

Evaluatie Dynamax proef A20

Evaluatie Dynamax proef A20

referentie	projectcode	status
RW 1809-162/goej/015	RW 1809-162	definitief 03
projectleider	projectdirecteur	datum
ir. J.W. Goemans	ir. O.G. Schepers	21 mei 2012

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ir. J.W. Goemans	

INHOUDSOPGAVE	blz.
SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	3
1.1. Achtergrond van de proef	3
1.2. Doel van de evaluatie	3
1.3. Leeswijzer van de rapportage	3
2. BESCHRIJVING VAN DE PROEF EN OPZET VAN DE EVALUATIE	5
2.1. Doel van de Dynamax proef op de A20 bij Rotterdam	5
2.2. Opzet van de evaluatie	5
2.3. Het proeftraject	5
2.4. Het algoritme voor dynamische maximumsnelheden	7
2.5. Gebruikte gegevens	10
2.6. Vergelijkbaarheid voor- en nameting	11
3. OPERATIONEEL FUNCTIONEREN VAN DYNAMAX OP DE A20	15
4. EFFECT OP HET GEDRAG VAN DE WEGGEBRUIKERS	17
4.1. Aanpassen van de snelheid aan de (dynamische) maximumsnelheid	17
4.2. Snelheid per voertuigcategorie	19
4.2.1. Gemiddelde snelheden per intensiteitscategorie	21
4.2.2. 85 % snelheden en maximumsnelheden per intensiteitscategorie	24
4.2.3. Conclusies en toetsing	28
4.3. Snelheid per rijstrook	29
4.4. Overschrijding van de maximumsnelheid	31
4.5. Verdeling van het verkeer over de rijstroken	36
4.6. Samenvatting en conclusie	38
5. EFFECT OP DOORSTROMING	41
5.1. Capaciteit	41
5.2. Congestie	43
5.2.1. Congestieduur	43
5.2.2. Voertuigverliesuren	44
5.2.3. Filezwaarte	45
5.3. Traject reistijd	47
5.4. Analyse van het effect op doorstroming	51
5.5. Samenvatting en conclusie	54
6. EFFECT OP LUCHTKWALITEIT	55
6.1. Aanpak en uitgangspunten	55
6.2. De effecten op luchtkwaliteit	57
6.3. Tweede nameting en varianten	61
6.4. Discussie	64
6.5. Conclusie	66
7. EFFECT OP GELUIDNIVEAU	67
7.1. Aanpak en werkwijze	67
7.2. Uitgangspunten voor de bepaling van het effect op de geluidemissie	68
7.3. De effecten op de geluidemissie	69
7.4. Tweede nameting en varianten	70
7.5. Samenvatting en conclusie	71

8. EFFECT OP VERKEERSVEILIGHEID	73
8.1. Verkeerskundige verkeersveiligheidsindicatoren	73
8.1.1. Standaarddeviatie snelheid	74
8.1.2. Snelheidsverschillen tussen rijstroken	75
8.1.3. Aandeel kleine volgtijden (volgtijden < 1,0 s)	76
8.1.4. Aandeel kleine time-to-collisions	77
8.1.5. Conclusies en toetsing	79
8.2. Aantal ongevallen	80
8.3. Analyse en conclusie	81
9. DRAAGVLAKONDERZOEK EN MOGELIJKHEDEN TOT OPSCHALING	83
9.1. Draagvlakonderzoek	83
9.2. Mogelijkheden tot opschaling	84

laatste bladzijde **86**

BIJLAGEN	aantal blz.
I Analysemethode snelheidsverandering	5
II Snelheden per voertuigcategorie en snelheidsverschillen rijstroken	6
III Verkeersgegevens luchtkwaliteit	4
IV Dwarsprofiel berekening geluidsniveau	1
V Berekening geluidsniveau	2
VI Alternatieve capaciteitsanalyse	5
VII Resultaten emissieberekening	9
VIII Resultaten verspreidingsberekening	2
IX Verkeerskundige effecten nameting 2	13
X Berekende effecten op geluidemissie op het meetpunt van de RIVM	2

SAMENVATTING

Vanaf 28 juni 2011 wordt er op de A20L bij Rotterdam een proef gehouden met dynamische maximumsnelheden ('Dynamax'). Op een traject tussen het Terbrechtseplein en het Kleinpolderplein wordt de maximumsnelheid verhoogd van 80 km/u naar 100 km/u zodra er filevorming dreigt en in de nachtelijke uren. Door het instellen van een dynamische maximumsnelheid wordt beoogd om de doorstroming te verbeteren, zonder daarbij de lokale luchtkwaliteit te verslechteren.

Er zijn voor deze evaluatie twee nametingen geanalyseerd:

- nameting 1 met de oorspronkelijke/initiële Dynamax instellingen (van eind augustus tot medio oktober);
- nameting 2 met een aanpassing aan de schakelparameters, zodat er overdag tussen de spitsen minder vaak naar 100 km/h wordt geschakeld (van medio oktober tot begin december).

Bij deze evaluatie ligt de focus op de eerste nameting omdat hiervan de meeste gegevens zijn verzameld. De tweede nameting geeft een goed beeld van de effecten op luchtkwaliteit en doorstroming als de Dynamax parameters geoptimaliseerd worden. Hierbij wordt opgemerkt dat dit een eerste optimalisatieslag is en dat verdere optimalisaties mogelijk zijn.

Functioneren van het Dynamax algoritme

Over het algemeen kan gesteld worden dat het algoritme goed functioneert. Er zijn een aantal onvolkomenheden aan te merken maar die leiden niet tot ernstige fouten in het functioneren. Overdag wordt in de eerste nameting ook tussen de spitsen regelmatig 100 km/u getoond. Voor de tweede nameting zijn daarom de schakeldrempels aangepast en dit zorgde er inderdaad voor dat er tussen de spitsen minder vaak naar 100 km/h wordt geschakeld. Verder werd er in de nacht lang niet altijd 100 km/u getoond. Dit kwam doordat er in de nacht regelmatig werkzaamheden waren waardoor het nacht-algoritme automatisch uitschakelde. De gevoeligheid hiervoor kan ook verbeterd worden.

Effect op doorstroming

De doorstroming op de A20L is door Dynamax aanzienlijk verbeterd. De meeste filevorming bevindt zich vóór en aan het begin van het Dynamax traject (tussen het Terbrechtseplein en de oprit Crooswijk). Hier is dan ook de grootste verbetering te zien. Het aantal voertuigverliesuren en de filezwaarte is in de eerste nameting met circa 20 % afgenomen. De A16L die op de A20L aansluit laat vergelijkbare verbeteringen zien. In totaal worden er op de A20L en de A16L gezamenlijk circa 600 voertuigverliesuren per (werk)dag bespaard, wat aanzienlijk is.

De verbetering in de doorstroming wordt veroorzaakt doordat de vrije capaciteit ter hoogte van de belangrijkste bottleneck (oprit Crooswijk) met circa 4 % is toegenomen. Met name de linker rijstrook wordt beter benut als het drukker wordt (tijdens hogere intensiteitsregimes).

Voor de tweede nameting (met aangescherpte parameterinstellingen) geldt dat het effect op doorstroming ook positief is, maar minder groot. De verschillende indicatoren laten een positief effect zien dat ongeveer de helft is van de winst in de eerste nameting (circa 8 % minder file, reistijdverbetering 3 %). De verminderde effectiviteit wordt voor een groot deel veroorzaakt door het (te) laat inschakelen van Dynamax in de ochtendspits. Het te laat inschakelen in de ochtendspits kan verholpen worden door het Dynamax algoritme en/of de parameterinstellingen verder te optimaliseren.

Effect op luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit is iets verslechterd. Op twee locaties in het midden van het traject (L2 en L3) is de doorstroming het minste verbeterd en daar neemt de emissie van NO_x en PM₁₀ het meest toe. Op locatie L2 is de totale NO_x en PM₁₀ emissie gedurende het etmaal gestegen met respectievelijk 3,7 en 3,6 % en op locatie L3 met respectievelijk 4,8 en 4,1 %. Aan het begin van het Dynamax traject, waar de doorstroming het meest is verbeterd, is de totale NO_x en PM₁₀ emissie minder toegenomen: respectievelijk met 1,5 en 1,0 %.

Uit de resultaten blijkt dat de Dynamax proef een beperkte invloed heeft op de jaargemiddelde concentraties NO₂ langs het traject. De toename van de verkeersbijdrage op beoordelingslocaties L2 en L3 bedraagt maximaal circa 0,7 µg/m³ op 10 m van de wegrand. Op locatie L1 is de invloed van de grotere congestieafname terug te zien in een kleinere toename in de verkeersbijdrage: maximaal 0,4 µg/m³.

Uit de tweede nameting blijkt dat voor locaties L2 en L3 het negatieve effect op luchtkwaliteit niet gecompenseerd kan worden door het beter afstellen van Dynamax en/of het gedeeltelijk uitschakelen van Dynamax op bepaalde dagdelen. Voor locatie L1 aan het begin van het Dynamax traject kan een combinatie van deze maatregelen wel tot een neutraal (of positief) effect op luchtkwaliteit leiden.

Effect op geluidsniveau

Uit de praktijkproef Dynamax A20 blijkt dat de geluidemissie zeer licht toeneemt met 0,2 dB indien wordt uitgegaan van de wettelijk toegestane snelheid die normaliter in akoestische onderzoeken wordt gehanteerd. De toename wordt met name veroorzaakt door de beide spitsen in de dagperiode. In de avond- en nachtperiode is de toename minder groot. Indien wordt gerekend met de werkelijk gereden snelheden blijkt dat de geluidemissie minder toeneemt, namelijk met 0,1 dB. Met name in de nachtperiode is de toename minder groot. Indien Dynamax strakker wordt afgesteld, zal de toename van het geluidsniveau nog kleiner zijn.

Effect op verkeersveiligheid

Over het effect op verkeersveiligheid kon geen uitspraak worden gedaan. Er is onvoldoende data beschikbaar. Verschillende indicatoren laten soms een (mogelijk) positief effect en soms een (mogelijk) negatief effect zien. Het is niet waarschijnlijk dat Dynamax een significant negatief effect heeft op de verkeersveiligheid.

1. INLEIDING

1.1. Achtergrond van de proef

Vanaf 28 juni 2011 wordt er op de A20 bij Rotterdam een proef gehouden met dynamische maximumsnelheden ('Dynamax'). Op dit traject was voorheen een 80 km zone ingesteld. Dit had een positief effect op de luchtkwaliteit (primair doel van de 80 km zone), maar een negatief effect op de doorstroming. Door het instellen van dynamische maximumsnelheden wordt gepoogd om de doorstroming op dit traject te verbeteren, zonder daarbij de lokale luchtkwaliteit te verslechteren. De proef wordt uitgevoerd vanuit de Verkeersmanagement-centrale Zuidwest-Nederland (VMC-ZWN) in Rhoon.

De proef wordt gehouden in het kader van het project 'Dynamax'. Het doel van het project Dynamax is om meer inzicht te krijgen in de effecten (veiligheid, doorstroming en milieu) en de gedragsaspecten van dynamische maximumsnelheden en het in beeld brengen van de consequenties voor wegbeheer en netwerkmanagement. Op de A1, A12 en A58 zijn in het kader van Dynamax reeds praktijkproeven gehouden met verschillende toepassingen van dynamische maximumsnelheden. De effecten op de doorstroming, de verkeersveiligheid, de luchtkwaliteit en de geluidbelasting zijn in deze proeven onderzocht. Tevens zijn de operationele ervaringen, de effecten op het gedrag van de weggebruiker en het draagvlak van de weggebruiker voor dynamische maximumsnelheden onderzocht.

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart heeft aan Witteveen+Bos en de Technische Universiteit Delft gevraagd om de Dynamax proef op de A20 bij Rotterdam te evalueren.

1.2. Doel van de evaluatie

Het doel van de evaluatie is om antwoord te geven op de volgende kernvraag.

'Welk effect heeft de toepassing van dynamische maximumsnelheden op het verkeer op de A20 (doorstroming, veiligheid en milieu), hoe komt dat (operationeel functioneren en gedrag) en wat is de toegevoegde waarde van het dynamische karakter van de maatregelen?'

De evaluatie moet tevens inzicht verschaffen in hoeverre de doelstellingen van de Dynamax proef op de A20 zijn gehaald (zie paragraaf 2.1). De resultaten van deze evaluatie worden tevens gebruikt voor het schrijven van een aanvullend advies over de toepassing van dynamische maximumsnelheden in Nederland.

1.3. Leeswijzer van de rapportage

In deze rapportage is eerst beschreven wat de Dynamax proef inhoudt en hoe de evaluatie is opgezet (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 is beschreven hoe Dynamax in de praktijk heeft gefunctioneerd en in hoofdstuk 4 wordt ingegaan op welk effect dit vervolgens heeft gehad op het rijgedrag van de weggebruikers.

Het veranderde gedrag van de weggebruikers heeft invloed gehad op de doorstroming. Dit is geanalyseerd en beschreven in hoofdstuk 5. Welke effect dit heeft gehad op de luchtkwaliteit en geluidsniveau is beschreven in hoofdstuk 6 en 7.

In hoofdstuk 8 is gekeken naar de verkeersveiligheid en hoofdstuk 9 beschrijft het draagvlakonderzoek onder weggebruikers en de mogelijkheden tot opschaling.

2. BESCHRIJVING VAN DE PROEF EN OPZET VAN DE EVALUATIE

2.1. Doel van de Dynamax proef op de A20 bij Rotterdam

De evaluatie moet onder andere inzicht verschaffen in hoeverre de doelstellingen van de Dynamax proef op de A20 zijn gehaald. De doelstellingen zijn:

- het verbeteren van de doorstroming door de maximumsnelheid in de randen van de spitsen te verhogen van 80 km/u naar 100 km/u;
- het vergroten van de acceptatie van de ingestelde maximumsnelheid door de maximumsnelheid in de nachtelijke uren te verhogen van 80 km/u naar 100 km/u.

Uitgangspunt hierbij is dat de lokale luchtkwaliteit gelijk blijft om daarmee het positieve effect van de 80 km zone op de lokale luchtkwaliteit te behouden.

In deze evaluatie is gekeken naar de aspecten doorstroming en luchtkwaliteit van de doelstellingen. Daarnaast is gekeken naar de effecten op het geluidsniveau, de verkeersveiligheid en het draagvlak onder de weggebruikers.

2.2. Opzet van de evaluatie

De evaluatie is uitgevoerd door middel van een vergelijking van een voormeting met twee nametingen. Tijdens de evaluatie bleek dat de schakeling op basis van intensiteit niet volledig aansloot op het principe 'in de randen van de spits'. Medio oktober is daarom een aanpassing aan de schakelparameters gedaan, met als voornamelijk doel de periode dat overdag naar 100 km/h wordt geschakeld te reduceren. Er zijn in deze evaluatie dus 2 nametingen beschouwd:

- nameting 1 van eind augustus tot medio oktober;
- nameting 2 van medio oktober tot begin december.

Bij deze evaluatie ligt de focus op de eerste nameting omdat hiervan de meeste gegevens zijn verzameld. De tweede nameting geeft een goed beeld van de effecten als de Dynamax parameters verder geoptimaliseerd worden. Hierbij wordt opgemerkt dat dit een eerste optimalisatieslag is en dat verdere optimalisaties goed mogelijk zijn.

Voor een goede evaluatie moet de voor- en nameting(en) goed vergelijkbaar zijn. Dit is tot stand gekomen door voor beide perioden een selectie van dagen te maken waarin externe omgevingsfactoren (hoeveelheid regen, vracht en kleine verstoringen) zo veel mogelijk gelijk zijn. Voor de hypothesen wat betreft lucht en geluid is een aparte selectie van dagen geanalyseerd, aangezien hier weekdays van belang zijn. Voor de verkeerskundige hypothesen is gebruik gemaakt van een selectie van dagen waarin alleen werkdagen meegenomen zijn.

Voor de evaluatie is gebruik gemaakt van de gegevens zoals genoemd in paragraaf 2.5. Op basis van deze gegevens zijn de verschillende hypothesen getoetst. In deze evaluatie is vervolgens een integrale benadering toegepast waarin duidelijk wordt welke resultaten met elkaar verband houden, op welke wijzen en in welke mate. Ook de resultaten van andere externe partijen zijn daarom opgenomen in deze rapportage.

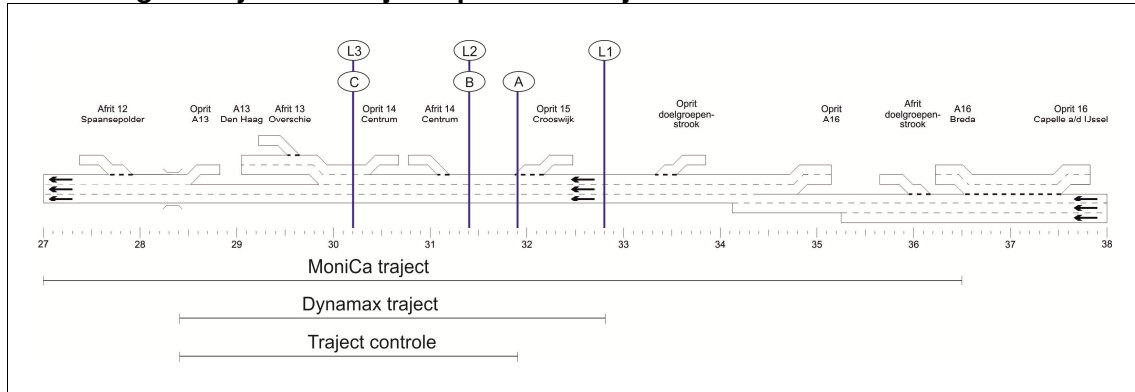
2.3. Het proeftraject

Het proeftraject is de A20L bij Rotterdam tussen Hm 32,8 en Hm 28,4. Het traject is 4,2 km lang en omvat achtereenvolgens:

- toerit Crooswijk (3 rijstroken en invoegstrook);

- afrit Rotterdam Centrum (3 rijstroken en uitvoegstrook);
- weefvak Rotterdam Centrum - knooppunt Kleinpolderplein (3+1 => 2+2 rijstroken).

Afbeelding 2.1. Dynamax traject op de A20L bij Rotterdam



Het traject bevat over korte afstand dus twee aansluitingen en een knooppunt. Hierdoor zijn er veel weefbewegingen over het traject. Grootste bottleneck zijn de twee achtereenvolgende toeritten Crooswijk en Centrum. Het weefvak tussen Centrum en knooppunt Kleinpolderplein is ook snel verstoord, maar dit resulteert niet vaak in terugslag. Aan het einde van het traject zijn regelmatig brugopeningen die terugslag van verkeer in de 80 km zone veroorzaken¹.

Afbeelding 2.2. Tonen van de dynamische maximumsnelheid op de A20



Op het traject is trajectcontrole aanwezig. Dit loopt van Hm 31,9 en Hm 28,4. Opgemerkt moet worden dat de trajectcontrole tijdens de voormeting operationeel was, maar tijdens de nameting niet. Door technische problemen met de koppeling tussen het trajectcontrolesysteem en signaalgevers heeft het systeem tijdens de experimentperiode niet gefunctioneerd. In plaats hiervan heeft de politie op reguliere wijze gehandhaafd.

¹ Bron: Verkenning Dynamische Maximumsnelheden A12 Voorburg en A20 Rotterdam, Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart, 15 december 2008.

Uit het onderzoek kan geen relevante impact van het ontbreken van de trajectcontrole op de gemiddelde gereden snelheden worden vastgesteld, evenmin op het overschrijdingspercentage van de 80 km/h. Wel zien we een lichte toename van het percentage 'hardrijders' (toename van 3-4 % naar 4-5 %) die sneller rijden dan 85 km/h bij een maximumsnelheid van 80 km/h. Of dit aan het ontbreken van de trajectcontrole ligt is op dit moment niet vast te stellen. Dit kan worden onderzocht als de trajectcontrole weer operationeel is. De overschrijdingspercentages bij een maximumsnelheid van 100 km/h blijken lager dan die van de 80 km/h. Omdat de gemiddelde snelheden bij 80 km/h in voor- en nasituatie gelijk zijn, kan worden vastgesteld dat er geen invloed is van het ontbreken van de trajectcontrole op de (berekende) effecten doorstroming, veiligheid, lucht en geluid.

2.4. Het algoritme voor dynamische maximumsnelheden

Op het traject wordt dynamisch geschakeld tussen twee verschillende maximumsnelheden: 80 km/u en 100 km/u. Om de bestuurders te informeren over de actuele maximumsnelheid zijn de elektronische signaalgevers boven de weg gebruikt, zie afbeelding 2.2.

Beschrijving van het algoritme

Op de A20 is de uitgangssituatie in principe 80 km/u. De snelheid wordt verhoogd naar 100 km/u in de randen van spitsen en in de nachtelijke uren. Voor het schakelen tussen de verschillende snelheden wordt gekeken naar (een combinatie van) een tijdvenster en exponentieel afgevlakte waarden voor de gemeten snelheid en intensiteit. Voor de eerste nameting zijn onderstaande criteria gehanteerd.

Overdag

Overdag wordt de maximumsnelheid verhoogd naar 100 km/u (inschakelen) als:

- de intensiteit hoger is dan 4.700 vtg/h óf de snelheid lager is dan 50 km/u.

Overdag wordt de maximumsnelheid weer verlaagd naar 80 km/u (uitschakelen) als:

- de intensiteit lager is dan 4.000 vtg/h én de snelheid hoger is dan 72 km/u.

Indien geschakeld wordt naar 100 km/u dan blijft dit minimaal 15 minuten actief, ook al wordt eerder aan de uitschakelvoorwaarden voldaan.

In de nacht

In de nacht wordt de maximumsnelheid verhoogd naar 100 km/u zo lang voldaan wordt aan alle volgende criteria:

- tussen 23.00 uur en 05.00 uur;
- én de intensiteit is lager dan 1.500 vtg/h;
- én de snelheid is hoger is dan 70 km/u.

Er wordt pas geschakeld indien meer dan 15 minuten lang wordt voldaan (of niet meer wordt voldaan) aan de criteria.

Uitschakelen bij bijzondere omstandigheden

Indien door de wegverkeersleider ergens op het Dynamax traject een verdrijfpijl of rood kruis wordt geplaatst (bijvoorbeeld bij incidenten of wegwerkzaamheden) dan schakelt het Dynamax algoritme automatisch naar 80 km/u. Daarnaast is het voor de wegverkeersleiders mogelijk om Dynamax handmatig uit te zetten (dan wordt 80 km/u getoond).

Aanpassingen voor de tweede nameting

Voor de tweede nameting is een aanpassing aan de schakelparameters gedaan. Het voornaamste doel was om overdag het schakelen naar 100 km/ te reduceren. De volgende aanpassingen zijn gedaan:

- de inschakeldrempel van 4.700 naar 4.900 (hierdoor wordt later ingeschakeld naar 100 km/u);
- de uitschakeldrempel van 4.000 naar 4.200 (hierdoor wordt eerder teruggeschakeld naar 80 km/u);
- de snelheidsdrempel van 50 naar 45 gegaan (hierdoor wordt later ingeschakeld naar 100 km/u);
- het nachtvenster begint om 22.45 uur in plaats van 23.00 uur (hierdoor wordt eerder naar het nacht algoritme geschakeld);
- de waarden worden iets meer afgevlakt waardoor minder snel op uitschieters wordt geschakeld.

Werking in de praktijk¹

Transpute heeft voor de eerste nameting gekeken hoe het Dynamax algoritme heeft gefunctioneerd in de periodes van 28 juni tot en met 31 juli 2011 en van 29 augustus tot en met 18 september 2011. Over het algemeen kan gesteld worden dat het algoritme goed functioneert. Er zijn een aantal onvolkomenheden aan te merken, maar die leiden niet tot ernstige fouten in het functioneren. Er wordt doorgaans ingeschakeld ruim voordat de filevorming ontstaat. De hoeveelheid tijd dat er is ingeschakeld, zonder dat er file staat, is vooral buiten de spits aan de ruime kant. Dit kan worden beperkt door het aanpassen van de schakeldrempels.

Transpute doet daarbij de volgende aanbevelingen:

- ninabeeld 'wegwerkzaamheden' niet laten reageren op verdrijvingspijlen van afkruisingen buiten het wegvak;
- ninabeeld 'wegwerkzaamheden' alleen laten ingrijpen op beeldstanden stroomopwaarts van afkruising. Stroomafwaarts van incident het algoritme in stand houden;
- bij de intensiteiten reageren op rijbaanintensiteit in plaats van gemiddelde rijstrookintensiteit en dus bij een kruis, de afgekruiste rijstrook niet afkeuren en het gemiddelde van de overige rijbanen nemen;
- minuten zonder data niet als nulwaarde meenemen in de afgevlakte snelheden en intensiteiten;
- bij het dagalgoritme het bufferkwartier terugbrengen tot 6 minuten of het vervangen door een 3-minuten buffer voordat omgeschakeld mag worden (analoog aan andere Dynamaxalgoritmes);
- het nacht algoritme al om 22.45 uur aanzetten zodat na het bufferkwartier direct om 23.00 uur ingeschakeld kan worden of het bufferkwartier analoog aan het bovenstaande advies voor het dagalgoritme aanpassen;
- om de tijden dat het algoritme staat ingeschakeld te verkorten, kunnen de drempelwaarden mogelijk wat scherper (hoger) worden afgesteld;
- de afstelling van het algoritme kan nauwkeuriger worden, indien men schakelt op meetraaien ter hoogte van de daadwerkelijke knelpunten, in plaats van op meetraaien stroomopwaarts.

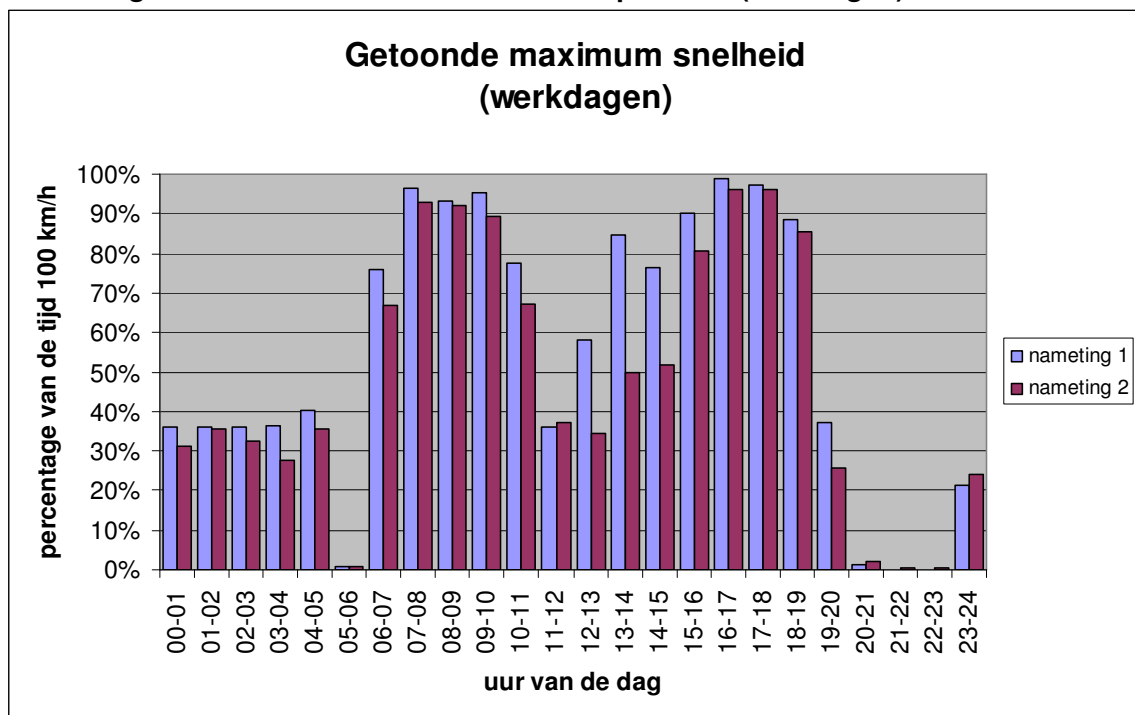
Een deel van de aanbevelingen van Transpute zijn al doorgevoerd in de tweede nameting.

¹ Overgenomen uit: Memo Samenvatting KCE Dynamax-A20, Transpute, 4 oktober 2011.

Na de tweede nameting bleek dat er door het aanpassen van de Dynamax parameters inderdaad minder vaak naar 100 km/h wordt geschakeld. In afbeelding 2.3 is aangegeven welk percentage van de tijd de maximumsnelheid van 100 km/u is ingeschakeld (op werkdagen in de eerste en tweede nameting).

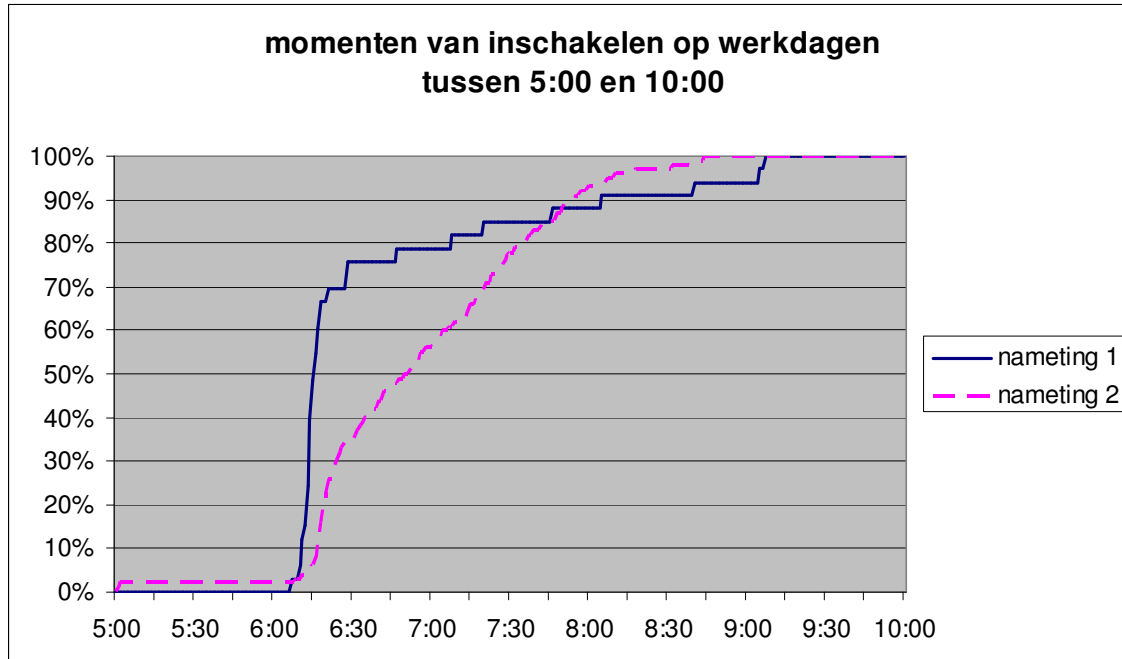
Te zien is dat 100 km/u vooral tijdens de spitsen wordt getoond, maar dat in de eerste nameting ook tussen de spitsen regelmatig 100 km/u werd getoond. In de tweede nameting is dit duidelijk minder geworden. In de avond wordt vrijwel altijd 80 km/u getoond. Verder is opvallend dat in de nacht een relatief laag percentage van de tijd de maximumsnelheid 100 km/u is (dit zou normaal gesproken vrijwel altijd 100 km/u zijn). Dit komt waarschijnlijk doordat er in de nacht regelmatig werkzaamheden waren waardoor het nachtalgoritme niet functioneerde. Ook wanneer er vanwege een incident een of meer rijstroken worden afgekruist, verschijnt het ninabeeld 'wegwerkzaamheden' om het algoritme direct uit te schakelen.

Afbeelding 2.3. Getoonde maximumsnelheid op de A20 (werkdagen)



Verder blijkt dat het Dynamax algoritme met de nieuwe instellingen (tweede nameting) vrij laat inschakelt in de ochtendspits. Dit is goed te zien in afbeelding 2.4. Dit zorgt ervoor dat Dynamax af en toe te laat inschakelt wat een negatief effect heeft op de effectiviteit van Dynamax in de ochtendspits (zie hoofdstuk 5 effect op doorstroming). De aangepaste parameters moeten dus nog verder geoptimaliseerd worden.

Afbeelding 2.4. Later inschakelen in de ochtendspits



2.5. Gebruikte gegevens

Voor de evaluatie is gebruikgemaakt van de volgende gegevens:

- MoniCa data;
- RESI data;
- Dynamax loggings;
- IM data;
- meldwerk;
- weergegevens;
- evenementen data;
- vakantie/feestdagen;
- MTR+ data.

MoniCa data

Er is MoniCa data gebruikt van de volgende perioden:

- voormeting: van 7 februari tot en met 3 juli 2011;
- nameting 1: van 29 augustus tot en met 9 oktober 2011;
- nameting 2: van 29 augustus tot en met 9 oktober 2011.

En van de volgende trajecten:

- A20L Hm 36,5 tot A20 Hm 27,0;
- A16L Hm 14,6 tot A16 Hm 17,0;
- A20R Hm 36,5 tot A20 Hm 27,0 (alleen voor luchtkwaliteit en geluidsniveau).

RESI data

Er is RESI data gebruikt van de volgende perioden:

- voormeting: van 10 mei tot en met 30 mei 2011;
- nameting 1: van 5 september tot en met 25 september 2011.

Van de locaties:

- locatie A: A20L Hm 31,9 (kort na oprit Crooswijk 15);
- locatie B: A20L Hm 31,4 (tussen Crooswijk en Centrum);
- locatie C: A20L Hm 30,2 (na oprit Centrum 14, op het weefvak).

Dynamax logging

De Dynamax loggings zijn gebruikt voor het analyseren van een aantal hypothesen. Hiervoor is een koppeling gemaakt met de RESI data, het gaat dan ook om de Dynamax loggings tijdens de voor- en nameting periode van RESI data (van 10 mei tot en met 30 mei 2011 en van 5 september tot en met 25 september 2011).

IM data

Er zijn ongevalsgegevens gebruikt voor het uitsluiten van dagen in de analyse vanwege ernstige langdurige incidenten voor A20L Hm 20,0 tot en met A20L Hm 40,0 tijdens de periode van de MoniCa voor- en nameting 1 (7 februari tot en met 3 juli 2011 en 29 augustus tot en met 9 oktober 2011).

Daarnaast zijn er ongevalsgegevens gebruikt voor de verkeersveiligheidshypothese. Hiervoor zijn incidentdata van 2008, 2009 en 2010 gebruikt.

Meldwerk

Er zijn Werk-In-Uitvoering gegevens gebruikt. Er is kritisch gekeken naar afzettingen met hinderklasse 3 en hoger (grote tot zeer grote hinder). Op basis hiervan zijn dagen in de analyse uitgesloten. Het betreft de meldingen op A20L Hm 20,0 tot en met A20L Hm 40,0 tijdens de periode van de MoniCa voor- en nameting 1 (7 februari tot en met 3 juli 2011 en 29 augustus tot en met 9 oktober 2011).

Weergegevens

Er zijn weergegevens gebruikt voor het uitsluiten van dagen in de analyse vanwege extreem weer. Daarnaast is gekeken of het aantal regendagen in de voor- en nameting bij elkaar in de buurt liggen. De informatie is afkomstig van het KNMI. De weergegevens van station 344 (Rotterdam) zijn gebruikt. Op basis hiervan zijn de dagen ingedeeld naar droog, regen (> 1,5 mm in natste uur), veel regen (> 5 mm in natste uur) en extreem regen (> 10 mm in natste uur).

Evenementen data

Voor het uitsluiten van dagen voor de analyse zijn bij de VMC ZWN evenementendata opgevraagd.

Vakantie/feestdagen

Voor het uitsluiten van dagen voor de analyse is uitgegaan van de vakantie/feestdagen die gelden voor scholen in Nederland.

MTR+ data

Voor de verdeling over de voertuigcategorieën (licht, middelzwaar en zwaar) is gebruikgemaakt van MTR+ data, om zo te zorgen dat de verdeling over de categorieën over de voor- en nameting bij elkaar in de buurt liggen. Hiervoor is gekeken naar locatie Hm 31,589 (op dynamax traject vlak na oprit 15 Crooswijk).

2.6. Vergelijkbaarheid voor- en nameting

Voor een goede evaluatie is het van groot belang dat de voor- en nameting onder vergelijkbare omstandigheden wordt uitgevoerd. Alleen dan kunnen de gevonden effecten wor-

den toegeschreven aan Dynamax. Voordat de RESI data en de Monica data geanalyseerd en vergeleken worden, vindt er daarom eerst een filtering plaats en wordt gecontroleerd of de omstandigheden van de voor- en nameting goed vergelijkbaar zijn.

Sterk afwijkende situaties die een uitzonderlijk effect (kunnen) hebben gehad op de verkeersafwikkeling of het verkeersaanbod zijn uit de database gefilterd:

- grootschalige evenementen;
- vakanties en feestdagen;
- zeer extreme weersomstandigheden (weeralarm, sneeuw, ijzel en zeer dichte mist);
- ernstige langdurige incidenten;
- werk in uitvoering met zeer veel verkeershinder.

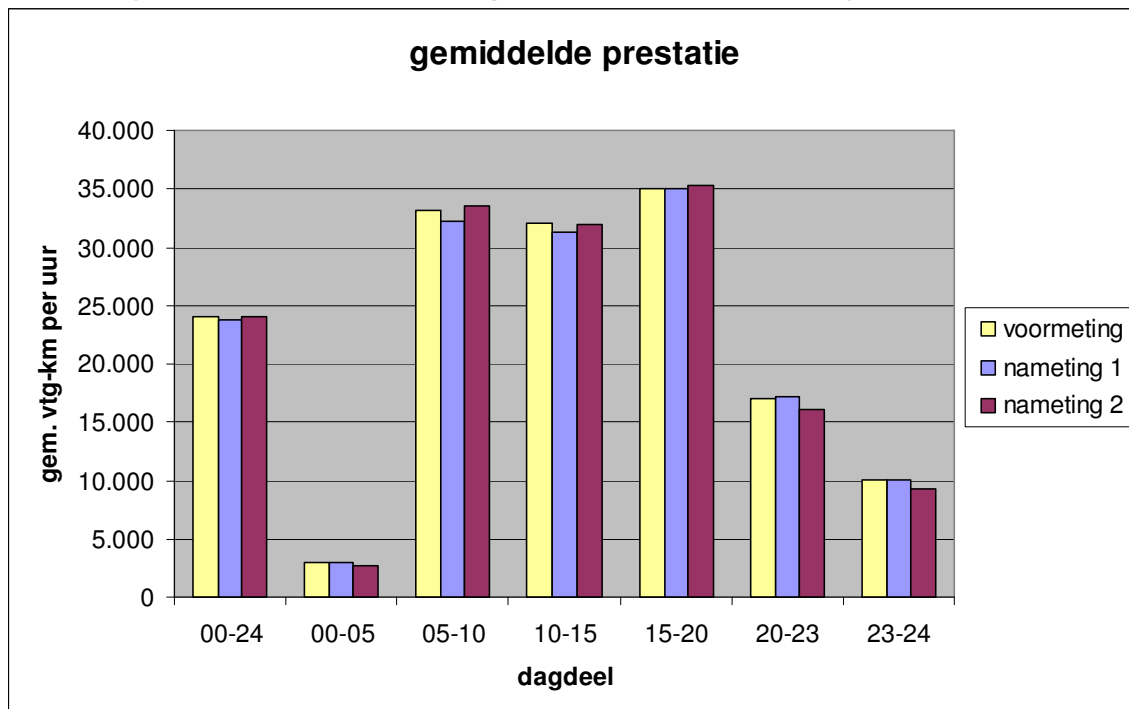
Vervolgens zijn de omstandigheden van de voor- en nameting geïnventariseerd en vergeleken. Waar nodig is de dataset aangepast om de vergelijkbare omstandigheden te krijgen. Voor de voor- en nameting zijn de volgende omstandigheden vergeleken:

- verkeersaanbod;
- % vrachtverkeer;
- aantal regendagen;
- aantal incidenten.

Verkeersaanbod

In afbeelding 2.5 is te zien dat de overgebleven dagen in de voor- en nameting vergelijkbaar zijn qua verkeersaanbod/verkeersprestatie. In de eerste nameting ligt de totale gemiddelde verkeersprestatie circa 2 % lager dan in de voormeting. Dit kan leiden tot (iets) minder congestievorming in de orde van 4 %. In de tweede nameting ligt de totale gemiddelde verkeersprestatie 0,4% lager dan in de voormeting. Het verkeersaanbod ligt in de ochtend- en avondspits circa 1 % hoger dan in de voormeting. Dit kan leiden tot (iets) meer congestievorming in de orde van 2 %. Bij de interpretatie van de resultaten is hiermee rekening gehouden.

Afbeelding 2.5. Gemiddelde verkeersprestatie voor- en nameting



% vrachtverkeer

De MTR+ data was ten tijde van het opstellen van de rapportage nog niet beschikbaar. Het is niet waarschijnlijk dat het % vrachtverkeer in de nameting (sterk) is gewijzigd ten opzichte van de voormeting.

Aantal regendagen en kleine incidenten

In tabel 2.1 is te zien dat de overgebleven dagen in de voor- en nameting goed vergelijkbaar zijn qua weersomstandigheden (regen) en kleine incidenten. De kleine verschillen die in de tabel te zien zijn, zullen geen (meetbaar) effect hebben op de resultaten.

Tabel 2.1. Weersomstandigheden en kleine incidenten in de voor- en nameting

	RESI voormeting	RESI nameting	MoniCa voormeting	MoniCa nameting 1	MoniCa nameting 2
aantal dagen	14	11	74	25	16
met regen (> 1,5mm)	7 %	9 %	9 %	8 %	6 %
veel regen (> 5mm)	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %
kleine verstoringen	7 %	9 %	5 %	4 %	6 %

3. OPERATIONEEL FUNCTIONEREN VAN DYNAMAX OP DE A20

Voor de wegverkeersleiders in de verkeerscentrale (Rhoon) was de Dynamax A20 proef niet nieuw. De Dynamax A20 proef was voor hen het derde Dynamax traject, na Gouda-Bodegraven en de A12.

Het Dynamax project wordt door de wegverkeersleiders niet als extra belasting ervaren. De Dynamax applicatie draait op de achtergrond en er wordt in het dagelijks gebruik niet naar gekeken. Het systeem moet wel handmatig weer aangezet worden na een databasewissel. Het is wenselijk dat deze procedure in de toekomst veranderd.

Ook bestaat er geen wantrouwen in het systeem. In het begin waren de wegverkeersleiders wat huiverig voor het systeem, maar dat bleek niet terecht. De wegverkeersleider waren bang dat tijdens het schakelen door Dynamax zij zelf de matrixborden niet konden schakelen. Dat probleem blijkt zich in de praktijk niet voor te doen.

Over het algemeen wordt door de wegverkeersleiders een betere doorstroming op de A20 gezien. Zij zijn benieuwd naar de resultaten van de evaluatie. Naar het veranderende rijgedrag hebben de wegverkeersleiders niet specifiek gekeken.

De bediening en werking van Dynamax zijn duidelijk voor de wegverkeersleiders. Sommigen hebben een introductiecursus Dynamax gehad en er is een map met informatie in de verkeerscentrale aanwezig. Via het MTM systeem is het goed zichtbaar wanneer Dynamax ingrijpt, omdat 100 nooit door de wegverkeersleiders wordt geplaatst (100 is donkerblauwe weergave). Dit is voldoende informatie voor de wegverkeersleiders.

4. EFFECT OP HET GEDRAG VAN DE WEGGEBRUIKERS

Onderzocht is of de dynamische maximumsnelheid effect heeft op het weggedrag van de weggebruiker. Gekeken is naar de volgende aspecten:

- aanpassen van de snelheid aan de (dynamische) maximumsnelheid;
- snelheid per voertuigcategorie;
- snelheid per rijstrook;
- overschrijden van de maximumsnelheid;
- verdeling van het verkeer over de rijstroken.

Er zou ook gekeken worden naar het rijstrookwisselgedrag op het weefvak tussen oprit centrum en het Kleinpolderplein. Hier is vanaf gezien omdat dit aspect minder relevant bleek dan vooraf was ingeschat. Het weefvak blijkt maar een beperkte bottleneck te zijn, de belangrijkste bottleneck is de oprit Crooswijk. Daarnaast waren er technische problemen met het verzamelen van de benodigde camerabeelden.

4.1. Aanpassen van de snelheid aan de (dynamische) maximumsnelheid

In deze paragraaf worden de volgende twee hypothesen getoetst.

Hypothese W1a

De weggebruikers passen direct hun snelheid aan bij een verhoging van de maximumsnelheid van 80 naar 100 km/h

Hypothese W1b

De weggebruikers passen direct hun snelheid aan bij een verlaging van de maximumsnelheid van 100 naar 80 km/h

In de analyse zijn alle weekdays gebruikt, dus inclusief de weekenddagen. Om het effect op de gerealiseerde snelheden goed te kunnen vaststellen, is voor deze hypothese alleen naar personenverkeer gekeken.

Analysemethode

Om de hypothese te kunnen toetsen, moeten wij vaststellen op welk moment er een verandering optreedt in de gemiddelde snelheid van het verkeer in relatie tot een verandering in de maximumsnelheid. Door de grote variatie in de gemeten individuele snelheden is dit niet direct uit de waarnemingen te halen. Ook het bepalen op grond van minuut-gemiddelde snelheden of vijf-minuut gemiddelde snelheden leidt tot problemen, omdat daarmee de aanpassingstijd niet voldoende nauwkeurig kan worden vastgesteld.

Om toch zinvolle uitspraken te kunnen doen is een nieuwe methode ontwikkeld om de momenten waarop de gemiddelde snelheid wijzigt nauwkeuriger te kunnen vaststellen. Deze methode bestaat kortweg uit twee stappen:

- het vaststellen van periodes waarbinnen de snelheid constant is op grond van cumulatieve snelheidscurven. Deze stationaire periodes zijn te herkennen als rechte lijnen in de cumulatieve snelheidscurven;
- het bepalen van het moment waarop de ene stationaire periode overgaat in de andere, door het bepalen van de snijpunten van bovengenoemde rechte lijnen.

In bijlage I wordt de methode in detail beschreven.

Bevindingen

In tabel 4.1 en in tabel 4.2 worden de resultaten van de analyse weergegeven voor respectievelijk een verandering in de maximumsnelheid van 80 naar 100 km/u en een verandering

van 100 naar 80 km/u. Beide tabellen geven voor de drie meetlocaties de vertraging (gemiddeld) en de standaard deviatie in de vertraging, de gemiddelde snelheidsverandering en de standaard deviatie in de snelheidsverandering.

Ter illustratie, in tabel 4.1 kunnen wij teruglezen dat voor locatie Hm 31,4, gemiddeld 86,2 s zit tussen de verandering in de maximumsnelheid van 80 naar 100 km/u en de waargenomen verandering in de gemiddelde snelheid. De spreiding in de vastgestelde vertragingen is beperkt, slechts 29,8 s. De snelheidsverandering die wij zien bedraagt gemiddeld 9,9 km/u, met een standaarddeviatie van 4,5 km/u.

Tabel 4.1. Kenmerken snelheidsaanpassing van 80 naar 100 km/u

locatie (hm)	delay (s)	std(delay)	Δv (km/u)	std(Δv)
30,2	95,8	24,9	8,1	2,8
31,4	86,2	29,8	9,9	4,5
31,9	79,0	31,5	10,6	6,5

Tabel 4.2. Kenmerken snelheidsaanpassing van 100 naar 80 km/u

locatie (hm)	delay (s)	std(delay)	Δv (km/u)	std(Δv)
30,2	68,9	30,9	- 9,5	1,5
31,4	67,8	22,4	- 12,1	1,9
31,9	57,8	22,5	- 11,9	2,7

Gegeven de resultaten in de tabellen kunnen wij de volgende constatering doen:

- de gemiddelde vertraging bij een verhoging van de maximumsnelheid is 87 s, de gemiddelde vertraging bij een verlaging van de maximumsnelheid is 65 s;
- de gemiddelde vertraging bij een verhoging van de maximumsnelheid is dus beduidend hoger dan bij een verlaging van de maximumsnelheid (gemiddeld verschil van 22 s);
- de vertraging wordt kleiner naarmate wij verder stroomafwaarts kijken (maximale verschil tussen de vertragingen per detector 16,8 s en 11,1 s, voor respectievelijk een verhoging van de maximumsnelheid en een verlaging van de maximumsnelheid);
- de gemiddelde directe toename in de snelheden bij een toename in de maximumsnelheid is iets lager dan de directe (absolute) gemiddelde afname van de snelheden bij een afname in de maximumsnelheid (9,5 km/u tegenover -11,2 km/u);
- de gemiddelde afname dan wel toename in de gemiddelde snelheid wordt groter naarmate wij verder stroomafwaarts kijken (maximaal verschil tussen de detectoren van 2,5 km/u en 2,6 km/u, voor respectievelijk een verhoging van de maximumsnelheid en een verlaging van de maximumsnelheid).

Conclusies en toetsing

Op grond van de bevindingen kunnen wij concluderen dat de hypothese (en de twee deelhypothesen) niet zonder meer kan worden aangenomen: wij zien pas na meer dan een minuut een verandering in de gemiddelde snelheid. De hypothese alsmede de deelhypothesen worden derhalve **verworpen**.

Dit kan verschillende oorzaken hebben:

- de weggebruikers die direct na het veranderen van de snelheidslimiet onder het portaal doorrijden hebben de verandering in de snelheidslimiet niet kunnen zien;
- de weggebruikers kunnen niet meteen accelereren, omdat hun voorliggers niet meteen accelereren (zij hebben wellicht de verandering in de vigerende maximumsnelheid nog niet gezien);
- de weggebruikers zullen niet abrupt remmen, maar geleidelijk de snelheid laten terugvallen.

