het van belang om te beseffen dat de berekende indicatoren slechts een deel vormen van de werkelijkheid, en niet het volledig beeld (kunnen) tonen. Baseer eindconclusies dan ook niet alleen op de kwantitatieve indicatoren, maar gebruik ook altijd de kwalitatieve indicatoren.

Hieronder worden enkele tips gegeven bij het interpreteren van de indicatoren uit de voorgaande hoofdstukken. Het gaat met name om de betekenis van de gevonden verschillen tussen nul- en éénmeting.

7.1 Omgevingsfactoren

Verkeersvraag: intensiteit en aantal voertuigkilometers

Indien de verkeersvraag in de éénmeting hoger of lager is dan de nulmeting (meer dan 1% verschil), heeft het de eerste voorkeur om de selectie van dagen aan te passen. Is dat niet mogelijk, houd hier dan rekening mee bij de interpretatie van de resultaten.

Let erop dat een kleine toename in de verkeersvraag al kan leiden tot een flinke verslechtering van de doorstroming. Het exacte effect is lastig te bepalen en zeer locatiespecifiek. Als grove indicatie geldt dat een toename in de verkeersvraag tot een 2 tot 4 keer zo grote toename in filevorming kan leiden.

Weersomstandigheden: percentage regendagen

Indien het percentage regendagen in de éénmeting hoger of lager is dan de nulmeting (meer dan 10% verschil), heeft het de eerste voorkeur om de selectie van dagen aan te passen. Is dat niet mogelijk, houd hier dan rekening mee bij de interpretatie van de resultaten.

Als het percentage regendagen in de éénmeting hoger is dan in de nulmeting, betekent dit dat de hoeveelheid congestie in de éénmeting wordt overschat.

Dagtype: aantal vrijdagen

Indien het percentage vrijdagen in de éénmeting hoger of lager is dan de nulmeting (meer dan 10% verschil), heeft het de eerste voorkeur om de selectie van dagen aan te passen. Is dat niet mogelijk, verwijder dan alle vrijdagen uit de dataset (nul- en éénmeting). Is dat ook niet mogelijk, houd hier dan rekening mee bij de interpretatie van de resultaten.

Als het percentage vrijdagen in de éénmeting hoger is dan in de nulmeting dan betekent dit waarschijnlijk een onderschatting van de hoeveelheid congestie in de éénmeting. Dit komt omdat er in het algemeen op vrijdag minder filevorming is dan op de maandag t/m donderdag (controleer dit in je data!)

Aantal incidenten

Indien het aantal incidenten hoger of lager is dan de nulmeting (meer dan 10% verschil), heeft het de eerste voorkeur om de selectie van dagen aan te passen. Is dat niet mogelijk, houd hier dan rekening mee bij de interpretatie van de resultaten.

Als het aantal incidenten in de éénmeting hoger is dan in de nulmeting dan betekent dit een overschatting van de hoeveelheid congestie in de éénmeting.

Samenstelling van het verkeer (aandeel vrachtverkeer)

Indien het aandeel vrachtverkeer hoger of lager is dan de nulmeting (meer dan 5% relatief verschil of 1% absoluut verschil tussen de percentages vrachtverkeer), heeft het de eerste voorkeur om de selectie van dagen aan te passen. Is dat niet mogelijk, houd hier dan rekening mee bij de interpretatie van de resultaten.

Als het aandeel vrachtverkeer hoger is dan in de nulmeting dan betekent dit overschatting van de hoeveelheid congestie in de éénmeting. Indien het aandeel vrachtverkeer (in absolute zin) met 2% toeneemt, neemt de capaciteit globaal met 2% af. Dit betekent een toename van 4 tot 8 % in congestie (dit is slechts een zeer globale indicatie!).

Aantal dagen met filevorming die terugslaat buiten het primaire traject

Indien het aantal dagen hoger of lager is dan de nulmeting (meer dan 10% verschil) dan heeft het de eerste voorkeur om de selectie van dagen aan te passen. Is dat niet mogelijk, houd hier dan rekening mee bij de interpretatie van de resultaten.

Als het aantal dagen hoger is dan in de nulmeting, dan betekent dit een onderschatting van de hoeveelheid congestie in de éénmeting. Niet de hele file die is ontstaan is immers meegenomen bij het berekenen van de voertuigverliesuren en andere indicatoren.

Aantal dagen met filevorming die terugslaat in het primaire traject

Indien het aantal dagen hoger of lager is dan de nulmeting (meer dan 10% verschil), heeft het de eerste voorkeur om de selectie van dagen aan te passen. Is dat niet mogelijk, houd hier dan rekening mee bij de interpretatie van de resultaten.

Als het aantal dagen hoger is dan in de nulmeting dan betekent dit een overschatting van de hoeveelheid congestie in de éénmeting (veroorzaakt door de maatregelen). Er is immers (meer) congestie aanwezig in de indicatoren die veroorzaakt is door een bron buiten het traject.

7.2 Indicatoren (effect)

Reistijd

Indien de gemiddelde reistijd op een (deel)traject is toegenomen dan kan dit het volgende betekenen (combinaties zijn ook mogelijk):

- het aantal en/of duur en/of lengte van de files zijn afgenomen,
- de gemiddelde snelheid in de file is toegenomen,
- de gemiddelde snelheid buiten de file is toegenomen.

Filezwaarte

Indien de gemiddelde filezwaarte op een (deel)traject is afgenomen dan kan dit het volgende betekenen (combinaties zijn ook mogelijk):

- het aantal files is afgenomen,
- de duur van de files is afgenomen,
- de lengte van de files is afgenomen.

Voertuigverliesuren

Indien het aantal voertuigverliesuren zijn afgenomen dan kan dit het volgende betekenen (combinaties zijn ook mogelijk):

- het aantal en/of duur en/of lengte van de files is afgenomen,
- de referentiesnelheid wordt vaker gehaald.

Capaciteit

Indien de capaciteit op een bepaalde locatie is toegenomen, dan heeft de maatregel een positief effect op deze locatie. De filevorming die wordt veroorzaakt door deze locatie zal moeten zijn afgenomen. Als dit niet zo is dan is dit een indicatie dat de effecten niet voldoende betrouwbaar zijn vastgesteld (zie paragraaf 7.3).

Betrouwbaarheid

Indien de betrouwbaarheid (van de reistijd) is toegenomen, dan komen lange reistijden (met veel vertraging) minder vaak voor. De maatregel heeft dan een positief effect op het beperken van het voorkomen van deze lange reistijden.

Verkeersveiligheid

Indien het aantal ongevallen niet is toegenomen en/of de snelheidsverschillen zijn niet toegenomen dan kan dit een indicatie zijn dat de verkeersveiligheid niet is afgenomen.

Kwantitatieve effecten op verkeersveiligheid zijn echter zeer lastig vast te stellen. Hiervoor is in het algemeen meerdere jaren aan data nodig en/of gedetailleerde (ongevals)analyses. De hier berekende indicatoren zullen slechts zeer indicatief zijn voor het effect op verkeersveiligheid en hooguit aanleiding kunnen geven voor aanvullend onderzoek.

7.3 Tegenstrijdige resultaten

Het kan voorkomen dat verschillende indicatoren tegenstrijdige effecten laten zien. Als dit zo is dan is dit een indicatie dat één of meerdere indicatoren niet voldoende betrouwbaar zijn vastgesteld. Controleer in dit geval goed:

- of alle extreme omstandigheden verwijderd zijn (zie hoofdstuk 4),
- of de omgevingsfactoren vergelijkbaar zijn (zie hoofdstuk 5),
- of de nul- en éénmeting lang genoeg zijn (zie paragraaf 3.2).

Het kan ook zijn dat de effecten complexer of genuanceerder zijn dan oorspronkelijk gedacht. Dan kan het helpen om de gegevens in meer detail te analyseren. Bepaal bijvoorbeeld de effecten (indicatoren) met onderscheid naar deeltraject/locatie en/of naar tijdstip. Of bereken extra indicatoren.

8 Rapportage

De minimale eis die men aan een rapportage kan stellen is: beschrijf de wijze van evalueren zodanig dat het onderzoek door iemand anders kan worden gereproduceerd. Dit houdt in dat in ieder geval het hoe en waarom van de onderdelen van de evaluatie wordt beschreven. Onderstaande lijst kan hierbij als hulpmiddel dienen, als checklist en voor structuur:

- Beschrijving trajecten(en), maatregel(en) en doel(en),
- Beschrijving onderzoeksopzet, onderzoeksvragen, gebruikte data, perioden nul- en éénmeting, wijze van analyseren,
- Selectie van dagen en controle op omgevingsfactoren (verstorende variabelen),
- Effect van de maatregelen op doorstroming (vergelijking nul- en éénmeting) en antwoord op de onderzoeksvragen,
- Conclusies en aanbevelingen.