Het is ook niet uit te sluiten dat de tijdsloggings van de twee databronnen niet helemaal synchroon lopen, ook al lijkt dit op grond van visuele inspectie niet het geval te zijn.

4.2. Snelheid per voertuigcategorie

In deze paragraaf worden de volgende hypothesen behandeld.

Hypothese W3a

De gemiddelde snelheid van personervoertuigen neemt toe.

Hypothese W3b

De gemiddelde snelheid van vrachtauto's neemt **niet** toe.

Hypothese W3c

De V85-waarde van de snelheid van personervoertuigen neemt toe.

Hypothese W3d

De V85-waarde van de snelheid van vrachtauto's neemt **niet** toe.

Hypothese W3e

De hoogst gemeten snelheden van personervoertuigen liggen lager op de momenten dat maximumsnelheid 80 km/h geldt.

Hypothese W3f

De hoogst gemeten snelheden van vrachtauto's liggen lager op de momenten dat maximumsnelheid 80 km/h geldt.

De intensiteiten, gemiddelde snelheid (per klasse), de 85 % percentielwaarden (per klasse) en de maximale snelheden (per klasse) zijn bepaald voor periode van 15 minuten en 'verzameld' in de relevante intensiteitsklasse.

De maximale snelheden worden ieder kwartier bepaald. Per intensiteitsklasse wordt vervolgens de gemiddelde maximale snelheid genomen binnen deze intensiteitsklasse. Op deze wijze worden extreme uitschieters (als gevolg van meetfouten) slechts gewogen meegenomen.

Om de hypothesen te toetsen worden de voor- en nameting met elkaar vergeleken. Dit wordt gedaan per intensiteitsklasse. Er worden 6 klassen onderscheiden:

1. intensiteit 0 - 999 vtg/u;
2. intensiteit 1.000 - 1.999 vtg/u;
3. intensiteit 2.000 - 2.999 vtg/u;
4. intensiteit 3.000 - 3.999 vtg/u;
5. intensiteit 4.000 - 4.999 vtg/u;
6. congestieklasse (snelheid < 50 km/u).

Gegeven de schakelmomenten van het Dynamax algoritme is het **hoge regime** (dat wil zeggen het regime waar een maximumsnelheid van 100 km/u geldt) met name actief tijdens categorie 1 (nachtregime) en categorie 5 (en de congestieklasse); in de andere intensiteitscategorieën is derhalve slechts een aantal waarnemingen (transienten) aanwezig. Voor het **lage regime** (het regime waarvoor een maximumsnelheid van 80 km/u geldt)

geldt tijdens de nameting precies het tegenovergestelde: dit regime is met name tijdens categorieën 2, 3 en 4 actief en dus zelden tijdens 1 en 5.

De analyses zijn uitgevoerd voor personenvervoer en voor vrachtverkeer. Voor vrachtverkeer zijn middelzwaar en zwaar verkeer samengenomen.

Om het verschil per klasse te bekijken wordt de zogenaamde effect size beschouwd. De effect size is vergelijkbaar met de t-waarde en drukt uit hoe groot het verschil is in de voor- en de nameting ten opzichte van de ruis. De gangbare waarden voor de effect size zijn:

- geen effect 0,0 - 0,3
- middelmatig effect 0,3 - 0,8
- aanzienlijk effect > 0,8

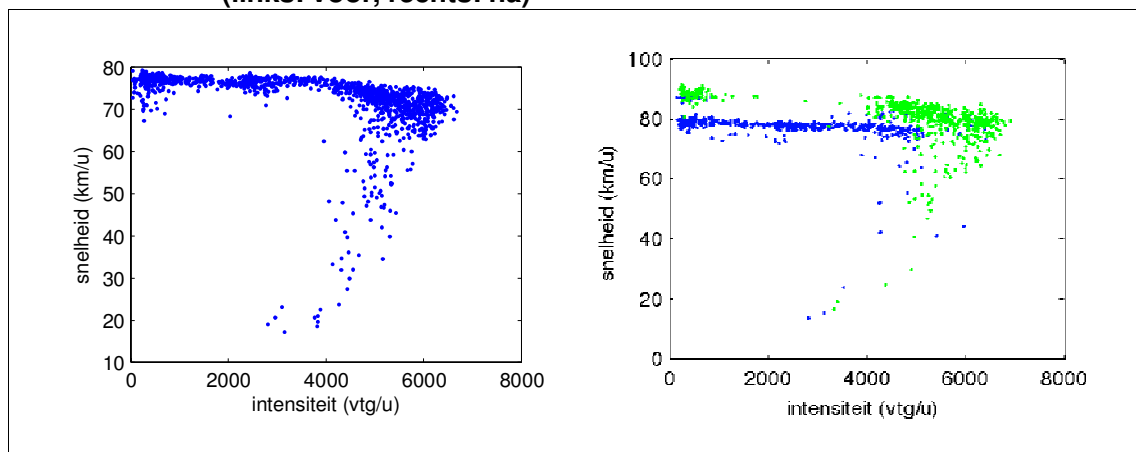
De effect size (EZ) wordt als volgt berekend:

$$EZ = \frac{m_{na} - m_{voor}}{s} \quad \text{met} \quad s = \sqrt{\frac{(n_{voor} - 1) \cdot s_{voor}^2 + (n_{na} - 1) \cdot s_{na}^2}{n_{voor} + n_{na}}} \quad (0.1)$$

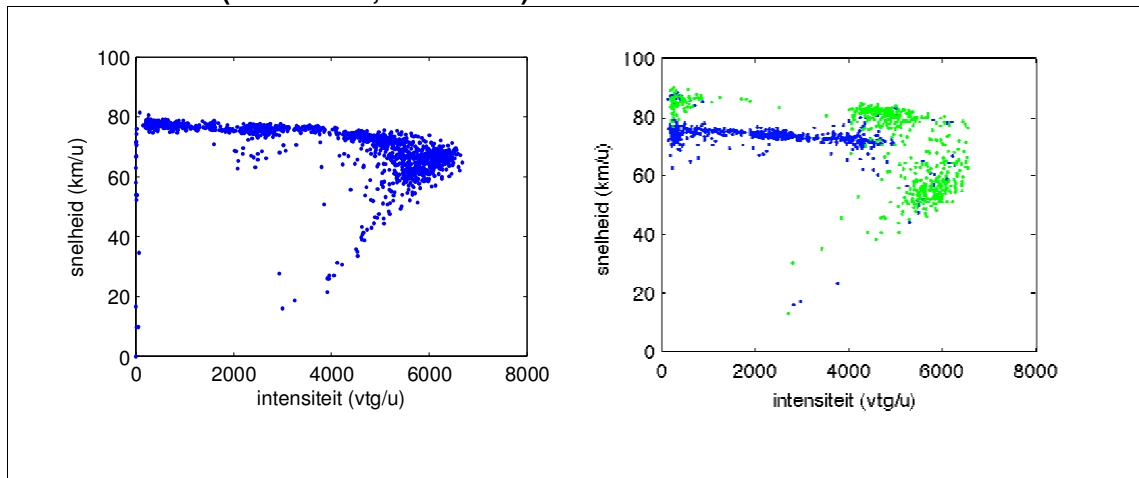
In deze vergelijking zijn m_{voor} en m_{na} de sample gemiddelden, s_{voor} en s_{na} de sample standaard deviaties en n_{voor} en n_{na} de sample grootte voor respectievelijk de voor- en de nameting; EZ is de effect size en s is de gewogen sample standaard deviatie.

Om een indruk te krijgen van de veranderingen zijn voor de drie locaties de fundamentele diagrammen bepaald. Deze tonen de snelheid als functie van de intensiteit. Wat wij direct uit de figuren kunnen opmaken is dat het regime 'hoog' leidt tot een hogere snelheid, zowel bij lage intensiteiten (nachtregime) als bij hogere snelheden (spitsregime).

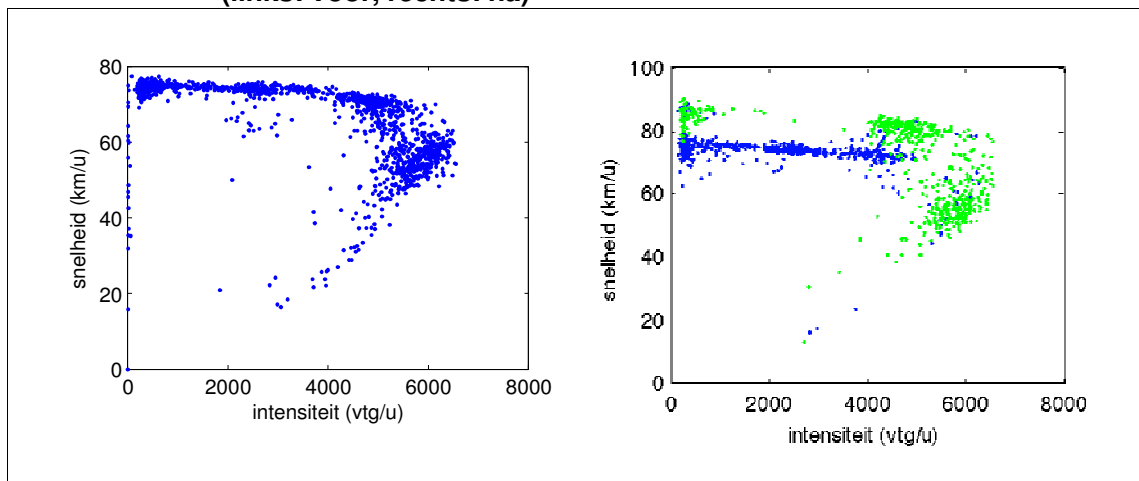
Afbeelding 4.1. Fundamentele diagrammen (snelheid als functie van intensiteit) voor 80 km/u (blauw) en 100 km/u (groen) regime voor detector Hm 30,2 (links: voor, rechts: na)



Afbeelding 4.2. Fundamentele diagrammen (snelheid als functie van intensiteit) voor 80 km/u (blauw) en 100 km/u (groen) regime voor detector Hm 31,4 (links: voor, rechts: na)



Afbeelding 4.3. Fundamentele diagrammen (snelheid als functie van intensiteit) voor 80 km/u (blauw) en 100 km/u (groen) regime voor detector Hm 31,9 (links: voor, rechts: na)



De hypothesen worden hieronder paarsgewijs behandeld.

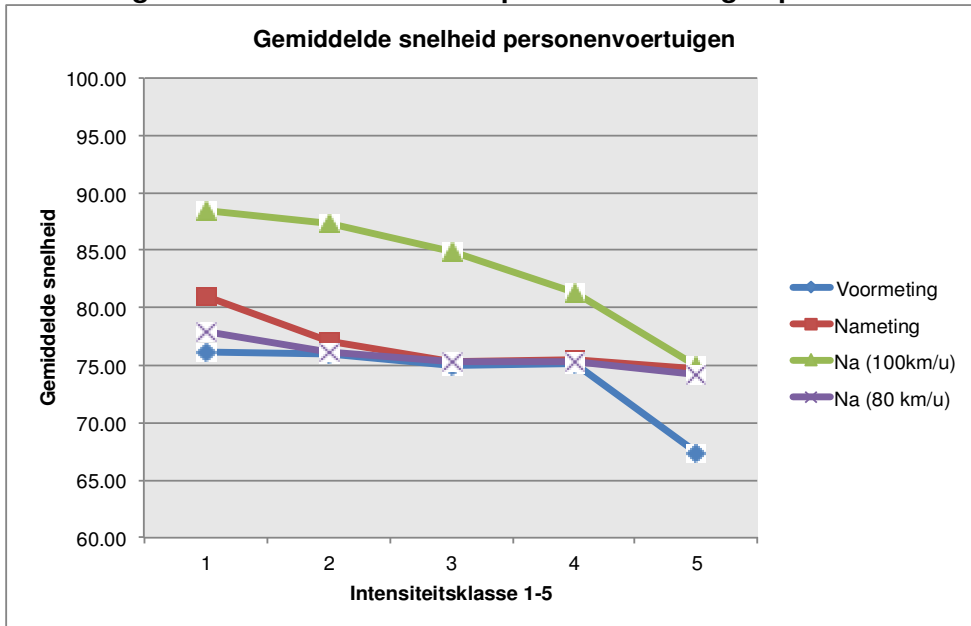
4.2.1. Gemiddelde snelheden per intensiteitscategorie

Het op gedetailleerde wijze vergelijken van de resultaten per locatie, per categorie en per klasse leidt tot een groot aantal tabellen die terug te vinden zijn in bijlage II van dit rapport. Hieronder zijn de belangrijkste bevindingen beschreven. In paragraaf 4.2.3 zijn de conclusies op basis van deze bevindingen opgenomen.

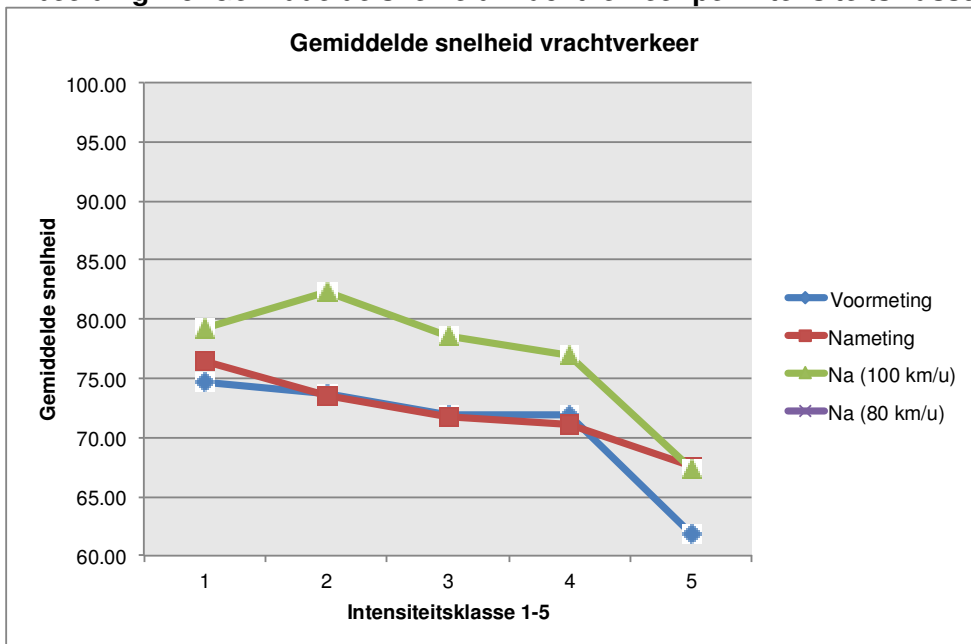
Bevindingen

Afbeelding 4.4 en 4.5 tonen de gemiddelde snelheden per intensiteitscategorie (exclusief congestieklasse) voor respectievelijk personenverkeer en vrachtverkeer.

Afbeelding 4.4. Gemiddelde snelheid personenvoertuigen per intensiteitsklasse 1-5



Afbeelding 4.5. Gemiddelde snelheid vrachtverkeer per intensiteitsklasse 1-5



Uit de tabel kunnen wij opmaken dat de gemiddelde verandering in de gemiddelde snelheid in het hoge regime tussen de 6 km/u en 12 km/u ligt, wat een aanzienlijke toename is (effect size allemaal ruim boven de 0,8).

Voor het lage snelheidsregime zien wij nauwelijks verschil tussen de voor- en de nameting, behalve in de congestieklasse en de hoogste intensiteitsklasse. Het aantal waarnemingen in deze laatste categorie is echter bijzonder laag (tussen de 3 en 6 kwartieren). Dit is inherent aan de omvang van de uitgevoerde nameting.

Tabel 4.3. Analyse verschillen gemiddelde snelheden tussen voor- en nameting; gemiddeld over alle detectorlocaties behorend bij afbeelding 4.4 en 4.5

personenvoertuigen (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.34	4.91	1.13
2	2.44	1.13	0.46
3	2.10	0.38	0.18
4	2.37	0.26	0.11
5	6.72	7.29	1.09
6	11.10	- 1.65	- 0.15

vrachtwagens (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.84	1.74	0.36
2	3.54	- 0.28	- 0.08
3	3.79	- 0.22	- 0.06
4	3.10	- 0.67	- 0.22
5	7.47	5.77	0.77
6	10.77	- 3.75	- 0.35

personenvoertuigen (hoge regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	2.13	12.35	5.81
2	0.98	11.33	11.62
3	2.37	9.83	4.14
4	2.66	6.14	2.31
5	6.88	7.48	1.09
6	10.75	1.72	0.16

vrachtwagens (hoge regime na - voor)

ccat.	s	verschil	EZ
1	4.26	4.56	1.07
2	4.29	8.53	1.99
3	3.28	6.59	2.01
4	2.84	5.09	1.79
5	8.52	5.53	0.65
6	11.48	- 0.11	- 0.01

personenvoertuigen (lage regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.17	1.84	0.58
2	1.24	0.12	0.10
3	2.03	0.31	0.15
4	2.23	0.08	0.04
5	5.47	6.69	1.22
6	10.65	- 10.54	- 0.99

vrachtwagens (lage regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.63	0.58	0.12
2	3.05	- 1.14	- 0.37
3	3.78	- 0.28	- 0.07
4	3.02	- 0.81	- 0.27
5	6.61	6.59	1.00
6	10.39	- 12.62	- 1.21

Kijken wij naar het verschil tussen de na- en voormeting zónder onderscheid tussen de vi-gerende maximumsnelheden, dan zien wij dat alleen voor categorie 5 (hoge intensiteit, geen congestie) sprake is van een substantieel verschil in de gemiddelde snelheid (meer dan 5 km/u). Op grond van de effect size (zie tabel in bijlage II) zien wij voor personenvoertuigen een groot verschil in de intensiteitscategorie 1 en middelgrote verschillen in de categorieën 2 en 5. Voor vrachtwagens zien wij een opvallend middelgroot negatief verschil voor categorie 4.

Kijken wij echter naar het verschil in gemiddelde snelheid bij het hoge maximumsnelheidsregime, dan zien wij zeer grote verschillen in de gemiddelde snelheden voor zowel personen- als voor vrachtverkeer. Wij zien ook dan de effect size aangeeft dat voor bijna alle intensiteitscategorieën sprake is van een aanzienlijk effect.

Voor het lage maximumsnelheidsregime zijn de verschillen minder duidelijk. In het algemeen zijn voor personenvoertuigen weinig tot geen aanzienlijke verschillen te duiden; voor vrachtverkeer lijkt er sprake van een beperkte afname van de gemiddelde snelheid.

In de tabellen in bijlage II worden eveneens de resultaten voor respectievelijk detector Hm 31,4 en Hm 31,9 getoond. In bijna alle gevallen zien wij vergelijkbare resultaten: met name in het hoge regime gaat de gemiddelde snelheid aanzienlijk omhoog, zowel voor personen-voertuigen als voor vrachtverkeer.

Voor het lage snelheidsregime zien wij niet eenduidige resultaten: in sommige gevallen gaat de snelheid wat omhoog, soms gaat de snelheid wat omlaag. Deze fluctuaties zijn te wijten aan de stochastiek van het verkeer.

Gemiddeld leidt dit alles tot een middelgrote tot aanzienlijke toename in de gemiddelde snelheid voor personenvervoertuigen voor de lage intensiteitsklasse 1 en voor de hoge intensiteitsklasse 5 (die overeenkomen met de klassen waarin het hoge snelheidsregime actief is).

4.2.2. 85 % snelheden en maximumsnelheden per intensiteitscategorie

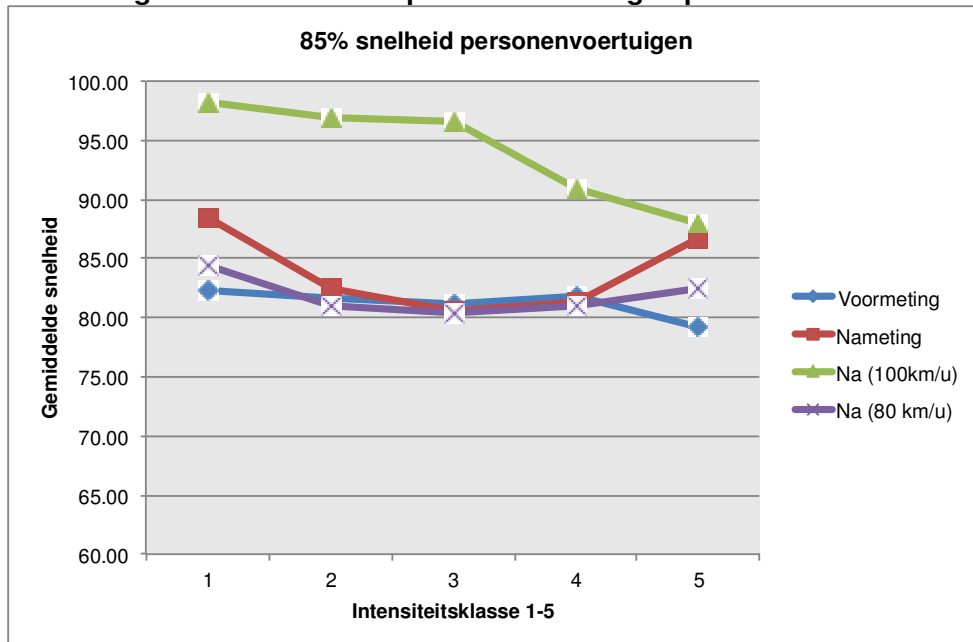
Het op gedetailleerde wijze vergelijken van de resultaten per locatie, per categorie en per klasse leidt tot een groot aantal tabellen die terug te vinden zijn in bijlage II van dit rapport. Hieronder zijn de belangrijkste bevindingen beschreven. In de volgende paragraaf (4.2.3) zijn de conclusies op basis van deze bevindingen opgenomen.

Bevindingen

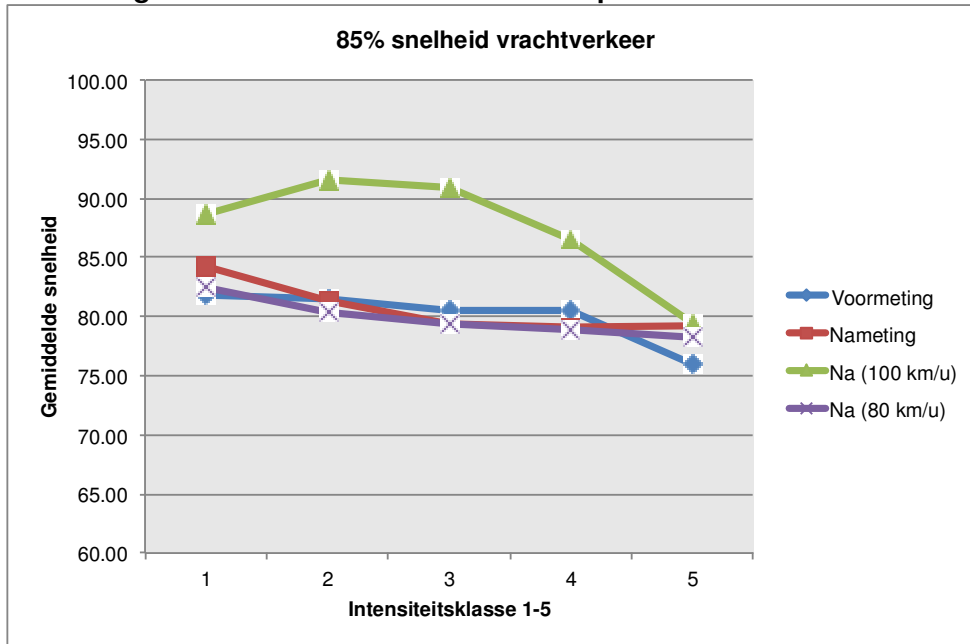
Afbeelding 4.6 en afbeelding 4.7 tonen de gemiddelde 85 % snelheden voor personenverkeer en voor vrachtverkeer: de figuren tonen de voormeting (blauw), de nameting met de hoge en lage snelheidsregime samengenomen (rood), de nameting tijdens het hoge regime (groen) en de nameting bij het lage regime (paars).

Ook hier zien wij dat er sprake is van een aanzienlijke toename in de 85 % snelheden, met name in de intensiteitscategorieën 1 en 5. Afbeelding 4.7 laat zien dat de 85 % snelheden van het vrachtverkeer rond de 90 km/u ligt, dus duidelijk hoger dan 80 km/u (de vigerende maximumsnelheid voor vrachtverkeer).

Afbeelding 4.6. 85 % snelheid personenvervoertuigen per intensiteitsklasse 1-5



Afbeelding 4.7. 85 % snelheid vrachtverkeer per intensiteitsklasse 1-5



Tabel 4.4 toont de resultaten gemiddeld over alle detectoren. De resultaten zijn vergelijkbaar met de verschillen in de gemiddelde snelheden. Nemen wij beide regimes samen, dan zien wij voor personenvoertuigen een toename in de 85 % snelheid die aanzienlijk is in categorie 1 en categorie 5; voor de overige intensiteitscategorieën zien wij geen eenduidig verschil. Voor vrachtverkeer zien wij een vergelijkbaar patroon, al is de verandering in categorie 1 en categorie 5 minder uitgesproken.

Kijken wij echter naar het hoge maximumsnelheidsregime, dan zien wij voor alle categorieën grote verschillen (behalve voor de congestieklasse): de verschillen in de 85 % snelheden tussen de voor- en de na-situatie liggen voor personenvoertuigen tussen de 9 en 16 km/u. Dit is een substantiële toename. De effect sizes zijn ook stuk voor stuk erg groot. Voor vrachtverkeer liggen deze waarden tussen de 6 en 10 km/u.

Voor het lage snelheidsregime zijn de verschillen er niet of nauwelijks en zijn zij ook niet eenduidig positief of negatief.

Kijken wij naar de maximale gereden snelheden, dan zien wij wederom een vergelijkbaar patroon: met name voor het hoge regime zien wij voor alle intensiteitscategorieën een toename in de maximale snelheden die worden gereden, voor zowel personenvoertuigen als voor vrachtverkeer.

Afbeelding 4.8 en afbeelding 4.9 tonen de maximale snelheden (per kwartier, over alle kwartieren binnen de intensiteitscategorie) voor respectievelijke vracht- en personenverkeer.

Tabel 4.4. Analyse verschillen 85 % snelheden tussen voor- en nameting; gemiddeld over alle detectorlocaties

personenvoertuigen (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	5.38	6.21	1.16
2	3.14	0.92	0.30
3	1.55	- 0.68	- 0.34
4	1.99	- 0.48	- 0.28
5	5.01	7.52	1.85

vrachtwagens (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.56	2.43	0.61
2	2.93	- 0.05	0.10
3	2.19	- 1.12	- 0.36
4	1.82	- 1.44	- 0.63
5	4.85	3.25	1.12

personenvoertuigen (hoge regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	2.19	15.96	7.60
2	0.73	15.31	21.88
3	1.20	15.32	14.46
4	0.84	9.11	11.54
5	4.57	8.78	2.79

vrachtwagens (hoge regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.01	6.80	1.73
2	4.12	10.20	2.60
3	2.44	10.43	4.65
4	2.34	6.01	2.52
5	6.52	3.54	1.08

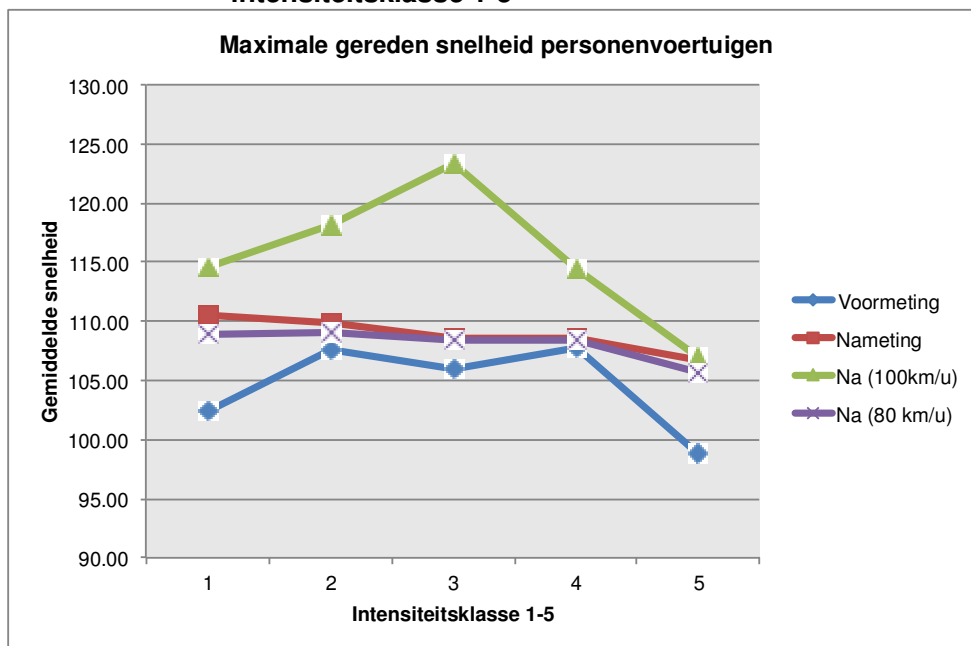
personenvoertuigen (lage regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.76	2.19	0.61
2	0.98	- 0.51	- 0.30
3	1.23	- 0.80	- 0.45
4	1.53	- 0.77	- 0.47
5	2.61	3.25	1.28

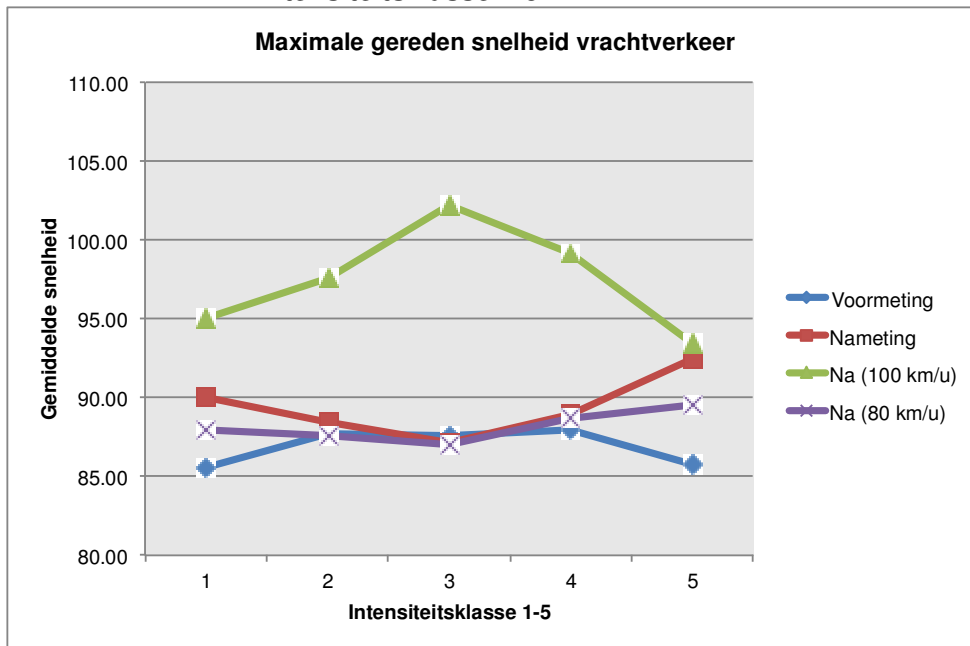
vrachtwagens (lage regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.20	0.63	0.22
2	1.97	- 1.05	- 0.34
3	2.09	- 1.21	- 0.42
4	1.58	- 1.63	- 0.77
5	3.18	2.27	0.79

Afbeelding 4.8. Gemiddelde maximaal gereden snelheid personenvoertuigen per intensiteitsklasse 1-5



Afbeelding 4.9. Gemiddelde maximaal gereden snelheid vrachtverkeer per intensiteitsklasse 1-5



Nota bene: de stijging van de maximale gereden snelheid als functie van de intensiteit is te verklaren door de toename in de steekproefgrootte per kwartier (grotere kans op een hoog maximum als gevolg van toename aantal waarnemingen).

De gemiddelde toename ligt tussen de 7 en 17 km/u. Op grond van de effect size zijn deze effecten aanzienlijk te noemen. Voor het lage regime zien wij wederom weinig verschillen en zijn de verschillen wederom niet eenduidig.

Dit leidt er uiteindelijk toe dat gemiddeld - dus ongeacht het regime - er sprake is van een toename in de gemiddelde snelheid tussen de 1 en 8 km/u. Deze toename is middelgroot tot aanzienlijk te noemen (op grond van de effect size) in categorie. 1 (nachtregime) en categorie 5 (spitsregime), waar de toename ongeveer 8 km/u bedraagt.

Tabel 4.5. Analyse verschillen maximale gereden snelheden tussen voor- en name-ting: gemiddeld over alle detectorlocaties

personenvoertuigen (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	13.23	8.13	0.64
2	11.13	2.36	0.24
3	10.98	2.53	0.24
4	11.58	0.87	0.08
5	8.37	7.95	0.98
6	12.90	2.00	0.07

vrachtwagens (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	7.28	4.47	0.67
2	7.19	0.70	0.19
3	6.33	- 0.39	- 0.04
4	6.00	1.01	0.12
5	6.76	6.80	1.14
6	12.78	- 2.19	- 0.20

personenvoertuigen (hoge regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	12.93	12.19	0.99
2	11.20	10.69	1.00
3	11.27	17.31	1.55
4	12.55	6.64	0.56
5	8.17	8.23	1.05
6	12.66	5.71	0.30

vrachtwagens (hoge regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	6.42	9.48	1.52
2	8.54	9.79	1.34
3	6.28	14.65	2.61
4	7.28	11.22	1.61
5	8.41	7.68	1.15
6	16.12	1.70	0.07

personenvoertuigen (lage regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	13.37	6.46	0.51
2	11.01	1.49	0.16
3	10.97	2.41	0.23
4	11.60	0.69	0.06
5	7.90	6.97	0.83
6	11.67	- 7.80	- 0.70

vrachtwagens (lage regime na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	6.83	2.40	0.40
2	6.90	- 0.20	0.05
3	6.28	- 0.51	- 0.06
4	5.91	0.73	0.07
5	5.27	3.84	0.73
6	11.44	- 13.12	- 1.18

4.2.3. Conclusies en toetsing

Op grond van bovenstaande bevindingen kunnen wij de hypothesen beschouwen. In het algemeen wordt in onderstaande de congestieklasse buiten beschouwing gelaten, enerzijds omdat er slechts een zeer beperkt aantal waarnemingen zijn voor een goede vergelijking en anderzijds omdat in congestie de maximumsnelheid nauwelijks invloed zal hebben op de gerealiseerde snelheid.

Samenvattend zien wij een duidelijke toename in de snelheden van het personenautoverkeer. Voor vrachtverkeer is de toename minder eenduidig, hoewel in enkele gevallen duidelijk waarneembaar.

Hypothese W3a

De gemiddelde snelheid van personenvoertuigen neemt toe.

Hypothese W3a kunnen wij **accepteren**: er is sprake van een toename in de gemiddelde snelheid van personenvoertuigen (tussen de 0 en 7 km/u). Op grond van de effect size is deze toename aanzienlijk te noemen voor intensiteiten tussen 0 en 999 vtg/u en voor intensiteiten vanaf 4.000 vtg/u (wanneer het hoge regime geldt). Onder het hoge regime is er sowieso sprake van een aanzienlijke toename van de gemiddelde snelheid (tussen 6 en 12 km/u). Voor het lage regime zien wij geen duidelijke verhoging van de gemiddelde snelheid.

Hypothese W3b

De gemiddelde snelheid van vrachtauto's neemt **niet** toe.

Hypothese W3b moeten wij echter **verwerpen**: er is sprake van een toename van de gemiddelde snelheid van vrachtverkeer (tussen de - 1 en 6 km/u). Op grond van de effect size is deze toename laag tot middel te noemen. Ook voor vrachtverkeer geldt dat voor het ho-

ge regime er sprake is van een aanzienlijke toename van de gemiddelde snelheid (tussen 5 en 9 km/u). Voor het lage regime zien wij geen duidelijke verhogen van de gemiddelde snelheid.

Hypothese W3c

De V85-waarde van de snelheid van personenvoertuigen neemt toe.

Hypothese W3c kunnen wij **accepteren**: er is sprake van een toename in de 85 % snelheid van personenvoertuigen (tussen de 0 en 8km/u). Op grond van de effect size is deze toename aanzienlijk te noemen voor intensiteiten tussen 0 en 999 vtg/u en voor intensiteiten vanaf 4.000 vtg/u.

Hypothese W3d

De V85-waarde van de snelheid van vrachtauto's neemt **niet** toe.

Hypothese W3d kunnen wij ook **accepteren**: er is geen sprake van een eenduidige toename in de 85 % snelheid van vrachtverkeer (veranderingen tussen de - 1 en 3 km/u bij relatief grote spreiding).

Hypothese W3e

De hoogst gemeten snelheden van personenvoertuigen liggen lager op de momenten dat maximumsnelheid 80 km/h geldt.

Hypothese W3e kunnen wij **accepteren**: er is sprake van een toename in de maximaal gereden snelheid van personenvoertuigen (tussen de 1 en 8km/u). Op grond van de effect size is deze toename middelgroot te noemen voor intensiteiten tussen 0 en 999 vtg/u en aanzienlijk voor intensiteiten vanaf 4.000 vtg/u.

Hypothese W3f

De hoogst gemeten snelheden van vrachtauto's liggen lager op de momenten dat maximumsnelheid 80 km/h geldt.

Hypothese W3f moeten wij **verwerpen**: er is sprake van een toename van de maximale gereden snelheden van vrachtverkeer (tussen de 0 en 7 km/u). Op grond van de effect size is deze toename middel tot hoog te noemen, respectievelijk voor intensiteitscategorie 1 en intensiteitscategorie 5.

4.3. Snelheid per rijstrook

Voor dit aspect is de volgende hypothese getoetst.

Hypothese W2

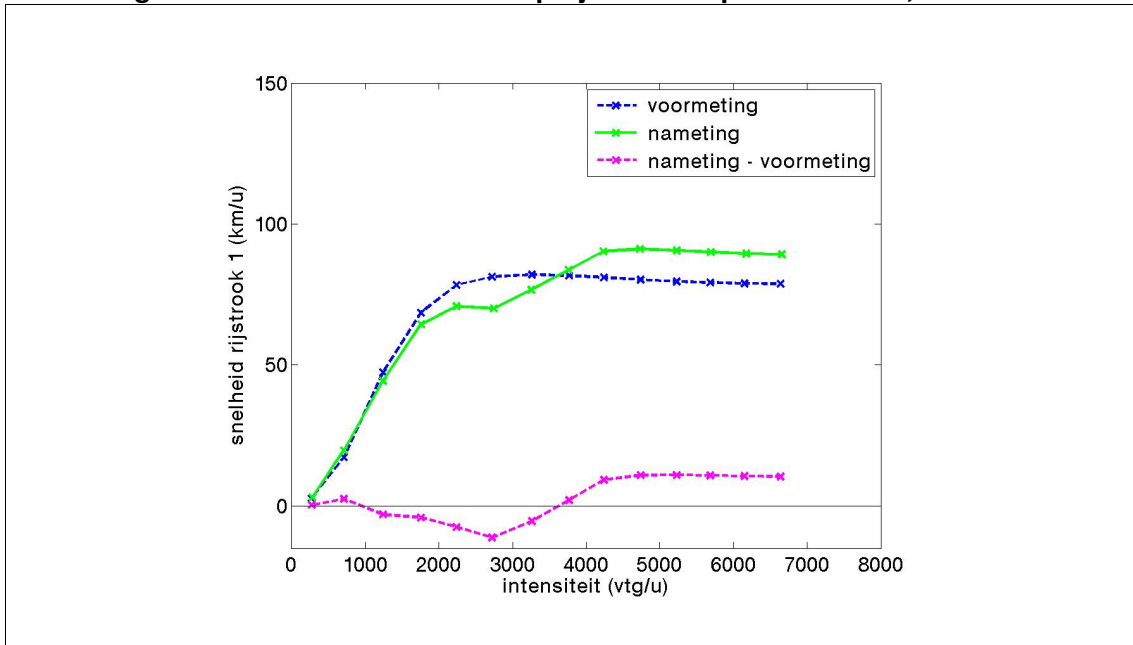
De snelheidsverandering varieert over de stroken. Naar verwachting zal de snelheid het minst veranderen op de rechterstrook. De grootste snelheidsverandering vindt plaats op de linkerrijstrook.

In afbeelding 4.10 en verder is voor nameting 1 te zien dat de snelheid op alle rijstroken is toegenomen. Dit komt overeen met de eerder geconstateerde toename van de rijbaan snelheid (zie vorige paragraaf). Verder is te zien dat voor de hogere intensiteitsregimes de gemiddelde snelheid op rijstrook 1 het meest is toegenomen en de gemiddelde snelheid op rijstrook 3 het minste is toegenomen.

Tabel 4.6. Gemiddelde snelheid op rijstrook 1 op A20L Hm 30,9

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
snelheid rijstrook 1 - voor	3,7	49,9	78,7	82,0	81,0	79,6	78,9
snelheid rijstrook 1 - na	3,7	46,7	70,8	77,3	90,4	90,5	89,4
verschil	0,0	- 3,2	- 8,0	- 4,7	9,5	11,0	10,5

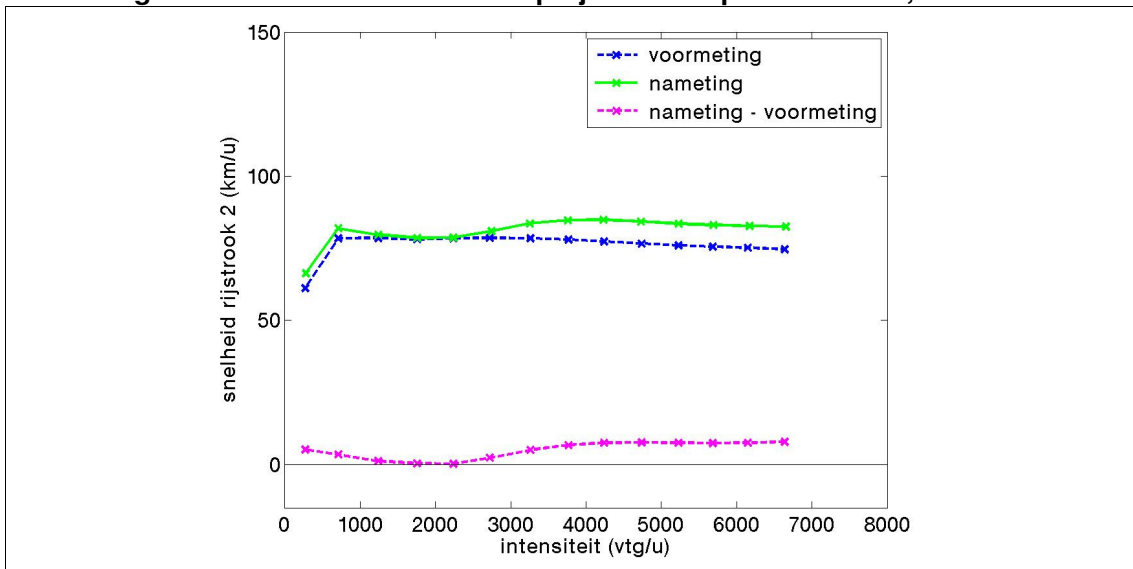
Afbeelding 4.10. Gemiddelde snelheid op rijstrook 1 op A20L Hm 30,9



Tabel 4.7. Gemiddelde snelheid op rijstrook 2 op A20L Hm 30,9

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
snelheid rijstrook 2 - voor	62,3	78,5	78,5	78,5	77,3	75,9	75,0
snelheid rijstrook 2 - na	67,0	79,6	79,0	83,7	84,8	83,5	82,7
verschil	4,7	1,1	0,5	5,2	7,5	7,5	7,6

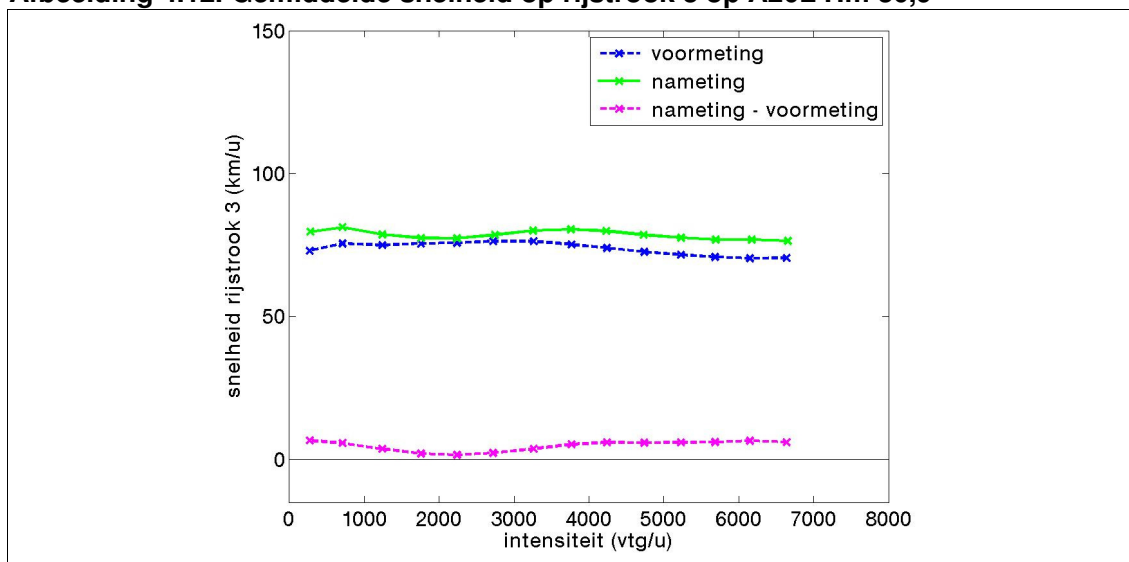
Afbeelding 4.11. Gemiddelde snelheid op rijstrook 2 op A20L Hm 30,9



Tabel 4.8. Gemiddelde snelheid op rijstrook 3 op A20L Hm 30,9

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
aandeel rijstrook 3 - voor	73,2	75,0	75,8	76,3	73,8	71,4	70,4
aandeel rijstrook 3 - na	79,7	78,5	77,5	80,1	79,7	77,4	76,8
verschil	6,6	3,5	1,7	3,9	5,9	6,0	6,4

Afbeelding 4.12. Gemiddelde snelheid op rijstrook 3 op A20L Hm 30,9



Voor nameting 2 zijn de resultaten vergelijkbaar. Ook hier is de snelheid op alle rijstroken toegenomen, is de gemiddelde snelheid op rijstrook 1 het meest toegenomen en op rijstrook 3 het minst. De tabellen en grafieken voor nameting 2 zijn opgenomen in bijlage IX.

Conclusie en toetsing

Hypothese W2

De snelheidsverandering varieert over de stroken. Naar verwachting zal de snelheid het minst veranderen op de rechterstrook. De grootste snelheidsverandering vindt plaats op de linkerrijstrook.

Op grond van de bevindingen, kunnen wij hypothese W2 **accepteren**: voor de hogere intensiteitsregimes zien wij dat de gemiddelde snelheid op de linkerrijstrook het meest is toegenomen (circa 10 km/u) en dat de gemiddelde snelheid op de rechterrijstrook het minst is toegenomen (circa 6 km/u).

4.4. Overschrijding van de maximumsnelheid

In deze paragraaf worden de volgende hypothesen behandeld.

Hypothese W4a

Het percentage opvolgers bij een maximumsnelheid van 80 km/h blijft gelijk (met en zonder Dynamax)

Hypothese W4b

Het percentage opvolgers bij 100 km/h is gelijk aan het percentage opvolgers bij 80 km/h.

Voor iedere intensiteitsklasse is het percentage opvolgers bepaald. Hier wordt onderscheid gemaakt tussen het percentage voertuigen dat zich aan de vigerende maximumsnelheid

houdt (80 km/u of 100 km/u) en het percentage voertuigen met een marge van 5 km/u. Opgemerkt wordt de trajectcontrole tijdens de nameting tijdelijk uit stond door de werkzaamheden aan het traject.