In Europees verband is er ook veel belangstelling voor evaluatiestudies. Het verdient aanbeveling op een Engelse samenvatting in het rapport op te nemen. Eventueel kan hiervoor aparte rapportage opgesteld worden, volgens de richtlijnen van de Evaluation Expert Group van het Europese EasyWay programma (format verkrijgbaar bij de Dienst Verkeer en Scheepvaart of via www.easyway-its.eu/home/).

Bijlage A Significantie

Deze leidraad is gericht op een eerste evaluatie een paar weken nadat de maatregel is ingesteld. De kans is groot dat het effect dan nog niet met voldoende significantie kan worden aangetoond omdat veel benuttingsmaatregelen een relatief klein effect hebben en er veel variatie in het verkeer aanwezig is. Het uitvoeren van een goede toets op de significantie valt dan ook buiten deze leidraad.

Het verdient echter wel de aanbeveling om in ieder geval over een langere periode een statistische toets uit te voeren om te bepalen of de gevonden verschillen 'significant' zijn. In deze bijlage worden kort enkele basisprincipes en aandachtspunten genoemd die bij een dergelijke statistische toets van belang zijn (zonder daarbij uitputtend te zijn).

A.1 **Wat is significantie?**

Onderzoeksresultaten moeten betrouwbaar zijn, dat wil zeggen dat ze niet het gevolg zijn van toevalsfluctuaties die zich in de praktijk nu eenmaal voordoen. Statistici hanteren hiervoor de term significantie. Significantie wordt uitgedrukt in een percentage. Wanneer een geconstateerd resultaat significant is op een niveau van 95%, dan wil dat zeggen dat je 95% zekerheid hebt over het resultaat.

Of een nul- en éénmeting significant verschillen van elkaar is afhankelijk van twee aspecten:

- Hoe groot is (naar verwachting) het verschil tussen de nul- en éénmeting? Oftewel hoe groot is het verwachte effect van de maatregel?
- Hoeveel meetgegevens heb ik beschikbaar? Oftewel: hoeveel onafhankelijke situaties (dagen) heb ik in de nulmeting en in hoeveel onafhankelijk dagen heb ik in de éénmeting beschikbaar?

Hoe groter het (verwachte) effect, hoe minder gegevens je nodig hebt om het effect aan te kunnen tonen. Wil een evaluatie ook geringe effecten met voldoende significantie aantonen, dan stelt dat hoge eisen aan de hoeveelheid te verzamelen onderzoeksgegevens. Er dient rekening mee te worden gehouden dat er misschien niet voldoende data beschikbaar is om (kleine) effecten significant aan te tonen.

A.2 **Welke (soort) toets gebruiken?**

Veel significantie toetsen mogen alleen toegepast worden als de verzameling gegevens bepaalde statistische eigenschappen heeft. Een groot aantal toetsen gaat er bijvoorbeeld van uit dat een verzameling normaal verdeeld is. Indien datasets normaal verdeeld zijn, kunnen zogenaamde *parametrische toetsen* toegepast worden. Als (één van de) datasets niet normaal zijn dan moeten *niet-parametrische toetsen* gebruikt worden.

Om te bepalen of een dataset normaal verdeeld is kan gebruik worden gemaakt van de *Kolmogorov-Smirnov* toets. Zie bijlage B voor meer informatie over de Kolmogorov-Smirnov toets.

A.3 Parametrische toetsen

Indien de verzameling voldoet aan een normale verdeling dan kan er gebruik worden gemaakt van een parametrische toets zoals de *Student T-toets*. Hiervoor hoeven de verzamelingen niet even groot te zijn. De toets gaat na of er een (significant) verschil bestaat tussen de gemiddelden van twee normaal verdeelde datasets. Zie bijlage B voor meer informatie over de Student T-toets.

A.4 Niet-parametrische toetsen

Wanneer de verzameling niet voldoet aan een normale verdeling, is een niet-parametrische toets nodig om te bepalen of de verschillen in effecten van maatregelen significant zijn. Hiervoor zijn verschillende toetsen voorhanden. De meest gebruikte toets voor de vergelijking van twee onafhankelijke datasets is de zogenaamde *Wilcoxon-Mann-Whitney* (WMW) toets. Deze toets beoordeelt de significantie van het verschil tussen de medianen van de twee datasets. Zie bijlage B voor meer informatie over de Wilcoxon-Mann-Whitney toets.