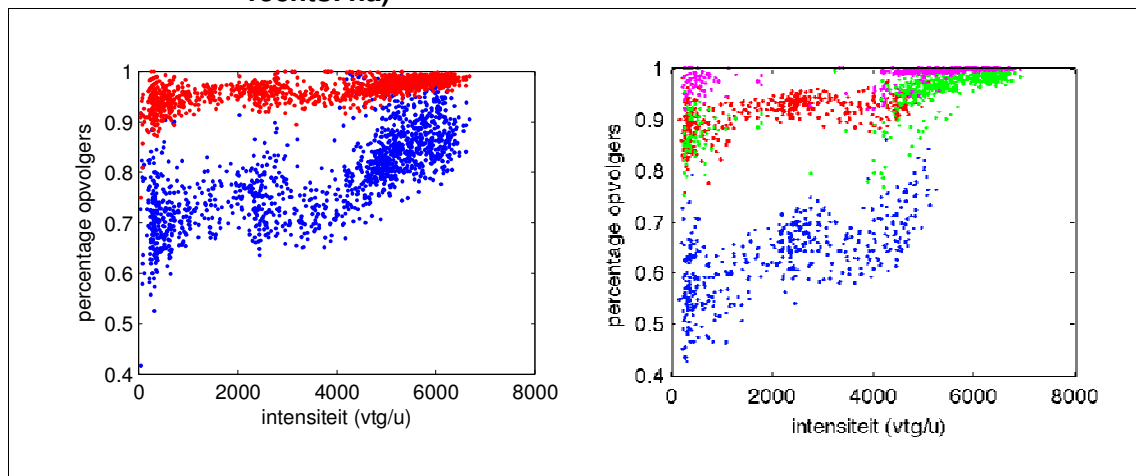
Om het verschil per klasse te bekijken wordt de zogenaamde *effect size* beschouwd. De effect size is vergelijkbaar met de t-waarde en drukt uit hoe groot het verschil is in de voor- en de nameting ten opzichte van de ruis. Zie paragraaf 4.2 voor een beschrijving. De gangbare waarden voor de effect size zijn:

- geen effect 0,0 - 0,3
- middelmatig effect 0,3 - 0,8
- aanzienlijk effect > 0,8

Bevindingen

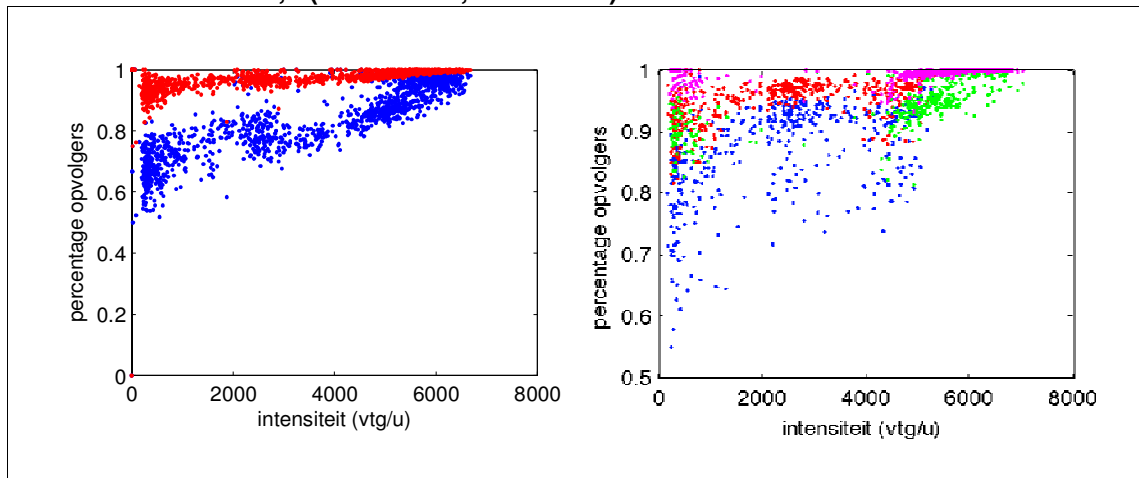
Om een indruk te krijgen van de veranderingen zijn voor de drie locaties de opvolgpercentages bepaald als functie van de intensiteit. Op grond van de afbeeldingen is het niet eenvoudig te bepalen hoe de situatie verandert als wij de voor- en de nameting vergelijken. Vandaar dat wederom de verschillen tussen de voor- en nameting uitvoerig worden beschouwd.

Afbeelding 4.13. Percentage opvolgers maximumsnelheid als functie van de intensiteit (snelheid als functie van intensiteit) voor 80 km/u (blauw) en 100 km/u (groen) regime voor detector 30,2 Hm (links: voor, rechts: na)¹

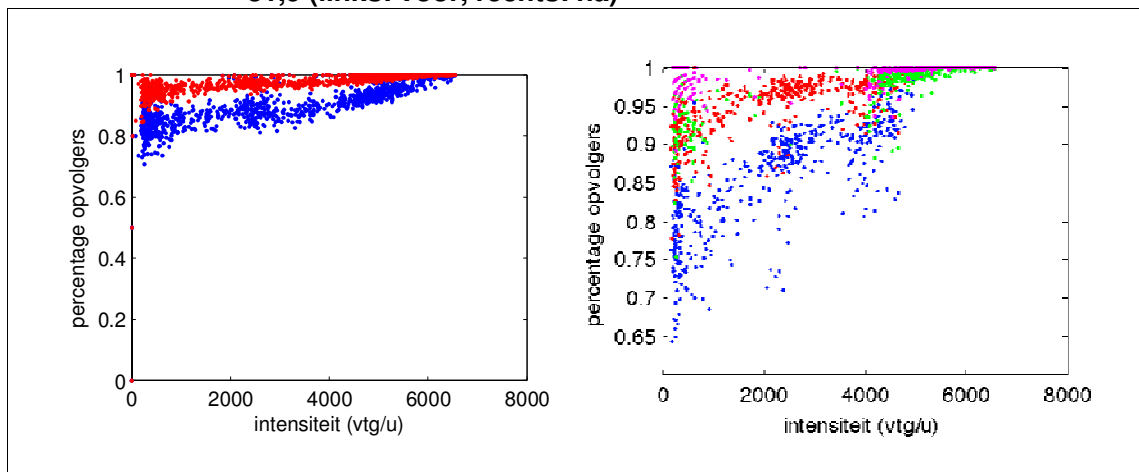


¹ In de afbeeldingen is tevens aangegeven het percentage opvolgers binnen de 85 km/u (rood) en 105 km/u (paars).

Afbeelding 4.14. Fundamentele diagrammen (snelheid als functie van intensiteit) voor 80 km/u (blauw) en 100 km/u (groen) regime voor detector Hm 31,4 (links: voor, rechts: na)¹



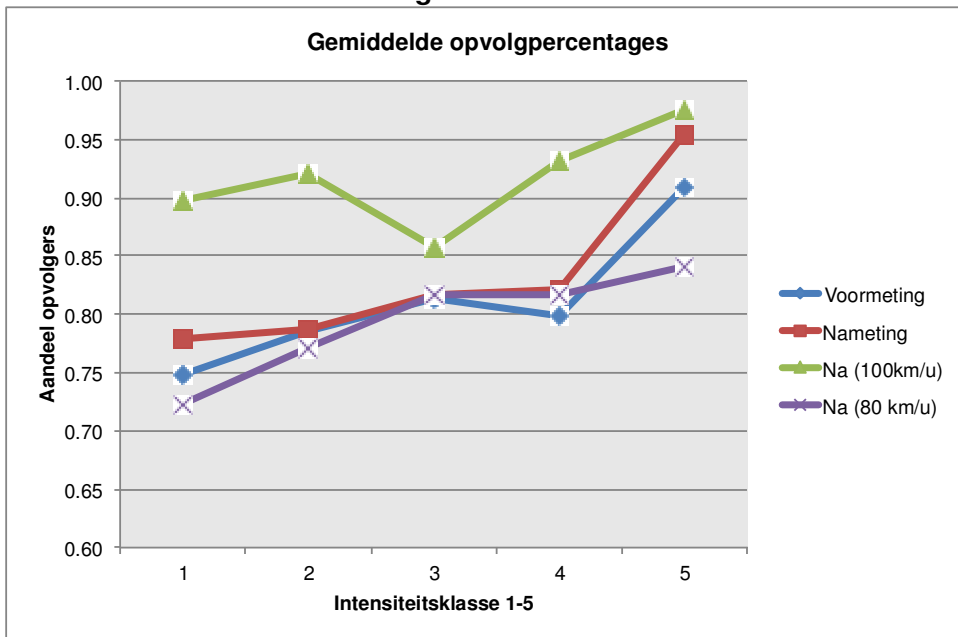
Afbeelding 4.15. Fundamentele diagrammen (snelheid als functie van intensiteit) voor 80 km/u (blauw) en 100 km/u (groen) regime voor detector Hm 31,9 (links: voor, rechts: na)



In onderstaande afbeeldingen wordt inzichtelijk hoe de opvolgpercentages zich in de verschillende situaties tot elkaar verhouden. Afbeelding 4.16 laat duidelijk zien dat voor de voor- en de nameting het opvolgpercentage grofweg toeneemt bij een toenemende intensiteit. Wij zien ook dat het gemiddelde opvolgpercentage in de nameting wat hoger ligt dan in de voormeting, al zijn de verschillen niet erg groot. Isoleren wij de twee regimes, dan zien wij dat in het hoge snelheidsregime het gemiddelde opvolgpercentage hoger ligt dan in de voormeting. Gegeven de hogere maximumsnelheid is dit niet verassend. Voor het lage regime zien wij gemiddelde opvolgpercentages die vergelijkbaar zijn met de voormeting, behalve in intensiteitscategorie 5.

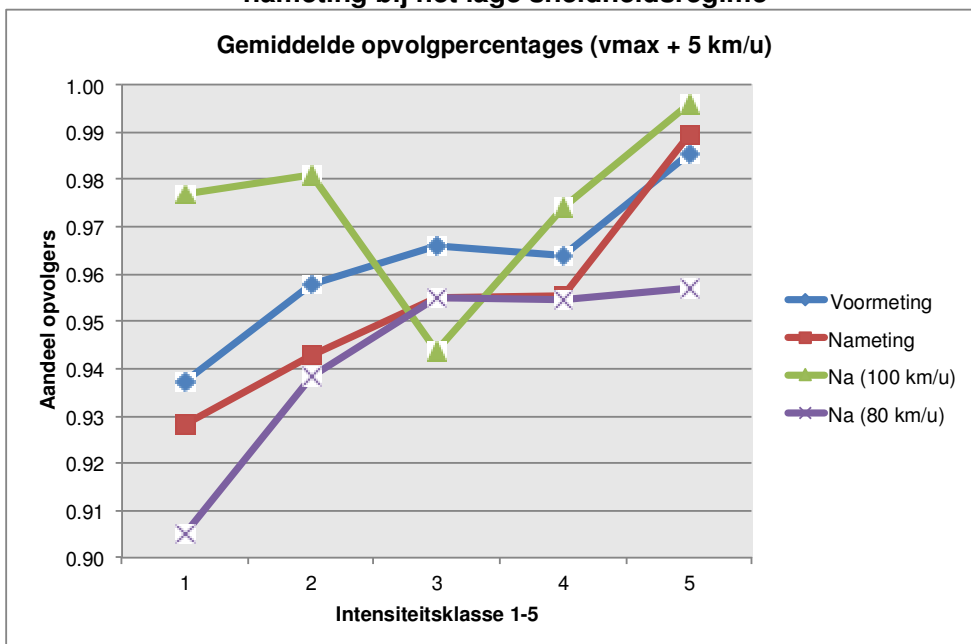
¹ In de afbeeldingen is tevens aangegeven het percentage opvolgers binnen de 85 km/u (rood) en 105 km/u (paars).

Afbeelding 4.16. Opvolgpercentages voor de voormeting, de nameting, de nameting bij het hoge snelheidsregime en de nameting bij het lage snelheidsregime



Afbeelding 4.17 toont het percentage bestuurders dat langzamer rijdt dan de heersende maximumsnelheid + 5 km/u. Opvallend is dat dit 'opvolgpercentage' in de voormeting gemiddeld hoger is dan in de nameting. Met nadere woorden: het aantal mensen dat 'veel' (tenminste 5 km/u) harder rijden dan de maximumsnelheid neemt gemiddeld iets toe. Deze toename is volledig te wijten aan de afname in de opvolgers in geval van het lage snelheidsregime.

Afbeelding 4.17. Opvolgpercentages (voor $V_{max} + 5$ km/u) voor de voormeting, de nameting, de nameting bij het hoge snelheidsregime en de nameting bij het lage snelheidsregime



Tabel 4.9 toont de gemiddelde verschillen in opvolgpercentages, gemiddeld over de beschikbare meetlocaties. De eerder bevindingen worden door de waarden in de tabel bevestigd: gemiddeld gezien een bescheiden verbetering in de opvolgingspercentages, die vooral wordt veroorzaakt door de substantieel hogere opvolgpercentages in het hoge snelheidsregime en deels te niet wordt gedaan door de lagere opvolgpercentages in het lage snelheidsregime. Met name in dit laatste regime, zien wij een aanzienlijke toename in het aantal bestuurders dat meer dan 5 km/u te hard rijden (tussen de 1 en 3 % meer). In het hoge regime zien wij toenames in het opvolgpercentage tussen 4 % en 15 %, afhankelijk van de intensiteitscategorie.

De effect sizes zijn veelal aanzienlijk (in positieve of negatieve zin), wat vooral komt door de kleine spreiding in de waarnemingen.

Tabel 4.9. Verschil tussen de opvolgpercentages in de voor- en in de nasituatie, gemiddeld over alle detectoren

na - voor

cat.	s	verschil	EZ
1	0.09	3.1 %	0.41
2	0.06	0.1 %	0.05
3	0.05	0.3 %	- 0.09
4	0.04	2.4 %	0.63
5	0.05	4.5 %	0.75
6	0.02	1.5 %	0.66

na - voor (vmax + 5km/u)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.04	- 0.9 %	- 0.21
2	0.02	- 1.5 %	- 0.72
3	0.02	- 1.1 %	- 0.73
4	0.02	-0.8 %	- 0.47
5	0.01	0.4 %	0.25
6	0.00	0.2 %	0.74

na|100 - voor

cat.	s	verschil	EZ
1	0.07	15.0 %	2.18
2	0.04	13.5 %	3.51
3	0.05	4.4 %	0.78
4	0.04	13.4 %	3.68
5	0.04	6.6 %	1.49
6	0.02	1.5 %	0.64

na|100 - voor (vmax + 5km/u)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.04	4.0 %	1.12
2	0.02	2.3 %	1.01
3	0.02	- 2.2 %	- 1.57
4	0.02	1.0 %	0.58
5	0.02	1.0 %	0.62
6	0.00	0.2 %	4.32

na|80 - voor

cat.	s	verschil	EZ
1	0.07	- 2.5 %	- 0.50
2	0.05	- 1.5 %	- 0.69
3	0.05	0.3 %	- 0.11
4	0.04	1.9 %	0.42
5	0.05	- 6.8 %	- 1.40
6	-	-	-

na|80 - voor (vmax + 5km/u)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.04	- 3.2 %	- 0.84
2	0.02	- 1.9 %	- 1.12
3	0.02	- 1.1 %	- 0.72
4	0.01	- 0.9 %	- 0.55
5	0.01	- 2.8 %	- 2.26
6	-	-	-

Verschillen in opvolgpercentage groter dan 2,5 % zijn in groen weergegeven, kleiner dan - 2,5 % in het rood. Voor de effect size is onderscheid gemaakt tussen aanzienlijk negatief (< - 0,3; rood met rode letters), middel negatief (tussen - 0,8 en - 0,3; rood met zwarte letters), middel (tussen 0,3 en 0,8; geel) en aanzienlijk positief (> 0,8; rood).

Conclusies en toetsing

Kijken wij nu naar de hypothesen, dan kunnen wij het volgende concluderen.

Hypothese W4a

Het percentage opvolgers bij een maximumsnelheid van 80 km/h blijft gelijk (met en zonder Dynamax).

Hypothese W4a moeten wij **verwerpen**: Het percentage opvolgers bij een maximumsnelheid van 80 km/h neemt af. Met name de verschillen in intensiteitscategorie 1 (nachtregime) en 5 (spitsregime) zijn substantieel.

Dit heeft mogelijk te maken met de vertraagde reactie van de verkeersstroom op de veranderende snelheidsregimes. Hypothese W1 leert ons immers dat er gemiddeld een minuut zit tussen de tijd dat de verandering in de maximumsnelheid is getoond en het moment dat wij een verandering in de gemeten snelheden kunnen waarnemen. Dit zou ook verklaren waarom het verschil zich vooral voordoet bij intensiteitscategorie 1 (nachtregime) en 5 (spitsregime).

Een andere mogelijkheid zou een gedragsverandering kunnen zijn, waarbij een groter deel van de automobilisten zich niet aan de 80 km/u maximumsnelheid houdt (wellicht omdat het minder duidelijk is dat dit nu inderdaad de heersende snelheidslimiet is).

Hypothese W4b

Het percentage opvolgers bij 100 km/h is gelijk aan het percentage opvolgers bij 80 km/h.

Ook hypothese W4b moeten wij **verwerpen**: het percentage opvolgers bij 100 km/u neemt namelijk aanzienlijk toe (tussen de 4 en 15 %, afhankelijk van de intensiteitsklasse).

4.5. Verdeling van het verkeer over de rijstroken

Voor dit aspect is de volgende hypothese getoetst.

Hypothese W5

De verdeling over de rijstroken verandert in zowel de spitsperioden als de nacht. De rechterrijstrook wordt minder gebruikt en de midden- en linkerstrook meer.

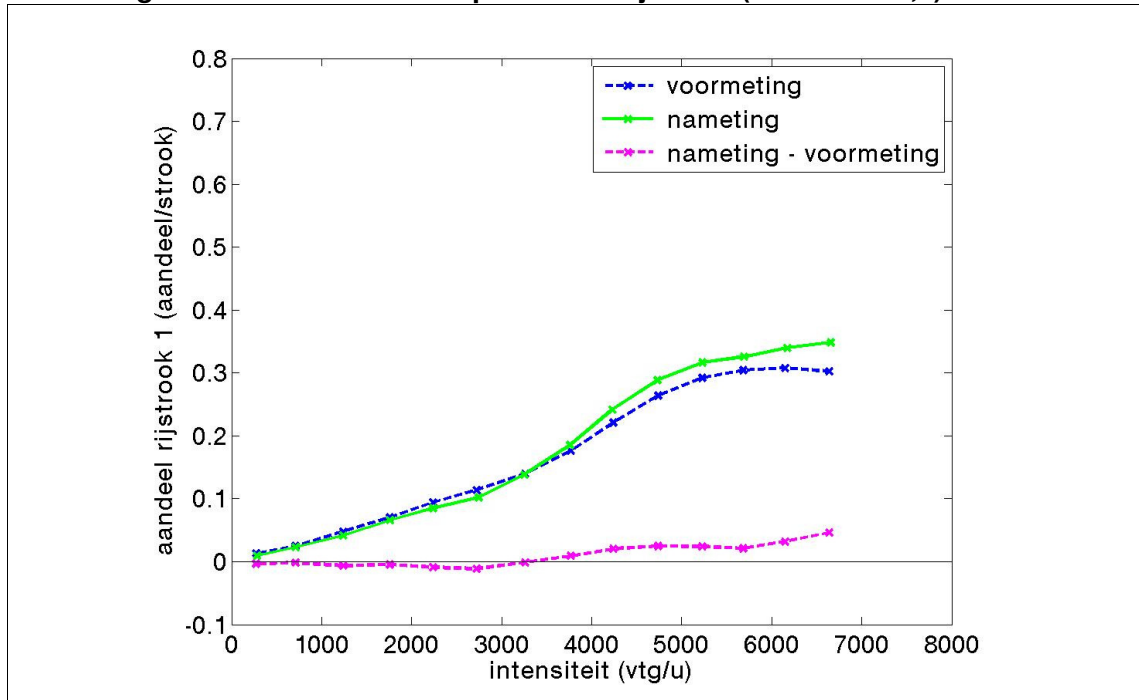
In afbeelding 4.18 en verder is voor nameting 1 te zien dat bij hogere intensiteitregimes (gedurende de spitsperioden) het aandeel verkeer op de rechter rijstrook afneemt, op de middelste rijstrook (zeer) licht afneemt en op de linker rijstrook toeneemt. Dit effect neemt (licht) toe naarmate de intensiteit verder toeneemt.

Verder is te zien dat bij zeer lage intensiteitsklassen (in de nachtperiode) er weinig verschil is tussen de voor- en nameting. Het aandeel verkeer op de rechter rijstrook neemt (heel) licht toe, ten koste van het aandeel verkeer op de middelste rijstrook. Op de linker rijstrook is er nauwelijks verschil tussen de voor- en nameting.

Tabel 4.10. Aandeel verkeer op de linker rijstrook (A20L Hm 30,9)

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
aandeel rijstrook 1 - voor	1,4 %	5,0 %	9,6 %	14,2 %	22,7 %	29,4 %	30,6 %
aandeel rijstrook 1 - na	1,0 %	4,4 %	8,7 %	14,3 %	24,8 %	31,8 %	34,2 %
verschil	- 0,4 %	- 0,6 %	- 0,9 %	0,0 %	2,2 %	2,4 %	3,6 %

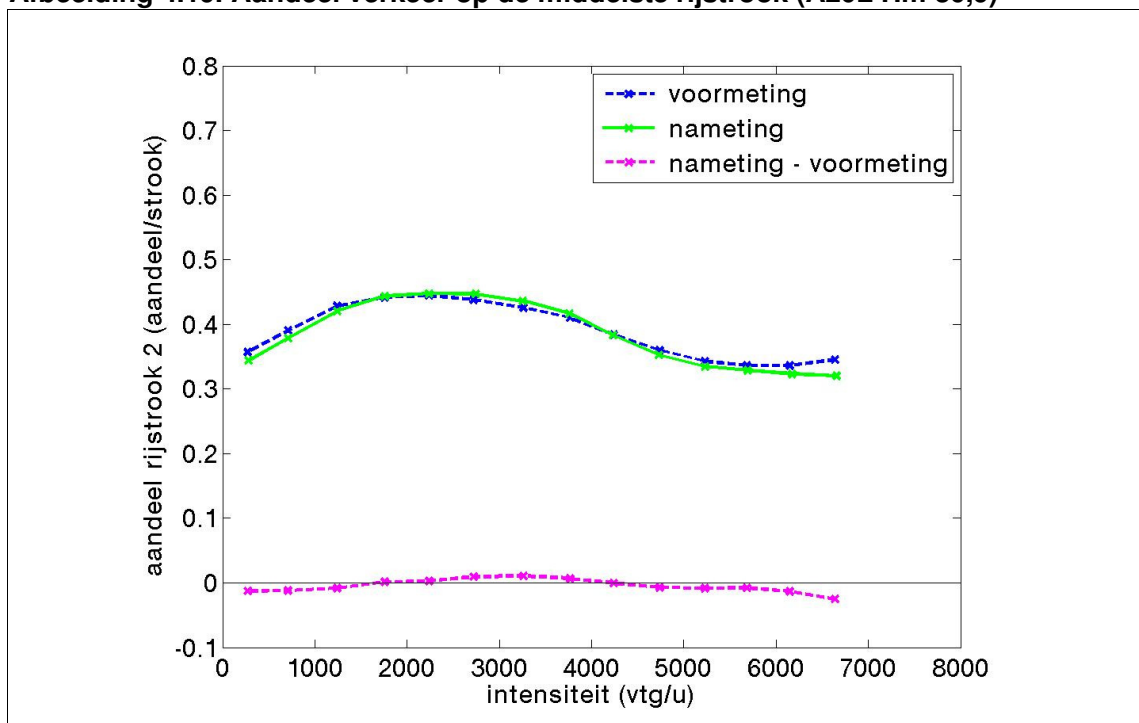
Afbeelding 4.18. Aandeel verkeer op de linker rijstrook (A20L Hm 30,9)



Tabel 4.11. Aandeel verkeer op de middelste rijstrook (A20L Hm 30,9)

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
aandeel rijstrook 2 - voor	35,9 %	43,0 %	44,4 %	42,5 %	38,1 %	34,2 %	33,9 %
aandeel rijstrook 2 - na	34,6 %	42,3 %	44,7 %	43,4 %	37,9 %	33,4 %	32,2 %
verschil	- 1,4 %	- 0,7 %	0,4 %	1,0 %	- 0,2 %	- 0,8 %	- 1,7 %

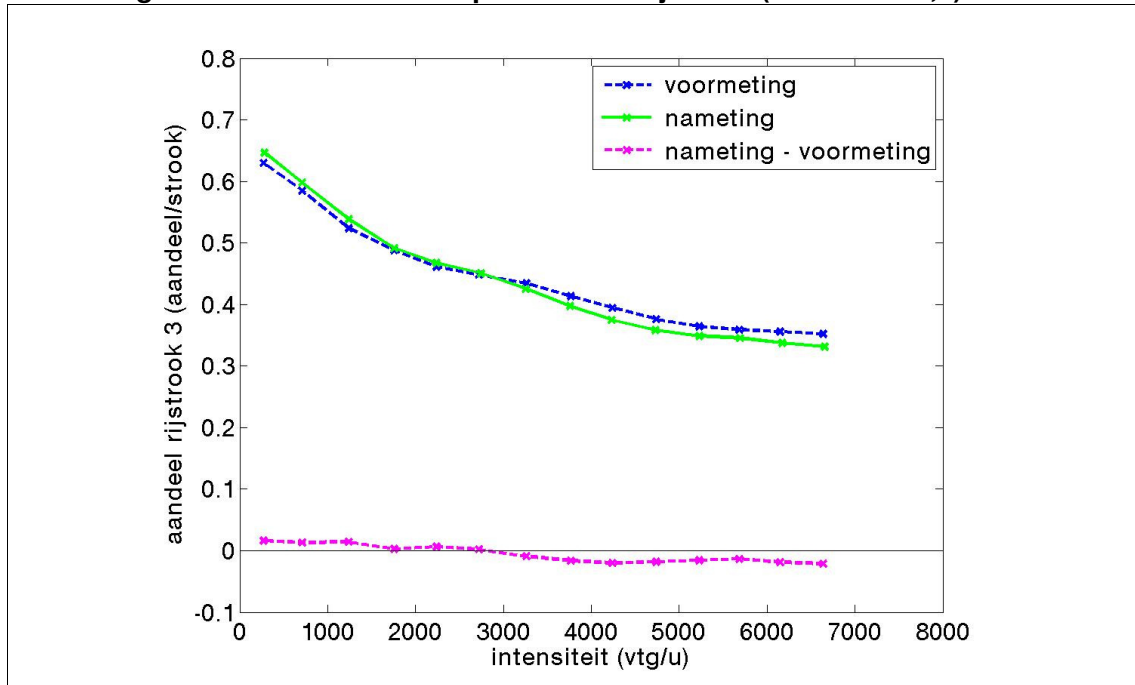
Afbeelding 4.19. Aandeel verkeer op de middelste rijstrook (A20L Hm 30,9)



Tabel 4.12. Aandeel verkeer op de rechter rijstrook (A20L Hm 30,9)

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
aandeel rijstrook 3 - voor	62,7 %	52,0 %	46,0 %	43,3 %	39,2 %	36,4 %	35,5 %
aandeel rijstrook 3 - na	64,4 %	53,3 %	46,5 %	42,3 %	37,2 %	34,8 %	33,6 %
verschil	1,7 %	1,3 %	0,6 %	- 1,0 %	- 2,0 %	- 1,5 %	- 1,9 %

Afbeelding 4.20. Aandeel verkeer op de rechter rijstrook (A20L Hm 30,9)



Voor nameting 2 zijn de resultaten vergelijkbaar: bij de hogere intensiteitsregimes neemt het aandeel verkeer op de rechter rijstrook af, op de middelste rijstrook (zeer) licht af en op de linker rijstrook toe. De tabellen en grafieken voor nameting 2 zijn opgenomen in bijlage IX.

Conclusie en toetsing

Hypothese W5

De verdeling over de rijstroken verandert in zowel de spitsperiodes als de nacht. De rechterrijstrook wordt minder gebruikt en de midden- en linkerstrook meer.

Kijken wij naar de hypothese dan moeten wij op grond van de bevindingen hypothese W5 **verwerpen**: de verdeling over de rijstroken verandert wel in de spitsperiodes, maar niet/nauwelijks in de nacht. De linkerrijstrook wordt in de spitsperiodes meer gebruikt en de rechterrijstrook (iets) minder, maar de middelste rijstrook wordt in de nameting niet meer (maar iets minder) gebruikt.

4.6. Samenvatting en conclusie

Door het verhogen van de maximumsnelheid wordt er ook harder gereden. Dit is duidelijk te zien bij het personenautoverkeer, met name in de hoge intensiteitsregimes. Voor vrachtverkeer is er ook een toename te zien, zij het dat deze toename minder eenduidig is.

Er zit vertraging tussen het wijzigen van de maximumsnelheid en het aanpassen van de snelheid door automobilisten. Bij het verhogen van de maximumsnelheid duurt dit gemid-

deld een kleine anderhalve minuut (87 seconden), bij het verlagen ruim een minuut (65 seconden). De automobilisten reageren sneller naarmate wij verder stroomafwaarts kijken op het Dynamax traject.

Het percentage opvolgers bij een maximumsnelheid van 80 km/u neemt af nadat Dynamax is ingevoerd, met name in intensiteitscategorie 1 (nachtregime) en 5 (spitsregime). Dit heeft mogelijk te maken met de vertraging tussen het tonen van de verlaagde maximumsnelheid en de reactie van de weggebruikers hierop en/of dat onduidelijker is wat de heersende maximumsnelheid is. Het percentage opvolgers bij 100 km/u neemt aanzienlijk toe ten opzichte van 80 k/h.

De gemiddelde snelheid is op alle rijstroken toegenomen, met name bij de hogere intensiteitsregimes. Hierbij geldt dat de gemiddelde snelheid op rijstrook 1 (links) het meest is toegenomen en de gemiddelde snelheid op rijstrook 3 (rechts) het minste is toegenomen.

De linker rijstrook wordt ook beter benut. Het aandeel verkeer op deze rijstrook neemt toe, ten koste van het aandeel verkeer op rechter rijstrook, en in mindere mate ten koste van de middelste rijstrook. Dit effect treedt vooral op bij de hogere intensiteitsregimes (rondom de spitsperiodes).

5. EFFECT OP DOORSTROMING

Onderzocht is of de dynamische maximumsnelheid effect heeft op de doorstroming. Gekeken is naar de capaciteit, de congestie en de reistijd. Zoals in hoofdstuk 2 beschreven zijn er twee nametingen geanalyseerd:

- nameting 1 met de oorspronkelijke/initiële Dynamax instellingen;
- nameting 2 met aangepaste parameters om tussen de spitsperioden het schakelen naar 100 km/h te reduceren.

In de tweede nameting wordt er inderdaad minder vaak naar 100 km/h geschakeld. De aangepaste parameters zorgen er echter ook voor dat Dynamax in de ochtendspits af en toe te laat inschakelt, wat een negatief effect heeft op de effectiviteit in de ochtendspits. De aangepaste parameters moeten dus nog verder geoptimaliseerd worden.

5.1. Capaciteit

Voor dit aspect is de volgende hypothese getoetst.

Hypothese D1

De capaciteit neemt (ter hoogte van de huidige knelpunten) toe.

Dit is de belangrijkste van de beschouwde aspecten, aangezien deze direct samenhangt met de doorstroming. Er bestaan twee capaciteiten, namelijk de vrije capaciteit en de afrijcapaciteit. De laatste is van toepassing op het moment dat er reeds congestie is, terwijl de vrije capaciteit de maximale intensiteit aangeeft (vlak) voordat de congestie ontstaat. Vooraf mag verwacht worden dat de vrije capaciteit wel en de afrijcapaciteit niet wordt beïnvloed door Dynamax.

Voor het schatten van de vrije capaciteit is de methode van Brilon gebruikt. De afrijcapaciteit is bepaald op basis van de empirische distributie methode. Deze methoden worden bijvoorbeeld ook gebruikt voor het handboek Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen van Rijkswaterstaat.

Tabel 5.1. Capaciteitswaarden op A20L 31,9 en 31,4 (capaciteit in vtg/h)

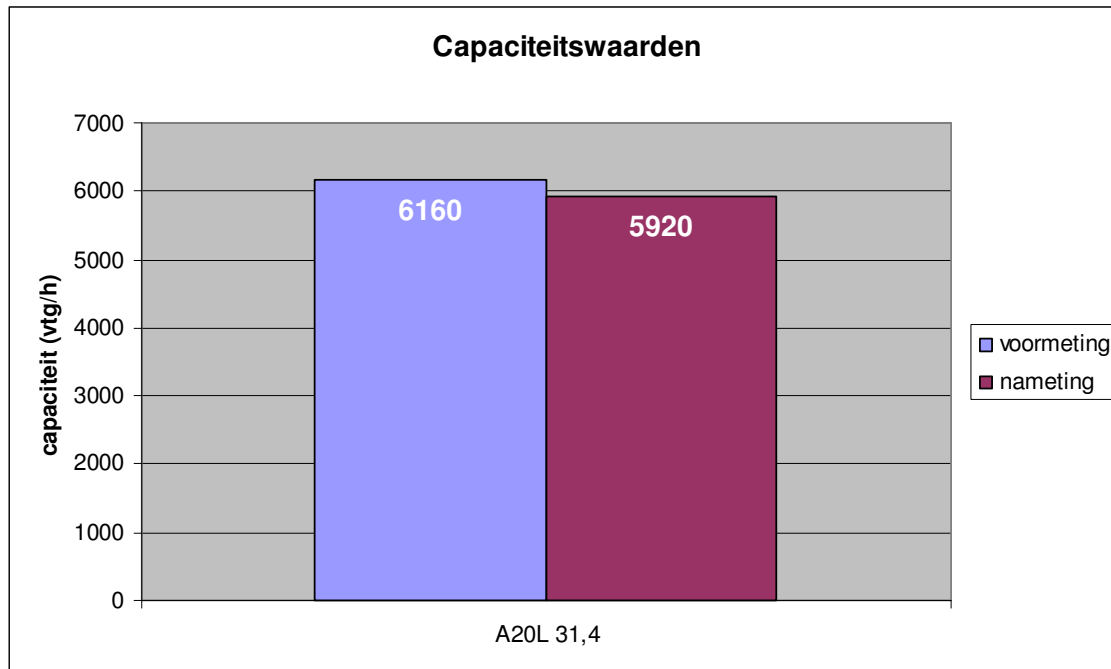
	voormeting	nameting 1	nameting 1+2	verschil	opmerkingen
vrije capaciteit (Hm 31,9)	6.840	6.840		0 %	zeer beperkt aantal metingen
vrije capaciteit (Hm 31,9)	6.840		7.020	+ 3 %	beperkt aantal metingen
afrijcapaciteit (Hm 31,9)	5.460	5.460		0 %	zeer beperkt aantal metingen
afrijcapaciteit (Hm 31,9)	5.460		5.160	- 5 %	beperkt aantal metingen
vrije/afrijcapaciteit (Hm 31,4)	5.916	6.158		+ 4 %	resultaat tegen verwachting in cap.methode zie bijlage VI

De resultaten van de capaciteitsberekeningen laten een wisselend beeld zien (zie tabel 5.1). Een oorzaak hiervan is dat er voor betrouwbare capaciteitsmetingen doorgaans een periode van een jaar wordt gebruikt. Deze periode was nog niet beschikbaar. Daarom is door de Technische Universiteit Delft een aanvullende capaciteitsanalyse uitgevoerd. Deze is gebaseerd op de analyse van de fundamentele diagrammen op grond van de Resi data. Zie bijlage VI voor een beschrijving van de methode. Er is hierbij voor het gebruik van Resi data gekozen omdat op grond van de Resi data de harmonisch gemiddelde snelheden kunnen worden bepaald, die nodig zijn voor het correct afleiden van dichtheiden volgens $k = q/u$. Opgemerkt moet worden dat hiermee niet puur de vrije of de afrijcapaciteit

wordt berekend maar een combinatie van vrije en afrijcapaciteit. Omdat Resi data benodigd is, is voor deze analyse een iets andere locatie gekozen (Hm 31,4 in plaats van Hm 31,9). Beide doorsnedes bevinden zich tussen de invoeger Crooswijk en de uitvoeger Centrum.

De aanvullende analyse laat een capaciteitstoename (van de gecombineerde vrije en afrijcapaciteit) zien van 4 %. Dit strookt met de berekende vrije capaciteitstoename met de methode Brilon van de langst beschikbare periode (nameting 1 en 2 gezamenlijk) van 3 %.

Afbeelding 5.1. Capaciteitswaarden op A20L 31,4



Ondanks de korte meetperiode blijft het opvallend dat de afrijcapaciteit afgenomen lijkt te zijn. Dit is niet volgens verwachting. Verwacht mag worden dat er geen effect is op de afrijcapaciteit omdat de maximumsnelheid hier normaal gesproken geen effect op heeft. De afrijcapaciteit wordt immers bepaald als er al file staat (onafhankelijk van de oorzaak). Hier is geen goede verklaring voor gevonden. Mogelijk heeft het nieuwe asfalt en de nieuwe markering invloed gehad of zit er in de voor- of nameting een systematische fout in het monitoringssysteem. Indien de afrijcapaciteit inderdaad is afgenomen (en dit lijkt vooral het geval na de tweede nameting) dan kan dit ook een gedeeltelijke verklaring zijn voor de verminderde effectiviteit van Dynamax in de tweede nameting (zie verderop in dit hoofdstuk).

Conclusie en toetsing

Hypothese D1

De capaciteit neemt (ter hoogte van de huidige knelpunten) toe.

Kijken wij naar de hypothese dan kunnen wij op grond van de bevindingen hypothese D1 **aannemen**. De belangrijkste capaciteitswaarde (de vrije capaciteit) is met circa 4 % toegenomen.

5.2. Congestie

Voor dit aspect is de volgende hypothese getoetst.

Hypothese D2

De congestie op het proeftraject neemt af.

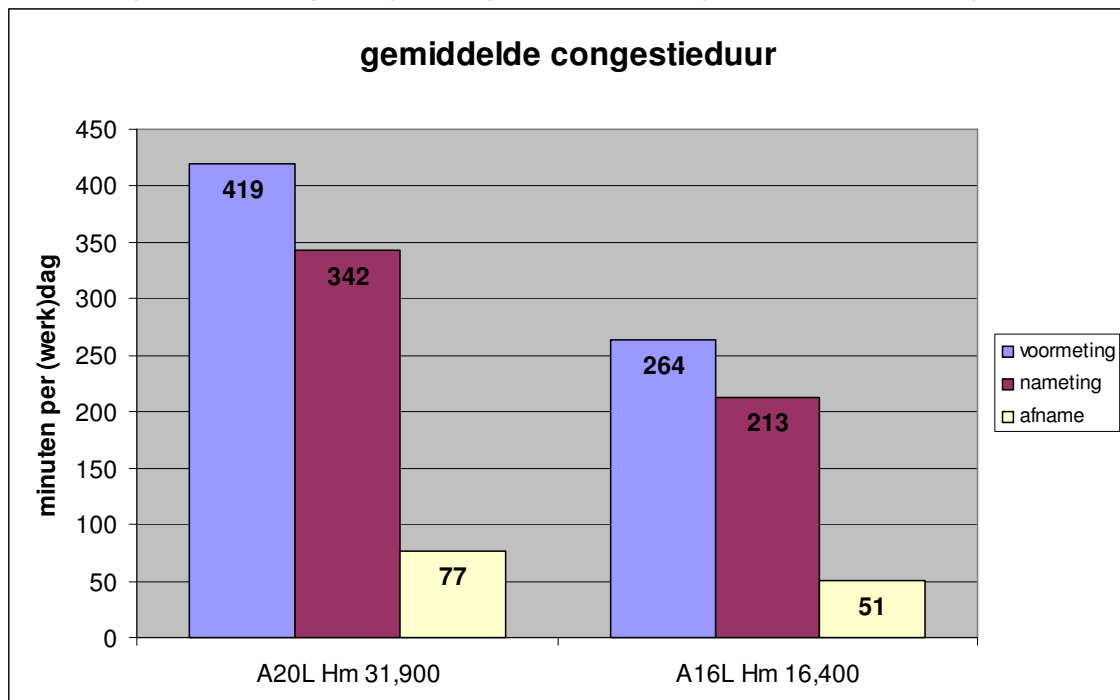
Om te bepalen of de congestie is afgenomen, is gekeken naar de congestieduur op de maatgevende doorsnede, het aantal voertuigverliesuren en de filezwaarte. Naast de congestie op het proeftraject is hierbij ook gekeken naar de congestie op de A16L die vanaf Ring Oost aansluit op het proeftraject.

5.2.1. Congestieduur

Er is gekeken naar de congestieduur op de maatgevende doorsnede. Als maatgevende doorsnede is de locatie genomen waar in de voormeting het vaakst (langst) file staat: A20L ter hoogte van Hm 31,9 (einde van de invoeger Croowijk). Daarnaast is gekeken naar de congestieduur op de aansluitende A16L ter hoogte van Hm 16,4.

In afbeelding 5.2 is te zien dat voor de eerste nameting de gemiddelde congestieduur op de A20L Hm 31,9 is afgenomen met 77 minuten (per werkdag). Dit is een verschil van - 18 %. Voor de A16L is de winst vergelijkbaar: - 19 % oftewel 51 minuten minder file per werkdag¹.

Afbeelding 5.2. Effect op congestie: gemiddelde congestieduur (nameting 1)



¹ Het positieve effect is licht overschat (orde grootte 5 %) omdat er in de eerste nameting iets minder verkeersaanbod was. Zie ook paragraaf 2.6.

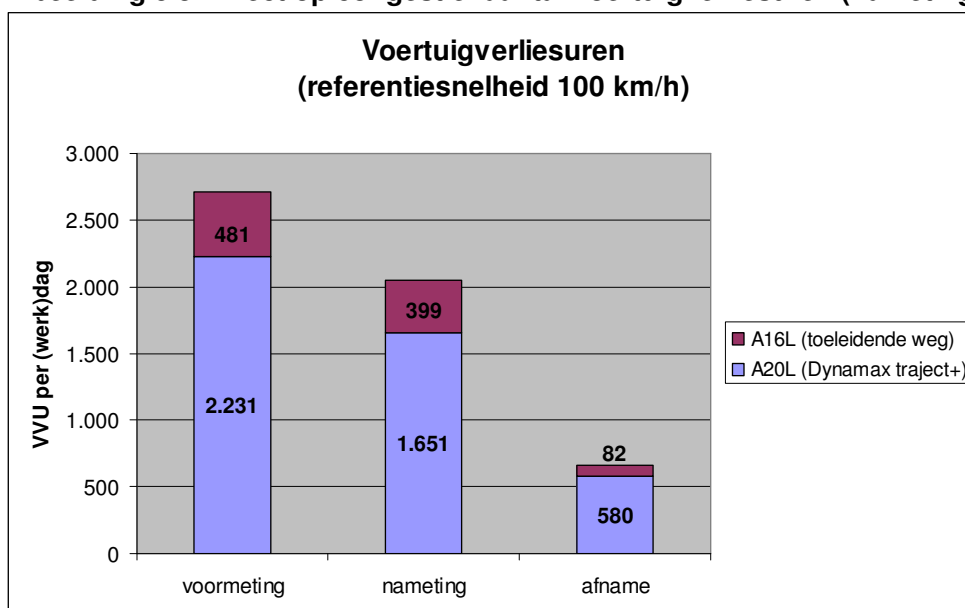
Voor de tweede nameting is het effect ook positief, maar minder. Hier is de gemiddelde congestieduur op de A20L Hm 31,9 afgenomen met gemiddeld ruim een half uur (-7 %). Voor de A16L is de winst gemiddeld 2 minuten, oftewel 1 %. Het verschil met de eerste nameting wordt voor een groot deel verklaard door de ochtendspits, waar in de tweede nameting de congestieduur is toegenomen ten opzichte van de voormeting. Dit wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door het te laat inschakelen van Dynamax in de tweede nameting. Meer cijfers van de tweede nameting zijn opgenomen in bijlage IX.

5.2.2. Voertuigverliesuren

Er is gekeken naar het effect op het aantal voertuigverliesuren (VVU) op het traject. Hiervoor is het langere MoniCa traject genomen (zie paragraaf 2.5). Daarnaast is gekeken naar het aantal VVU op de aansluitende A16L. Als referentiesnelheid is 100 km/u gekozen (conform eerdere Dynamax evaluaties). Dit betekent dat niet alleen een (mogelijk) verschil in congestie wordt meegenomen, maar ook de reistijdwinst door het verhogen van de maximumsnelheid van 80 naar 100 km/u.

In afbeelding 5.3 en tabel 5.2 is te zien dat voor nameting 1 het gemiddelde aantal voertuigverliesuren op de A20L en de A16L samen is afgenomen met 660 verliesuren (per werkdag). Dit is een afname van 24 %¹.

Afbeelding 5.3. Effect op congestie: aantal voertuigverliesuren (nameting 1)



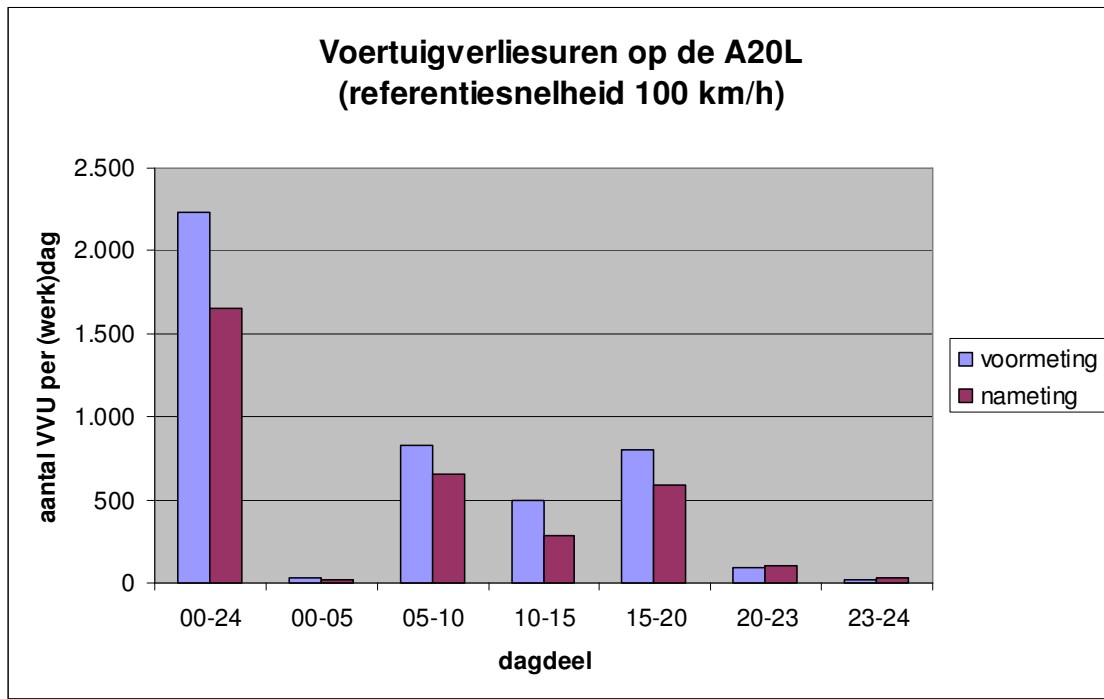
Tabel 5.2. Aantal voertuigverliesuren (referentiesnelheid 100 km/u)

	voormeting	nameting	verschil	verschil
A20L (Dynamax traject+)	2.231	1.651	- 580	- 26 %
A16L (toeleidende weg)	481	399	- 82	- 17 %
totaal	2.712	2.050	- 661	- 24 %

¹ Het positieve effect is licht overschat (orde grootte 5 %) omdat er in de eerste nameting iets minder verkeersaanbod was. Zie ook paragraaf 2.6.

Als verder gekeken wordt naar de voertuigverliesuren per dagdeel dan is opvallend dat een deel van de winst, naast de ochtend- en avondspits, wordt behaald overdag tussen 10.00 en 15.00 uur (zie afbeelding 5.4). Dit komt omdat de referentiesnelheid (voor de voertuigverliesuren) 100 km/u is. In de nameting is gedurende deze periode relatief veel 100 km/u getoond wat het aantal voertuigverliesuren duidelijk heeft beïnvloed.

Afbeelding 5.4. Voertuigverliesuren per dagdeel (nameting 1)



Voor de tweede nameting is er ook een positief effect op het aantal voertuigverliesuren, maar ook hiervoor geldt dat het effect kleiner is, wat vooral veroorzaakt wordt door de verminderde effectiviteit van Dynamax in de ochtendspits. Het gemiddelde aantal voertuigverliesuren op de A20L is in nameting 2 afgenomen met 12 %. Op de A16L is een toename van 10 %. Gezamenlijk is het aantal voertuigverliesuren met 8 % afgenomen. Meer cijfers van de tweede nameting zijn opgenomen in bijlage IX.

5.2.3. Filezwaarte

Er is hier gekeken naar het effect op de filezwaarte op het traject. Hiervoor is het langere MoniCa traject genomen (zie paragraaf 2.5). Daarnaast is gekeken naar de filezwaarte de aansluitende A16L. Als criterium voor file is een snelheid onder de 50 km/u gehanteerd.

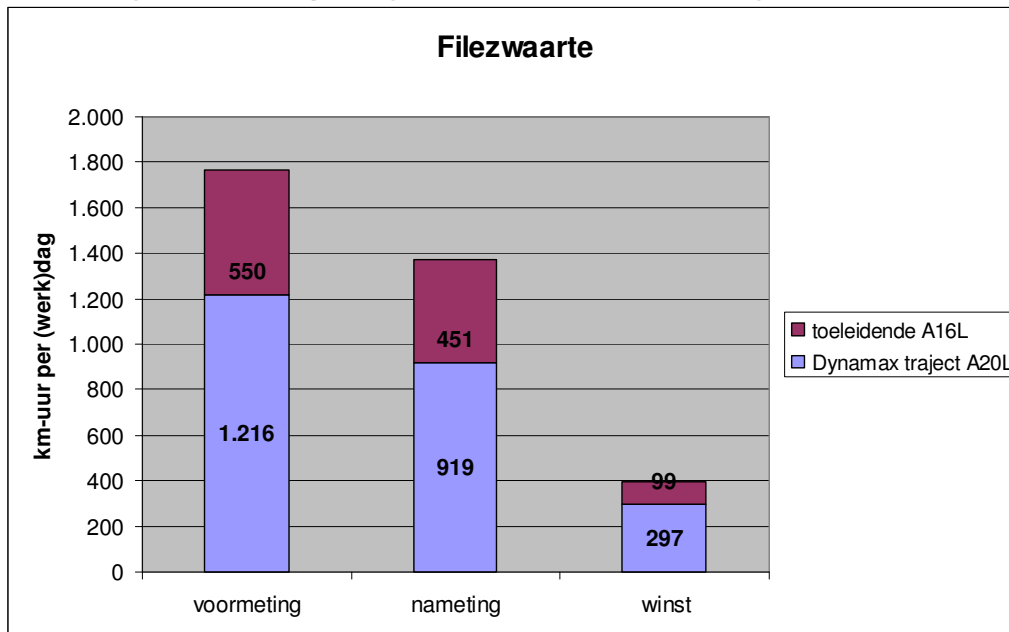
In afbeelding 5.5 en tabel 5.3 is te zien dat voor nameting 1 de totale gemiddelde filezwaarte op de A20L en de A16L is afgenomen met zo'n 400 km-uur per werkdag. Dit is een afname van 22 %. Het effect is vergelijkbaar met het effect op de voertuigverliesuren. Ook hier geldt dat de winst naast de spitsperioden voor een aanzienlijk deel ook wordt behaald tussen 10.00 en 15.00 uur¹.

¹ Het positieve effect is licht overschat (orde grootte 5 %) omdat er in de eerste nameting iets minder verkeersaanbod was. Zie ook paragraaf 2.6.

Tabel 5.3. Gemiddelde filezwaarte per werkdag (referentiesnelheid 100 km/u)

	voormeting	nameting	verschil	verschil
Dynamax traject A20L	1.216	919	- 297	- 24 %
toeleidende A16L	550	451	- 99	- 18 %
totaal	1.766	1.370	- 396	- 22 %

Afbeelding 5.5. Effect op congestie: filezwaarte (nameting 1)



Voor de tweede nameting geldt ook hier een minder groot positief effect. De totale gemiddelde filezwaarte op de A20L is afgenomen met 5 %. Op de A16L is een toename te zien van 19 %. Hierdoor blijft een netto winst over van 2 %. Als verder gekeken wordt naar de filezwaarte per dagdeel (zie bijlage IX) dan is voor nameting 2 een vergelijkbaar beeld te zien als bij de voertuigverliesuren: in de ochtendspits en late avond een verslechtering en in de overige perioden een verbetering, wat netto een positief effect oplevert.

Conclusie en toetsing

Hypothese D2

De congestie op het proeftraject neemt af.

Op grond van de bevindingen kunnen wij hypothese D2 **aannemen**: De congestie op het proeftraject is afgenomen. Het aantal voertuigen in congestie met circa 10 % afgenomen. De gemiddelde congestieduur op de maatgevende doorsnede is met circa 15 % afgenomen¹.

Wordt het (langere) traject beschouwd vanaf knooppunt Terbrechtseplein dan is de afname van congestie nog groter. Zowel het aantal voertuigverliesuren als de filezwaarte op dit traject zijn in de eerste nameting met circa 20 % afgenomen. De A16L die net na het Terb-

¹ De genoemde percentages zijn gecorrigeerd voor het (iets) lagere verkeersaanbod in de eerste nameting. Zie ook paragraaf 2.6.

rechtseplein op de A20L aansluit laat vergelijkbare verbeteringen zien. In totaal zijn er circa 600 voertuigverliesuren minder per (werk)dag¹.

5.3. Traject reistijd

Voor dit aspect zijn de volgende hypothesen getoetst.

Hypothese D3

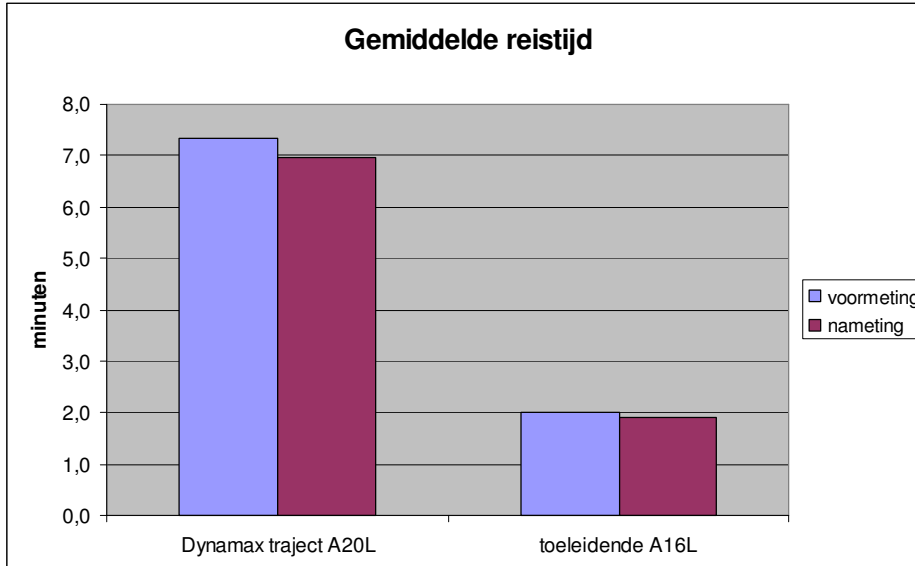
De gemiddelde reistijd in de spits neemt af.

Hypothese D4

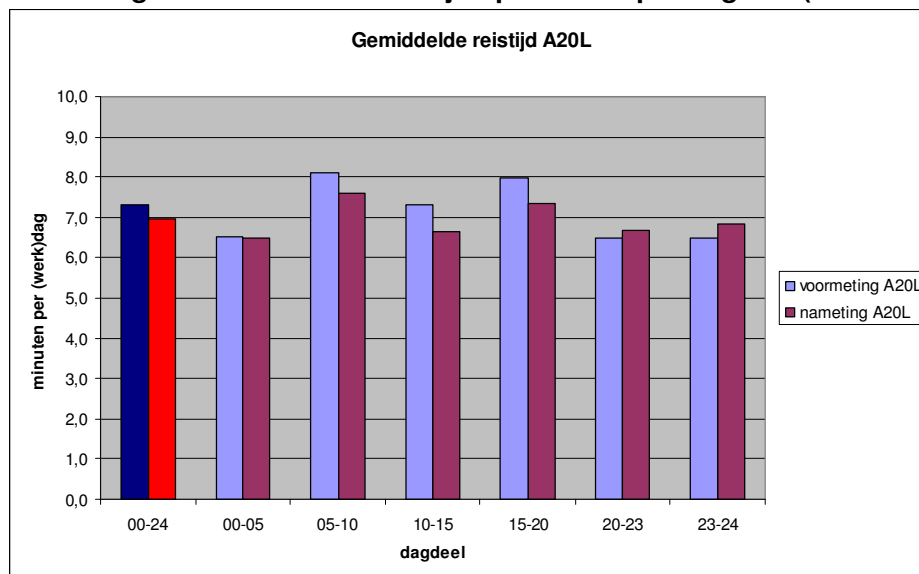
De gemiddelde reistijd neemt in de nacht af.

Voor het bepalen van de reistijd is gekeken naar het langere MoniCa traject (zie paragraaf 2.5). Daarnaast is gekeken naar de reistijd op de aansluitende A16L.

Afbeelding 5.6. Gemiddelde reistijd op de A20L en de A16L (nameting 1)



Abbeelding 5.7. Gemiddelde reistijd op de A20L per dagdeel (nameting 1)



Tabel 5.4. Gemiddelde reistijd op de A20L per dagdeel (in minuten)¹

	00-24	00-05	05-10	10-15	15-20	20-23	23-24
voormeting	7,3	6,5	8,1	7,3	8,0	6,5	6,5
nameting	7,0	6,5	7,6	6,7	7,3	6,7	6,8
verschil	- 0,3	0,0	- 0,5	- 0,6	- 0,7	0,2	0,3
verschil	- 5 %	- 1 %	- 6 %	- 9 %	- 8 %	3 %	5 %

Voor de volledigheid is in tabel 5.5 de gemiddelde vertraging opgenomen. Als vrije reistijd is hierbij de minimale (gemiddelde) reistijd genomen. Bij de vertraging zien wij dezelfde absolute verschillen maar de relatieve verschillen zijn (uiteraard) groter.

Tabel 5.5. Gemiddelde vertraging op de A20L per dagdeel (in minuten)

	00-24	00-05	05-10	10-15	15-20	20-23	23-24
voormeting	0,8	0,0	1,6	0,8	1,5	0,2	0,0
nameting	0,5	0,0	1,1	0,2	0,8	0,2	0,3
verschil	- 0,3	0,0	- 0,5	- 0,6	- 0,7	0,2	0,3
verschil	- 38 %	-	- 31 %	- 75 %	- 47 %	-	-

In afbeelding 5.8 is het verloop van de gemiddelde reistijd weergegeven over de dag. In de afbeelding zijn tevens met dunnere lijnen de standaard deviatie weergegeven. In de afbeelding is te zien dat de reistijdwinst zich vooral overdag voordoet, en niet of nauwelijks in de nacht. In de avond is de reistijd zelfs (iets) toegenomen door een (kleine) toename in filevorming (zie afbeelding 5.10).

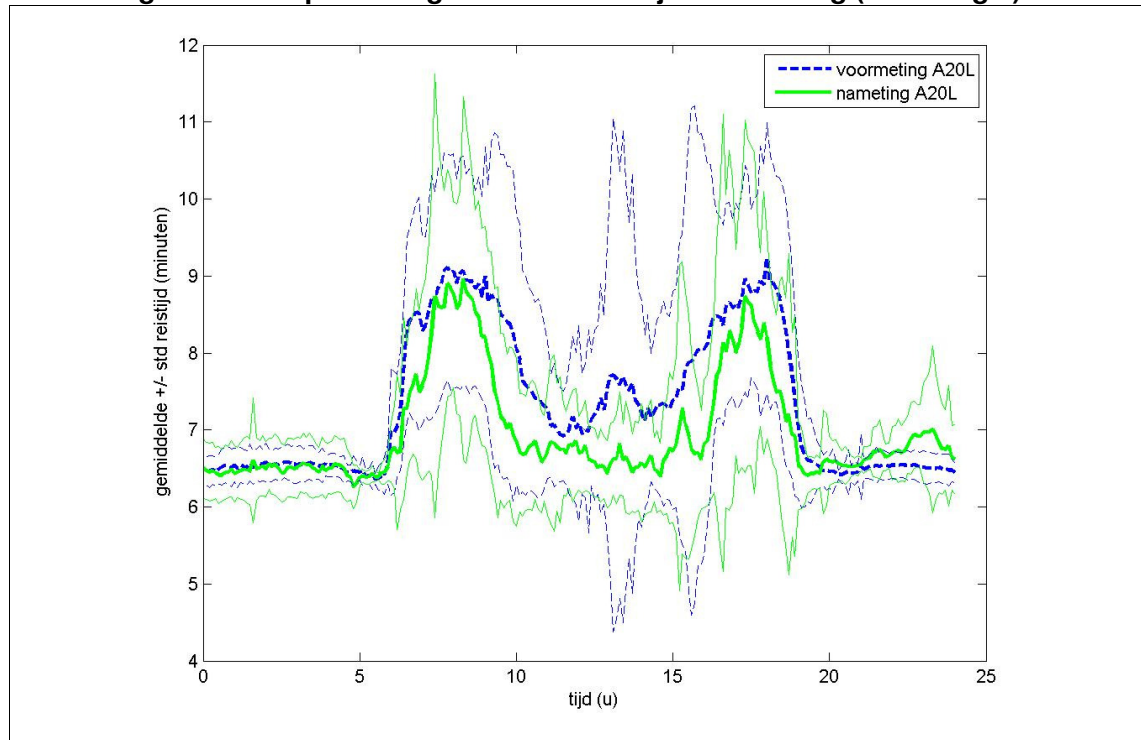
De reistijdwinst in de spitsen komt vooral door de afname van de filevorming, de reistijdwinst overdag is een combinatie van afgenomen filevorming en de hogere maximumsnelheid die in deze periode ook vaak is getoond. Het ontbreken van een duidelijke reistijdwinst in de nacht komt waarschijnlijk omdat de Dynamax algoritme regelmatig is overruled door werkzaamheden op of nabij het traject.

¹ Het positieve effect is licht overschat omdat er in de eerste nameting iets minder verkeersaanbod was. Zie ook paragraaf 2.6.

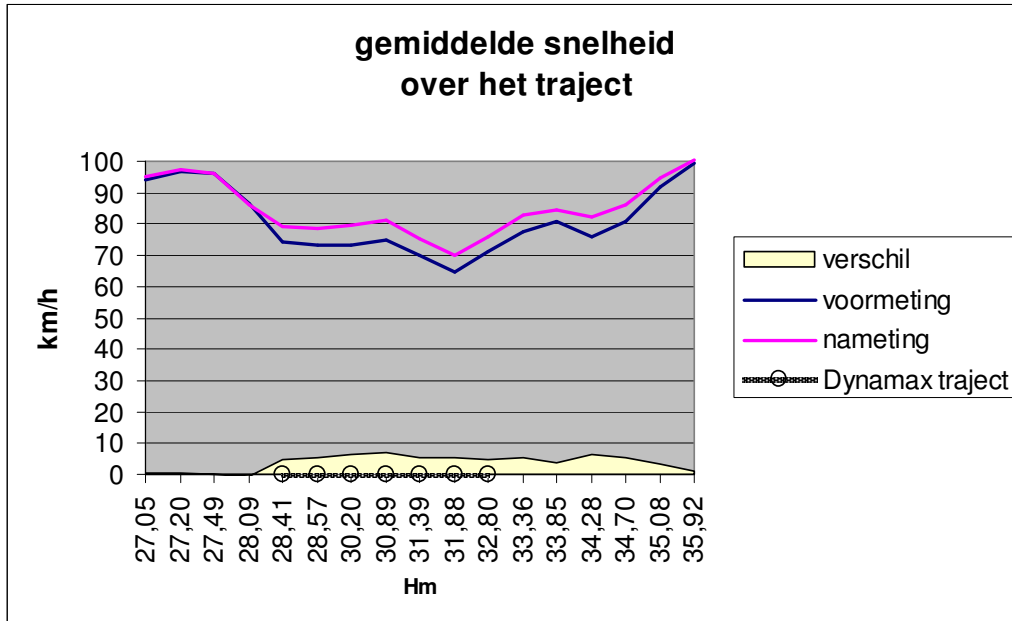
In afbeelding 5.8 is de gemiddelde reistijd weergegeven op verschillende delen van het traject. Hierin is het volgende te zien:

- op het Dynamax traject is een afname van de reistijd te zien. Deze wordt voor een groot deel veroorzaakt door de toename van de maximumsnelheid (situaties zonder congestie) en daarnaast door de afname van de filevorming;
- stroomopwaarts van het traject is ook een afname van de reistijd te zien. Dit wordt volledig veroorzaakt door de afname van de filevorming;
- stroomafwaarts van het Dynamax traject is geen verschil in reistijd te zien. Dit is conform de verwachtingen.

Afbeelding 5.8. Verloop van de gemiddelde reistijd over de dag (nameting 1)



Afbeelding 5.9. Verloop van de gemiddelde reistijd over het traject (nameting 1)



Voor de tweede nameting geldt wederom dat het effect nog steeds positief is, maar minder groot. In de tweede nameting is de gemiddelde reistijd op de A20L afgenomen met 3 %. Op de A16L is deze licht toegenomen (+ 1 %). De reistijd in de tweede nameting laat hetzelfde beeld zien als de congestie indicatoren: een toename van de reistijd in de ochtendspits en in de late avonduren en een afname in de avondspits en de overige dagdelen. Meer cijfers van de tweede nameting zijn opgenomen in bijlage IX.

Conclusie en toetsing

Hypothese D3

De gemiddelde reistijd in de spits neemt af.

Kijken wij naar de hypothese D3 dan moeten wij op grond van de bevindingen hypothese D3 **accepteren**: De gemiddelde reistijd in de spits neemt af met 3 - 5 %. Zowel in de ochtend- als in de avondspits is een gemiddelde verbetering te zien van ongeveer een halve minuut. De gemiddelde vertraging is hiermee respectievelijk 25 % (ochtendspits) en 40 % (avondspits) afgenomen¹.

Hypothese D4

De gemiddelde reistijd neemt in de nacht af.

Kijken wij naar de hypothese D4 dan moeten wij op grond van de bevindingen hypothese D4 **verwerpen**: De reistijd is niet afgenomen in de nacht. Dit is niet wat (redelijkerwijs) mag worden verwacht. Waarschijnlijk komt dit omdat het Dynamax algoritme regelmatig uitstaan heeft in de nacht wegens werkzaamheden. Werkzaamheden, waarbij afwijkende maximumsnelheden gelden, zijn uit de gegevens gefilterd om de effectiviteit van de dynamische maximumsnelheid zuiver te kunnen beoordelen op 80 en 100 km/h. Sommige klei-

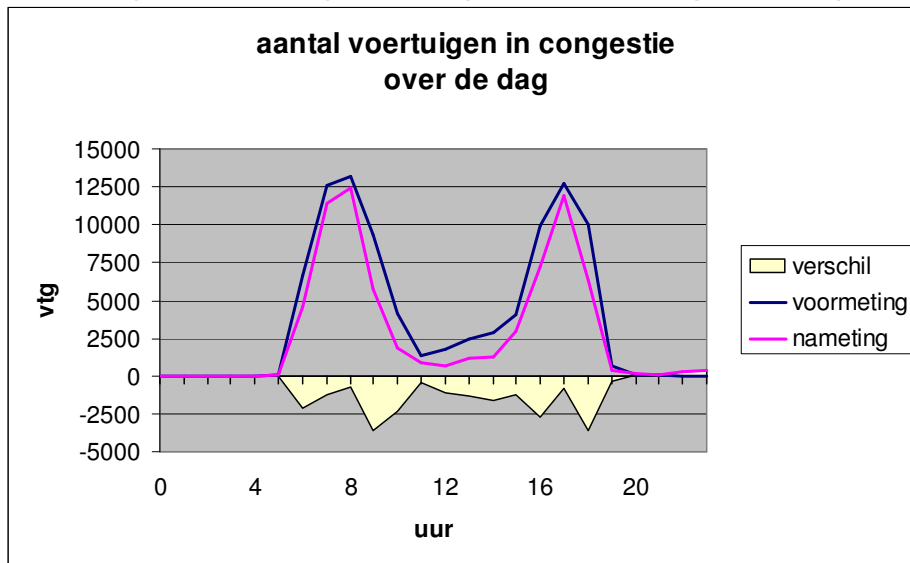
¹ De genoemde percentages zijn gecorrigeerd voor het (iets) lagere verkeersaanbod in de eerste nameting. Zie ook paragraaf 2.6.

nere werkzaamheden kunnen toch in de gegeven achterblijven, omdat deze hierin moeilijk te achterhalen zijn.

5.4. Analyse van het effect op doorstroming

In deze paragraaf is beschreven waar en op welke momenten de verbeterde doorstroming zich voordoet. Kijken wij naar het gemiddelde aantal voertuigen in congestie (per werkdag) als functie van het tijdstip van de dag dan zien wij dat de congestie afneemt in de spitsperiodes. De filevorming begint gemiddeld (iets) later, wordt (dus) minder lang en lost eerder op. Zie afbeelding 5.10. Ook in de periode tussen de spitsen neemt het gemiddeld aantal voertuigen in congestie af. In de avond en nachtperiode treed niet of nauwelijks (structurele) filevorming op.

Afbeelding 5.10. Voertuigen in congestie over de dag (nameting 1)

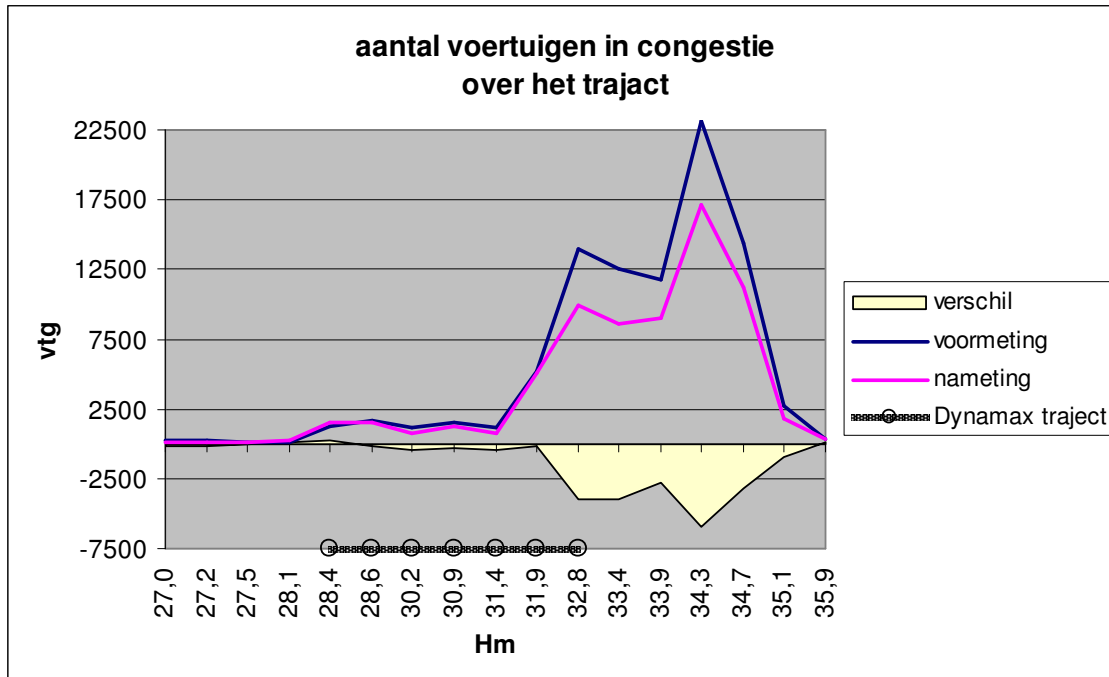


Kijken wij naar het gemiddeld aantal voertuigen in congestie op verschillende locaties op het traject dan zien wij duidelijk dat de meeste file zich voordoet tussen het Terbrechtseplein (Hm 35,5) en de oprit Crooswijk (Hm 32,0). Zie ook afbeelding 5.11. Dit strookt met de eerdere constatering dat de oprit Crooswijk de belangrijkste bottleneck is op het traject. Op dit gedeelte zien wij ook duidelijk de sterke afname van de filevorming (gemiddeld circa 3.500 vtg of 25 % minder voertuigen in congestie per werkdag). Opgemerkt wordt dat dit gedeelte zich grotendeels buiten (stroomopwaarts van) het Dynamax traject bevindt.

Op het Dynamax traject zelf is ook structurele filevorming te zien, maar veel minder dan voor Crooswijk. Ook de afname van de congestie is hier minder. Hier is gemiddeld circa 200 vtg of 15 % minder voertuigen in congestie per werkdag¹.

¹ Het positieve effect is licht overschat omdat er in de eerste nameting iets minder verkeersaanbod was. Zie ook paragraaf 2.6.

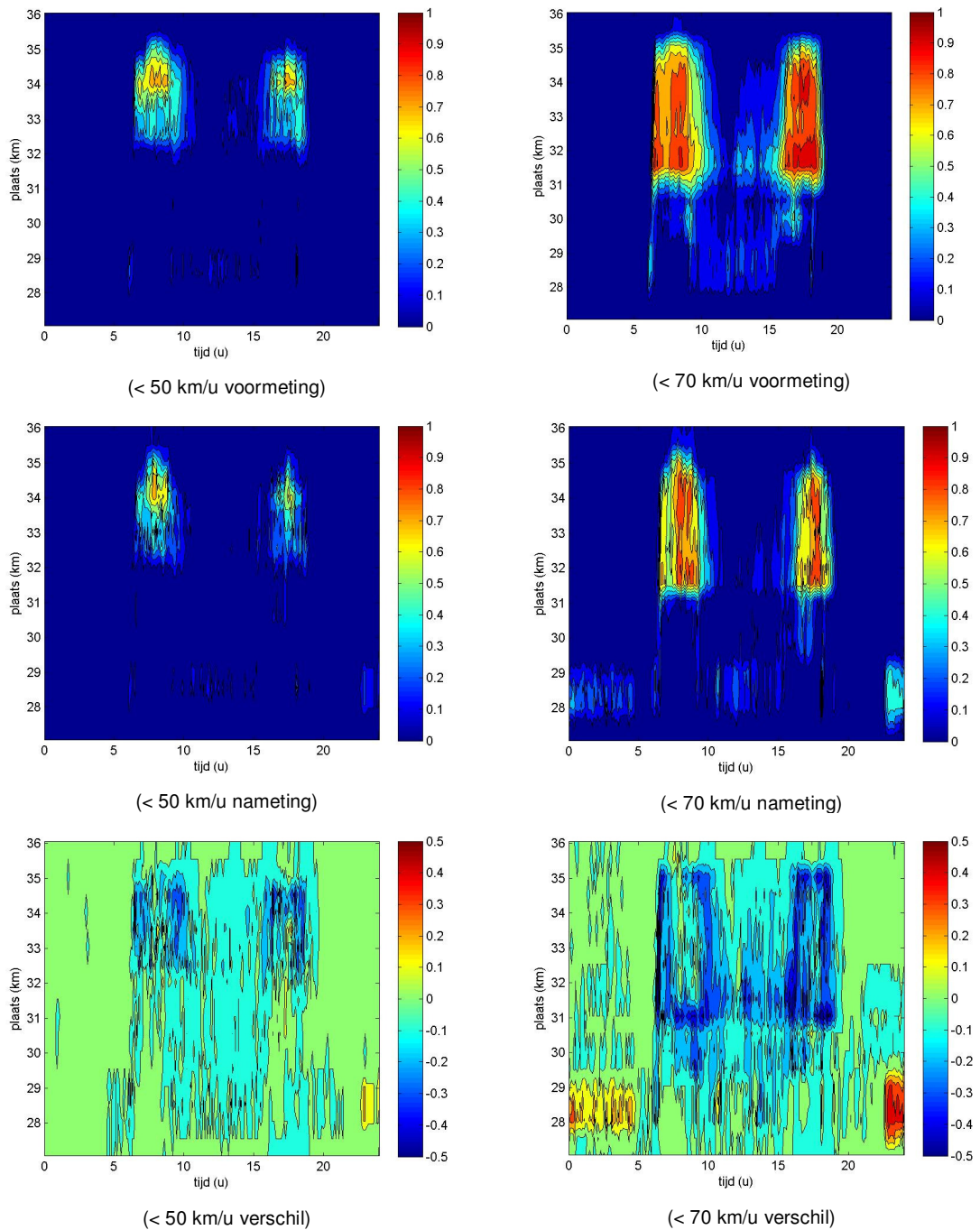
Afbeelding 5.11. Voertuigen in congestie over het traject (nameting 1)



Voor deze analyse is ook een congestiefrequentiecontourenplot gemaakt. In deze plot is per locatie per tijdstip aangegeven hoe vaak daar op dat moment file stond. Dit is uitgedrukt in percentage van de tijd.

In afbeelding 5.12 is te zien dat de meeste filevorming (< 70 km/u) zich voordoet tussen Hm 31,5 (na oprit Crooswijk) en 35,0 (Terbrechtseplein). Na Crooswijk is er ook congestie maar deze treed veel minder vaak op en is minder ernstig (bij < 50 km/u niet/nauwelijks nog te zien). Aan de grote verschillen tussen de linker en de rechter afbeeldingen is ook te zien dat de gemiddelde snelheid ook regelmatig tussen 50 en 70 km/u ligt. Echt lage snelheden (< 50 km/u) doen zich alleen (regelmatig) voor tussen Hm 32 en 35.

Afbeelding 5.12. Congestiefrequentieplots op basis van 50 en 70 km/u (nameting 1)



Kijken wij naar de verschillen tussen de voor- en nasituatie dan zien wij hier ook duidelijk dat de spitsperioden smaller zijn geworden. Bij de < 70 km/u afbeeldingen is te zien dat het aantal verstoringen overdag tussen de spitsen ook duidelijk is afgenomen. Blijkbaar heeft het regelmatig tonen van 100 km/u daar ook een positief effect gehad. Ook is te zien dat het aantal verstoringen ter hoogte van het weefvak (Hm 30) is afgenomen. Dit geldt zowel voor de spitsperioden als daarbuiten.

Voor de tweede nameting geldt voor veel aspecten op hoofdlijnen hetzelfde als hierboven beschreven voor de eerste nameting. Groot verschil is dat het aantal voertuigen in congestie in de ochtendspits is toegenomen in plaats van afgenomen. Dit wordt voor een groot

deel veroorzaakt door het (te) laat inschakelen van Dynamax met de nieuwe parameterinstellingen en mogelijk ook door een toegenomen afrijcapaciteit. Tussen de ochtend- en avondspits is er nog steeds een afname van het aantal voertuigen in congestie. In de avondspits is er een wisselend beeld, met netto een afname. In de avond- en nachtperiode treedt niet of nauwelijks (structurele) filevorming op.

5.5. Samenvatting en conclusie

De doorstroming is door Dynamax aanzienlijk verbeterd. Dit was met name het geval in de eerste nameting. De filevorming in de spitsen begint gemiddeld (iets) later, wordt (dus) minder lang en lost eerder op. Op het proeftraject is in de eerste nameting het aantal voertuigen in congestie met 10 % afgenomen en de gemiddelde congestieduur (op de maatgevende doorsnede) met 15 %.

Omdat de meeste filevorming zich stroomopwaarts van het Dynamax traject bevindt is daar de doorstroming het meest verbeterd. Samen met het Dynamax traject is hier in de eerste nameting het aantal voertuigverliesuren en de filezwaarte met circa 20 % afgenomen. In de tweede nameting is dit circa 8 %. De A16L die op de A20L aansluit laat vergelijkbare verbeteringen zien. In totaal worden er in de eerste nameting circa 600 voertuigverliesuren per (werk)dag bespaard.

De afgenomen congestie leidt ook tot duidelijk kortere reistijden in de spitsen. Zowel in de ochtend- als in de avondspits is in de eerste nameting een gemiddelde verbetering te zien van ongeveer een halve minuut. Over de gehele dag is de gemiddelde afname 3-5 %. De gemiddelde vertraging is met 25 % (ochtendspits) en 40 % (avondspits) afgenomen. De reistijd overdag is ook afgenomen, door een combinatie van een hogere (maximum) snelheid en minder congestie. Opmerkelijk is dat in de nacht geen afname van de reistijd is waargenomen. Dit komt waarschijnlijk doordat Dynamax in de nacht vaak uitgeschakeld is geweest door werkzaamheden.

De verbetering in de doorstroming wordt veroorzaakt doordat de vrije capaciteit ter hoogte van de belangrijkste bottleneck (oprit Crooswijk) met circa 4 % is toegenomen.

Voor de tweede nameting (met aangescherpte parameterinstellingen) geldt dat het effect op doorstroming ook positief is, maar minder groot. De verschillende indicatoren laten een positief effect zien dat ongeveer de helft is van de winst in de eerste nameting. De verminderde effectiviteit wordt voor een groot deel veroorzaakt door het (te) laat inschakelen van Dynamax in de ochtendspits en mogelijk ook door een toegenomen afrijcapaciteit. Voor dit laatste kon geen oorzaak worden gevonden. Het te laat inschakelen kan verholpen worden door het Dynamax algoritme en/of de parameterinstellingen verder te optimaliseren.

6. EFFECT OP LUCHTKWALITEIT

De effecten van de Dynamax proef op de lokale luchtkwaliteit die op voorhand kunnen worden verwacht betreffen zowel positieve als negatieve effecten. Enerzijds leidt een verbeterde doorstroming er toe dat emissies van NO_x en PM₁₀ afnemen. Anderzijds resulteert de (gedeeltelijke) snelheidsverhoging in hogere emissies. Voorafgaand aan de proef is de verwachting uitgesproken dat de positieve en negatieve effecten elkaar compenseren, zodat er per saldo geen verandering is van de luchtkwaliteit langs het traject. Daarom worden hier de volgende twee hypothesen getoetst.

Hypothese L1

De emissies van PM₁₀ en NO_x blijven gelijk.

Hypothese L2

De jaargemiddelde concentraties PM₁₀ en NO₂ op 10 m van de wegrand blijven gelijk.

Om deze hypothesen te toetsen zijn er op basis van een bewerking van de MoniCa data van de voormeting en van de eerste nameting, emissie- en verspreidingsberekeningen uitgevoerd. In een tweede nameting is geëxperimenteerd met de dynamax parameters om daarmee de effecten op luchtkwaliteit te verbeteren. De resultaten hiervan zijn beschreven in paragraaf 6.3.

6.1. Aanpak en uitgangspunten

Effectbepaling emissies

Om de gevolgen van Dynamax op de luchtkwaliteit goed in beeld te brengen, is een correcte vertaling van de verkeerskundige (dynamische) effecten naar concrete effecten op de emissies van NO_x en PM₁₀ cruciaal. Hiervoor is een bewerking van de MoniCa data gebruikt.

Op basis van de verkeerskundige effecten zijn de gevolgen voor de verkeersemissies PM₁₀ en NO_x bepaald en zijn gedetailleerde emissieberekeningen uitgevoerd. De verkeerskundige effecten hebben betrekking op:

- verandering van opgelegde maximumsnelheid (voor een deel van het totale verkeer per etmaal);
- verandering van de mate van congestie;
- onderscheid tussen effecten op personenverkeer en vrachtverkeer.

De emissieberekening heeft alleen betrekking op de weghelft waar de Dynamax proef is uitgevoerd en geldt voor een gemiddelde weekdag in 2011. In aansluiting met eerdere Dynamax evaluaties is de congestie gedefinieerd als het verkeer dat langzamer rijdt dan 50 km/u. Voor de berekening van de verkeersemissies is uitgegaan van de emissiekentallen die in maart 2011 zijn gepubliceerd door het RIVM en door het ministerie van Infrastructuur en Milieu zijn vrijgegeven (zie tabel 6.1)¹.

¹ Opgemerkt wordt dat de gehanteerde emissiekentallen representatief zijn voor een snelheidsregime zonder strikte handhaving (de trajectcontrole stond uit in de nameting). Voor de NO_x emissies houdt dit in dat een conservatieve benadering is gehanteerd. Voor de PM₁₀ emissies houdt dit echter een optimistische benadering in ten opzichte van de situatie met strikte handhaving. Het betekent dat de overall effecten voor NO_x iets positiever kunnen uitpakken en voor PM₁₀ iets negatiever.

Tabel 6.1. Emissiefactoren (zichtjaar 2011, in g/km)

component	uitgangspunt	licht verkeer	middelzwaar verkeer	zwaar verkeer	licht verkeer	middelzwaar verkeer	zwaar verkeer
		80 km/u	80 km/u	80 km/u	100 km/u	100 km/u	100 km/u
NO _x *	vrije doorstroming	0,22	4,2	5,3	0,27	4,2	5,3
	file	0,43	6,2	8,4	0,43	6,2	8,4
PM ₁₀	vrije doorstroming	0,031	0,13	0,13	0,034	0,13	0,13
	file	0,046	0,29	0,34	0,046	0,29	0,34

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Effectbepaling concentraties

Om de tweede hypothese te toetsen zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd met Pluim Snelweg. Dit model is goedgekeurd voor situaties die vallen binnen het toepassingsbereik van standaardrekenmethode 2 (srm2), conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007.

Omdat deze studie gericht is op de effecten (concentratieverschillen) van de proef Dynamax, kan worden volstaan met een vereenvoudigde modellering van de wegvakken en omgevingsparameters, zoals geometrie van wegvakken, ruwheid en weghoogte. Aan de andere kant is het wel noodzakelijk om de verschillende effecten op het verkeer (maximumsnelheid en congestie) met voldoende detail te modelleren. Dit betekent bijvoorbeeld dat van het tracé de afzonderlijke rijstroken zijn gemodelleerd. Daarbij is iedere rijstrook tweemaal opgenomen in de berekening, zodat recht wordt gedaan aan de verschillende maximumsnelheden die gedurende een etmaal voorkomen¹.

De berekening van de effecten op de jaargemiddelde concentraties NO₂ en PM₁₀ heeft betrekking op de weghelft waar de Dynamax proef is uitgevoerd en geldt voor een gemiddelde weekdag in 2011.

De concentratieberekeningen hebben niet als doel en zijn bovendien ook niet geschikt om de luchtkwaliteit langs het traject wettelijk te toetsen aan de luchtkwaliteitseisen uit de Wet milieubeheer.

Beoordelingslocaties

De effectiviteit van de maatregel Dynamax wordt vastgesteld op basis van een emissievergelijking en de berekende wegbijdrage voor de volgende locaties:

- L1 (hm 32,8);
- L2 (hm 31,4 / meetpunt B);
- L3 (hm 30,2 / meetpunt C).

Voor locatie L1 is gekozen omdat op dit punt van het traject de congestie het hoogst is. De twee andere locaties zijn gekozen omdat op deze locaties ook de verkeersgedraganalyses worden uitgevoerd en de punten verdeeld over het traject liggen.

Verkeersgegevens

Voor de effectbepaling voor de luchtkwaliteit is gebruikgemaakt van de verkeersgegevens die uit de verkeerskundige analyse van de eerste nameting zijn verkregen. De gegevens hebben betrekking op een gemiddelde weekdag. Voor de emissieberekening is uitgegaan

¹ Bijvoorbeeld: stel dat 65 % van het totale verkeer per etmaal met maximumsnelheid 100 km/u rijdt en 35 % met 80 km/u, dan wordt op één wegvak het ene deel van het verkeer gemodelleerd met de emissiekentallen voor 100 m/u en op een tweede wegvak (met dezelfde ligging) het andere deel met de emissiekentallen voor 80 km/u.

van de verkeerskundige gegevens per uur, per rijstrook en per locatie. Op deze wijze kan de emissieberekening nauwkeurig worden uitgevoerd en wordt inzicht gegeven in (soms wisselende) effecten die gedurende de dag optreden. Evenwel geldt dat het detailniveau zijn grenzen heeft met betrekking tot de emissiefactoren die beschikbaar zijn, zodat niet alle verkeerseffecten exact kunnen worden meegenomen in de emissieberekening. Een voorbeeld hiervan is de gemiddelde rijnsnelheid. Voor de vergelijking tussen de voormeting en de nameting is de totale verkeersintensiteit en de hoeveelheid vrachtverkeer gelijkgesteld.

Voor de concentratieberekening is het noodzakelijk om de verkeersgegevens te verwerken naar etmaalwaarden, per rijstrook en per locatie, welke als invoer kunnen worden gebruikt voor het verspreidingsmodel. In bijlage III zijn de gehanteerde verkeersgegevens weergegeven.

6.2. De effecten op luchtkwaliteit

Resultaten emissieberekening

Op basis van de verkeersgegevens en de emissiefactoren voor snelwegen¹ zijn de verkeersemissies berekend van NO_x en PM₁₀ voor een representatief etmaal tijdens de voormeting (zonder Dynamax) en de nameting (met Dynamax). De emissiebepaling heeft alleen betrekking op de weghelft waar de Dynamax proef is uitgevoerd en geldt voor een gemiddelde weekday in 2011.

In tabellen 6.2, 6.3 en 6.4 staan van beide situaties de totale emissies NO_x en PM₁₀ gedurende het etmaal en de verschillen die ontstaan door de Dynamax proef voor respectievelijk locatie L1, L2 en L3. Opeenvolgend in de tabellen staan de emissies voertuigcategorie met in de laatste kolom de totale emissies, tijdens de voormeting en nameting, en de procentuele verschillen.

Tabel 6.2. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal (locatie L1)

stof		voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,9	20,7	24,0	61,7
	nameting (kg/km/etm)	18,4	20,5	23,7	62,6
	verschil (%)	+ 8,9 %	- 1,2 %	- 1,4 %	+ 1,5 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,2	0,7	0,7	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	verschil (%)	+ 3,5 %	- 2,8 %	- 3,5 %	+ 1,0 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

¹ RIVM, maart 2011.

Tabel 6.3. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal (locatie L2/B)

stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,5	21,6	24,8	63,0
	nameting (kg/km/etm)	18,9	21,6	24,8	65,3
	verschil (%)	+ 14,9 %	- 0,2 %	- 0,2 %	+ 3,7 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,5	0,7	0,6	3,7
	verschil (%)	+ 5,9 %	- 0,6 %	- 0,7 %	+ 3,6 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel 6.4. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal (locatie L3/C)

stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,3	13,0	19,2	48,5
	nameting (kg/km/etm)	18,7	13,0	19,2	50,9
	verschil (%)	+ 14,8 %	- 0,2 %	- 0,3 %	+ 4,8 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,4	0,5	3,2
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,4	0,5	3,3
	verschil (%)	+ 5,9 %	- 0,6 %	- 0,7 %	+ 4,1 %

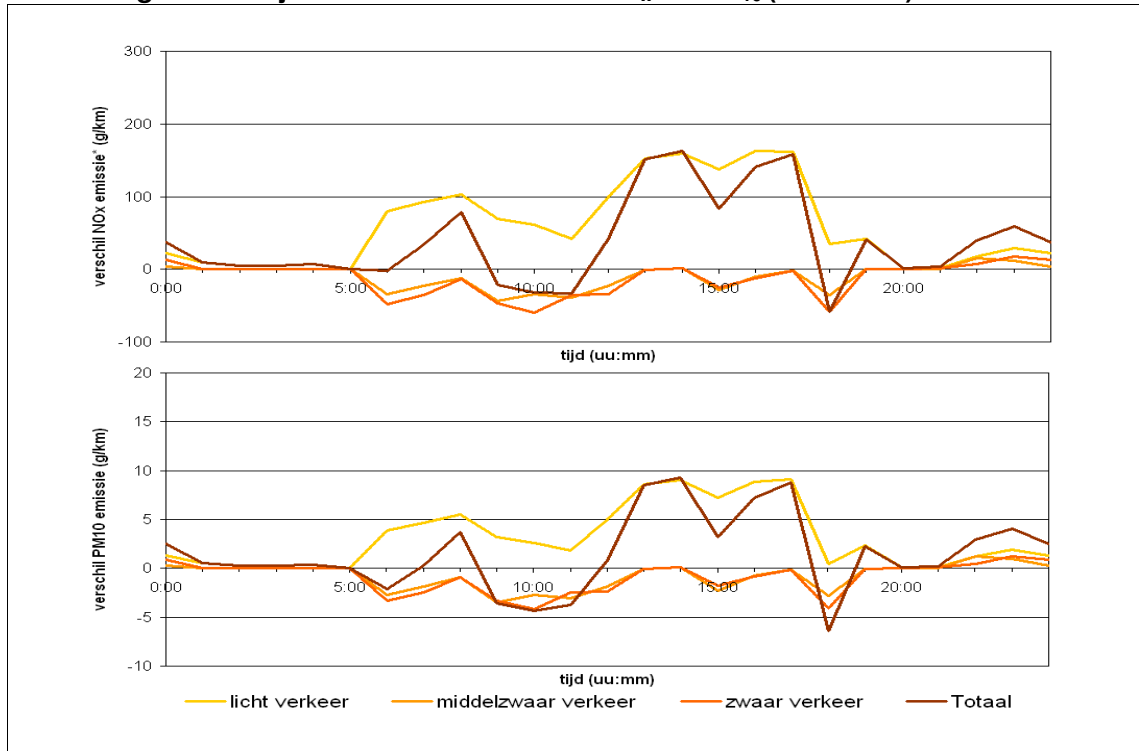
* NO_x in NO₂-equivalenten.

Uit de resultaten blijkt dat de emissies van NO_x en PM₁₀ niet gelijk blijven na het invoeren van een dynamische maximumsnelheid. Over het geheel genomen zijn de effecten op de emissies van vrachtverkeer overwegend positief. Dit heeft te maken met een per saldo afname van de hoeveelheid congestie. De snelheidsverhoging heeft geen effect aangezien bij vrachtwagens zowel voor 80 als 100 km/u gerekend wordt met dezelfde (gereden) snelheden. Bij het lichte verkeer wordt wel (deels) met een hogere snelheden gerekend, welke het positieve effect van congestievermindering overstijgt, inclusief het positieve effect bij vrachtverkeer.

Op locatie L1 stijgt de totale NO_x en PM₁₀ emissie gedurende het etmaal respectievelijk met 1,5 en 1,0 %, op locatie L2 met respectievelijk met 3,7 en 3,6 % en op locatie L3 met respectievelijk met 4,8 en 4,1 %.

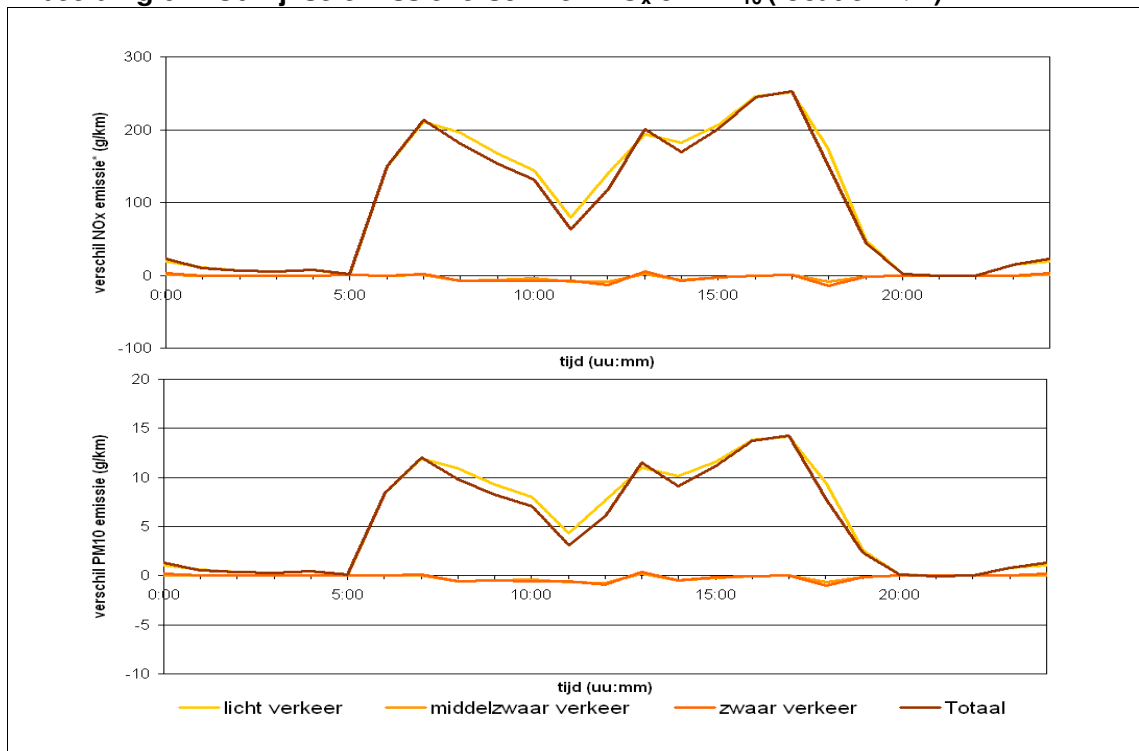
Voor de verklaring van deze verschillen is nader gekeken naar de emissieverschillen gedurende het etmaal. In de afbeeldingen 6.1, 6.2 en 6.3 zijn de emissieverschillen voor NO_x en PM₁₀ uitgezet in de tijd. Uur voor uur is te zien hoe de emissies per voertuigcategorie verschillen ten opzichte van de voormeting.

Afbeelding 6.1. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ (locatie L1)



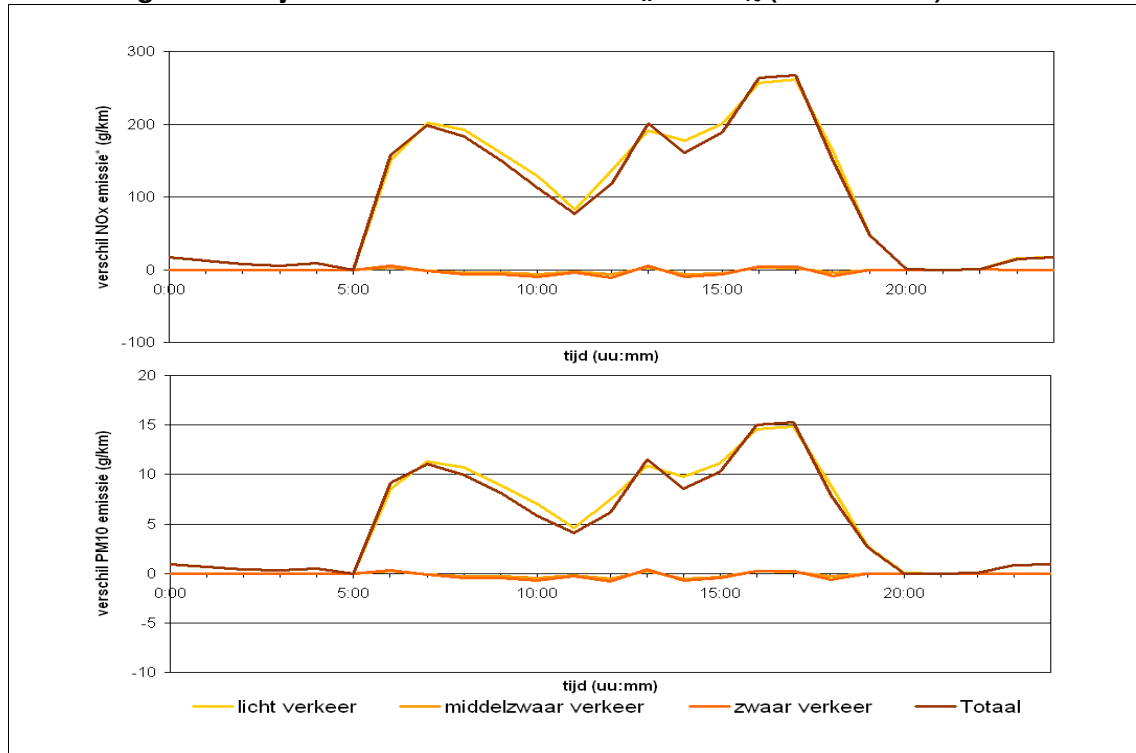
* NO_x in NO₂-equivalenten.

Afbeelding 6.2. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ (locatie L2/B)



* NO_x in NO₂-equivalenten.

Afbeelding 6.3. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ (locatie L3/C)



* NO_x in NO₂-equivalenten.