Bijlage B Statistische toetsen

De significantie van gevonden verschillen tussen de nul- en éénmeting kan worden getoetst. Veel toetsen mogen alleen toegepast worden als de verzameling gegevens bepaalde statistische eigenschappen heeft. Indien datasets normaal verdeeld zijn, kunnen zogenaamde *parametrische toetsen* toegepast worden, anders dienen *niet-parametrische toetsen* gebruikt te worden.

Met behulp van de *Kolmogorov-Smirnov* toets (K-S toets) kan bepaald worden of een verzameling voldoet aan een normale verdeling. De test vergelijkt de verdeling uit de dataset met de normale verdeling. Met de K-S toets wordt dan de nulhypothese "de dataset is gelijk aan de normale verdeling getoetst". Indien de toetsingswaarde van de K-S toets groter is dan de vastgestelde kritische waarde, dan kan de nul hypothese met een zekere betrouwbaarheid worden verworpen; de verdeling van de dataset verschilt dan significant van de mathematische normale verdeling. De toetsingswaarde is gelijk aan

$$D = \max | F_n(x) - F_0(x) |$$

waarin F_n de cumulatieve kansdichtheidfunctie van de waarnemingen voorstelt en F_0 die van de normale verdeling. De K-S-test wordt standaard uitgevoerd bij een betrouwbaarheidsinterval (C.I.) van 95% en tweezijdig toetsen. Dit betrouwbaarheidsinterval van 95% is de verzameling van niet verworpen nulhypoteses.

B.1 Parametrische toetsen

Indien de verzameling voldoet aan een normale verdeling dan kan er gebruik worden gemaakt van een parametrische toets, de *Student T-toets*. Hiervoor hoeven de verzamelingen niet even groot te zijn. De toets gaat na of er een verschil bestaat tussen de gemiddelden van twee normaal verdeelde datasets.

Voor de T-toets is het van belang dat beide datasets een aselechte steekproef zijn uit een normale verdeling en dat er kan worden verondersteld dat de datasets gelijke variantie hebben. Verondersteld wordt ook dat de datasets van de voorsituatie en de nasituatie niet afhankelijk zijn van elkaar. De toets voor twee onafhankelijke datasets is gebaseerd op de volgende toetsingsgroottheid:

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

waarin \bar{X}_1 en \bar{X}_2 gelijk zijn aan het steekproefgemiddelde van beide datasets, n_1 en n_2 de groottes zijn van beide datasets en S gelijk is aan het gewogen gemiddelde van de afzonderlijke steekproefvarianties

s_1^2 en s_2^2 :

$$s^2 = \frac{(n-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Of T groot genoeg is, wordt vervolgens bepaald door middel van gegeven toetsingswaarde die afhankelijk is van het aantal vrijheidsgraden df ($= (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$) en het betrouwbaarheidsinterval C.I. De kritische waarde kan worden afgelezen uit een standaardtabel. Wanneer het verschil in de varianties van de verzamelingen groot is, dan zal het aantal vrijheidsgraden als volgt berekend moeten worden:

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

Of de verschillen in varianties groot zijn, kan worden bepaald met een F -test.

B.2 Niet-parametrische toetsen

Wanneer de verzameling niet voldoet aan een normale verdeling, is een niet-parametrische toets nodig om te bepalen of de verschillen in effecten van maatregelen significant zijn. Hiervoor zijn verschillende toetsen voorhanden. De meest gebruikte toets voor de vergelijking van twee onafhankelijke datasets is de zogenaamde *Wilcoxon-Mann-Whitney* (WMW) toets.

De toets beoordeelt de significantie van het verschil tussen de medianen van de twee datasets. Uit de scores van elke variabele wordt een rangwaarde (mediaan) berekend. Uit de rangwaardes worden dan vervolgens de rangsommen (ranksum) van beide datasets berekend. Uit deze rangsommen, zeg $U1$ en $U2$, wordt dan de WMW toetsingswaarde, welke gelijk is aan $U = \text{minimum}(U1, U2)$, berekend. Wanneer U kleiner is dan de WMW kritische waarde (deze kan gevonden worden in tabellen en is uniek voor iedere grootte van de dataset en gekozen betrouwbaarheidsinterval), dan kan de nulhypothese met een zekere betrouwbaarheid worden verworpen. Er is dan een significant verschil tussen de medianen van de twee datasets.