Het effect van Dynamax op de verkeersemisatie van locatie L1 varieert over de dag. Tussen 09.00 uur en 11.00 uur en rond 18.00 uur vindt een afname plaats van de totale verkeers-emissies. Bij het middel en zwaar verkeer is het grootste deel van de dag een afname te zien, waardoor ook het daggemiddelde voor deze voertuigcategorieën lager is bij de nameting. Desondanks nemen de totale daggemiddelde verkeers-emissies per saldo toe. Dit wordt veroorzaakt door de verkeers-emissies van licht verkeer dat door de hogere maximum snelheid gedurende de hele dag hoger is bij de nameting.

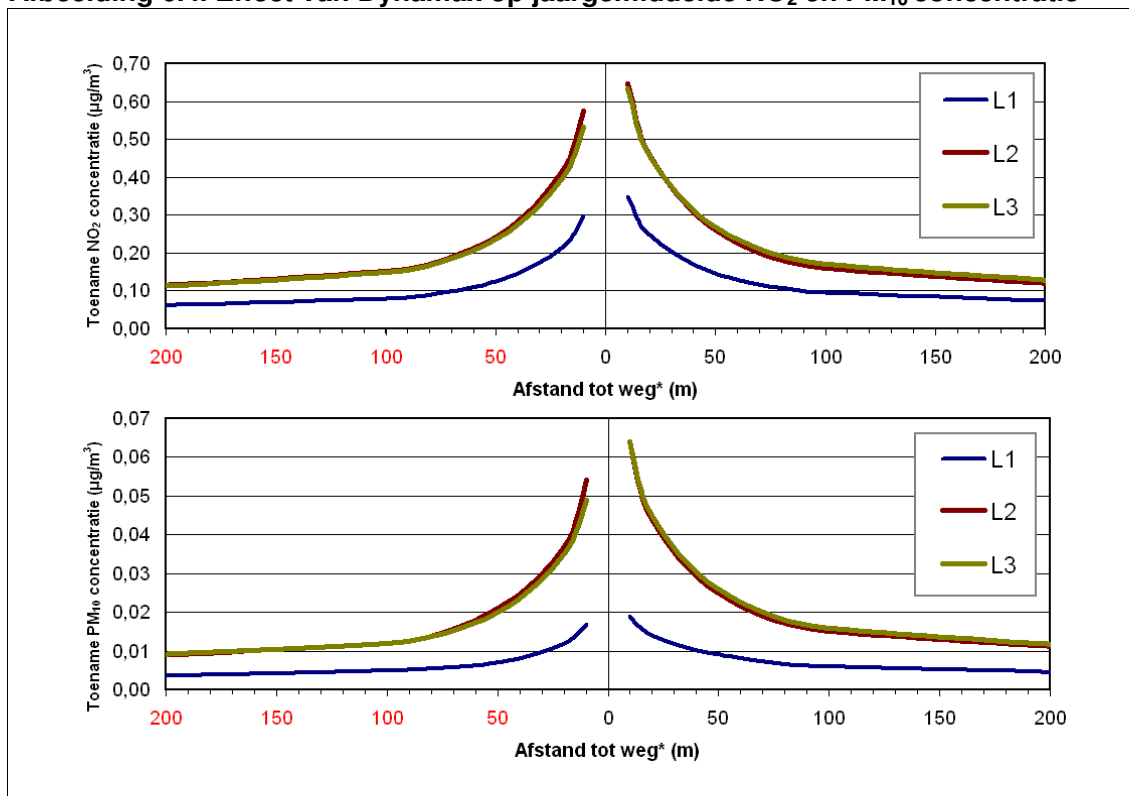
De grafieken voor locaties L2 en L3 laten zien dat de emissiestijging het grootst is gedurende de twee spitsperiodes. Deze stijging wordt veroorzaakt door de toegenomen snelheid, waarvan logischerwijs de invloed op de totale emissie groter is naarmate de verkeers-intensiteit toeneemt. Het verwachte effect van de dynamisch maximum snelheid op de congestie gaat voor deze locaties maar deels op. De congestie neemt in relatieve zin behoorlijk af (circa 40 %), echter in absolute zin treedt er weinig congestie op. Hierdoor compenseert deze afname in onvoldoende mate het effect van de snelheidsverhoging.

Resultaten concentratieberekening

Om de tweede hypothese te toetsen zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd met Pluim Snelweg. Omdat deze studie gericht is op de effecten van de proef Dynamax, zijn er vereenvoudigde modelleringen uitgevoerd van de voor en na situatie waarbij alleen het verkeer van de wegvakken rondom toetsingspunten L1, L2 en L3 op de A20 zijn meegenomen.

De jaargemiddelde concentraties zijn berekend voor diverse afstanden loodrecht vanaf de wegrand vanaf toetsingspunten L1, L2 en L3. In tabel 6.5 staan de concentratieverschillen tussen de voor en na situatie voor verschillende afstanden tot de wegrand. Het effect van de Dynamax proef is tevens weergegeven in afbeelding 6.4 waarin de concentratieverschillen tussen de voor- en nameting ten opzichte van de wegafstand zijn weergegeven.

Afbeelding 6.4. Effect van Dynamax op jaargemiddelde NO₂ en PM₁₀ concentratie



* Linkerkant (rode cijfers): afstand tot zuidelijke wegrand, rechterkant (zwarte cijfers): afstand tot de noordelijke wegrand.

Tabel 6.5. Effect van Dynamax op jaargemiddelde NO₂ en PM₁₀ concentratie

locatie	stof	afstand tot wegrand (m)					
		zuidzijde			noordzijde		
		1000	100	10	10	100	1000
L1 (32,8)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,1	0,3	0,4	0,1	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L2 (31,4)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,1	0,6	0,7	0,2	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
L3 (30,2)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,1	0,6	0,7	0,2	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0

Uit de resultaten blijkt dat de Dynamax proef een beperkte invloed heeft op de jaargemiddelde concentraties NO₂ langs het traject. De toename van de verkeersbijdrage op beoordelingslocaties L2 en L3 bedraagt maximaal circa 0,7 µg/m³ op 10 m van de wegrand. Op locatie L1 is de invloed van de (in absolute zin) grotere congestieafname terug te zien in een kleinere toename in de verkeersbijdrage, van maximaal 0,4 µg/m³ op 10 m van de wegrand.

6.3. Tweede nameting en varianten

Na de eerste nameting is een tweede nameting uitgevoerd waarbij de Dynamax parameters scherper ingesteld zijn zodat er met name buiten de spitsperiodes minder vaak naar 100 km/h wordt geschakeld.

Op basis van de resultaten van de tweede nameting is een verkenning uitgevoerd naar de mogelijkheden om de luchtkwaliteit te verbeteren ten opzichte van de eerste nameting. Hierbij is gekeken naar het scherper aftellen van de Dynamax parameters en het gedeeltematig uitschakelen van Dynamax gedurende bepaalde dagdelen. De volgende varianten zijn doorgerekend:

- **variant 1** - berekeningen op basis van de inzet van Dynamax uit de tweede nameting;
- **variant 2** - zoals 1, maar dan met het uitgangspunt dat Dynamax op werkdagen tussen de ochtend- en avondspits uitstaat;
- **variant 3** - zoals 2, maar dan met het uitgangspunt dat Dynamax ook in het weekend (gehele dag met uitzondering van de nacht) is uitgeschakeld;
- **variant 4** - zoals 3, maar dan met het uitgangspunt dat Dynamax ook in de nacht (gedurende de hele week) is uitgeschakeld.

Voor het doorrekenen van deze varianten moesten een aantal aannames worden gedaan. Voor variant 1 is uitgegaan van het % van de tijd dat 100 km/h wordt getoond uit de tweede nameting, waarbij het % in de nacht is bijgesteld naar een meer realistisch percentage: 90 %. Daarnaast is voor variant 1 uitgegaan van dezelfde verkeerskundige effecten (verbeterde doorstroming) als de eerste nameting. Indien de Dynamax parameters verder geoptimaliseerd worden is dit waarschijnlijk ook haalbaar, en op zijn minst benaderbaar.

Voor varianten 2, 3 en 4 is het % van de tijd dat 100 km/h wordt getoond op 0 % gezet voor de perioden dat Dynamax is uitgeschakeld (verschillende perioden voor de verschillende varianten). Verder is ervan uitgegaan dat de verkeerskundige winst (verminderde congestie) tussen de spitsperioden niet meer optreedt omdat Dynamax dan is uitgeschakeld.

Effectbepaling emissies

Op basis van een bewerking van de verkeersgegevens en de emissiefactoren voor snelwegen¹ zijn de verkeersemissies berekend van NO_x en PM₁₀ voor een representatief etmaal tijdens de voormeting (zonder Dynamax) en de vier varianten waarbij op verschillende periodes de Dynamax is ingeschakeld. De verkeersgegevens van de vier varianten zijn gebaseerd op een bewerking van de verkeersgegevens van de tweede nameting (met Dynamax). De emissiebepalingen hebben alleen betrekking op de weghelft waar de Dynamax proef is uitgevoerd en geldt voor een gemiddelde weekdag in 2011.

In tabel 6.6 staan van de vier varianten de effecten op de totale emissies NO_x en PM₁₀ gedurende het etmaal voor de locaties L1, L2 en L3 samengevat. Opeenvolgend in de tabellen staan de procentuele verschillen van de totale emissies per variant ten opzichte van de voormeting. In bijlage VII zijn afbeeldingen opgenomen waarbij voor alle vier de varianten de emissieverschillen voor NO_x en PM₁₀ zijn uitgezet in de tijd en tabellen waarin de totale emissies NO_x en PM₁₀ gedurende het etmaal zijn weergegeven.

Tabel 6.6. Effect van Dynamax varianten op NO_x en PM₁₀ emissie (tweede nameting)

stof	beoordelingslocatie	variant 1	variant 2	variant 3	variant 4
NO_x	L1	+ 0,7 %	+ 0,6 %	+ 0,1 %	- 0,1 %
	L2	+ 3,0 %	+ 2,5 %	+ 1,9 %	+ 1,7 %
	L3	+ 4,0 %	+ 3,3 %	+ 2,6 %	+ 2,3 %
PM₁₀	L1	+ 0,2 %	+ 0,3 %	- 0,2 %	- 0,4 %
	L2	+ 2,9 %	+ 2,4 %	+ 1,9 %	+ 1,7 %
	L3	+ 3,3 %	+ 2,8 %	+ 2,2 %	+ 2,0 %

¹ RIVM, maart 2011.

De toename van de NO_x en PM₁₀ emissie op basis van de verkeersgegevens van de tweede nameting is minder groot dan de bij de eerste nameting. Het negatieve effect van Dynamax op de verkeersemissie neemt logischerwijs af naarmate Dynamax vaker wordt uitgeschakeld. Op toetsingslocatie L1 heeft variant 3 zelfs een positief effect op de PM₁₀ emissie en variant 4 een positief effect op zowel de NO_x als de PM₁₀ emissie. Dit betekent dat Dynamax gedurende de spits een gunstig effect heeft op de verkeersemissie op locatie L1. De voorafgaande verwachting dat de congestieafname de negatieve effecten van Dynamax compenseert, gaat alleen (deels) op voor variant 3 en 4 op locatie L1.

Resultaten concentratieberekening

Voor varianten 1 (tweede nameting) en 3 (tweede nameting, Dynamax op werkdagen tussen OS en AS en overdag in het weekend uitgeschakeld) is er ook een verspreidingsberekening uitgevoerd. Omdat deze studie gericht is op de effecten van de proef Dynamax, zijn er vereenvoudigde modelleringen uitgevoerd van de voor- en nasituatie waarbij alleen het verkeer van de wegvakken rondom de toetsingspunten L1, L2 en L3 op de A20 zijn meegenomen.

De jaargemiddelde concentraties zijn berekend voor diverse afstanden loodrecht vanaf de wegrand vanaf de toetsingspunten L1, L2 en L3. In de tabellen 6.7 en 6.8 staan de concentratieverschillen tussen de voor- en nasituatie voor verschillende afstanden tot de wegrand voor respectievelijk variant 1 en variant 3. In bijlage VIII zijn de resultaten grafisch weergegeven.

Tabel 6.7. Effect van variant 1 op jaargemiddelde NO₂ en PM₁₀ concentratie

locatie	stof	afstand tot wegrand (m)					
		zuidzijde			noordzijde		
		1.000	100	10	10	100	1.000
L1 (32,8)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L2 (31,4)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,1	0,5	0,5	0,1	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
L3 (30,2)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,1	0,4	0,5	0,1	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0

Tabel 6.8. Effect van variant 3 op jaargemiddelde NO₂ en PM₁₀ concentratie

locatie	stof	afstand tot wegrand (m)					
		zuidzijde			noordzijde		
		1.000	100	10	10	100	1.000
L1 (32,8)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L2 (31,4)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,1	0,3	0,3	0,1	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L3 (30,2)	NO ₂ (µg/m ³)	0,0	0,1	0,3	0,3	0,1	0,0
	PM ₁₀ (µg/m ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

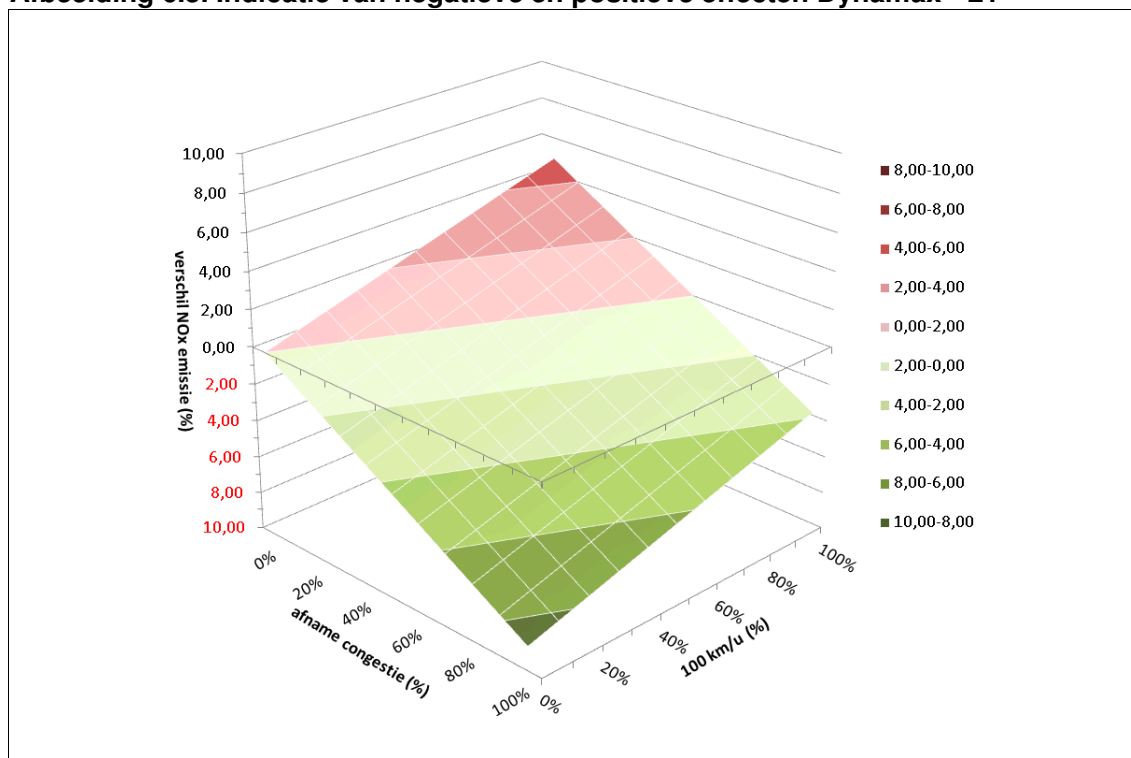
De invloed van Dynamax, op werkdagen tussen OS en AS en overdag in het weekend uitgeschakeld, op de jaargemiddelde concentraties PM₁₀ en NO₂ langs het traject is zeer gering. Op locatie L1 is de toename in de verkeersbijdrage nihil, van maximaal 0,1 µg/m³ NO₂ op 10 m van de wegrand. De toename van de verkeersbijdrage op de beoordelingslocaties L2 en L3 bedraagt maximaal circa 0,3 µg/m³ NO₂ op 10 m van de wegrand. De jaargemiddelde PM₁₀ concentraties veranderen nauwelijks.

6.4. Discussie

De resultaten van de emissieberekeningen tonen aan dat de positieve effecten van de Dynamax proef (congestie afname) onvoldoende compenseren voor de negatieve effecten (snelheidsverhoging), waardoor de totale PM₁₀ en NO₂ emissie per saldo toeneemt. Dit is terug te zien bij de verspreidingsberekeningen waar de jaargemiddelde PM₁₀ en NO₂ langs het traject een kleine stijging laten zien.

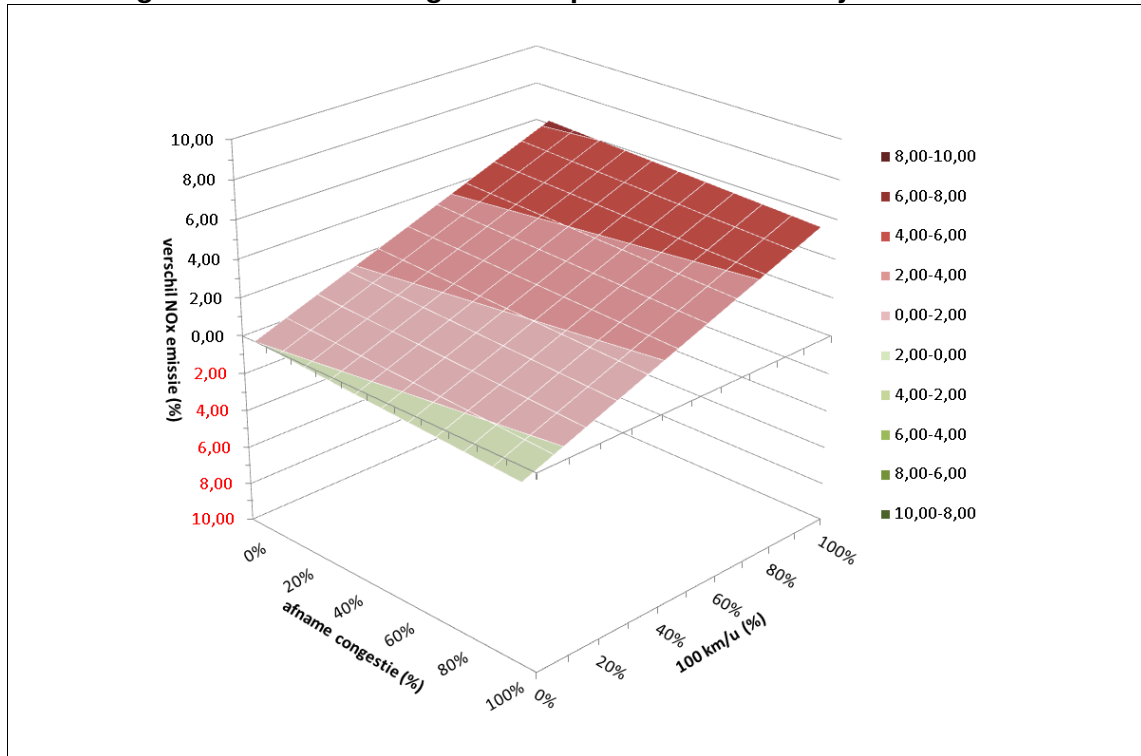
Opvallend hierbij is dat de emissietoename op de toetsingslocaties L2 en L3 veel groter is dan op L1, terwijl de relatieve congestieafname op deze toetsingslocaties veel groter is. Dit komt doordat de absolute afname van congestie relatief klein is, omdat het percentage congestie op deze wegvlakken erg laag is in de voormeting. De positieve effecten zijn op deze stroken dan ook verwaarloosbaar ten opzichte van de negatieve effecten.

Afbeelding 6.5. Indicatie van negatieve en positieve effecten Dynamax - L1

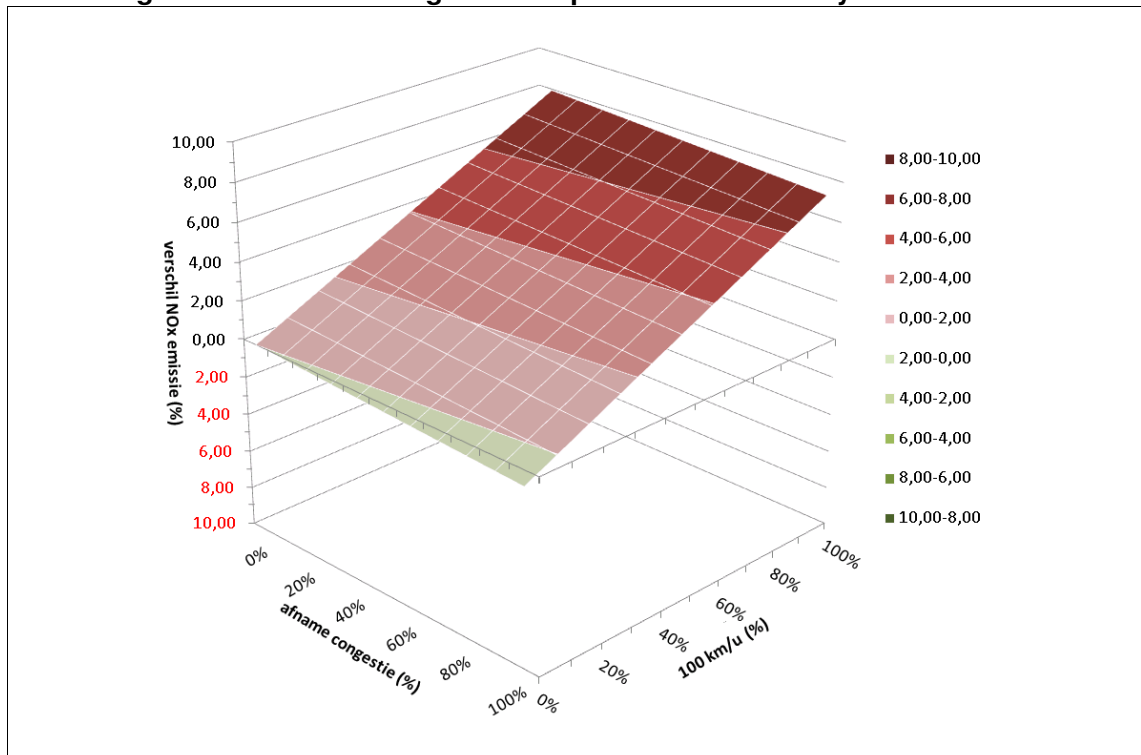


Om meer inzicht te geven in de bandbreedte van de mogelijke effecten van Dynamax zijn de afbeeldingen 6.5 tot en met 6.7 opgenomen voor de verkeerssituatie van respectievelijk de toetsingslocaties L1, L2 en L3. De afbeeldingen geven een indicatie van de resultaten als gevolg van de wisselwerking van negatieve en positieve effecten van Dynamax. Uit de afbeeldingen wordt duidelijk dat op de locaties L2 en L3 (in tegenstelling tot L1) nagenoeg onmogelijk gecompenseerd kan worden voor de negatieve effecten, vanwege de lage congestie in de uitgangssituatie. De afbeeldingen maken eveneens duidelijk dat de bandbreedte van de effecten van Dynamax per locatie sterk kan verschillen.

Afbeelding 6.6. Indicatie van negatieve en positieve effecten Dynamax - L2



Afbeelding 6.7. Indicatie van negatieve en positieve effecten Dynamax - L3



6.5. Conclusie

Hypothese L1

De emissies van PM₁₀ en NO_x blijven gelijk.

Op grond van de bevindingen moeten wij hypothese L1 **verwerpen**: de verkeersemissies van NO_x en PM₁₀ nemen op alle meetpunten toe.

Hypothese L2

De jaargemiddelde concentraties PM₁₀ en NO₂ op 10 m van de wegrand blijven gelijk.

Hypothese L2 moeten wij ook **verwerpen**: de bijdrage van de A20 aan de jaargemiddelde concentraties PM₁₀ en NO₂ op 10 m van de wegrand neemt (zij het in beperkte mate) toe.

Voor locaties L2 en L3 zal het negatieve effect op luchtkwaliteit niet gecompenseerd kunnen worden door het beter afstellen van Dynamax en/of het gedeeltelijk uitschakelen van Dynamax op bepaalde dagdelen. Voor locatie L1 aan het begin van het Dynamax traject kan een combinatie van deze maatregelen wel tot een neutraal (of positief) effect op luchtkwaliteit leiden. Er is nader onderzoek nodig om dit verder te concretiseren.

7. EFFECT OP GELUIDNIVEAU

Vanwege de praktijkproef Dynamax A20 zal de verkeersstroom zich anders gaan gedragen en dat heeft gevolgen voor de geluidafstraling van de verkeersstroom. Door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) zijn tijdens de praktijkproef geluidmetingen uitgevoerd langs de A20 in de situatie voorafgaand aan en tijdens de praktijkproef. Uit de verschillen kan het effect op de geluidafstraling worden afgeleid.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het theoretisch te verwachten effect dat de praktijkproef heeft op de geluidafstraling van de A20 naar de omgeving. De geluidemissie van het verkeer op een weg is afhankelijk van het aantal voertuigen, de verhouding lichte, middelzware en zware voertuigen, de snelheid waarmee deze voertuigen rijden en het type wegverharding. Laatstgenoemde factor is constant tijdens de praktijkproef. De overige factoren zijn te achterhalen uit de ingewonnen MoniCa data en de RESI data. Met deze gegevens wordt de emissie in verschillende situaties. Dit wordt vergeleken met het werkelijk gemeten effect.

7.1. Aanpak en werkwijze

Het doel van de theoretisch effectbepaling is om zo zuiver mogelijk het verschil in de geluidafstraling van de weg te bepalen. De aanpak is als volgt.

Theoretische effectbepaling en geluidmetingen

Het geluidniveau in de omgeving van een weg bestaat uit een geluidemissie van het verkeer en verschillende dempingen die in de overdracht van de weg naar de omgeving bestaan, zoals de afstandsdemping, luchtdemping, meteo-invloeden, demping en reflectie door objecten en bodemdemping. Deze zijn vastgelegd in het Reken- en meetvoorschrift wegverkeerslawaai (2006). Om het theoretische effect te kunnen bepalen zijn wij alleen geïnteresseerd in de verandering van de geluidemissie van de weg als geheel, de verschillende dempingen worden dan in principe constant verondersteld.

Voor het vergelijken van het gevonden theoretisch effect met de praktijkmetingen moet de emissie echter worden omgewerkt naar het meetpunt dat zich op relatief kleine afstand tot de weg bevindt. Relatief klein betekent in dit geval: de afstand van het meetpunt tot de kantverharding van de weg is kleiner dan de breedte van de weg. In de theoretische benadering zal dus rekening moeten worden gehouden met de verschillende afstanden die gelden van het meetpunt tot de acht rijstroken. Het is daarom noodzakelijk om de geluidemissie per rijstrook te bepalen en daarnaast ook de afstandsdemping, luchtdemping en de invloed van meteo per overdrachtsweg van rijstrook naar het meetpunt.

Bepaling van de jaargemiddelde geluidemissie

Idealiter zou van elke voertuigpassage de emissie worden berekend en gemeten. De emissies worden vervolgens toegekend aan een dag-, avond- en nachtperiode en per periode bij elkaar opgeteld. De volgende dag herhaalt zich dit, tot aan het eind van een jaar het jaargemiddelde L_{den} kan worden bepaald op basis van de jaargemiddelde dag-, avond- en nachtemissie. Aangezien het om circa 150.000 voertuigpassages per etmaal gaat, is de hiervoor genoemde aanpak een omvangrijke bewerking van verkeersgegevens. Daarbij zouden ook de benodigde praktijkmetingen zeer hoge kosten met zich meebrengen.

In dit onderzoek wordt daarom op voorhand een middeling uitgevoerd op de verkeersgegevens, waaruit voor de duur van de praktijkproef het gemiddeld aantal lichte, middelzware en zware voertuigen, de verdeling hiervan over de rijstroken en de rijsnelheid per voertuigfractie volgt in elk uur van het etmaal.

Verschillende situaties

Voor een volledig beeld van het effect van de praktijkproef worden de volgende situaties onderzocht:

- voormeting, de regimesnelheid bedraagt continu 80 km/u;
- nameting, de regimesnelheid bedraagt soms 80 en soms 100 km/u.

Per situatie worden de emissies bepaald voor de volgende etmaalperioden:

- het gehele etmaal (maatgevend voor de Lden);
- de dagperiode (07.00-19.00 uur);
- de avondperiode (19.00-23.00 uur);
- de nachtperiode (23.00-07.00 uur);
- de ochtendspits (07.00-09.00 uur);
- de avondspits (16.00-18.00 uur).

Normaal gesproken wordt in een akoestisch onderzoek per voertuigfractie met een vaste voorgeschreven snelheid gerekend op basis van de regimesnelheid, zoals in tabel 7.1 is vermeld.

Tabel 7.1. Snelheid in km/u per voertuigfractie bij verschillende regimesnelheden

regimesnelheid	lichte mvt	middelzware mvt	zware mvt
80	80	80	80
90	90	80	80
100	100	80	80
120	115	90	90

mvt = motorvoertuigen.

Bekend is in dit onderzoek het aantal en type voertuigen tijdens de regimesnelheden 80 en 100 km/u. Deze voertuigen krijgen in eerste instantie een snelheid toebedeeld als in de tabel vermeld.

Interessant en voor een vergelijking met de geluidmetingen onmisbaar, is het hanteren van de werkelijk gereden snelheden zoals die zijn geregistreerd. Bovenstaande situaties worden als variant daarom ook met deze snelheden bepaald.

7.2. Uitgangspunten voor de bepaling van het effect op de geluidemissie

Locatie

Het onderzoek wordt uitgevoerd op basis van RESI en MoniCa data van een telpunt ter hoogte van doorsnede 30,2 km. In lengterichting gezien is dit telpunt ongeveer op de helft van het weefvak van de noordbaan.

Dwarsprofiel

In dit onderzoek wordt uitgegaan van een dwarsprofiel als vermeld in bijlage IV. Dit dwarsprofiel is alleen van belang voor het vergelijken van de theoretische uitkomsten met de geluidmetingen die door RIVM zijn uitgevoerd. Met deze geometrie bedraagt de totale wegbreedte 33,6 m.

Uit het geometrisch overzicht blijkt dat de geluidmetingen op relatief kleine afstand tot de weg zijn uitgevoerd. Het is daarom van belang om bij het vergelijken van de theoretische uitkomsten rekening te houden met het afstandseffect in de bijdrage van elke rijstrook.

Voor het zuivere theoretisch effect van Dynamax A20 ligt het 'meetpunt' veel verder van de weg, waardoor de verschillende rijstroken als het ware samenvallen tot één rijlijn. In de

presentatie van de uitkomsten wordt daarom een effect getoond dat dient om te vergelijken met de geluidmetingen en een effect op grotere afstand.

De laatst genoemde berekening is hieronder opgenomen, aangezien deze maatgevend is voor de geluidstoename ten gevolge van Dynamax. In bijlage X is de berekening op de RIVM meetlocatie opgenomen.

Verschillen in intensiteiten per situatie

Omdat de verkeersstroom over een rijksweg van dag tot dag verschillend kan zijn, bestaat de kans dat naast snelheidsverschillen ook intensiteitsverschillen worden gemeten in de situatie voor en tijdens de praktijkproef. Omdat de intensiteiten mede de emissie bepalen, dient dit effect eruit te worden gefilterd. De per periode berekende emissie wordt gecorrigeerd voor de in die periode gemeten totale voertuigstroom.

7.3. De effecten op de geluidemissie

Het maximaal te verwachten effect op de geluidemissie kan worden berekend door uit te gaan van de gemiddelde samenstelling van het verkeer, en daarbij de snelheid van alle lichte motorvoertuigen te veranderen van 80 naar 100 km/u. Dit geeft een toename te zien van 0,7 dB¹. In bijlage V is de berekening in detail weergegeven. In de praktijk zal het beeld niet zo zwart/wit zijn, omdat:

- de snelheidsverhoging niet altijd voor een volledige periode geldt;
- de voertuigen niet altijd de maximumsnelheid zullen halen.

Het juridisch effect van de snelheidsverhoging zal echter worden bepaald op basis van de regimesnelheid van 100 km/u voor een gehele periode. Dan is de toename van 0,7 dB wel aan de orde.

Het effect op basis van de voorgeschreven te hanteren (wettelijke) snelheden

In tabel 7.2 wordt het effect op het geluid vanwege Dynamax A20 getoond, geldend voor de grotere afstanden waardoor de A20 als één rijlijn kan worden gezien. Vanaf 1.200 m blijft het verschil in de emissies constant en kan de A20 op deze doorsnede worden gezien als één rijlijn.

Tabel 7.2. Effect van Dynamax A20 bij hanteren wettelijke snelheden

periode	geluidbijdrage voormeting [dB]	geluidbijdrage praktijkproef [dB]	verschil totaal [dB]	intensiteitscorr. [dB]	effect snelheid [dB]
hele etmaal	50,4	50,6	0,19	0,00	0,19
dag	48,0	48,3	0,31	0,00	0,31
avond	45,8	45,8	0,04	0,00	0,04
nacht	42,4	42,6	0,17	0,00	0,17
ochtendspits	47,7	48,1	0,36	0,00	0,36
avondspits	48,1	48,5	0,41	0,00	0,41

¹ De toename van 0,7 dB is berekend op basis van de Standaard Rekenmethode I (SRM-I). In de bepaling van het emissiegetal is deze methode eenvoudiger dan Standaard Rekenmethode II (SRM-II) om dat wegdekcorrectiefactoren niet spectraal maar ééngetalswaarden zijn. De ééngetalswaarden worden bepaald op basis van de referentiesnelheid van 80 km./u en de hoogste correctiefactor in het spectrum bij een bepaald type wegdek. Het effect van de snelheidsverhoging wordt met de SRM-I iets overschat: met SRM-II bedraagt het verschil bij enkellaags ZOAB niet 0,7 maar 0,5 dB.

Uit tabel 7.2 blijkt dat de emissie licht toe neemt vanwege de hogere snelheid. Tijdens de avondspits is de toename het grootst met 0,4 dB, dit is nog altijd minder de maximaal verwachte toename van 0,7 dB.

Het effect op basis van de werkelijk gereden snelheden

In tabel 7.3 wordt het effect op het geluid vanwege Dynamax A20 getoond wanneer wordt gerekend met de werkelijk gereden voertuigsnelheden, geldend voor de grotere afstanden waardoor de A20 als één rijlijn kan worden gezien.

Tabel 7.3. Effect van Dynamax A20 bij hanteren werkelijk gereden snelheden

periode	geluidbijdrage voormeting [dB]	geluidbijdrage praktijkproef [dB]	verschil totaal [dB]	intensiteitscorr. [dB]	effect snelheid [dB]
hele etmaal	50,2	50,3	0,10	0,01	0,09
dag	47,4	47,5	0,17	0,01	0,16
avond	45,7	45,7	0,04	0,00	0,03
nacht	42,3	42,4	0,09	0,03	0,06
ochtendspits	47,1	47,2	0,16	0,01	0,14
avondspits	47,0	47,2	0,18	0,01	0,17

Uit tabel 7.3 blijkt dat op vanwege de werkelijk gereden snelheden een lichte toename van 0,1 dB over het gehele etmaal valt te verwachten, kleiner dan wanneer wordt uitgegaan van de wettelijk toegestane snelheid. De toename wordt vooral veroorzaakt door de beide spitsperiodes, in de avond- en nachtperiodes zijn de toenamen kleiner.

Het RIVM heeft aan de zuidzijde van de A20 geluidmetingen verricht en concludeert daaruit dat de geluidsbelasting met $0,8 \pm 0,5$ dB dB toeneemt door de praktijkproef, op basis van berekeningen bedraagt de toename van de geluidsbelasting circa 0,2 dB (zie bijlage X).

7.4. Tweede nameting en varianten

Na de eerste nameting is een tweede nameting uitgevoerd waarbij de Dynamax parameters scherper ingesteld zijn zodat er met name buiten de spitsperiodes minder vaak naar 100 km/h wordt geschakeld. Op basis van de resultaten van de tweede nameting is een verkenning uitgevoerd naar de mogelijkheden om de geluidsbelasting te verbeteren ten opzichte van de eerste nameting. De volgende varianten zijn doorgerekend (zie ook paragraaf 6.3):

- **variant 1** - berekeningen op basis van de inzet van Dynamax uit de tweede nameting;
- **variant 2** - zoals 1, maar dan met het uitgangspunt dat Dynamax op werkdagen tussen de ochtend- en avondspits uitstaat;
- **variant 3** - zoals 2, maar dan met het uitgangspunt dat Dynamax ook in het weekend (gehele dag met uitzondering van een groot deel van de nachtperiode) is uitgeschakeld;
- **variant 4** - zoals 3, maar dan met het uitgangspunt dat Dynamax ook in een groot deel van de nachtperiode (gedurende de hele week) is uitgeschakeld.

Voor variant 1 is uitgegaan van het % van de tijd dat 100 km/h wordt getoond uit de tweede nameting, waarbij het % in de nachtperiode is bijgesteld naar 90 %. Dit is voor een lange meetperiode realistischer dan de gemeten 50 %.

Voor de varianten 2, 3 en 4 is het % van de tijd dat 100 km/h wordt getoond op 0 % gezet voor de perioden dat Dynamax is uitgeschakeld (verschillende perioden voor de verschillende varianten). Verder is ervan uitgegaan dat de verkeerskundige winst (verminderde

congestie) tussen de spitsperioden niet meer optreedt omdat Dynamax dan is uitgeschakeld.

Het effect van deze varianten op de geluidemissie van de weg is berekend voor een afstand tot de weg van 1.200 m (waar de weg als één geconcentreerde lijnbron kan worden gezien) en wordt in tabel 7.4 weergegeven.

Tabel 7.4. Effect op grote afstand bij hanteren wettelijke snelheden variant 1 tot en met 4

periode	nameting 1	nameting 2			
		variant 1	variant 2	variant 3	variant 4
hele etmaal	0,19	0,18	0,16	0,15	0,09
dag	0,31	0,26	0,20	0,16	0,16
avond	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
nacht	0,17	0,19	0,19	0,18	0,08
ochtendspits	0,36	0,28	0,28	0,27	0,27
avondspits	0,41	0,38	0,38	0,30	0,30

Nameting 2 variant 1 laat overdag een kleinere toename van de emissie zien dan de eerste nameting en in de nachtperiode een grotere toename. Het gemiddeld effect over het etmaal is een kleinere toename dan tijdens de eerste nameting. Dit wordt enigszins versterkt als de eerste nameting zou worden gecorrigeerd voor de onderschatting van het Dynamax effect in de nachtperiode.

In variant 2 neemt de toename in de dag als geheel af, tijdens de ochtend- en avondspits blijft deze gelijk en dat stemt overeen met de wijziging van de parameters.

De afname van de geluidemissie in de dag- en avondperiode (nachtperiode beperkt) in variant 3 is het gevolg van het uitschakelen van Dynamax in de weekends.

Het uitschakelen van Dynamax in een groot deel van de nachtperiode, zoals in variant 4, laat de toename in de nachtperiode tot bijna nul dalen. Dat dit niet helemaal nul wordt, komt doordat Dynamax in de vroege ochtend (tussen 06.00 en 07.00 uur, nog net in de nachtperiode) al inschakelt.

7.5. Samenvatting en conclusie

Uit de praktijkproef Dynamax A20 blijkt dat de geluidemissie zeer licht toeneemt met 0,2 dB indien wordt uitgegaan van de wettelijk toegestane snelheid die normaliter in akoestische onderzoeken wordt gehanteerd. De toename wordt met name veroorzaakt door de beide spitsen in de dagperiode. In de avond- en nachtperiode is de toename minder groot.

Indien wordt gerekend met de werkelijk gereden snelheden blijkt dat de geluidemissie minder toeneemt, namelijk met 0,1 dB. Met name in de nachtperiode is de toename minder groot. Mogelijk is dit het gevolg geweest van wegwerkzaamheden die in de nachtperiode zijn uitgevoerd gedurende de eerste nameting.

In de verschillende varianten die voor de tweede nameting zijn doorgerekend, is de toename van de geluidsbelasting nog kleiner.

8. EFFECT OP VERKEERSVEILIGHEID

Het is, gezien de korte meetperiode, niet mogelijk om een uitspraak te doen over de toe- of afname van de verkeersveiligheid. Daarom is gekeken of er indicaties zijn die pleiten voor een toe- of afname van de verkeersveiligheid. Gekeken is naar een aantal verkeerskundige verkeersveiligheidsindicatoren en het aantal ongevallen.

8.1. Verkeerskundige verkeersveiligheidsindicatoren

In deze paragraaf worden de volgende hypothesen getoetst.

Hypothese V1

De standaarddeviatie van de snelheid neemt toe bij een maximumsnelheid van 100 km/h, zowel in de randen van de spits als in de nacht.

Hypothese V2

De spreiding van de snelheden tussen de rijstroken neemt toe.

Hypothese V3

Het aandeel zeer korte volgtijden blijft gelijk.

Hypothese V4

Het aandeel kritieke times-to-collision blijft gelijk

Om de hypothesen te toetsen zijn de voor- en (eerste) nameting met elkaar vergeleken. Dit wordt gedaan per intensiteitsklasse. Er worden 6 klassen onderscheiden:

1. intensiteit 0 - 999 vtg/u;
2. intensiteit 1.000 - 1.999 vtg/u;
3. intensiteit 2.000 - 2.999 vtg/u;
4. intensiteit 3.000 - 3.999 vtg/u;
5. intensiteit 4.000 - 4.999 vtg/u;
6. congestieklasse (snelheid < 50 km/u).

Voor iedere intensiteitsklasse is de standaarddeviatie van de snelheid bepaald, het aandeel voertuigen met een time-to-collision (TTC) kleiner dan 1,5 s en kleiner dan 3,0 s en het aandeel voertuigen met een volgtijd kleiner dan 1,0 s. Deze indicatoren zijn bepaald voor de voormetingen en de nameting (regime hoog/100, regime laag/80 en beiden).

De spreiding in de snelheid tussen de rijstroken is bepaald op grond van het absolute verschil tussen aangrenzende stroken (verschil tussen strook 1 en 2 en het verschil tussen strook 2 en 3). Om het verschil per klasse te bekijken wordt de zogenaamde *effect size* beschouwd. De effect size is vergelijkbaar met de t-waarde en drukt uit hoe groot het verschil is in de voor- en de nameting ten opzichte van de ruis. Zie paragraaf 4.2 voor een beschrijving. De gangbare waarden voor de effect size zijn:

- geen effect 0,0 - 0,3
- middelmatig effect 0,3 - 0,8
- aanzienlijk effect > 0,8

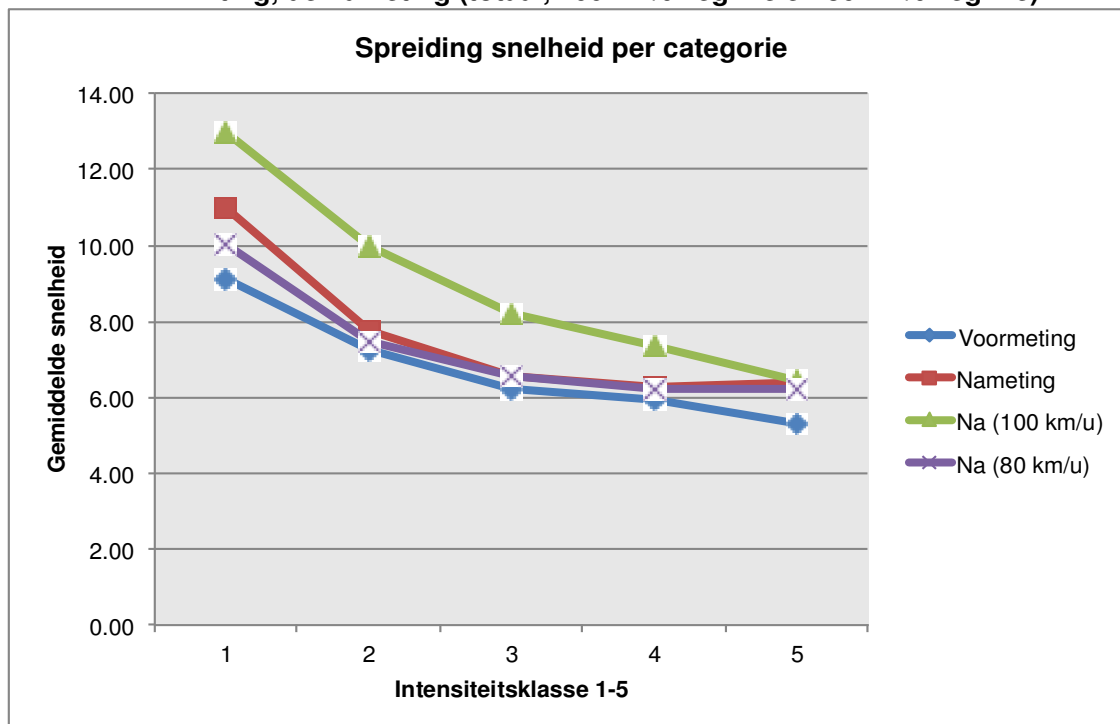
Hieronder worden de verschillende verkeerskundige veiligheidsindicatoren beschouwd.

8.1.1. Standaarddeviatie snelheid

Afbeelding 8.1 toont de standaarddeviatie van de snelheden als functie van de intensiteitsklasse 1-5 voor de verschillende situaties. De afbeeldingen tonen de voormeting (blauw), de nameting met de hoge en lage snelheidsregime samengenomen (rood), de nameting tijdens het hoge regime (groen) en de nameting bij het lage regime (paars).

De afbeelding laat duidelijk zien dat in alle situaties de standaarddeviatie een dalende functie is van de intensiteit. Ook zien wij dat in de voormeting de standaarddeviatie lager is dan in de nameting. Dit verschil kan worden verklaard uit de hogere standaarddeviaties in het hoge maximumsnelheidsregime. Maar ook in het lage maximumsnelheidsregime zien wij, ofschoon beperkte, een hogere standaarddeviatie in vergelijking met de voormeting.

Afbeelding 8.1. Standaard deviatie snelheden per intensiteitsklasse voor de voormeting, de nameting (totaal, 100 km/u regime en 80 km/u regime)



Kijken wij in meer detail, dan zien wij ook in meer kwantitatieve zin deze bevindingen in de gegevens terug. Tabel 8.1 toont de verschillen per intensiteitscategorie tussen de voor- en de nameting. Wij zien in de tabel dat in vergelijking de spreiding in de snelheid toeneemt in de nameting in vergelijking tot de voormeting. De toename ligt pakweg tussen de 0,3 km/u en de 1,9 km/u.

Nota bene: de spreiding in de nameting is ondanks dat relatief laag, met een maximum van rond de 13 km/u.

Op grond van de effect size kunnen wij constateren dat er sprake is van een middelgroot effect.

Vergelijken wij de voorsituatie met de nasituatie 'maximumsnelheidslimiet hoog', dan zien wij aanzienlijk groter verschillen, tussen de 1,1 en 3,8 km/u. Op grond van de effect size kunnen wij constateren dat dit verschil aanzienlijk is. Vergelijken wij met het lage snelheids-

regime, dan zien wij een beperkte toename. Op grond van de effect size kunnen wij constateren dat deze toename middelgroot is.

Tabel 8.1. Verschil standaarddeviatie snelheden voor- en nameting

na - voor

cat.	s	verschil	EZ
1	2.71	1.87	0.68
2	1.21	0.50	0.43
3	0.70	0.34	0.52
4	0.66	0.33	0.50
5	0.74	1.07	1.70
6	2.58	- 0.06	0.38

na: 100 - voor

cat.	s	verschil	EZ
1	2.65	3.84	1.56
2	1.31	2.71	2.05
3	0.66	1.97	3.18
4	0.68	1.45	2.28
5	0.89	1.12	1.52
6	0.73	- 0.06	0.15

na: 80 - voor

cat.	s	verschil	EZ
1	2.61	0.94	0.31
2	1.07	0.25	0.25
3	0.69	0.33	0.51
4	0.62	0.27	0.44
5	0.60	0.88	1.46
6	-	-	-

8.1.2. Snelheidsverschillen tussen rijstroken

De snelheidsverschillen tussen de rijstroken blijken een niet eenduidig beeld te vertonen. Gezien de verschillende situaties zijn de analyses per meetlocatie uitgevoerd.

De tabellen in bijlage II geven de veranderingen in de nameting ten opzichte van de voor-meting weer voor respectievelijk locatie Hm 30,2 (4 rijstroken), Hm 31,4 (3 rijstroken) en Hm 31,9 (3 rijstroken).

Zonder al te uitgebreid op de resultaten in te gaan zien wij voor locatie Hm 30,2 dat het hoge snelheidsregime leidt tot een toename in de snelheidsverschillen tussen strook 1 (uiterst links) en strook 2, met name in intensiteitscategorie 2, 3 en 4. Opvallend genoeg zien wij in het lage snelheidsregime juist het tegenovergestelde: een aanzienlijke afname van het snelheidsverschil tussen rijstrook 1 en 2.

Ook voor de locatie Hm 31,4 is het beeld niet eenduidig: wij zien een (middelgrote) toename van de snelheidsverschillen tussen rijstrook 1 (uiterst links) en rijstrook 2, die vooral voortvloeit uit een toename tijdens het hoge snelheidsregime. In het laatste geval loopt de toename op tot 4,2 km/u in intensiteitscategorie 1 (nachtregime).

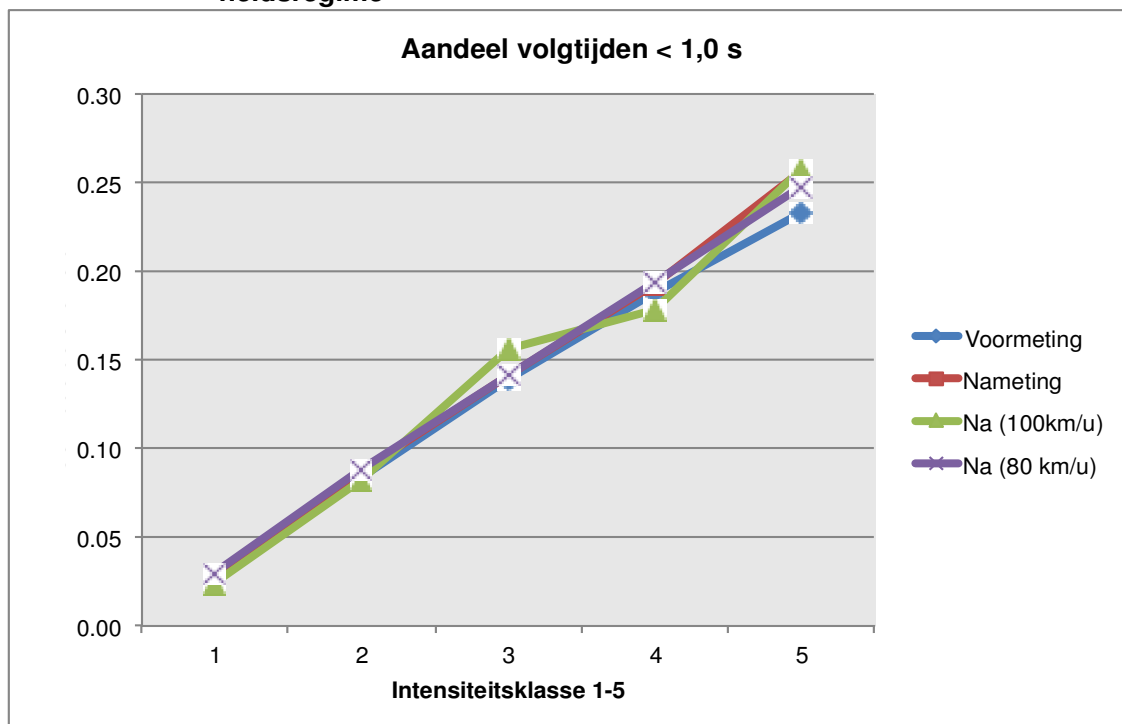
Het verschil tussen rijstrook 2 en 3 (rechterrajstrook) neemt gemiddeld af. Voor het hoge snelheidsregime zien wij weliswaar een toename (tussen de 1,1 en 3,5 km/u); voor het lage snelheidsregime zien wij een aanzienlijke afname (tussen de - 1,0 en - 3,3 km/u).

Kijken wij tot slot naar meetlocatie Hm 31,9 dan zien wij hier een gemiddelde daling in de snelheidsverschillen, zowel voor het verschil tussen rijstrook 1 en 2, als voor het verschil tussen rijstrook 2 en 3. Alleen voor het verschil tussen rijstrook 2 en 3 zien wij in de intensiteitscategorie 1 en 5 een middelgrote toename in het verschil. Dit verschil wordt veroorzaakt door de verschillen in het hoge snelheidsregime.

8.1.3. Aandeel kleine volgtijden (volgtijden < 1,0 s)

Voor de volgtijden zien wij weinig verschil tussen de voor- en de nameting. Afbeelding 8.2 geeft de relatie weer voor de verschillende situaties. Kleine verschillen zijn zichtbaar voor specifieke intensiteitscategorieën.

Afbeelding 8.2. Aandeel volgtijden < 1,0 s voor intensiteitsklassen 1-5 voor de voormeting, de nameting en de nameting voor het hoge en het lage snelheidsregime



Op grond van de analyse van de verschillen in de aandelen kleine volgtijden komen wij tot een vergelijkbare conclusie: alleen in categorie 5 (en 6) zien wij een middelgrote toename van het aandeel kleine volgtijden met respectievelijk 2,3 en 3,5 %.

Deze toename wordt veroorzaakt door de veranderingen in het aandeel korte volgtijden in het hoge regime. De tabel laat zien dat onder dit regime niet eenduidige veranderingen in het aandeel kleine volgtijden waarneembaar zijn die variëren tussen de - 1,0 en 3,5.

Voor het lage regime zien wij alleen een middelgrote verandering in intensiteitscategorie 5 van 1,6 %.

Tabel 8.2. Verschil aandeel kleine volgtijden tussen de voor- en nameting

aandeel volgtijd < 1,0 s

cat.	s	verschil	EZ
1	0.02	0.3 %	0.11
2	0.03	0.4 %	0.16
3	0.02	0.2 %	0.10
4	0.02	0.5 %	0.24
5	0.03	2.3 %	0.76
6	0.06	3.5 %	0.59

aandeel volgtijd < 1,0 s (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.02	- 0.1 %	- 0.06
2	0.03	- 0.1 %	- 0.04
3	0.02	1.7 %	0.79
4	0.02	- 1.0 %	- 0.40
5	0.03	2.5 %	0.82
6	0.06	3.5 %	0.60

aandeel volgtijd < 1,0 s (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.02	0.5 %	0.19
2	0.03	0.5 %	0.18
3	0.02	0.2 %	0.09
4	0.02	0.6 %	0.26
5	0.03	1.6 %	0.48
6	-	-	-

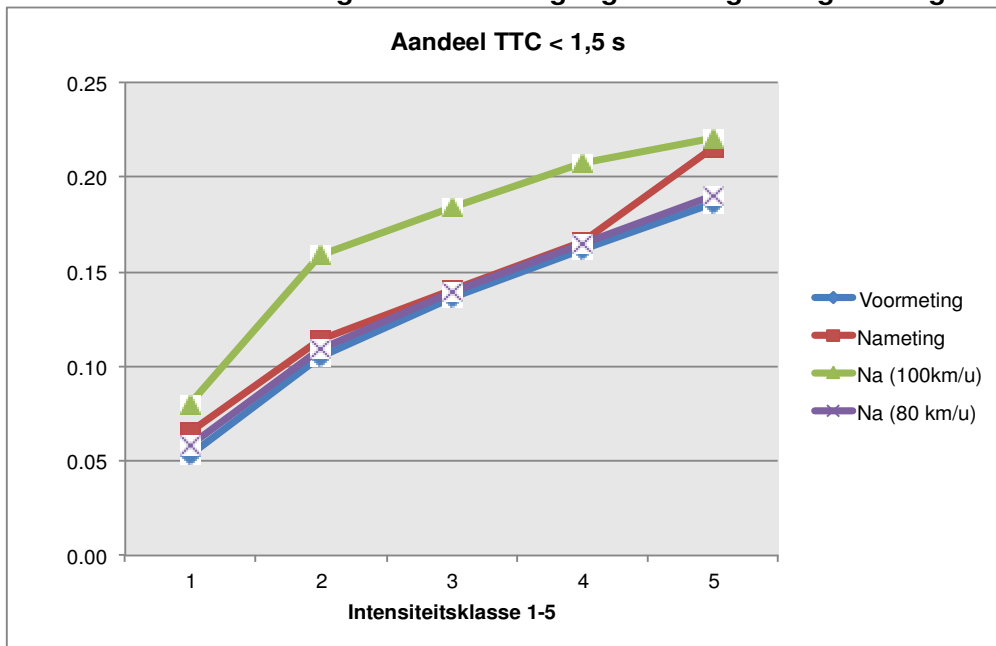
8.1.4. Aandeel kleine time-to-collisions

Afbeelding 8.3 toont het aandeel TTC's (time-to-collisions) kleiner dan 1,5 s, als functie van de intensiteitsklasse. Uit de afbeelding zien wij dat de verschillen tussen de voor- en de nameting klein zijn: alleen voor intensiteitscategorie 5 zien wij een beperkte toename in aandeel kleine TTC's. Verder valt op dat alleen voor de nameting regime hoog het aandeel TTC's kleiner dan 1,5 s aanzienlijk groter is dan in de voormeting.

Tabel 8.3 toont de verschillen tussen de voor- en nameting, voor het aandeel TTC < 1,5 s en het aandeel TTC < 3,0 s. Uit de tabel wordt duidelijk dat er nauwelijks verschillen zijn tussen de voormeting en de nameting maximumsnelheidsregime laag. Dit geldt echter niet voor het verschil tussen de voormeting en de nameting maximumsnelheidsregime hoog: het verschil in aandeel TTC < 1,5 s varieert hier tussen de 2,7 en de 5,3 %. Op grond van de effect size zijn deze verschillen aanzienlijk te noemen.

Deze bevinding is consistent met de bevinding ten aanzien van de spreiding in de snelheid: hoe groter de spreiding, hoe groter de kans op een TTC < 1,5 s.

Afbeelding 8.3. Aandeel TTC < 1,5 s per intensiteitsklasse voor de voormeting, de nameting en de nameting regime hoog en regime laag



Tabel 8.3. Verschil aandeel kleine TTC's tussen voor- en nameting

aandeel TTC < 1,5 s (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.03	1.2 %	0.39
2	0.02	0.8 %	0.36
3	0.02	0.3 %	0.20
4	0.02	0.5 %	0.28
5	0.02	2.9 %	1.70
6	0.04	2.7 %	0.78

aandeel TTC < 3,0 s (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.05	2.0 %	0.42
2	0.03	0.6 %	0.22
3	0.02	- 0.1 %	-0.11
4	0.02	0.0 %	0.00
5	0.02	1.5 %	0.93
6	0.05	2.3 %	0.50

aandeel TTC < 1,5 s (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.03	2.7 %	0.90
2	0.02	5.3 %	2.51
3	0.02	4.7 %	2.80
4	0.01	4.6 %	3.15
5	0.02	3.4 %	2.36
6	0.04	2.7 %	0.77

aandeel TTC < 3,0 s (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.05	4.5 %	0.97
2	0.03	6.9 %	2.18
3	0.02	4.4 %	2.60
4	0.02	3.7 %	1.85
5	0.02	2.0 %	1.15
6	0.03	2.3 %	0.88

aandeel TTC < 1,5 s (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.03	0.5 %	0.16
2	0.02	0.3 %	0.17
3	0.02	0.3 %	0.17
4	0.02	0.3 %	0.20
5	0.01	0.4 %	0.27
6	-	-	-

aandeel TTC < 3,0 s (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	0.04	0.8 %	0.17
2	0.02	- 0.1 %	- 0.04
3	0.02	- 0.2 %	- 0.13
4	0.02	- 0.2 %	- 0.08
5	0.01	- 1.1 %	- 0.81
6	-	-	-

8.1.5. Conclusies en toetsing

Kijken wij nu naar de hypothesen, dan kunnen wij het volgende concluderen.

Hypothese V1

De standaarddeviatie van de snelheid neemt toe bij een maximumsnelheid van 100 km/h, zowel in de randen van de spits als in de nacht.

Op grond van de bevindingen, kunnen wij hypothese V1 **accepteren**: wij zien, met name in de situatie met een maximumsnelheid van 100 km/u, duidelijk een aanzienlijke toename van de spreiding in de snelheid (tussen de 1,1 en 3,8 km/u).

Hypothese V2

De spreiding van de snelheden tussen de rijstroken neemt toe.

Hypothese V2 kan niet eenduidig worden geaccepteerd, noch worden verworpen. Ten eerste omdat wij grote verschillen zien tussen de verschillende meetlocaties. Indien wij alleen kijken naar het hoge maximumsnelheidsregime, dan kunnen wij - zij het met enige terughoudendheid - de hypothese **accepteren**. Voor dit regime zien wij namelijk in bijna alle gevallen een toename in het snelheidsverschil tussen de rijstroken in de nameting ten opzichte van de voormeting.

Hypothese V3

Het aandeel zeer korte volgtijden blijft gelijk.

Hypothese V3 kunnen wij **accepteren**, maar wel met de kanttekening dat er in de hoogste intensiteitsklasse **wel** sprake is van een toename in het aandeel kleine volgtijden (gemiddeld verschil tussen voor- en nameting van 2,3 %).

Hypothese V4

Het aandeel kritieke times-to-collision blijft gelijk.

Hypothese V4 moeten wij **verwerpen**: ofschoon er voor het lage regime in de nameting geen aantoonbaar verschil is tussen de voor- en de nameting, voor het hoge regime, waar wij eerder ook een hogere standaarddeviatie vaststelden, is er sprake van een verhoging van het aandeel kritieke en oncomfortabele TTC's. Voor kritieke TTC's (kleiner dan 1,5 s) zien wij een toename tussen de 2,7 en de 5,3 %. Voor oncomfortabele TTC's (kleiner dan 3,0 s) zien wij een toename tussen de 2,0 en 6,9 %. Op grond van de effect size kunnen wij constateren dat deze toename aanzienlijk is.

8.2. Aantal ongevallen

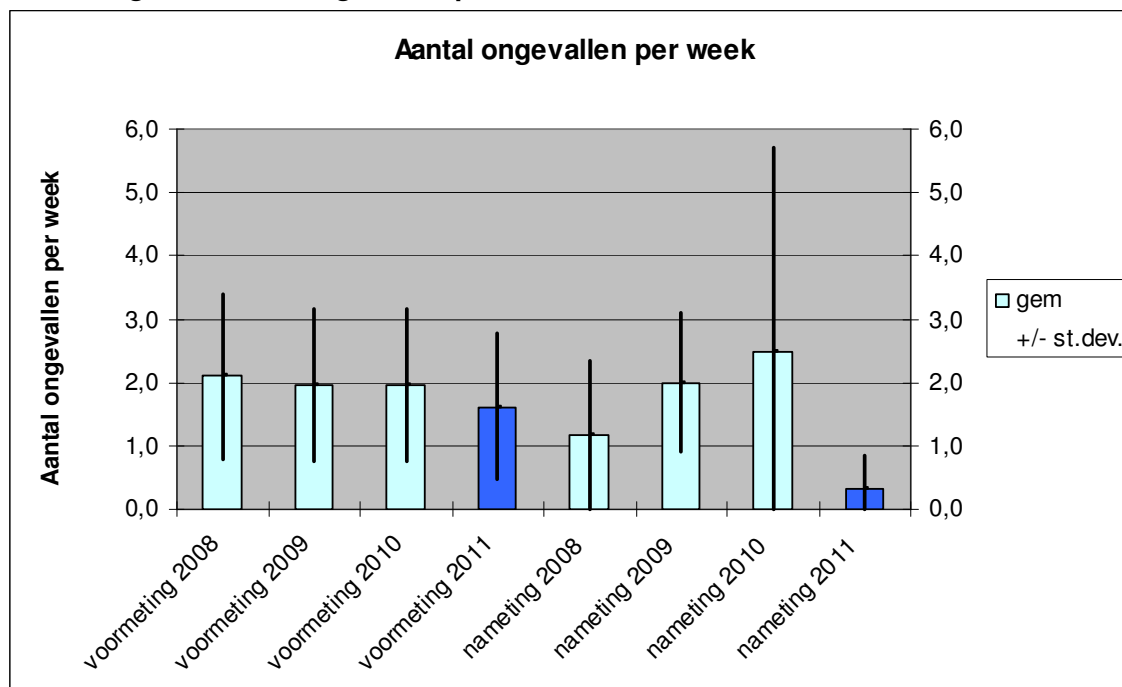
In tabel 8.4 en afbeelding 8.4 is het aantal ongevallen per week weergegeven tijdens de periode van de voor- en nameting en van de dezelfde perioden een aantal jaren geleden. Tijdens de voormeting periode ligt voor alle jaren het gemiddelde rond de 2,0 ongevallen per week met een standaarddeviatie van rond de 1,2. Voor de nameting is de spreiding tussen de verschillende jaren duidelijk groter. Dit verschil is logisch, aangezien de nameting uit 5 weken bestaat, en de voormeting uit 20 weken.

In de tabel en de afbeelding is te zien dat het gemiddeld aantal ongevallen in de nameting is kleiner is dan het aantal ongevallen in de voormeting. Door de korte nameting en de daarmee samenhangende grote spreiding rond deze gemiddelden kunnen hier geen harde conclusies aan verbonden worden. Voorzichtig kan gesteld worden dat er in de data waarschijnlijk geen aanwijzingen zitten dat de veiligheid is afgenomen tijdens de Dynamax proef.

Tabel 8.4. Aantal ongevallen per week

periode	jaar	gemiddelde	std
voormeting	2008	2,1	1,3
voormeting	2009	2,0	1,2
voormeting	2010	2,0	1,2
voormeting	2011	1,6	1,2
nameting	2008	1,2	1,2
nameting	2009	2,0	1,1
nameting	2010	2,5	3,2
nameting	2011	0,3	0,5

Afbeelding 8.4. Aantal ongevallen per week



8.3. Analyse en conclusie

Op basis van bovenstaande data is de volgende hypothesen getoetst.

Hypothese V5

Er is geen afname van de verkeersveiligheid.
--

Op grond van de bevindingen, kunnen wij hypothese V5 **niet accepteren of verwerpen**. Er is onvoldoende data beschikbaar om hier een duidelijke uitspraak over te doen. Verschillende indicatoren laten soms een (mogelijk) positief effect en soms een (mogelijk) negatief effect zien. Het is niet waarschijnlijk dat Dynamax een significant negatief effect heeft op de verkeersveiligheid

De analyse van een aantal verkeerskundige veiligheidsindicatoren laat zien dat de verkeersveiligheid afgenomen zou kunnen zijn. In het hoge snelheidsregime zien wij immers een verhoging van de spreiding in de snelheid, een toename in het snelheidsverschil tussen de rijstroken en een verhoging in het aandeel kritische TTC's (time to collisions). Alleen het aandeel kritische volgtijden verandert nauwelijks. Of dit alles leidt tot een afname van de verkeersveiligheid kan echter (nog) niet vastgesteld worden.

Kijken wij naar het aantal ongevallen dan zien wij dat het gemiddeld aantal ongevallen in de nameting kleiner is dan het gemiddeld aantal ongevallen in de voormeting. Opgemerkt wordt dat dit gebaseerd is op een (zeer) korte meetperiode en dat hieraan dus (ook) nog geen conclusies kunnen worden verbonden.

De afname van de filevorming zal ook een positief effect (kunnen) hebben op de verkeersveiligheid. De kans op kop-staart botsingen kan hierdoor afnemen. Daar staat tegenover dat een hogere maximumsnelheid in potentie minder veilig zou kunnen zijn.

9. DRAAGVLAKONDERZOEK EN MOGELIJKHEDEN TOT OPSCHALING

9.1. Draagvlakonderzoek¹

De bekendheid met de proeven bij gebruikers van het traject is redelijk groot; ongeveer zes op de tien respondenten is (geholpen) bekend met de proef.

Bijna alle ondervraagden zijn bekend met de 80 km-zone die voorheen op het traject van toepassing was. Een groot deel hiervan weet ook (een van) de redenen te noemen waarom deze destijds was ingevoerd. Over de 80 km-zone zijn de meningen verdeeld. Wel staan weggebruikers met meer ervaring op het traject negatiever ten opzichte van de 80kmzone.

Het verhogen van de maximumsnelheid vlak voor en na de spits, om zo de doorstroming te verbeteren, wordt door vier vijfde van de respondenten positief ontvangen. Omwonenden zijn minder positief over deze maatregel dan andere automobilisten. Over het verhogen van de maximumsnelheid naar 100 km/u in de nachtelijke uren is men ook zeer positief. Over de uitvoering van de proef is tweederde van de respondenten positief en is slechts een paar procent ontevreden. Het is lastig voor respondenten om een onderscheid te maken tussen de algemene houding ten opzichte van het principe en de concrete uitvoering op het gekozen proeftraject.

Dat het verhogen van de snelheid net voor en na de spits kan bijdragen aan het verbeteren van de doorstroming wordt door de meeste respondenten begrepen.

Welke maximumsnelheid van toepassing is, is voor vier op de vijf respondenten duidelijk. Bij zowel 80 km/u als bij 100 km/u als maximumsnelheid geeft bijna iedereen aan zich aan de deze snelheden te houden. Ook geeft de helft van de weggebruikers aan het acceptabel te vinden om 80 km/u te rijden om zo de luchtkwaliteit te verbeteren.

Drie kwart van de respondenten vindt de informatievoorziening ter plaatse duidelijk. Ook de informatieborden die worden gebruikt op het traject en de plaatsing van de dynamische snelheidsborden boven de weg worden door het merendeel als duidelijk beoordeeld.

Het effect dat dynamische maximumsnelheden op de doorstroming hebben, wordt door zeven op de tien respondenten als (zeer positief) gezien. Vier op de tien verwachten een positief effect op de verkeersveiligheid, drie op de tien op de luchtkwaliteit. Het minste effect heeft de proef op de geluidshinder volgens respondenten. Bij de aspecten verkeersveiligheid, luchtkwaliteit en geluidshinder is er een grote groep die geen positief of negatief effect verwacht. Een groot deel is van mening dat de maatregel ingevoerd zou mogen worden in heel Nederland (op vergelijkbare trajecten). Voornaamste verbeterpunt bij de proef vindt men de informatievoorziening (zowel langs de weg als in de media).

Naast de proef op de A20 bij Rotterdam is er een aantal andere proeven gedaan met dynamische maximumsnelheden. Aan respondenten met ervaring met de proef op de A20 is gevraagd om hun mening te geven over deze andere proeven. Dynamische maximumsnelheden met als doel verkeersveiligheid (bij zware regenval), reistijdverkorting en het verbeteren van de doorstroming worden ook erg positief ontvangen. Dynamische snelheden met betrekking tot de luchtkwaliteit of geluidshinder worden door de helft of minder als positief gezien, meer dan een derde van de respondenten geeft aan niet positief of negatief hier

¹ Overgenomen uit: Dynamische maximumsnelheden - doorstroming, Traject A20 - Rotterdam van Crooswijk naar Kleinpolderplein, tnsnipo, september 2011.

tegenover te staan. Wanneer dynamische snelheden worden toegepast, wil men in ieder geval graag weten waarom.

9.2. Mogelijkheden tot opschaling

In deze paragraaf worden kort de mogelijkheden tot opschaling besproken. Bij opschaling gaat het erom hoe de bevindingen van de proef zich vertalen naar andere locaties en situaties.

In dit kader is gekeken hoe het Dynamax algoritme heeft gefunctioneerd tijdens de proef. Ten aanzien hiervan hebben wij geconcludeerd dat het algoritme goed functioneert. De gehanteerde drempelwaarden zijn adequaat om een positief verkeerskundig effect te bereiken.

Bij de proef is aangenomen dat een positief verkeerskundig effect wordt bereikt doordat de huidige 80 km zone leidt tot een beperking van de capaciteit. Door deze beperking in de capaciteit ontstaat er als het ware te vroeg congestie. Middels het verhogen van de maximumsnelheid voorafgaand aan het ontstaan van congestie wordt de capaciteit verhoogd en daarmee bereikt dat later een breakdown ontstaat.

Uit de proef komt naar voren dat inderdaad een positief verkeerskundig effect wordt bereikt. Zo is een afname in de voertuigverliesuren alsmede in de filezwaarte waar te nemen in de nameting. Kijkend naar het zogenaamde redeneerpad (verhoging van de maximumsnelheid voorafgaand aan congestie leidt tot een hogere capaciteit en derhalve het uitstellen van een breakdown) wordt deze door de bevindingen in de proef bevestigd. De capaciteitsberekeningen geven aan dat de vrije capaciteit (capaciteit voor breakdown) circa 4 % hoger is in de nameting.

Verder is in de proef een zogenaamd nachtrechtime toegepast. Tijdens de proef had dit geen positief effect op de doorstroming omdat het nachtalgoritme vaak uitgeschakeld werd in verband met werkzaamheden. Verwacht mag worden dat dit normaal gesproken wel een positief verkeerskundig effect heeft en zal leiden tot een reductie in de reistijden.

Gezien deze conclusies kan voor opschaling een onderscheid worden gemaakt tussen de volgende drie situaties:

1. situaties waar nu de 80 km/u trajectcontrole geldt EN waar sprake is van extra filevorming als gevolg hiervan;
2. situaties waar nu de 80 km/u trajectcontrole geldt en waar men wellicht het nachtrechtime wil hanteren voor een kortere vrije reistijd zonder overschrijding van de luchtkwaliteitsnormen;
3. nieuwe situaties om het hele concept uit te rollen (80/100 trajectcontrole).

Gezien de voorgaande conclusies alsmede de bevestiging van het redeneerpad liggen derhalve de kansen per situatie verschillend. Bij de eerste situatie is er sprake van een situatie vergelijk met de proef. Gezien de bevindingen kan dan ook geconcludeerd worden dat het toepassing van het Dynamax algoritme ook in deze situaties een positief verkeerskundig effect zal hebben.

Ten aanzien van de tweede situatie zou wellicht eveneens een positief verkeerskundig effect kunnen worden bereikt. Er dient echter wel goed worden gekeken naar de lokale kenmerken van desbetreffende locatie. De bevindingen van deze proef zijn alleen generaliseerbaar indien de 80 km zone leidt tot congestie. Derhalve dient congestie te ontstaan aan het stroomopwaartse deel van het desbetreffende traject.

In de derde situatie zal eveneens per geval goed moeten worden bekeken of toepassing van het Dynamax algoritme nuttig en noodzakelijk is. In zijn algemeenheid kunnen echter de volgende condities worden geformuleerd die een voorwaarde vormen voor een adequate toepassing van het Dynamax algoritme op nieuwe trajecten:

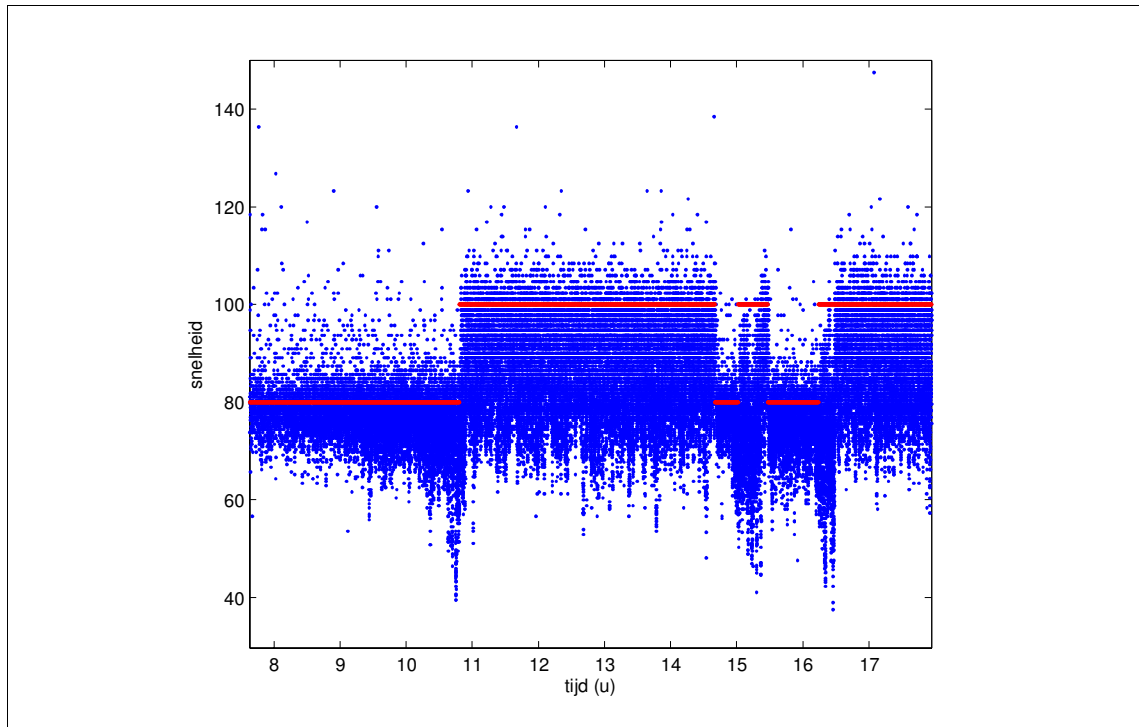
- congestie dient aan de stroomopwaartse kant van de 80 km zone te ontstaan;
- er dient een geleidelijke toename van de vraag te zijn. Indien de vraag te snel oploopt, wordt de hogere capaciteit te snel bereikt;
- er dient bij voorkeur geen sprake te zijn van overige bottlenecks dan de 80 km zone.

BIJLAGE I ANALYSEMETHODE SNELHEIDSVERANDERING

Analysemethode voor bepalen reactie van weggebruikers op snelheidsverandering

Het automatisch vaststellen van veranderingen in de gemiddelde snelheid is geen sinecure, vooral omdat door de grote spreiding in de individuele snelheden niet direct te zien is wanneer er sprake is van een verandering in het snelheidsregime. Ter illustratie zien wij in onderstaande afbeelding de gemeten snelheden in relatie tot de vigerende snelheidslimiet.

Afbeelding I.1. Individueel gemeten snelheden (blauwe stippen) en heersende snelheidslimiet



Om toch iets te kunnen zeggen over de snelheid waarmee het regime verandert, is een methode ontwikkeld die periodes van stationaire snelheden kan vaststellen en in staat is om het moment waarom de toestand wijzigt nauwkeurig in kaart te brengen.

De methode is gebaseerd op: 1. het principe van cumulatieve curven en 2. het benaderen van deze cumulatieve curven met stuksgewijs lineaire functies. Het 'knikpunt' van de stuksgewijs lineaire functie laat het moment van overgang zien van het ene snelheidsregime naar het andere.

Cumulatieve snelheidscurven

In deze analyse wordt alleen naar de snelheden van de personenvoertuigen gekeken. Het gedrag van vrachtwagens kan op vergelijkbare wijze worden geanalyseerd. Het is wel belangrijk om per klasse te kijken in verband met de uniformiteit in het gedrag.

Zij $t(i)$ de passeertijd van voertuig i ; $v(i)$ is de snelheid van het voertuig. Wij definiëren de cumulatieve snelheidscurve als volgt:

$$M(i) = \sum_{j=1}^i v(j) \quad (0.1)$$

Met andere woorden, $M(i)$ is de gesommeerde snelheid tot aan het passagemoment van voertuig i . Als wij nu $M(i)$ tekenen als functie van het voertuignummer, dan kunnen wij periodes met een stationaire snelheid herkennen als een rechte lijn. Nota bene: de raaklijn aan de cumulatieve curve is de snelheid die er op dat moment wordt gereden.

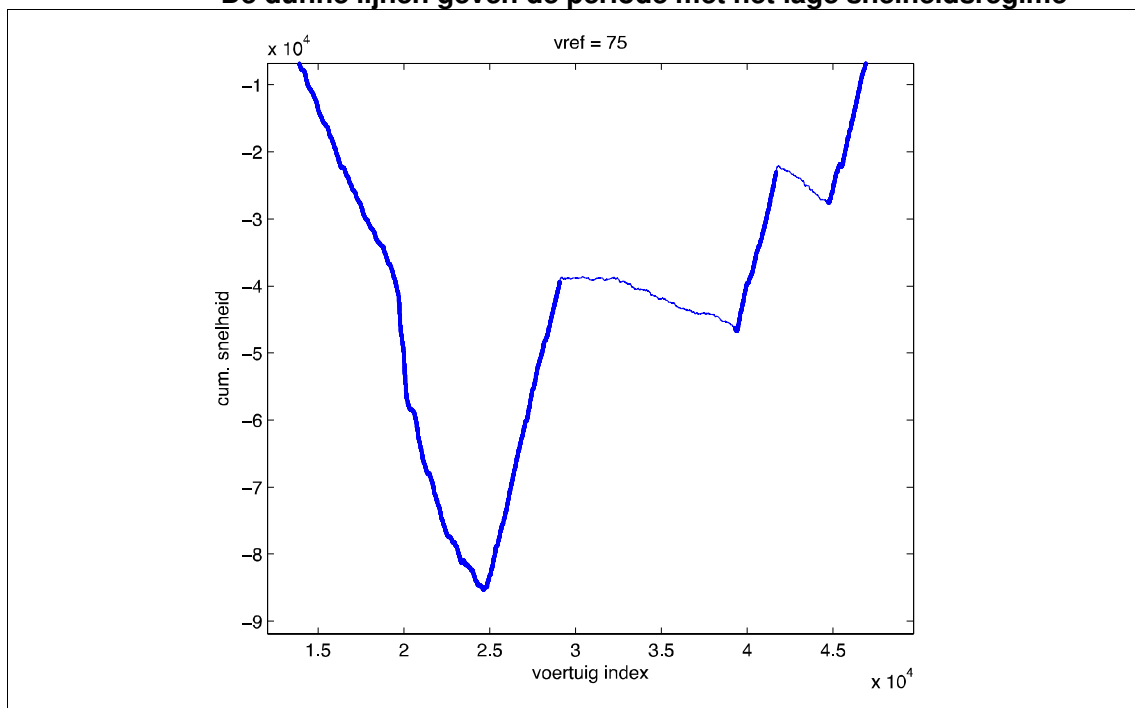
Om de stationaire periode nog eenvoudiger te kunnen vaststellen, kunnen wij gebruik maken van een referentiesnelheid v_{ref} . Door de aangepaste cumulatieve curve $M'(i)$ als volgt te bepalen:

$$M'(i) = M(i) - v_{ref} \cdot i \quad (0.2)$$

worden perioden waarin (gemiddeld) met de referentiesnelheid wordt gereden eenvoudig herkenbaar als een horizontale lijn. Zien wij een lijn met een positieve richtingscoëfficiënt, dan ligt de snelheid hoger dan de referentiesnelheid. In algemene zin kunnen wij opmerken dat de richtingscoëfficiënt aan de aangepaste curve gelijk is aan de geldende snelheid minus de referentiesnelheid.

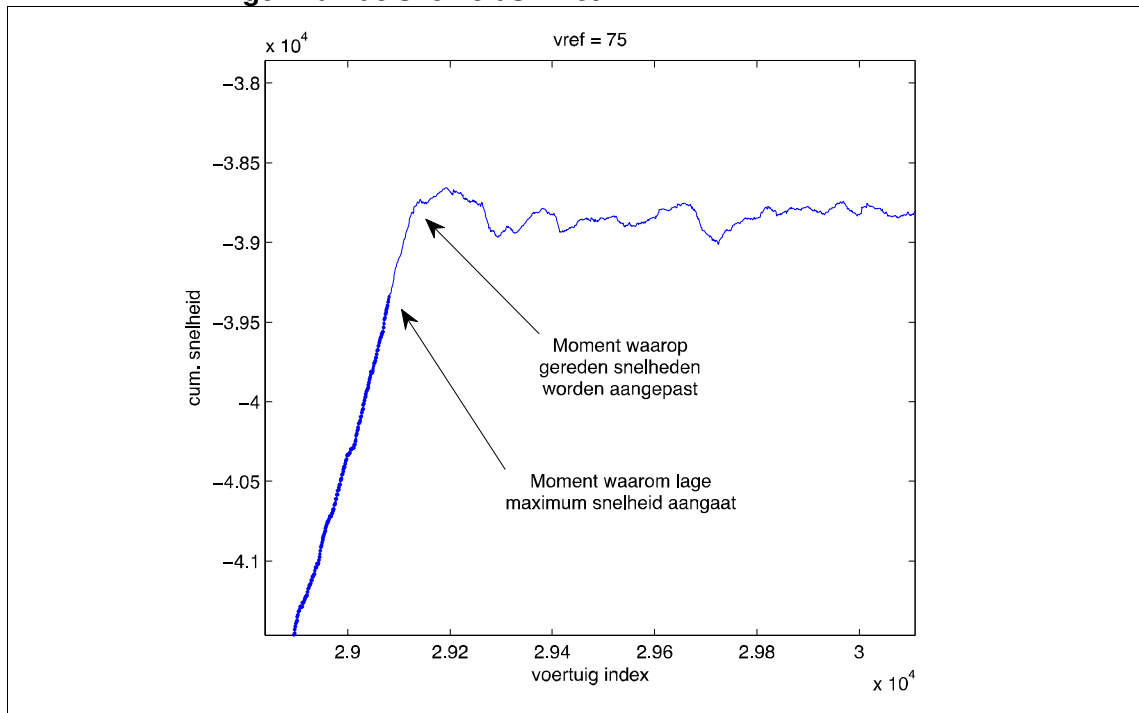
Ter illustratie is in onderstaande afbeelding een voorbeeld gegeven. In dit voorbeeld is gebruik gemaakt van $v_{ref} = 75$ km/u. In de afbeelding kunnen wij makkelijk periode met (min of meer) stationaire snelheden identificeren. Ook zien wij duidelijk dat op bepaalde momenten sprake is van een scherpe regimeverandering, bijvoorbeeld bij het passagemoment van voertuigen 25.000 en 29.000. In het laatste geval is er ook sprake van een verandering in het maximumsnelheidsregime (van hoog naar laag), wat in dit geval duidelijk gepaard gaat met een verlaging van de gemiddelde snelheid.

Afbeelding I.1. Illustratie van een aangepaste cumulatieve snelheidscurve. De dikke lijken geven de perioden aan waarin het hoge snelheidsregime gold. De dunne lijnen geven de periode met het lage snelheidsregime



Zoomen wij iets verder in, dan zien wij dat de verandering in snelheid niet meteen volgt op de verandering van de maximumsnelheid, zoals uit onderstaande afbeelding duidelijk wordt.

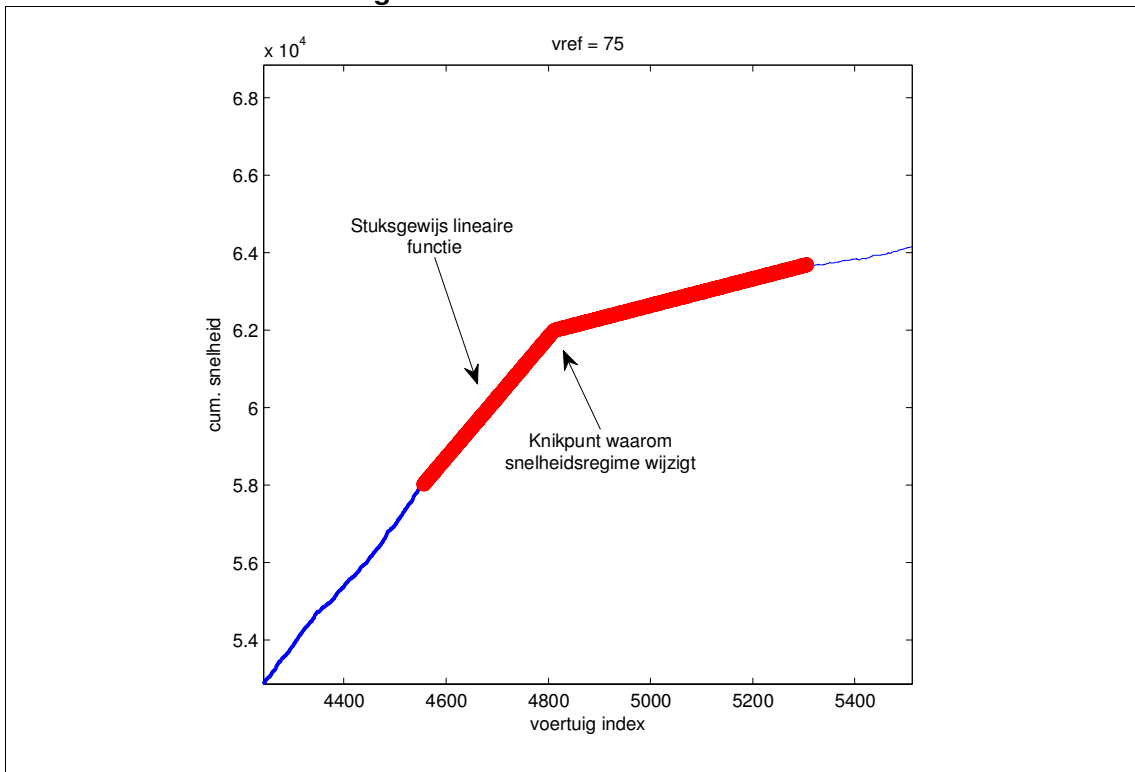
Afbeelding I.3. Verandering in de gemiddelde gereden snelheid in relatie tot het wijzigen van de snelheidslimiet



Vaststellen van scherpe regimeveranderingen

Om het moment van regimeverandering zo nauwkeurig mogelijk vast te stellen, wordt de aangepaste cumulatieve snelheidscurve rondom het moment van het veranderen van de snelheidslimiet benaderd met een stuksgewijs lineaire curve. Hiertoe is een automatische schattingsmethode ontwikkeld.

Afbeelding I.4. Benadering van aangepaste cumulatieve snelheidscurven met stuksgewijze lineaire functies (rode lijn). De afbeelding laat duidelijk het punt zien waarop de lijn knikt, wat aangeeft op welke moment (of liever, bij welk voertuig) er sprake is van een verandering in het snelheidsregime



**BIJLAGE II SNELHEDEN PER VOERTUIGCATEGORIE EN SNELHEIDSV
SCHILLEN RIJSTROKEN**

Indien het snelheidsverschil binnen een categorie kleiner is dan - 5 km/u, dan is de cel **rood**; is het snelheidsverschil groter dan 5 km/u, dan is de cel **groen**. Voor de effect size worden de cellen **groen** indien het verschil groter is dan 0,8; **geel** indien het verschil tussen de 0,3 en 0,8 zit en **rood** indien het verschil kleiner is dan - 0,3.

Tabel II.1. Verschillen in gemiddelde snelheden tussen voor- en nameting; locatie Hm 30,2

personenvoertuigen (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.39	4.11	0.94
2	2.49	1.03	0.41
3	2.70	0.64	0.24
4	2.41	- 0.19	- 0.08
5	9.02	6.68	0.74
6	9.76	0.43	0.04

vrachtwagens (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	6.42	- 0.39	- 0.06
2	5.37	- 1.35	- 0.25
3	4.41	- 0.39	- 0.09
4	3.26	- 2.21	- 0.68
5	9.09	5.19	0.57
6	10.82	- 1.02	- 0.09

personenvoertuigen (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	2.21	11.20	5.07
2	1.17	11.40	9.72
3	3.29	10.23	3.11
4	2.80	7.00	2.50
5	9.27	6.35	0.69
6	9.33	2.63	0.28

vrachtwagens (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	5.21	2.45	0.47
2	6.90	12.79	1.85
3	4.70	6.21	1.32
4	3.54	9.03	2.55
5	10.98	4.76	0.43
6	11.19	1.14	0.10

personenvoertuigen (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.31	1.23	0.37
2	1.36	0.05	0.04
3	2.64	0.56	0.21
4	2.34	- 0.29	- 0.12
5	7.08	7.94	1.12
6	9.85	- 11.04	- 1.12

vrachtwagens (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	5.81	- 1.55	- 0.27
2	4.54	- 2.68	- 0.59
3	4.40	- 0.44	- 0.10
4	3.13	- 2.37	- 0.76
5	7.56	6.83	0.90
6	10.77	- 12.26	- 1.14

Tabel II.2. Verschillen in gemiddelde snelheden tussen voor- en nameting; locatie Hm 31,4

personenvoertuigen (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	5.17	4.43	0.86
2	2.66	0.00	0.00
3	2.30	- 0.73	- 0.32
4	2.77	- 0.50	- 0.18
5	6.11	7.54	1.23
6	11.72	- 0.46	- 0.04

vrachtwagens (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.22	0.67	0.16
2	2.72	- 0.76	- 0.28
3	4.60	- 0.86	- 0.19
4	3.39	- 0.87	- 0.26
5	6.82	5.80	0.85
6	11.24	- 4.90	- 0.44

personenvoertuigen (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	2.47	12.87	5.21
2	1.05	11.54	11.00
3	2.59	9.40	3.63
4	3.34	4.04	1.21
5	6.33	7.78	1.23
6	11.15	6.72	0.60

vrachtwagens (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.44	3.89	1.13
2	3.26	6.44	1.98
3	2.56	6.13	2.40
4	1.79	1.21	0.67
5	7.58	5.39	0.71
6	12.93	1.24	0.10

personenvoertuigen (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.91	0.88	0.23
2	1.34	- 1.09	- 0.81
3	2.22	- 0.81	- 0.36
4	2.72	- 0.66	- 0.24
5	5.04	6.81	1.35
6	10.41	- 14.82	- 1.42

vrachtwagens (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.20	- 0.69	- 0.16
2	2.32	- 1.43	- 0.62
3	4.58	- 0.92	- 0.20
4	3.39	- 0.95	- 0.28
5	6.18	7.05	1.14
6	10.23	- 17.17	- 1.68

Tabel II.3. Verschillen in gemiddelde snelheden tussen voor- en nameting; locatie 31,9 hm

personenvoertuigen (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.47	6.18	1.78
2	2.17	2.36	1.09
3	1.30	1.24	0.95
4	1.93	1.47	0.76
5	5.04	7.66	1.52
6	11.81	- 4.91	- 0.42

vrachtwagens (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.88	4.95	1.28
2	2.53	1.27	0.50
3	2.37	0.58	0.24
4	2.65	1.08	0.41
5	6.51	6.33	0.97
6	10.24	- 5.35	- 0.52

personenvoertuigen (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	1.70	12.97	7.64
2	0.70	11.06	15.72
3	1.24	9.86	7.92
4	1.84	7.39	4.01
5	5.05	8.33	1.65
6	11.75	- 4.18	- 0.36

vrachtwagens (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.13	7.34	1.78
2	2.71	6.37	2.35
3	2.58	7.42	2.88
4	3.19	5.03	1.58
5	7.00	6.45	0.92
6	10.32	- 2.71	- 0.26

personenvoertuigen (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	2.31	3.40	1.47
2	1.02	1.39	1.36
3	1.21	1.17	0.97
4	1.64	1.18	0.72
5	4.30	5.32	1.24
6	11.68	- 5.76	- 0.49

vrachtwagens (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.88	3.97	1.02
2	2.28	0.70	0.31
3	2.35	0.53	0.22
4	2.54	0.89	0.35
5	6.10	5.88	0.96
6	10.19	- 8.43	- 0.83

Tabel II.4. Verschillen in snelheidsverschillen rijstroken voor meetlocatie Hm 30,2

strook 1-2 (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	6.67	- 1.88	- 0.28
2	2.35	- 2.13	- 0.91
3	1.07	- 1.93	- 1.80
4	1.71	- 1.68	- 0.98
5	3.43	1.50	0.44
6	8.01	1.70	0.21

strook 2-3 (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.01	0.34	0.11
2	1.37	0.16	0.12
3	1.01	0.06	0.06
4	1.20	0.37	0.31
5	3.67	3.88	1.06
6	20.46	- 6.36	- 0.31

strook 3-4 (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.38	- 0.51	- 0.15
2	1.08	- 0.34	- 0.32
3	0.86	- 0.62	- 0.73
4	0.83	- 0.55	- 0.66
5	1.45	- 0.50	- 0.35
6	6.43	- 2.76	- 0.43

strook 1-2 (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.72	2.43	0.51
2	2.43	2.37	0.97
3	1.15	5.73	4.97
4	1.22	2.00	1.64
5	3.27	0.79	0.24
6	9.86	0.00	0.00

strook 2-3 (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.14	1.69	0.54
2	1.17	3.62	3.10
3	1.05	3.28	3.12
4	0.87	2.10	2.41
5	3.51	4.53	1.29
6	20.64	- 6.36	- 0.31

strook 3-4 (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.76	- 0.26	- 0.07
2	1.10	0.04	0.03
3	0.84	- 0.94	- 1.12
4	0.77	0.39	0.51
5	1.38	- 0.37	- 0.27
6	4.17	- 2.76	- 0.66

strook 1-2 (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.46	- 3.81	- 0.85
2	2.29	- 2.66	- 1.16
3	1.03	- 5.78	- 5.62
4	1.11	- 2.11	- 1.91
5	2.92	- 5.03	- 1.73
6	-	-	-

strook 2-3 (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	2.91	- 0.30	- 0.10
2	1.10	- 0.27	- 0.24
3	0.99	0.04	0.04
4	1.18	0.27	0.23
5	3.41	0.42	0.12
6	-	-	-

strook 3-4 (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.40	- 0.62	- 0.18
2	1.08	- 0.39	- 0.36
3	0.86	- 0.62	- 0.72
4	0.80	- 0.60	- 0.75
5	1.45	- 1.22	- 0.84
6	-	-	-

Tabel II.5. Verschillen in snelheidsverschillen rijstroken voor meetlocatie Hm 31,4

strook 1-2 (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	10.27	2.87	0.28
2	4.28	1.87	0.44
3	1.29	1.00	0.78
4	1.41	1.05	0.75
5	1.78	2.68	1.51
6	7.43	- 0.74	- 0.10

strook 2-3 (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.96	0.02	0.00
2	1.46	- 0.56	- 0.38
3	4.56	- 1.42	- 0.31
4	1.96	- 0.89	- 0.45
5	2.44	0.35	0.14
6	8.29	- 7.42	- 0.90

strook 1-2 (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	9.25	4.20	0.45
2	5.03	2.18	0.43
3	1.38	3.93	2.85
4	1.61	2.55	1.58
5	1.64	3.22	1.96
6	7.48	- 0.74	- 0.10

strook 2-3 (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	2.14	2.76	1.29
2	1.73	3.53	2.04
3	0.86	1.58	1.84
4	1.15	2.03	1.76
5	2.14	1.13	0.53
6	3.96	- 7.42	- 1.87

strook 1-2 (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	9.60	2.13	0.22
2	4.35	1.84	0.42
3	1.28	0.98	0.76
4	1.37	1.00	0.72
5	1.69	0.22	0.13
6	-	-	-

strook 2-3 (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.04	- 1.44	- 0.36
2	1.20	- 0.98	- 0.82
3	4.56	- 1.44	- 0.32
4	1.92	- 1.00	- 0.52
5	2.33	- 3.30	- 1.42
6	-	-	-

Tabel II.6. Verschillen in snelheidsverschillen rijstroken voor meetlocatie 31,9

strook 1-2 (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	10.53	- 1.12	- 0.11
2	2.49	- 1.13	- 0.45
3	1.73	- 1.07	- 0.62
4	0.97	- 0.34	- 0.35
5	1.92	- 0.06	- 0.03
6	3.95	- 0.69	- 0.17

strook 2-3 (na - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.43	1.45	0.33
2	1.46	- 0.56	- 0.38
3	5.08	- 1.23	- 0.24
4	1.58	- 0.12	- 0.07
5	2.12	1.04	0.49
6	8.15	0.69	0.08

strook 1-2 (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	10.53	- 1.18	- 0.11
2	2.40	- 1.36	- 0.57
3	1.61	3.06	1.90
4	0.83	1.19	1.44
5	1.83	0.36	0.20
6	3.84	- 0.69	- 0.18

strook 2-3 (na: 100 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	3.27	4.16	1.27
2	1.57	3.35	2.13
3	1.20	1.30	1.09
4	1.37	2.83	2.06
5	2.11	1.55	0.73
6	4.32	0.69	0.16

strook 1-2 (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	10.61	- 1.09	- 0.10
2	2.53	- 1.10	- 0.44
3	1.72	- 1.11	- 0.64
4	0.96	- 0.36	- 0.38
5	1.73	- 2.64	- 1.52
6	-	-	-

strook 2-3 (na: 80 - voor)

cat.	s	verschil	EZ
1	4.35	0.09	0.02
2	1.22	- 0.98	- 0.80
3	5.09	- 1.25	- 0.25
4	1.57	- 0.16	- 0.10
5	1.95	- 2.02	- 1.04
6	-	-	-

BIJLAGE III VERKEERSGEGEVENS LUCHTKWALITEIT

Tabel III.1. Verkeersgegevens emissieberekeningen locatie L1

uur	voormeting						nameting											
	totaal *			in congestie			totaal *			totaal *			in congestie			in congestie		
	tijdens 80-regime			tijdens 80-regime			tijdens 80-regime			tijdens 100-regime			tijdens 80-regime			tijdens 100-regime		
	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv
0	764	37	83	0	0	0	503	24	55	261	12	28	37	2	4	0	0	0
1	410	47	54	0	0	0	227	26	30	184	21	24	0	0	0	0	0	0
2	250	42	52	0	0	0	147	25	30	104	17	21	0	0	0	0	0	0
3	223	25	45	0	0	0	140	16	28	82	9	17	0	0	0	0	0	0
4	324	57	67	0	0	0	192	34	40	132	23	27	0	0	0	0	0	0
5	1.323	114	163	0	0	0	1.323	114	163	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3.450	332	297	558	54	48	845	81	73	2.605	251	224	24	2	2	355	34	31
7	3.750	239	237	1.140	73	72	302	19	19	3.448	220	218	12	1	1	946	60	60
8	3.935	268	190	1.197	81	58	512	35	25	3.423	233	165	12	1	1	1.097	75	53
9	3.707	355	249	947	91	64	749	72	50	2.958	283	198	25	2	2	694	66	47
10	3.805	236	262	518	32	36	1.261	78	87	2.544	158	175	11	1	1	228	14	16
11	3.621	425	250	235	28	16	2.117	249	146	1.504	177	104	25	3	2	45	5	3
12	4.150	269	256	261	17	16	1.455	94	90	2.695	174	166	3	0	0	78	5	5
13	4.162	215	321	501	26	39	829	43	64	3.333	172	257	69	4	5	429	22	33
14	4.164	285	214	542	37	28	762	52	39	3.402	233	175	137	9	7	416	28	21
15	4.211	387	225	690	63	37	550	50	29	3.661	336	196	127	12	7	408	37	22
16	4.720	236	192	1.017	51	41	358	18	15	4.362	218	178	44	2	2	875	44	36
17	4.645	225	233	1.297	63	65	268	13	13	4.377	212	219	47	2	2	1.234	60	62
18	4.228	161	173	1.338	51	55	829	31	34	3.400	129	139	26	1	1	851	32	35
19	3.263	195	143	110	7	5	2.386	142	105	878	52	38	24	1	1	84	5	4
20	2.551	105	160	0	0	0	2.518	103	158	33	1	2	0	0	0	0	0	0
21	2.238	74	178	0	0	0	2.238	74	178	0	0	0	7	0	1	0	0	0
22	1.972	183	57	0	0	0	1.972	183	57	0	0	0	81	8	2	0	0	0
23	1.340	108	99	0	0	0	1.096	89	81	243	20	18	76	6	6	0	0	0
totaal	67.208	4.619	4.200	10.350	673	579	23.578	1.665	1.608	43.629	2.953	2.592	786	57	46	7.740	489	426

* Totale intensiteiten inclusief het aantal voertuigen in congestie.