Bij deze toets mogen de twee verzamelingen ongelijk van grootte zijn en dienen de steekproeven uit minstens 6 waarnemingen te bestaan. Als de verzamelingen kleiner zijn dan 20, dan kan de toetsingswaarde worden vergeleken met een kritische waarde uit een standaardtabel. Indien de verzamelingen echter groter worden dan 20, dan mag de toetsingswaarde vervangen worden door de standaard normale toetsingswaarde. De toetsingswaarde U wordt dan

$$Z(U) = \frac{|U - (n_1 n_2) / 2|}{\sqrt{(n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1) / 12)}}$$

Bijlage C Lengte meetperioden voor verschillende trajecten

In deze bijlage zijn de resultaten opgenomen van een verkenning naar de benodigde lengte van de voor- en nameting voor het kunnen vaststellen van een verkeerskundig effect, bijvoorbeeld als gevolg van een regelscenario of benuttingsmaatregel.

C.1 Uitgangspunten

Voor deze verkenning is gekeken naar de volgende 4 trajecten.

- A2L Deil - Empel (ochtendspits 06:00 - 10:00),
- A16L 's-Gravendeel - Zonzeel (ochtendspits 06:00 - 10:00),
- A27L St Annabosch - Hooipolder (ochtendspits 06:00 - 10:00),
- A67L Leenderheide - Liessel (ochtendspits 06:00 - 10:00).

De hieronder genoemde periodes (weken) betreffen het aantal benodigde *netto* weken die gebruikt worden voor de analyse. Het is dus nodig om met een groter aantal weken te beginnen (om daar nog de extremen uit te verwijderen). Van een week worden alleen de werkdagen gebruikt voor de analyse. Er is verder uitgegaan van een betrouwbaarheidsinterval van 90%.

C.2 Verkeersvraag

Zoals aangegeven in paragraaf 5.1 is het van belang om te controleren of de verkeersvraag in de voor- en nameting gelijk(waardig) zijn. Uit de analyse blijkt dat dit met een beperkt aantal weken data betrouwbaar is te bepalen (minder dan 5 weken voor- en 5 weken nameting). Hiermee kunnen verschillen vanaf 0,1% vrijwel altijd betrouwbaar worden aangetoond.

C.3 Voertuigverliesuren en filezwaarte

De analyse laat sterke verschillen zien tussen de verschillende trajecten, afhankelijk van de dagelijkse variatie van deze indicatoren. De benodigde nameting is daarnaast sterk afhankelijk van de grootte van het verwachte effect.

Als een effect van rond de 5% verwacht wordt/aangetoond moet worden dan zijn 5 weken voor- en 5 weken nameting niet voldoende. Bij 10 weken voor- en nameting (of 20 weken voor- en 5 weken nameting) dan kan dit effect soms wel, maar niet altijd aangetoond worden (afhankelijk van de variatie op het traject). Effecten die veel kleiner zijn dan 5% zijn (dus) lastig aan te tonen.

Een effect van 10% (of groter) kan vaak wel worden aangetoond met 10 weken voor- en 10 weken nameting (of met 20 weken voor- en 5 weken nameting). Op trajecten met een zeer sterke dagelijkse variatie is dit echter niet voldoende.

C.4 C.4 Gemiddelde reistijd

Uit de analyse blijkt dat dit met een beperkt aantal weken data betrouwbaar is te bepalen (minder dan 5 weken voor- en 5 weken nameting). Hiermee kunnen verschillen vanaf 0,1% meestal, en verschillen vanaf 0,5% vrijwel altijd betrouwbaar worden aangetoond.

C.5 C.5 Indicatie benodigde voor- en nameting (samenvatting)

In onderstaande tabel zijn de benodigde lengtes van voor- en nameting uit bovenstaande paragrafen samengevat.

Tabel 2: Samenvatting lengte benodigde voor- en nameting

| | weken bruto | weken netto (voor analyse) | opmerkingen |
|------------------|--------------------|-----------------------------------|--|
| voor- + nameting | 12 + 12 wk | 10 + 10 wk | effecten van 10% vrijwel altijd aan te tonen, effecten van 5% soms ook |
| voor- + nameting | 24 + 07 wk | 20 + 05 wk | effecten van 10% vrijwel altijd aan te tonen, effecten van 5% soms ook |
| voor- + nameting | 07 + 07 wk | 05 + 05 wk | alleen effecten van 10% en groter aan te tonen, en ook niet altijd |