Tabel III.2. Verkeersgegevens emissieberekeningen locatie L2/B

uur	voormeting						nameting											
	totaal *			in congestie			totaal *			totaal *			in congestie			in congestie		
	tijdens 80-regime			tijdens 80-regime			tijdens 80-regime			tijdens 100-regime			tijdens 80-regime			tijdens 100-regime		
	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv
0	845	40	92	0	0	0	527	25	57	318	15	35	9	0	1	0	0	0
1	455	52	60	0	0	0	255	29	33	201	23	26	0	0	0	0	0	0
2	276	46	57	0	0	0	149	25	31	127	21	26	0	0	0	0	0	0
3	240	27	49	0	0	0	144	16	29	96	11	20	0	0	0	0	0	0
4	351	61	72	0	0	0	200	35	41	151	26	31	0	0	0	0	0	0
5	1.421	123	175	0	0	0	1.421	123	175	0	0	0	2	0	0	0	0	0
6	3.788	365	326	61	6	5	886	85	76	2.902	280	250	10	1	1	51	5	4
7	4.340	277	275	15	1	1	344	22	22	3.995	255	253	4	0	0	17	1	1
8	4.497	306	217	55	4	3	555	38	27	3.941	268	190	0	0	0	3	0	0
9	4.138	396	277	66	6	4	808	77	54	3.330	319	223	4	0	0	28	3	2
10	4.200	261	289	47	3	3	1.300	81	90	2.900	180	200	0	0	0	10	1	1
11	3.985	468	275	37	4	3	2.334	274	161	1.652	194	114	0	0	0	2	0	0
12	4.561	295	281	75	5	5	1.599	103	99	2.962	192	183	0	0	0	5	0	0
13	4.623	239	357	39	2	3	983	51	76	3.641	188	281	14	1	1	45	2	4
14	4.632	317	239	103	7	5	938	64	48	3.694	253	190	17	1	1	41	3	2
15	4.670	429	250	114	10	6	605	56	32	4.066	373	217	15	1	1	83	8	4
16	5.244	262	213	117	6	5	454	23	18	4.790	240	195	2	0	0	109	5	4
17	5.169	250	259	90	4	5	307	15	15	4.862	236	244	9	0	0	83	4	4
18	4.688	178	191	130	5	5	917	35	37	3.771	143	154	2	0	0	14	1	1
19	3.628	216	159	13	1	1	2.675	160	117	953	57	42	0	0	0	0	0	0
20	2.820	115	177	0	0	0	2.792	114	175	27	1	2	0	0	0	0	0	0
21	2.459	81	195	1	0	0	2.459	81	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2.172	202	62	0	0	0	2.172	202	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	1.472	119	108	0	0	0	1.201	97	89	271	22	20	0	0	0	0	0	0
totaal	74.675	5.127	4.658	964	65	53	26.025	1.831	1.763	48.650	3.297	2.896	88	6	6	492	33	28

* Totale intensiteiten inclusief het aantal voertuigen in congestie.

Tabel III.3. Verkeersgegevens emissieberekeningen locatie L3/C

uur	voormeting						nameting											
	totaal *			in congestie			totaal *			totaal *			in congestie			in congestie		
	tijdens 80-regime			tijdens 80-regime			tijdens 80-regime			tijdens 100-regime			tijdens 80-regime			tijdens 100-regime		
# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	# lv	# mzv	# zv	
0	861	24	54	0	0	0	544	15	34	317	9	20	0	0	0	0	0	0
1	493	18	46	0	0	0	267	10	25	226	8	21	0	0	0	0	0	0
2	326	18	46	0	0	0	181	10	26	145	8	21	0	0	0	0	0	0
3	275	22	46	0	0	0	165	13	28	110	9	19	0	0	0	0	0	0
4	404	31	64	0	0	0	233	18	37	172	13	27	0	0	0	0	0	0
5	1.466	90	150	0	0	0	1.466	90	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3.754	245	271	47	3	3	935	61	67	2.820	184	203	24	2	2	44	3	3
7	4.284	230	218	12	1	1	402	22	20	3.882	208	198	0	0	0	0	0	0
8	4.493	202	189	48	2	2	641	29	27	3.852	173	162	0	0	0	2	0	0
9	4.126	211	217	88	4	5	862	44	45	3.263	167	171	0	0	0	47	2	2
10	3.984	235	245	61	4	4	1.331	78	82	2.652	156	163	0	0	0	8	0	0
11	4.027	242	251	38	2	2	2.348	141	147	1.679	101	105	2	0	0	14	1	1
12	4.435	221	244	95	5	5	1.566	78	86	2.869	143	158	8	0	0	21	1	1
13	4.488	230	237	72	4	4	903	46	48	3.585	183	189	30	2	2	74	4	4
14	4.500	231	223	110	6	5	824	42	41	3.676	189	182	14	1	1	30	2	1
15	4.732	223	209	125	6	6	654	31	29	4.078	192	180	9	0	0	65	3	3
16	5.225	174	171	14	0	0	444	15	15	4.781	159	157	8	0	0	42	1	1
17	5.173	122	149	25	1	1	321	8	9	4.853	114	140	14	0	0	52	1	1
18	4.384	87	138	118	2	4	893	18	28	3.491	70	110	0	0	0	22	0	1
19	3.455	68	129	2	0	0	2.541	50	95	915	18	34	0	0	0	0	0	0
20	2.746	59	108	4	0	0	2.709	58	107	37	1	1	0	0	0	0	0	0
21	2.468	47	85	0	0	0	2.468	47	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2.240	29	60	1	0	0	2.240	29	60	0	0	0	3	0	0	0	0	0
23	1.572	25	55	2	0	0	1.276	20	44	297	5	10	0	0	0	0	0	0
totaal	73.912	3.081	3.604	861	40	42	26.212	972	1.334	47.700	2.109	2.271	113	5	6	420	19	20

* Totale intensiteiten inclusief het aantal voertuigen in congestie.

Tabel III.4. Verkeersgegevens verspreidingsberekeningen

locatie	meting	rijbaan	maximumsnelheid 80 km/uur				maximumsnelheid 100 km/uur			
			intensiteit licht verkeer	intensiteit middelzwaar verkeer	intensiteit zwaar verkeer	fractie verkeer in congestie	intensiteit licht verkeer	intensiteit middelzwaar verkeer	intensiteit zwaar verkeer	fractie verkeer in congestie
L1	voormeting	1	15.358	265	150	0,18	-	-	-	-
		2	24.987	1.822	1.642	0,15	-	-	-	-
		3	26.863	2.532	2.408	0,14	-	-	-	-
	nameting	1	4.008	86	46	0,04	11.349	179	105	0,19
		2	9.152	629	568	0,03	15.835	1.193	1.074	0,17
		3	10.418	950	995	0,03	16.445	1.582	1.413	0,17
L2	voormeting	1	17.101	294	167	0,02	-	-	-	-
		2	27.750	2.022	1.825	0,01	-	-	-	-
		3	29.825	2.811	2.667	0,01	-	-	-	-
	nameting	1	4.447	95	51	0,00	12.654	199	116	0,01
		2	10.104	695	626	0,00	17.646	1.328	1.199	0,01
		3	11.475	1.041	1.086	0,00	18.350	1.770	1.581	0,01
L3	voormeting	1	9.424	158	98	0,01	-	-	-	-
		2	20.518	1.162	1.576	0,01	-	-	-	-
		3	20.849	542	405	0,01	-	-	-	-
		4	23.121	1.218	1.526	0,01	-	-	-	-
	nameting	1	2.274	40	32	0,01	7.150	118	66	0,01
		2	7.944	365	551	0,00	12.574	798	1.025	0,01
		3	6.960	173	156	0,00	13.889	369	249	0,01
		4	9.034	394	594	0,00	14.087	824	932	0,01

BIJLAGE IV DWARSPROFIEL BEREKENING GELUIDSNIVEAU

Afbeelding IV.1. Gehanteerd dwarsprofiel voor de berekening van de geluidsbelasting

NOORDBAAN			
vluchtstrook		incr:	totaal:
rijstrook 4	+	3,25 m	34,7 m
rijstrook 3	+	3,25 m	31,5 m
rijstrook 2	+	3,25 m	28,2 m
rijstrook 1	+	4,4 m	25,0 m
midden barrier			
rijstrook 1	+	3,25 m	21 m
rijstrook 2	+	3,25 m	17,3 m
rijstrook 3	+	3,25 m	14,1 m
rijstrook 4	+	1,625 m	10,8 m
	+	3,2 m	9,2 m
vluchtstrook		0 m	6,0 m
ZUIDBAAN			
meetpunt RIVM ¶	-	6 m	

BIJLAGE V BEREKENING GELUIDSNIVEAU

Berekening effect 80 -> 100 km/u voor gehele doorsnede in een etmaal

Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006 (hoofdstuk 3), rekenmethode I

Verkeersgegevens	intensiteit (d/a/n/etmaal)				snelheid
Lichte voertuigen	11753	0,00	0,00	11753	80 km/h
Middelzware voertuigen	1199	0,00	0,00	1199	80 km/h
Zware voertuigen	602	0,00	0,00	602	80 km/h

Wegdekgegevens	Bron: CROW publicatie 200 1LZOAB			Vmin	Vmax	Opmerking
	deltaLm	bm	Cwegdek,m			
Type wegdek						
Lichte voertuigen	-2,61	-8,02	-2,6	50	130	-
Middelzware voertuigen	-3,90	-6,05	-4,3	70	100	-
Zware voertuigen	-3,90	-6,05	-4,3	70	100	-

Overdrachtsgegevens	
Afstand tot de weg	100,0 m
Wegdekhoogte	0 m
Waarneemhoogte	5 m

Berekeningsresultaten				
	dag	avond	nacht	
Emissieterm	90,0	-	-	dB(A)
Optrekcorrectie	0,0	0,0	0,0	dB(A) +
Reflectieterm	0,0	0,0	0,0	dB(A) +
Afstandsterm	20,0	20,0	20,0	dB(A) -
Luchtdemping		0,6	0,6	dB(A) -
Bodemdemping	0,0	0,0	0,0	dB(A) -
Meteoterm		1,8	1,8	dB(A) -
Zichthoekcorrectie	127°	0,0	0,0	dB(A) -
Geluidsbelasting	67,6	-	-	dB(A)

Geluidsbelasting in Lden	67,6 dB
Aftrek conform art. 3.6 RMG2006	0 dB(A) -
Geluidsbelasting	67,6 dB

Berekening effect 80 -> 100 km/u voor gehele doorsnede in een etmaal

Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006 (hoofdstuk 3), rekenmethode I

Verkeersgegevens	intensiteit (d/a/n/etmaal)				sneldheid
Lichte voertuigen	11753	0,00	0,00	11753	mvt/u 100 km/h
Middelzware voertuigen	1199	0,00	0,00	1199	mvt/u 80 km/h
Zware voertuigen	602	0,00	0,00	602	mvt/u 80 km/h

Wegdekgegevens	Bron: CROW publicatie 200 1LZOAB			Vmin	Vmax	Opmerking
	deltaLm	bm	Cwegdek,m			
Type wegdek						
Lichte voertuigen	-2,61	-8,02	-3,4	50	130	-
Middelzware voertuigen	-3,90	-6,05	-4,3	70	100	-
Zware voertuigen	-3,90	-6,05	-4,3	70	100	-

Overdrachtsgegevens	
Afstand tot de weg	100,0 m
Wegdekhoopte	0 m
Waarneemhoopte	5 m

Berekeningsresultaten	dag avond nacht			
	Emissieterm	90,7	-	-
Optrekkcorrectie	0,0	0,0	0,0	dB(A) +
Reflectieterm	0,0	0,0	0,0	dB(A) +
Afstandsterm	20,0	20,0	20,0	dB(A) -
Luchtdemping	0,6	0,6	0,6	dB(A) -
Bodemdemping	0,0	0,0	0,0	dB(A) -
Meteoterm	1,8	1,8	1,8	dB(A) -
Zichthoekcorrectie	127°	0,0	0,0	0,0 dB(A) -
Geluidsbelasting	68,3	-	-	dB(A)

Geluidsbelasting in Lden	68,3 dB
Aftrek conform art. 3.6 RMG2006	0 dB(A) -
Geluidsbelasting 100 km/u	68,3 dB
Geluidsbelasting 80 km/u	67,6 dB
Verschil:	0,7 dB

BIJLAGE VI ALTERNATIEVE CAPACITEITSANALYSE

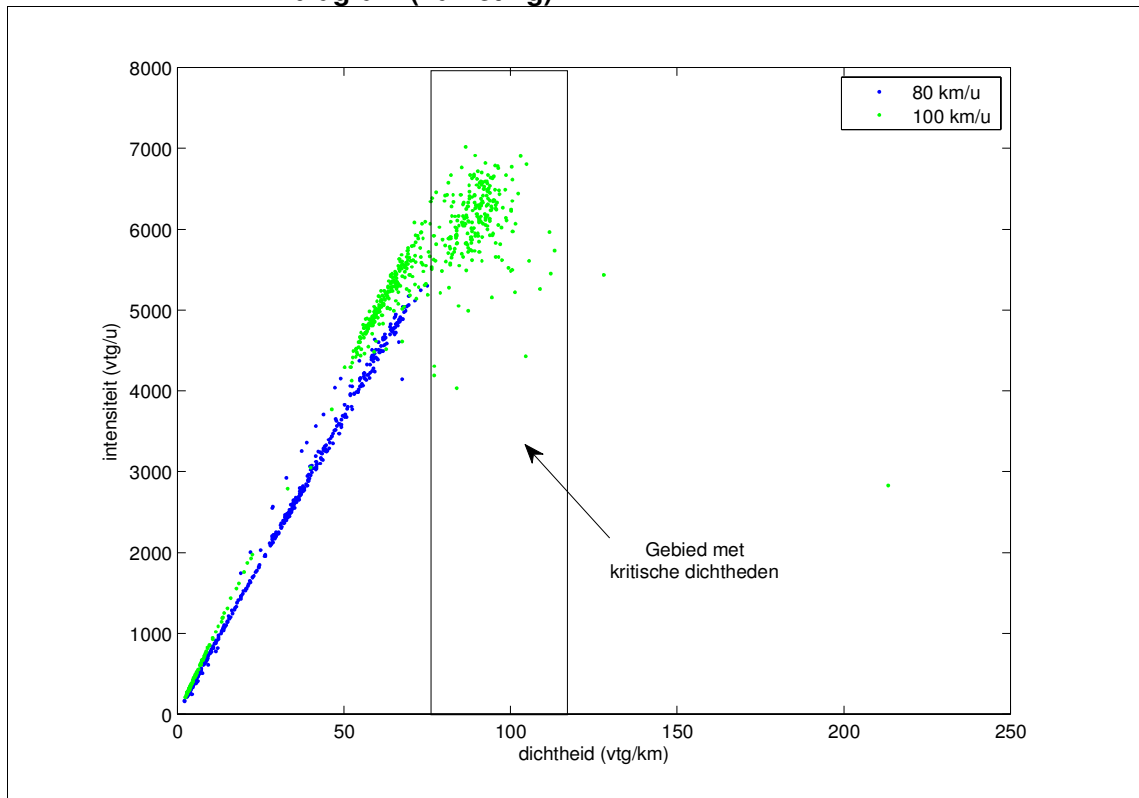
Alternatieve capaciteitsanalyse

Omdat de reguliere schattingsmethoden geen eenduidige resultaten opleveren, is een aanvullende capaciteitsanalyse uitgevoerd. Deze is gebaseerd op de analyse van de fundamentele diagrammen op grond van de Resi data. Hiervoor is gekozen omdat op grond van de Resi data de harmonisch gemiddelde snelheden kunnen worden bepaald, die nodig zijn voor het correct afleiden van dichtheiden volgens $k = q/u$.

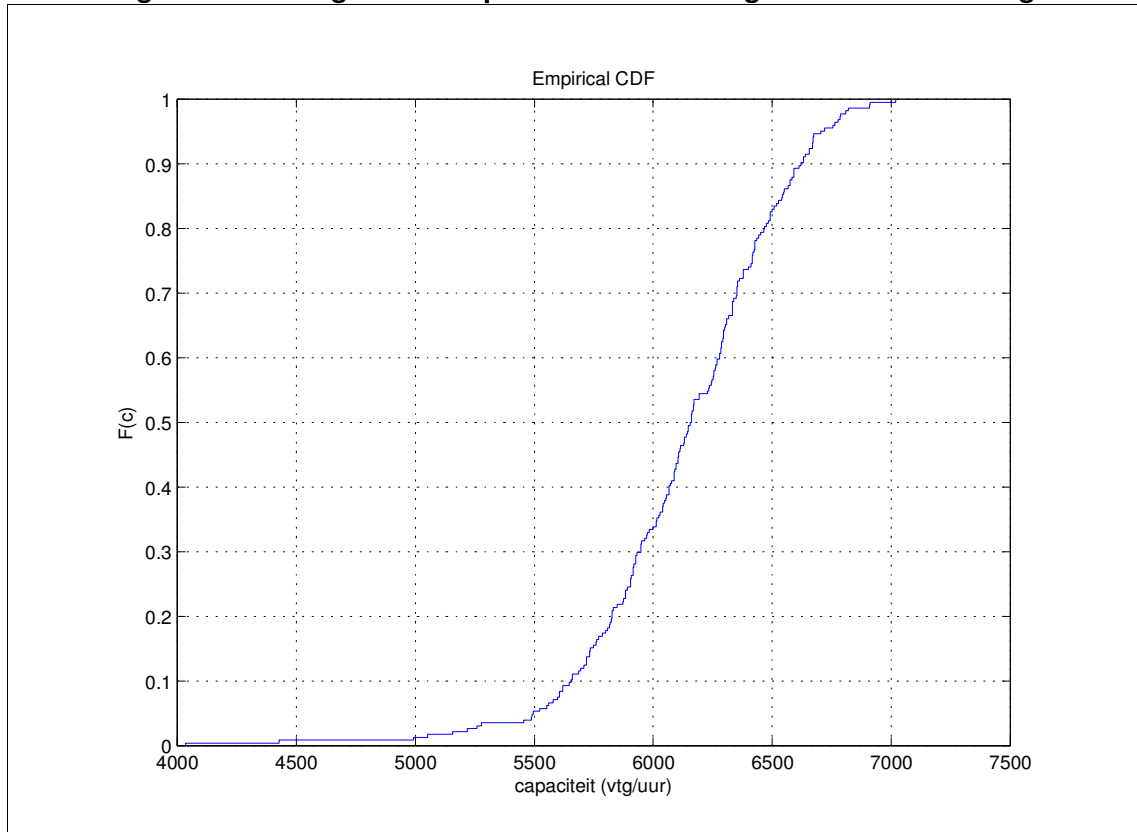
Afbeelding VI.1 toont het fundamenteel diagram voor de nameting, bepaald op grond van de kwartiergemiddelde metingen op locatie Hm 31,440 (de feitelijke bottleneck). Visueel kunnen wij vaststellen dat de kritische dichtheid, d.i. de dichtheid waarbij wij capaciteit kunnen waarnemen, ligt tussen 80 en 115 vtg/km. Opvallend is dat in deze afbeelding geen capaciteitsval waarneembaar is. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de grote aggregatieperiode van 15 minuten.

Om de capaciteit te schatten nemen wij nu simpelweg de gemiddelde waarden van de intensiteitsmetingen binnen dit dichtheidsgebied. Afbeelding VI.2 toont de verdeling van de waarnemingen.

Afbeelding VI.1. Gebied met kritische dichtheden op grond van fundamenteel diagram (nameting)

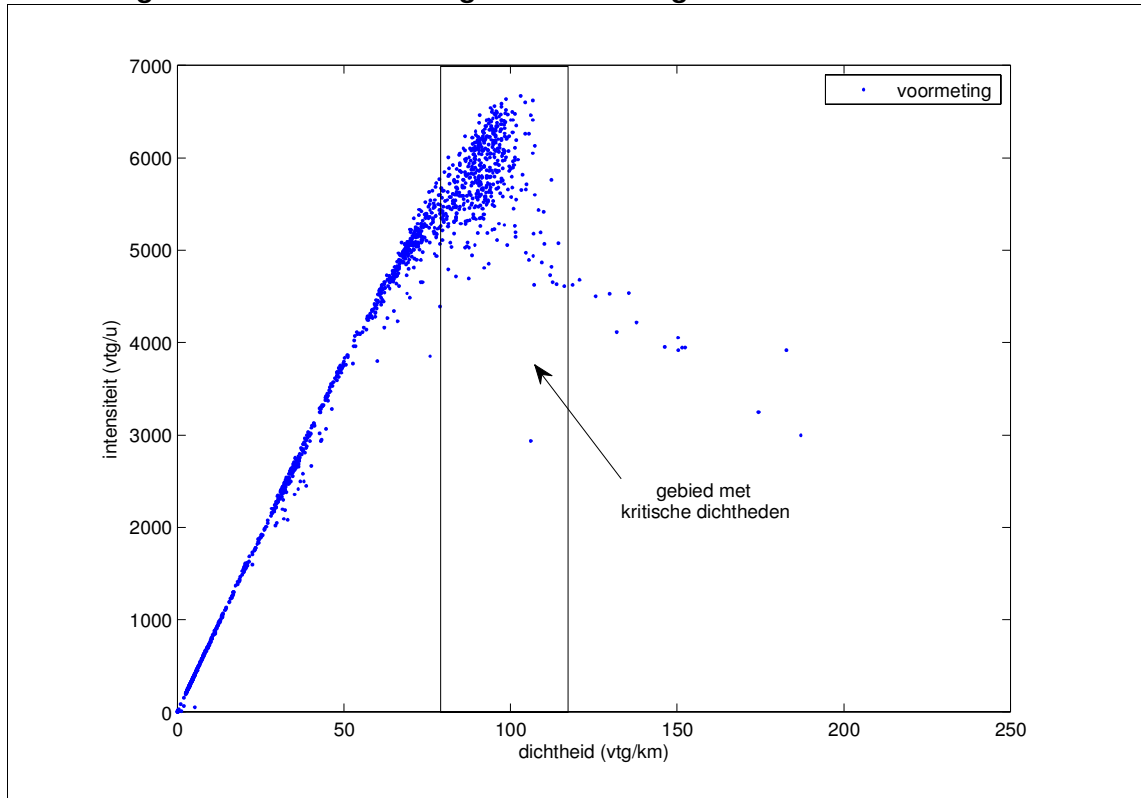


Afbeelding VI.2. Verdeling van de capaciteitswaarnemingen voor de nameting

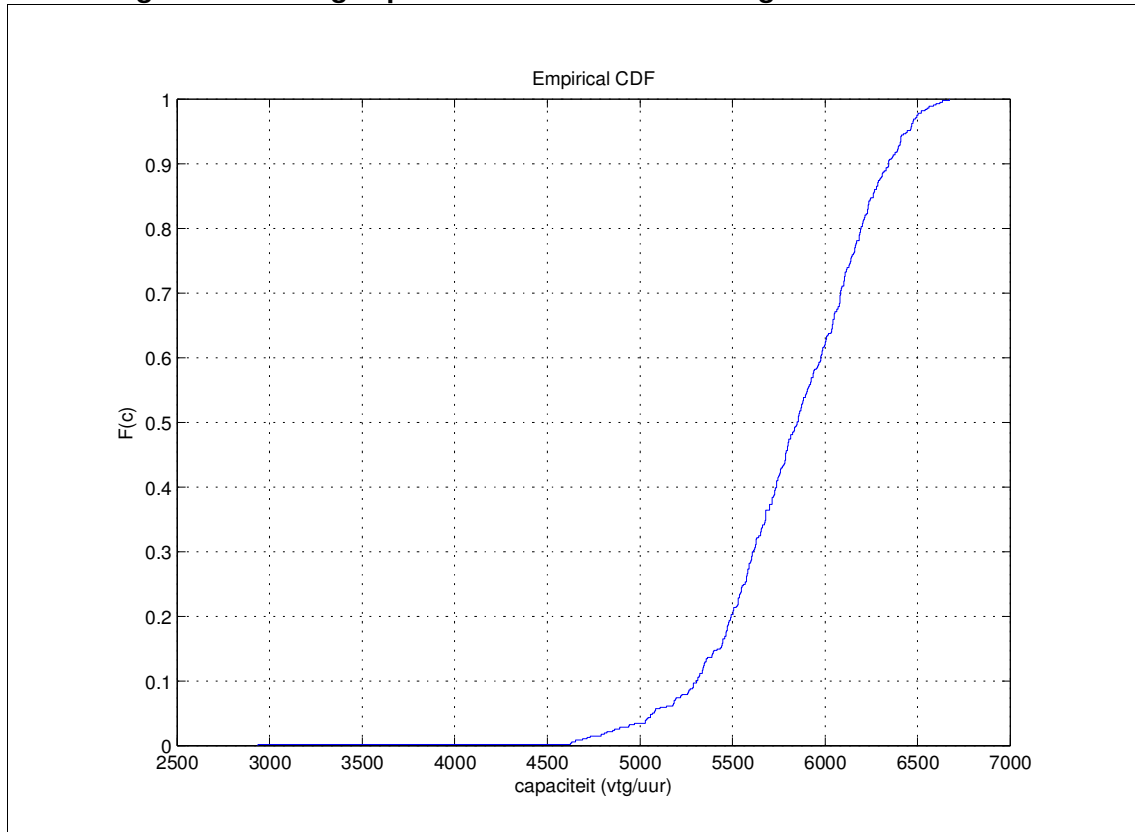


Wij kunnen dezelfde analyse doen voor de voormeting. Afbeelding VI.3 en afbeelding VI.4 tonen respectievelijk het fundamenteel diagram voor de voormeting en de verdeling van de capaciteitswaarnemingen.

Afbeelding VI.3. Fundamenteel diagram vormeting



Afbeelding VI.4. Verdeling capaciteitswaarden voormeting



Op grond van de capaciteitswaarnemingen in de voor- en de nasituatie kunnen wij de statistieken van de samples vergelijken. Tabel VI.1 toont de resultaten van de uitgevoerde analyse. De tabel toont de gemiddelde capaciteit, de mediaan, de standaard deviatie en de minimale en maximale waarden. Op grond van deze resultaten kunnen wij concluderen dat de capaciteit in de nameting is toegenomen met zo'n 5 %. Gebruikmakend van Welch's t-test vinden wij een t-waarde van - 9,1. Hieruit kunnen wij concluderen dat het verschil overduidelijk significant is.

Wij zien ook verschillen in de standaard deviatie (minder spreiding in de capaciteit), maar deze zijn slechts beperkt.

Tabel IV.1. Resultaten capaciteitsschattingen voor- en nameting

	voormeting	nameting (100 km/u)	
gemiddelde	5.822	6.131	5.3 %
mediaan	5.858	6.158	5.1 %
std. dev.	430	411	- 4.4 %
minimum	2.936	4.036	37.5 %
maximum	6.672	7.020	5.2 %
# waarnemingen	453	224	

Omdat de kritische snelheid in de voormeting lager zal liggen dan in de nameting, kan de kritische dichtheid in de voormeting wat hoger liggen dan in de nameting. Om hiervoor te corrigeren zijn de dichtheidsgrenzen waarbinnen wij van capaciteitsmetingen spreken in de voormeting aangepast naar respectievelijk 85 en 115 vtg/km voor de onder- en bovengrens. Dit leidt tot een kleine verandering in de capaciteitsstatistieken (toename van de capaciteit in de nameting is nu 4 %).

Tabel IV.2. Resultaten capaciteitsschattingen voor- en nameting met aangepaste grenzen voor de kritische dichtheid voor de voormeting (85 tot 115 vtg/km)

	voormeting	nameting (100 km/u)	
gemiddelde	5.872	6.131	4.4 %
mediaan	5.916	6.158	4.1 %
std. dev.	432	411	- 4.9 %
minimum	2.936	4.036	37.5 %
maximum	6.672	7.020	5.2 %
# waarnemingen	409	224	

BIJLAGE VII RESULTATEN EMISSIEBEREKENING

Locatie L1

Tabel VII.1. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 1

stof		voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,9	20,7	24,0	61,7
	nameting (kg/km/etm)	18,0	20,5	23,7	62,1
	verschil (%)	6,3 %	- 1,4 %	- 1,5 %	0,7 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,2	0,7	0,7	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	verschil (%)	2,4 %	- 3,1 %	- 3,8 %	0,2 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.2. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 2

stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,9	20,7	24,0	61,7
	nameting (kg/km/etm)	17,7	20,5	23,8	62,0
	verschil (%)	4,7 %	- 0,9 %	- 1,0 %	0,6 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,2	0,7	0,7	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	verschil (%)	1,8 %	- 2,1 %	- 2,4 %	0,3 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.3. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 3

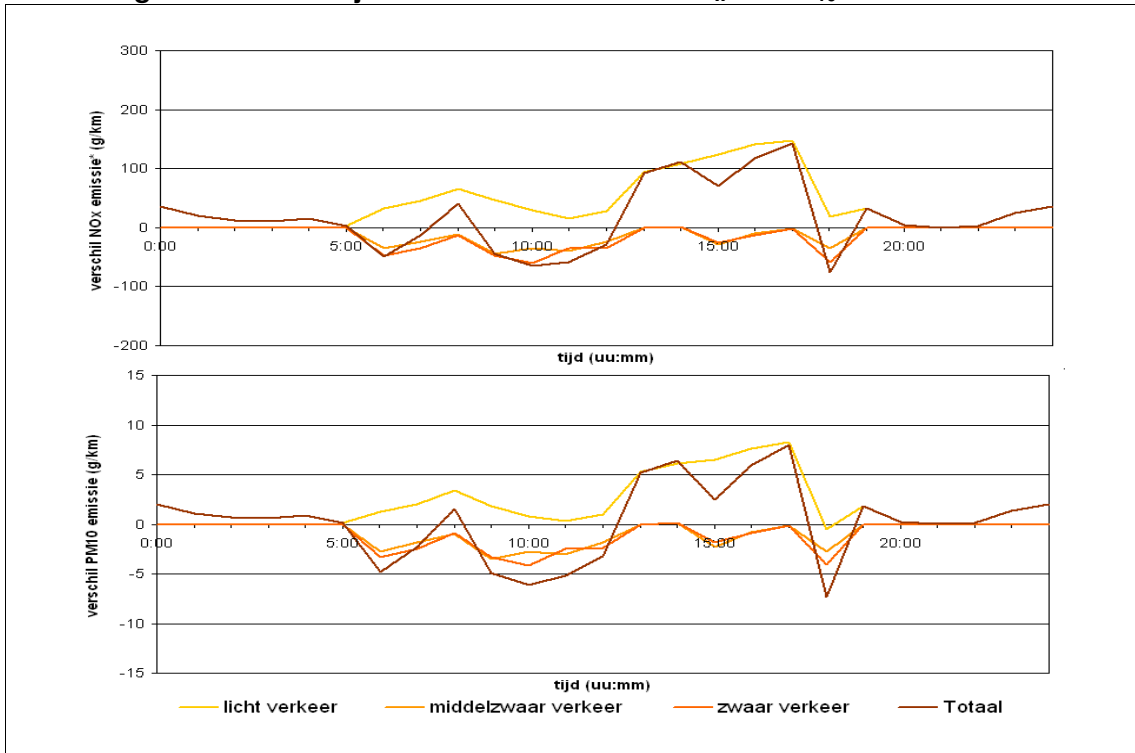
stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,9	20,7	24,0	61,7
	nameting (kg/km/etm)	17,4	20,5	23,8	61,7
	verschil (%)	2,9 %	- 0,9 %	- 1,0 %	0,1 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,2	0,7	0,7	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	verschil (%)	1,0 %	- 2,1 %	- 2,4 %	- 0,2 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.4. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 4

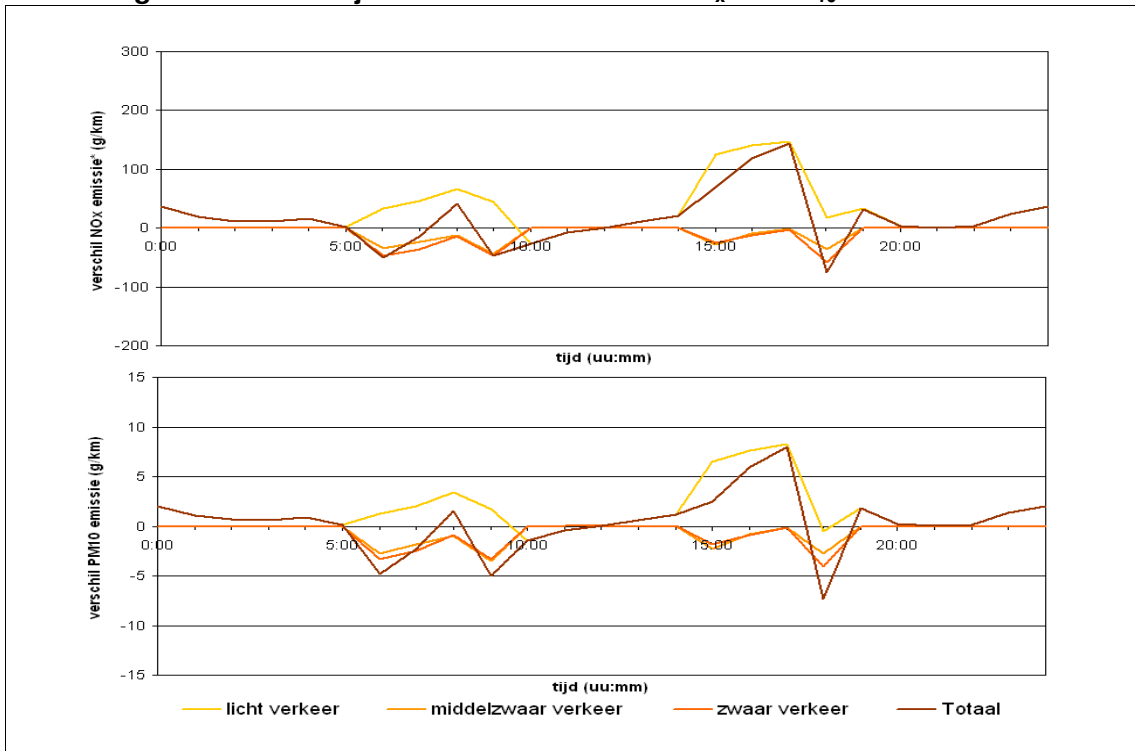
stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,9	20,7	24,0	61,7
	nameting (kg/km/etm)	17,2	20,5	23,8	61,6
	verschil (%)	2,2 %	- 0,9 %	- 1,0 %	- 0,1 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,2	0,7	0,7	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	verschil (%)	0,7 %	- 2,1 %	- 2,4 %	- 0,4 %

Afbeelding VII.1. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 1

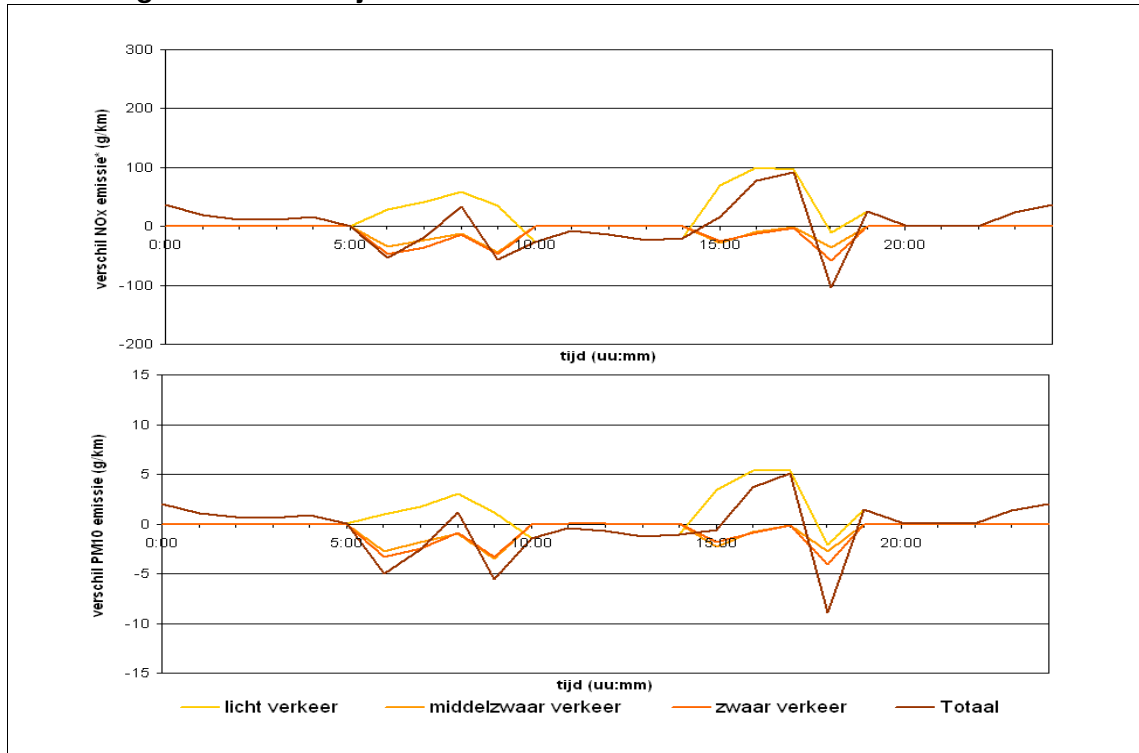


* NO_x in NO₂-equivalenten.

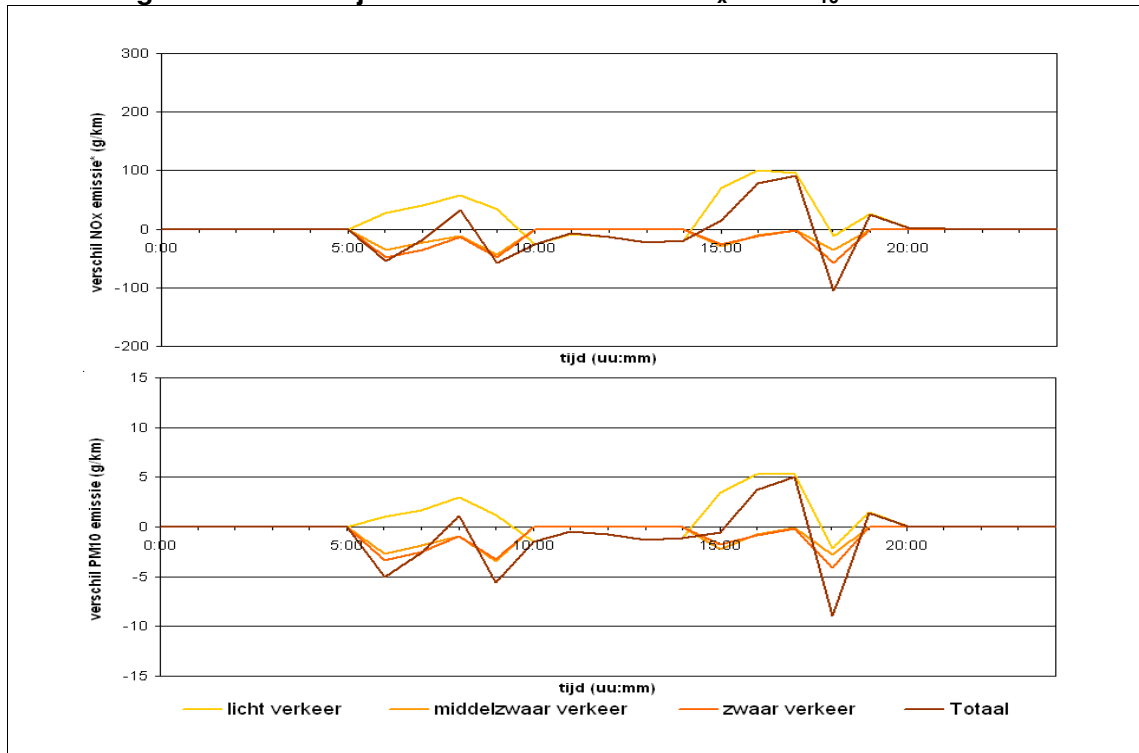
Afbeelding VII.2. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 2



Afbeelding VII.3. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 3



Afbeelding VII.4. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 4



Locatie L2

Tabel VII.5. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 1

stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,5	21,6	24,8	63,0
	nameting (kg/km/etm)	18,5	21,6	24,8	64,9
	verschil (%)	12,2 %	- 0,2 %	- 0,2 %	3,0 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,7	0,6	3,7
	verschil (%)	4,8 %	- 0,6 %	- 0,7 %	2,9 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.6. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 2

stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,5	21,6	24,8	63,0
	nameting (kg/km/etm)	18,1	21,6	24,8	64,5
	verschil (%)	9,8 %	- 0,1 %	- 0,1 %	2,5 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,7	0,6	3,7
	verschil (%)	3,9 %	- 0,3 %	- 0,3 %	2,4 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.7. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 3

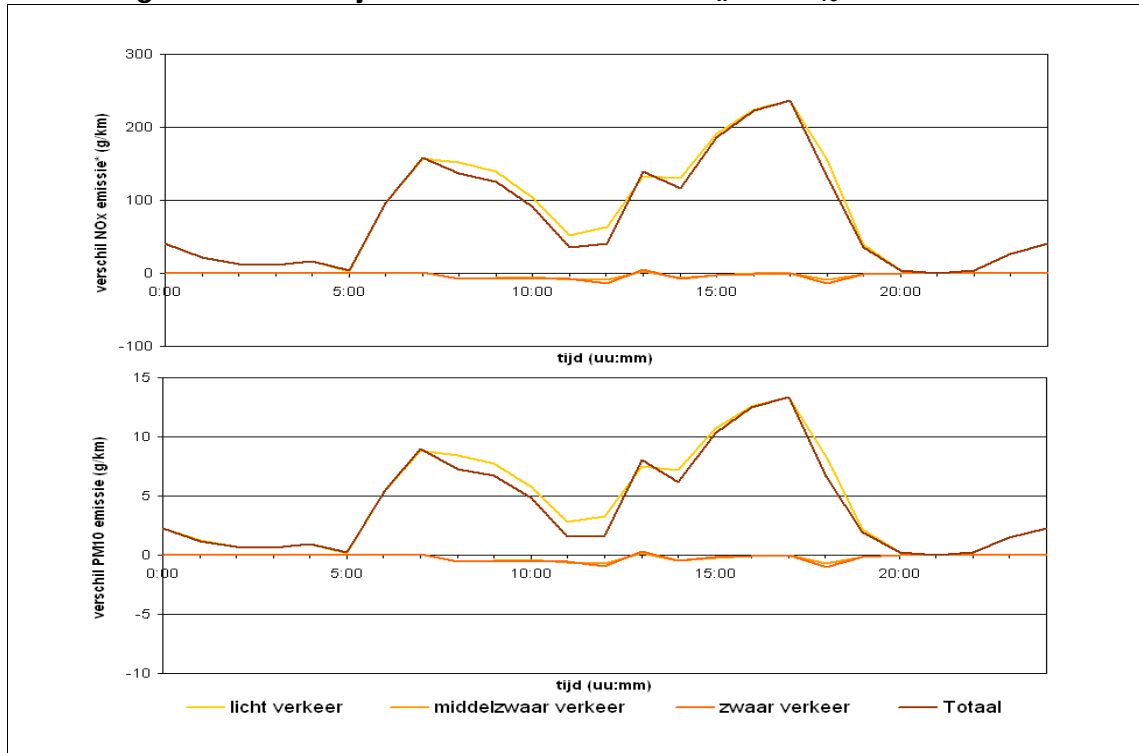
stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,5	21,6	24,8	63,0
	nameting (kg/km/etm)	17,8	21,6	24,8	64,2
	verschil (%)	7,7 %	- 0,1 %	- 0,1 %	1,9 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,7	0,6	3,7
	verschil (%)	3,1 %	- 0,3 %	- 0,3 %	1,9 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.8. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 4

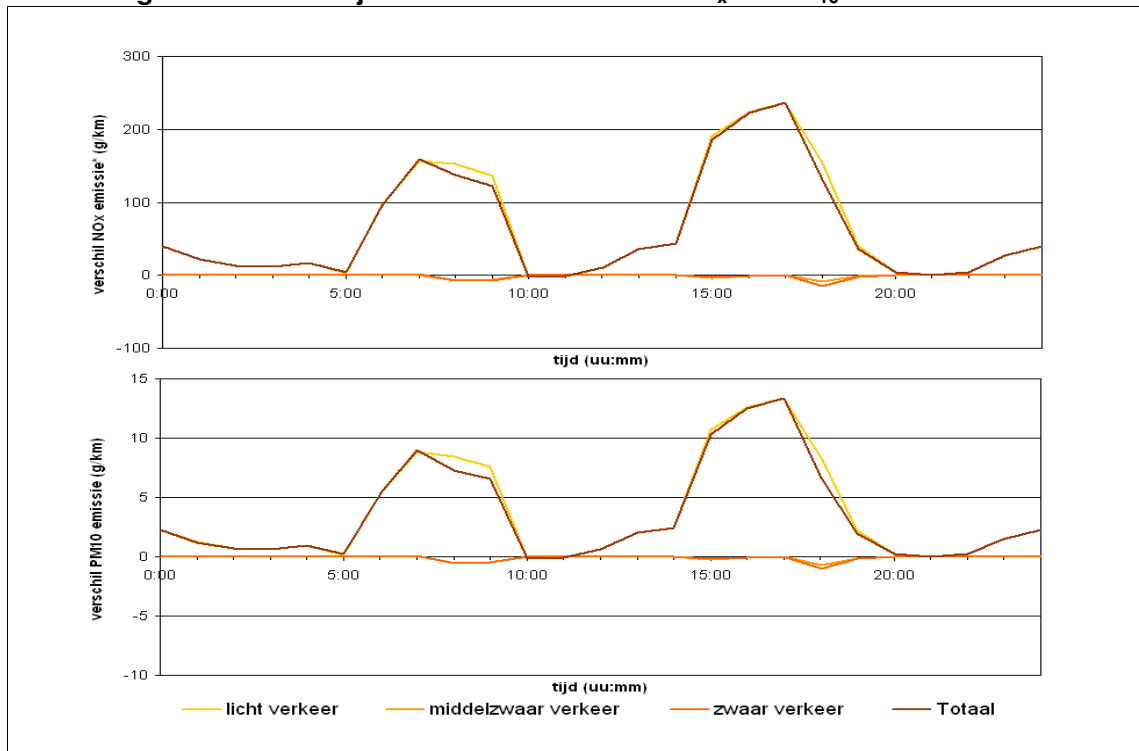
stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,5	21,6	24,8	63,0
	nameting (kg/km/etm)	17,6	21,6	24,8	64,1
	verschil (%)	6,9 %	- 0,1 %	- 0,1 %	1,7 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,7	0,6	3,6
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,7	0,6	3,7
	verschil (%)	2,7 %	- 0,3 %	- 0,3 %	1,7 %

Afbeelding VII.5. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 1

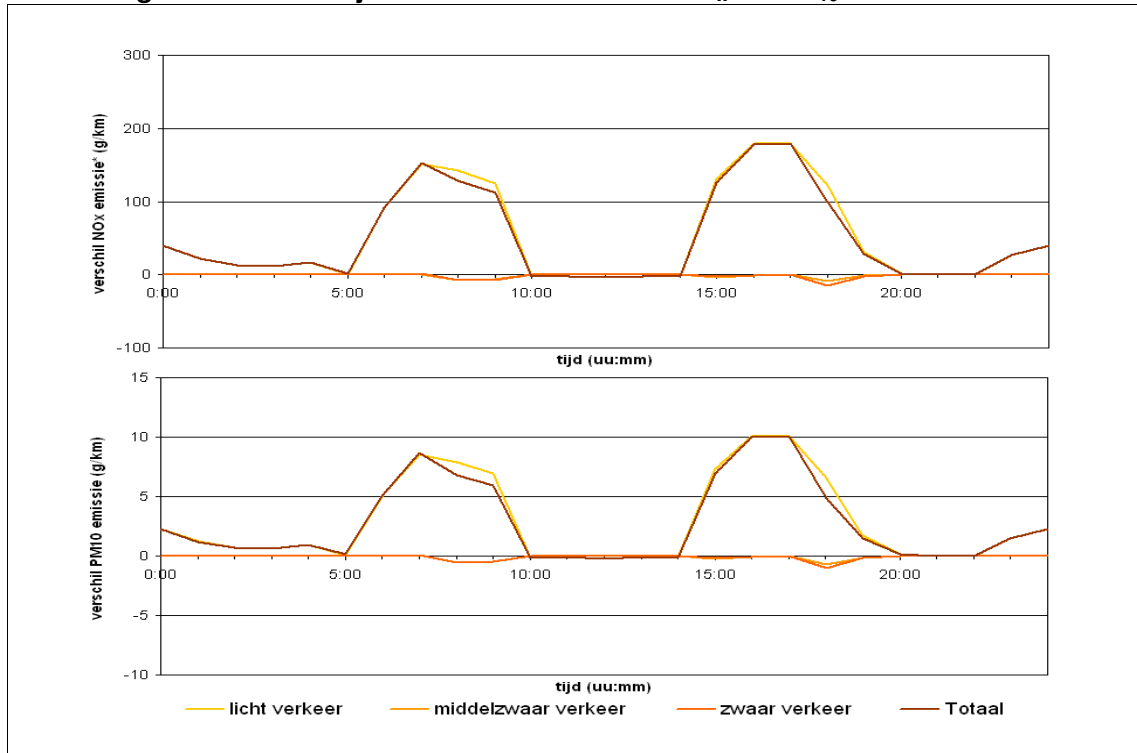


* NO_x in NO₂-equivalenten.

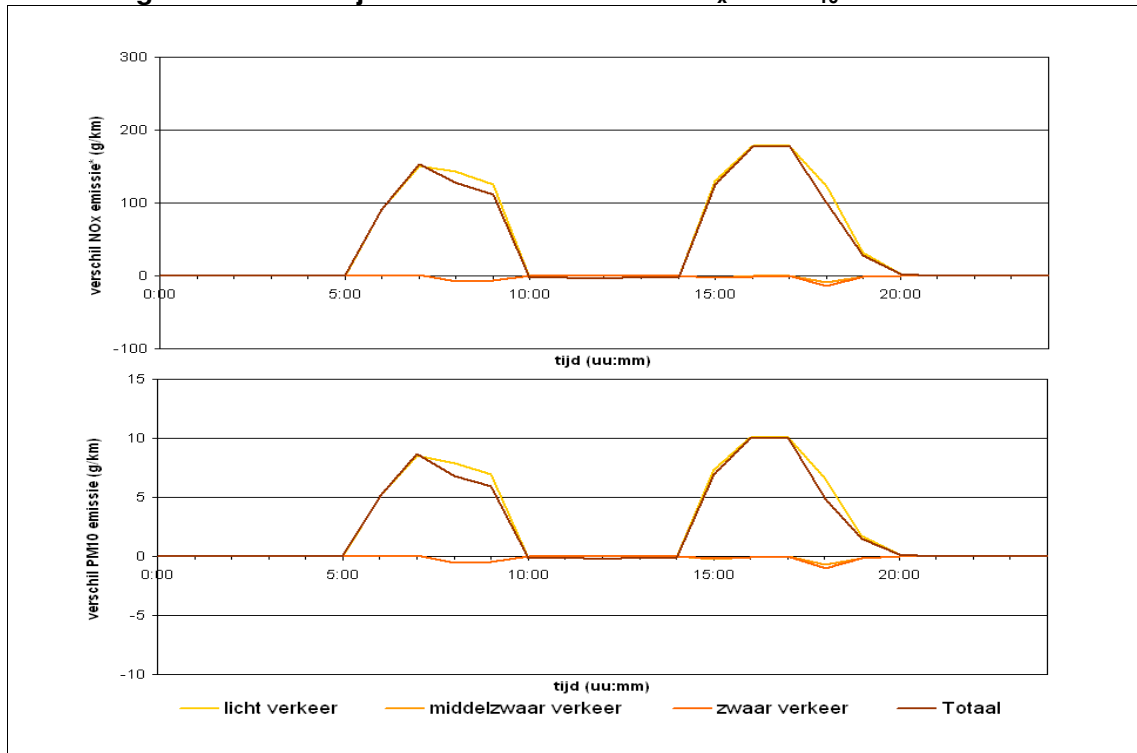
Afbeelding VII.6. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 2



Afbeelding VII.7. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 3



Afbeelding VII.8. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 4



Locatie L3

Tabel VII.9. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 1

stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,3	13,0	19,2	48,5
	nameting (kg/km/etm)	18,3	13,0	19,2	50,5
	verschil (%)	12,3 %	- 0,2 %	- 0,3 %	4,0 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,4	0,5	3,2
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,4	0,5	3,3
	verschil (%)	4,9 %	- 0,6 %	- 0,7 %	3,3 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.10. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 2

stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,3	13,0	19,2	48,5
	nameting (kg/km/etm)	17,9	13,0	19,2	50,1
	verschil (%)	10,0 %	- 0,1 %	- 0,1 %	3,3 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,4	0,5	3,2
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,4	0,5	3,3
	verschil (%)	4,0 %	- 0,2 %	- 0,3 %	2,8 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.11. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 3

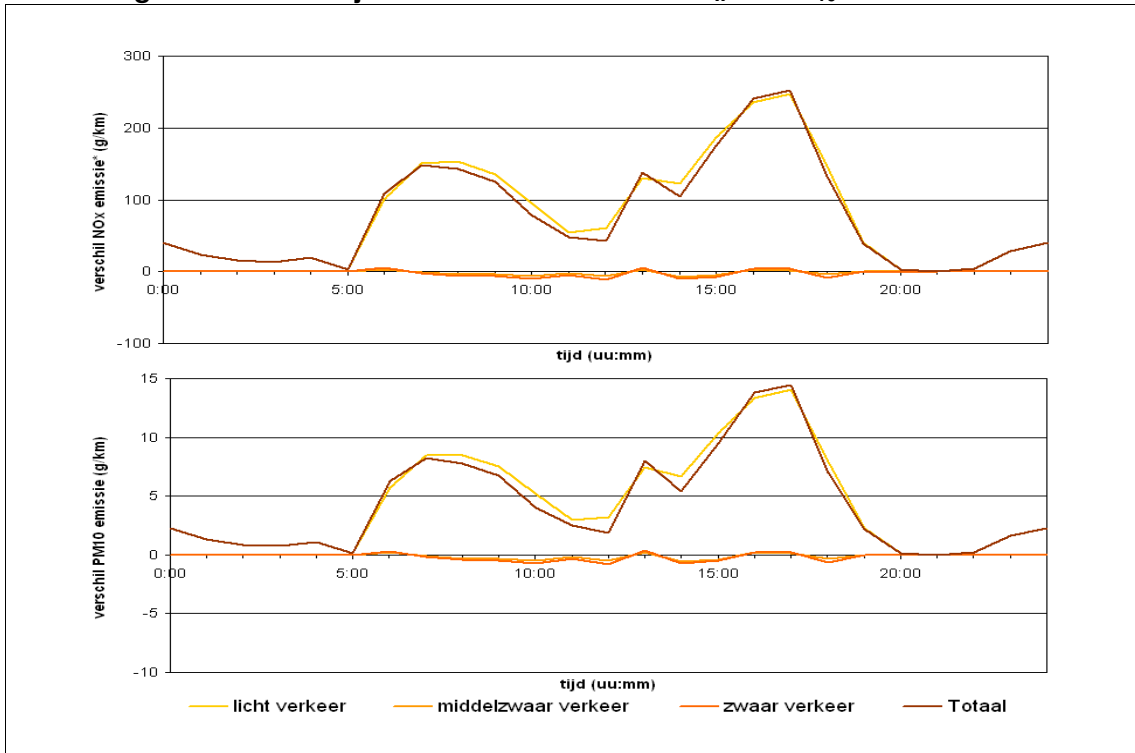
stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,3	13,0	19,2	48,5
	nameting (kg/km/etm)	17,6	13,0	19,2	49,8
	verschil (%)	7,9 %	- 0,1 %	- 0,1 %	2,6 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,4	0,5	3,2
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,4	0,5	3,3
	verschil (%)	3,1 %	- 0,2 %	- 0,3 %	2,2 %

* NO_x in NO₂-equivalenten.

Tabel VII.12. Effect van Dynamax op NO_x en PM₁₀ emissie per etmaal - variant 4

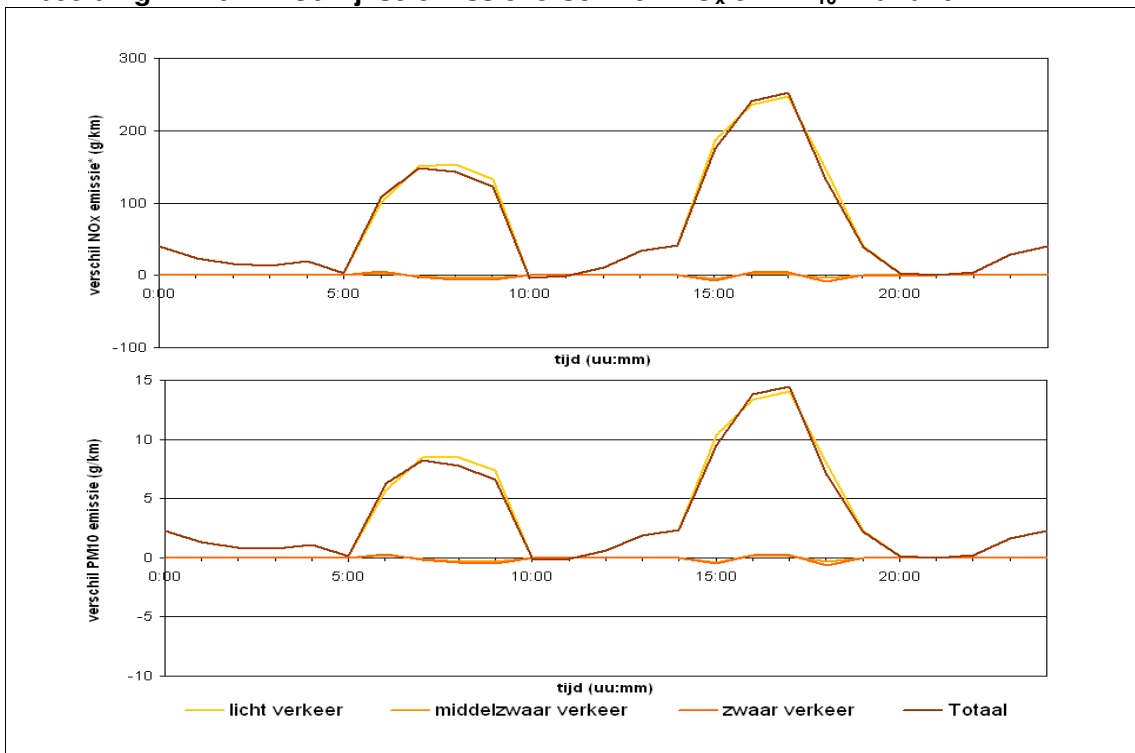
stof		per voertuigcategorie			totaal
		licht	middel	zwaar	
NO _x *	voormeting (kg/km/etm)	16,3	13,0	19,2	48,5
	nameting (kg/km/etm)	17,5	13,0	19,2	49,6
	verschil (%)	7,1 %	- 0,1 %	- 0,1 %	2,3 %
PM ₁₀	voormeting (kg/km/etm)	2,3	0,4	0,5	3,2
	nameting (kg/km/etm)	2,4	0,4	0,5	3,2
	verschil (%)	2,8 %	- 0,2 %	- 0,3 %	2,0 %

Afbeelding VII.9. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 1

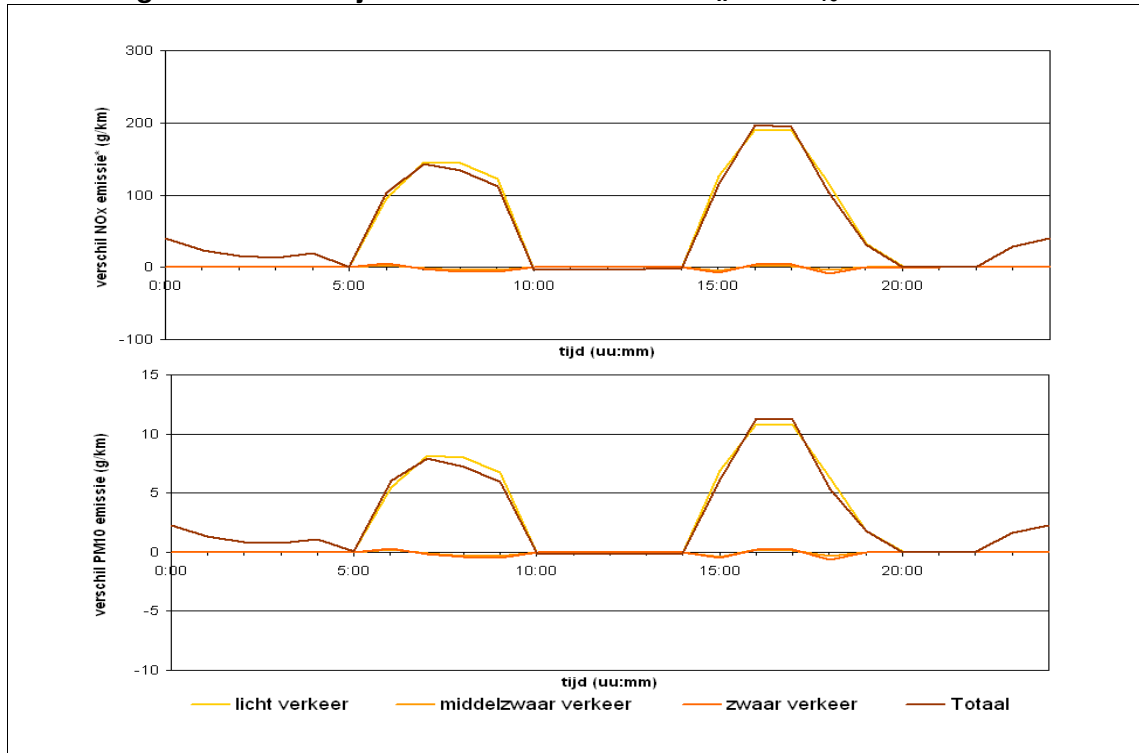


* NO_x in NO₂-equivalenten.

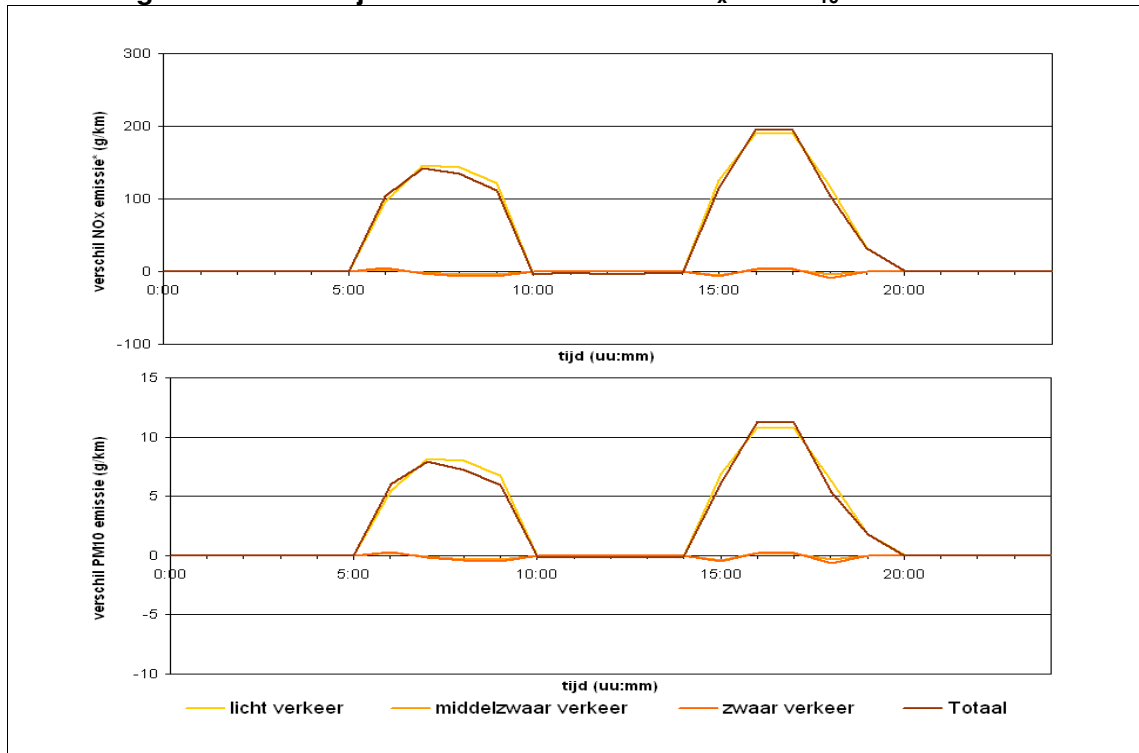
Afbeelding VII.10. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 2



Afbeelding VII.11. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 3

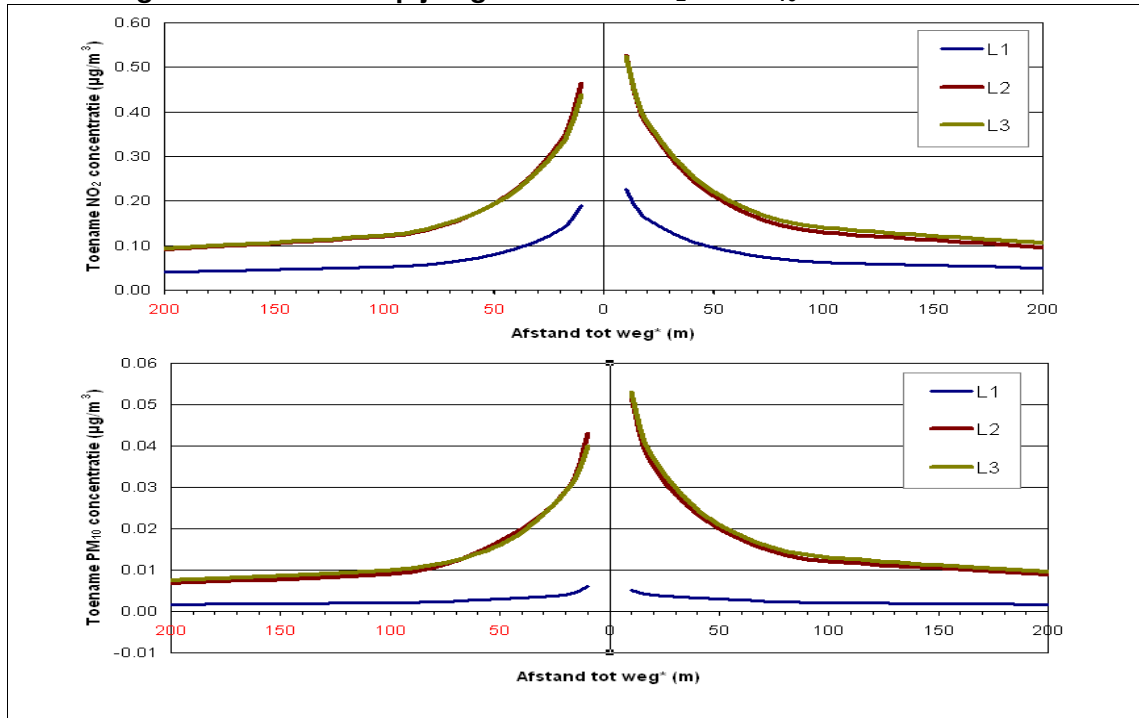


Afbeelding VII.12. Uurlijkse emissieverschillen NO_x en PM₁₀ - variant 4



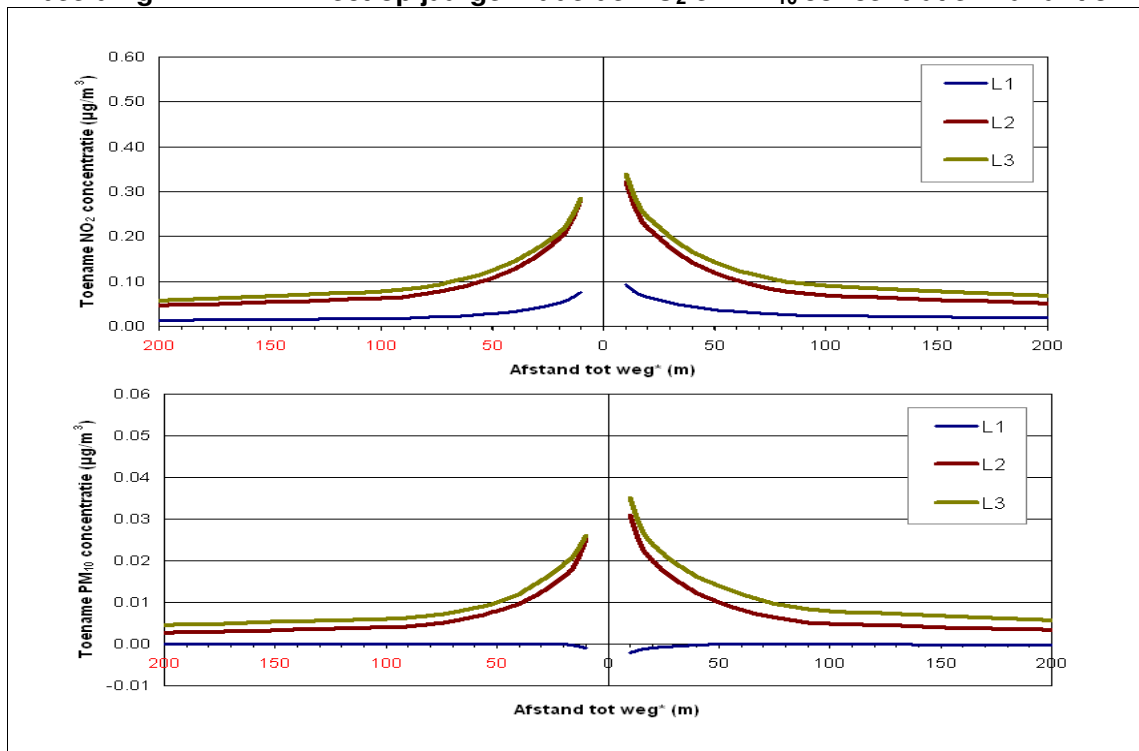
BIJLAGE VIII RESULTATEN VERSPREIDINGSBEREKENING

Afbeelding VIII.1. Effect op jaargemiddelde NO₂ en PM₁₀ concentratie - variant 1



* Linkerkant (rode cijfers): afstand tot zuidelijke wegrand, rechterkant (zwarte cijfers): afstand tot de noordelijke wegrand.

Afbeelding VIII.2. Effect op jaargemiddelde NO₂ en PM₁₀ concentratie - variant 3



* Linkerkant (rode cijfers): afstand tot zuidelijke wegrand, rechterkant (zwarte cijfers): afstand tot de noordelijke wegrand

BIJLAGE IX VERKEERSKUNDIGE EFFECTEN NAMETING 2

Na de eerste nameting is een tweede nameting uitgevoerd waarbij de Dynamax parameters scherper ingesteld zijn zodat er met name buiten de spitsperiodes minder vaak naar 100 km/h wordt geschakeld. In deze bijlage zijn een aantal verkeerskundige indicatoren van deze tweede nameting opgenomen.

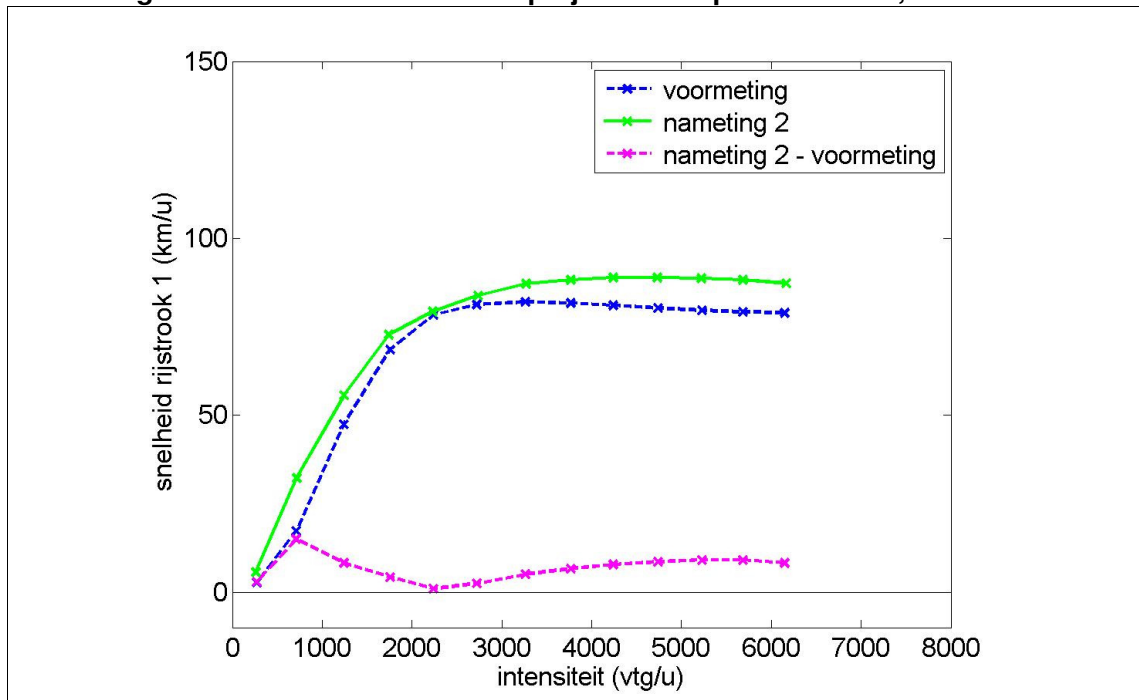
Snelheid per rijstrook

In onderstaande tabellen en afbeeldingen is de snelheid per rijstrook weergegeven. Evenals bij de analyse van nameting 1 in paragraaf 4.3 is de snelheid op alle rijstroken toegenomen. De gemiddelde snelheid op rijstrook 1 is weer het meest toegenomen en op rijstrook 3 het minste. Een klein verschil is dat bij lage intensiteiten de snelheid op rijstrook 3 soms licht afneemt en juist op rijstrook 1 meer toeneemt.

Tabel IX.1. Gemiddelde snelheid op rijstrook 1 op A20L Hm 30,9

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
snelheid rijstrook 1 - voor	3,7	49,9	78,7	82,0	81,0	79,6	78,9
snelheid rijstrook 1 - na 2	8,0	57,5	79,9	87,2	88,9	88,6	87,0
verschil	4,3	7,7	1,2	5,2	7,9	9,1	8,0

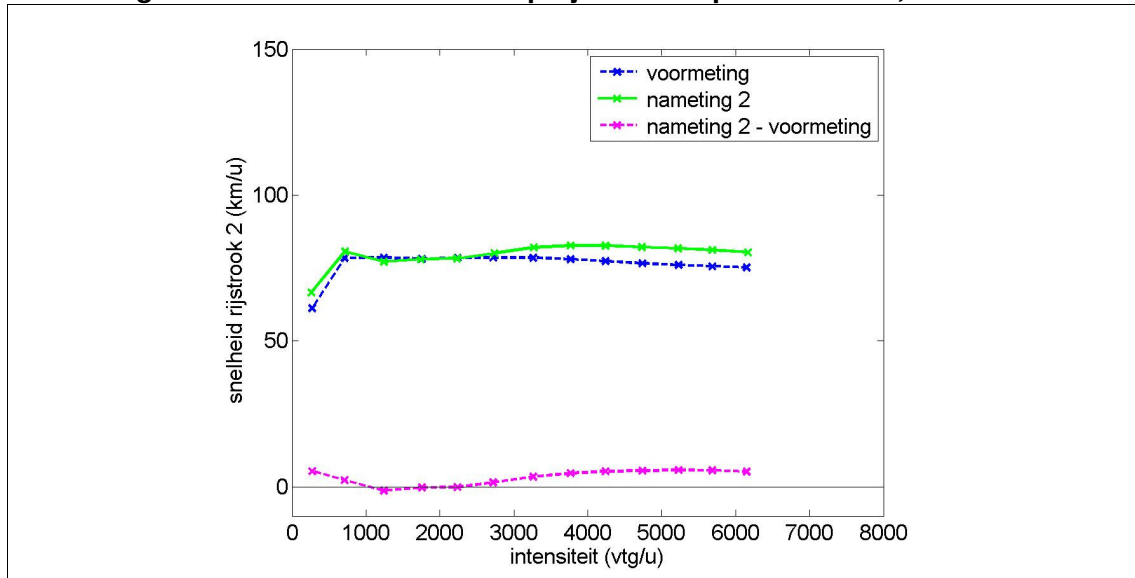
Afbeelding IX.1. Gemiddelde snelheid op rijstrook 1 op A20L Hm 30,9



Tabel IX.2. Gemiddelde snelheid op rijstrook 2 op A20L Hm 30,9

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
snelheid rijstrook 2 - voor	62,3	78,5	78,5	78,5	77,3	75,9	75,0
snelheid rijstrook 2 - na 2	67,8	77,3	78,5	82,1	82,6	81,7	80,1
verschil	5,5	- 1,2	0,1	3,6	5,3	5,7	5,1

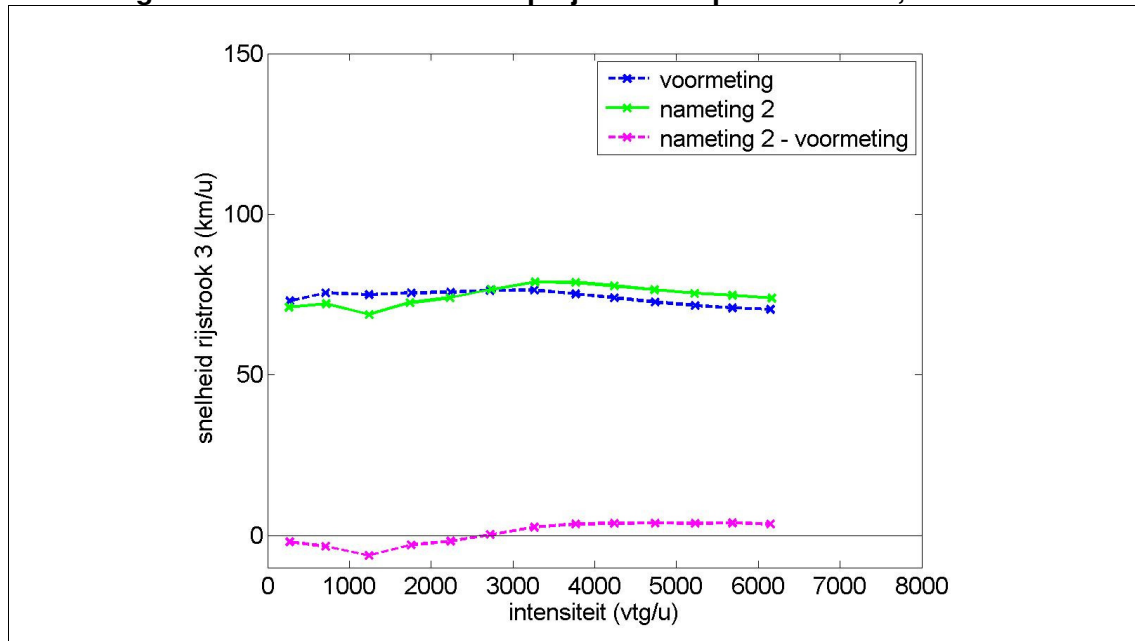
Afbeelding IX.2. Gemiddelde snelheid op rijstrook 2 op A20L Hm 30,9



Tabel IX.3. Gemiddelde snelheid op rijstrook 3 op A20L Hm 30,9

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
aandeel rijstrook 3 - voor	73,2	75,0	75,8	76,3	73,8	71,4	70,4
aandeel rijstrook 3 - na 2	71,2	69,2	74,4	78,9	77,6	75,3	73,7
verschil	- 2,0	- 5,9	- 1,4	2,7	3,8	3,8	3,3

Afbeelding IX.3. Gemiddelde snelheid op rijstrook 3 op A20L Hm 30,9



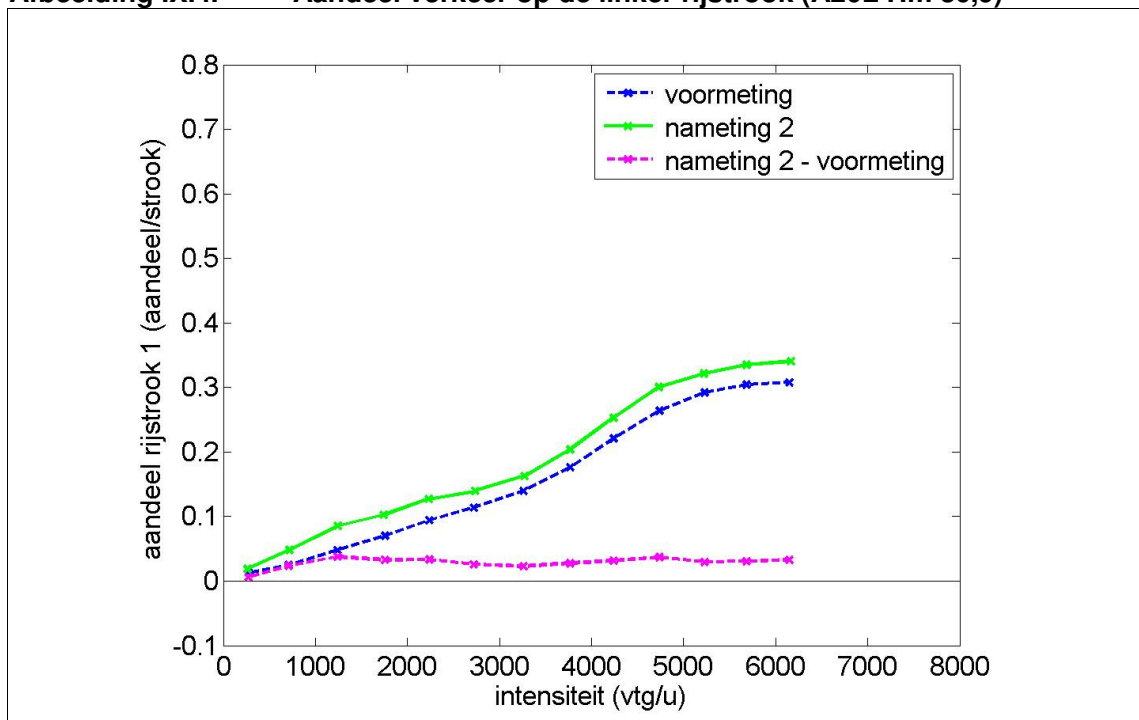
Verdeling van het verkeer over de rijstroken

In onderstaande tabellen en afbeeldingen is de verdeling van het verkeer over de rijstroken weergegeven. Evenals bij de analyse van nameting 1 in paragraaf 4.5 neemt bij hogere intensiteitregimes het aandeel verkeer op de rechter rijstrook af, op de middelste rijstrook (zeer) licht af en op de linker rijstrook toe. Dit effect neemt eveneens (licht) toe naarmate de intensiteit verder toeneemt. In vergelijking met nameting 1 is er bij lage intensiteitsklassen meer verschil tussen de voor- en nameting.

Tabel IX.4. Aandeel verkeer op de linker rijstrook (A20L Hm 30,9)

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
aandeel rijstrook 1 - voor	1,4 %	5,0 %	9,6 %	14,2 %	22,7 %	29,4 %	30,6 %
aandeel rijstrook 1 - na 2	2,1 %	8,7 %	12,9 %	16,5 %	25,9 %	32,4 %	34,2 %
verschil	0,8 %	3,7 %	3,3 %	2,3 %	3,3 %	3,0 %	3,6 %

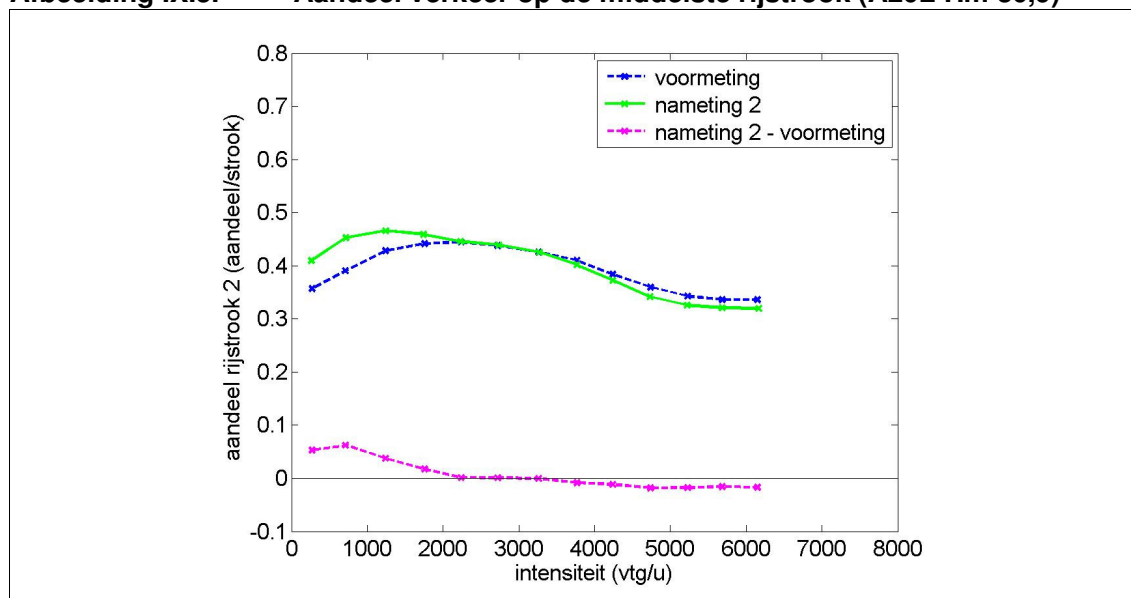
Afbeelding IX.4. Aandeel verkeer op de linker rijstrook (A20L Hm 30,9)



Tabel IX.5. Aandeel verkeer op de middelste rijstrook (A20L Hm 30,9)

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
aandeel rijstrook 2 - voor	35,9 %	43,0 %	44,4 %	42,5 %	38,1 %	34,2 %	33,9 %
aandeel rijstrook 2 - na 2	41,4 %	46,5 %	44,5 %	42,4 %	36,9 %	32,5 %	31,9 %
verschil	5,4 %	3,5 %	0,1 %	0,0 %	- 1,2 %	- 1,7 %	- 2,0 %

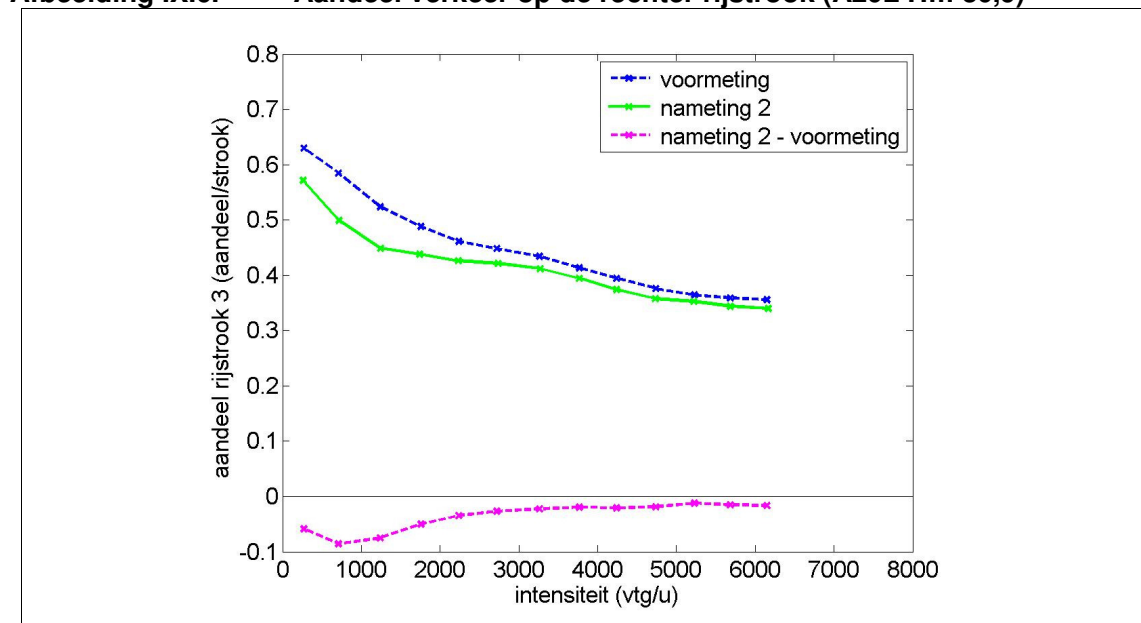
Afbeelding IX.5. Aandeel verkeer op de middelste rijstrook (A20L Hm 30,9)



Tabel IX.6. Aandeel verkeer op de rechter rijstrook (A20L Hm 30,9)

intensiteit	300	1.300	2.300	3.300	4.300	5.300	6.300
aandeel rijstrook 3 - voor	62,7 %	52,0 %	46,0 %	43,3 %	39,2 %	36,4 %	35,5 %
aandeel rijstrook 3 - na 2	56,5 %	44,8 %	42,6 %	41,1 %	37,2 %	35,1 %	33,9 %
verschil	- 6,2 %	- 7,2 %	- 3,4 %	- 2,2 %	- 2,0 %	- 1,3 %	- 1,6 %

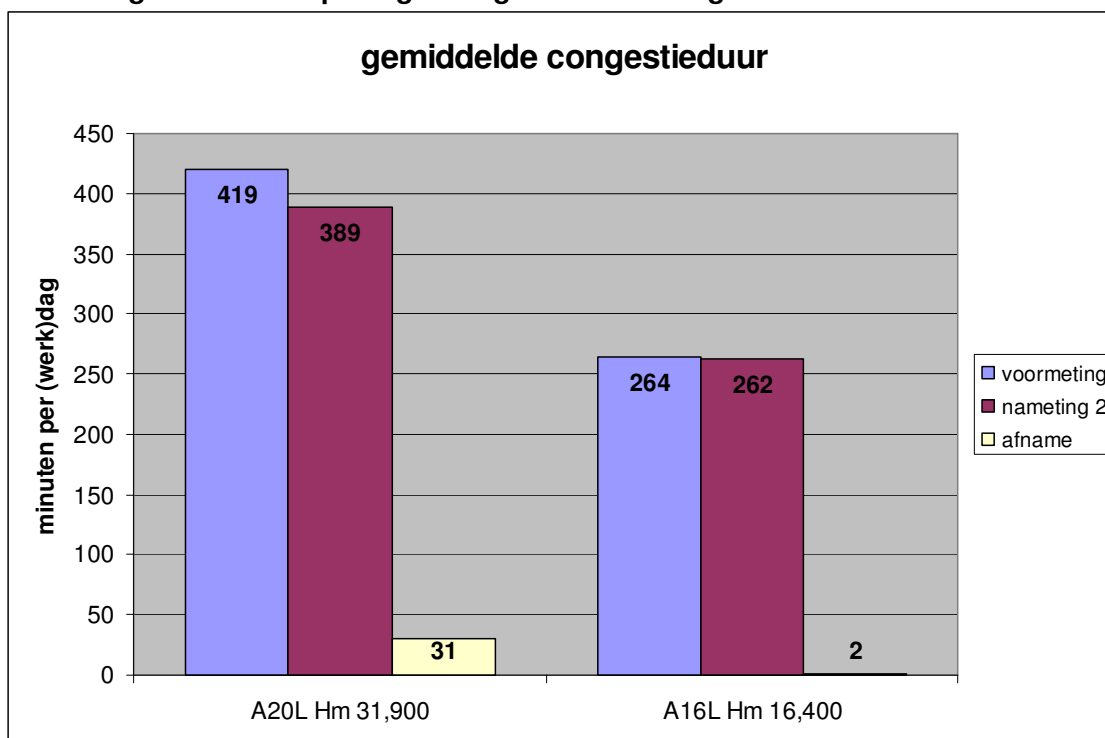
Afbeelding IX.6. Aandeel verkeer op de rechter rijstrook (A20L Hm 30,9)



Congestieduur

Er is gekeken naar de congestieduur op de A20L ter hoogte van Hm 31,9 (einde van de invoeger Crooswijk) en op de aansluitende A16L ter hoogte van Hm 16,4. De gemiddelde congestieduur op de A20L Hm 31,9 is afgenomen met gemiddeld ruim een half uur. (per werkdag). Dit is een verschil van - 7 %. Voor de A16L is de winst veel kleiner: 2 minuten (- 1 %). In de ochtendspits en in de avond is de congestieduur toegenomen, in de overige periodes, waaronder de avondspits, is de gemiddelde congestieduur afgenomen.

Afbeelding IX.7. Effect op congestie: gemiddelde congestieduur



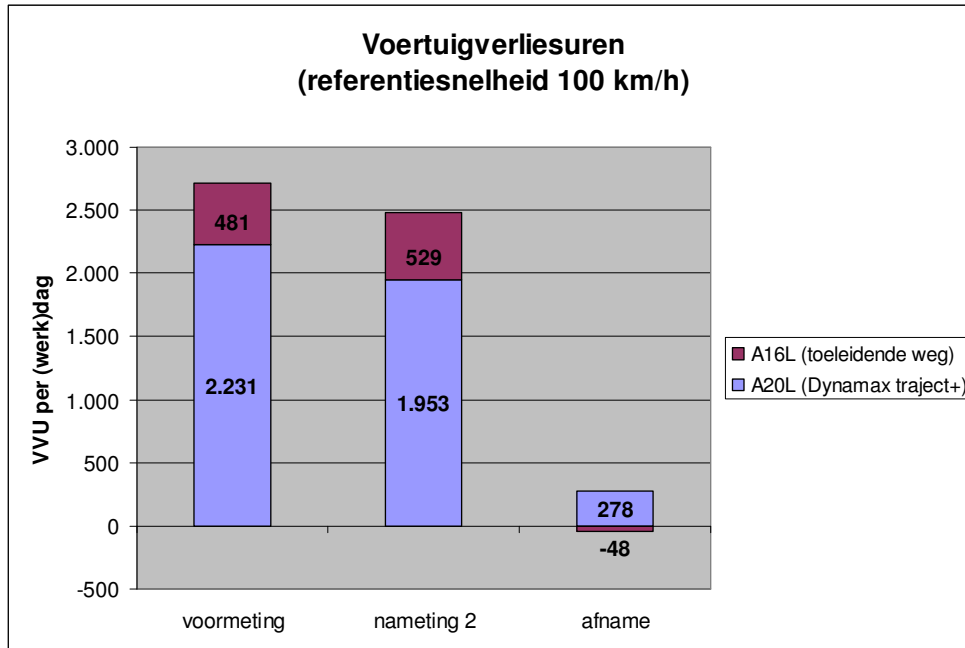
Tabel IX.7. Effect op congestie: gemiddelde congestieduur

	00-24	00-05	05-10	10-15	15-20	20-23	23-24
voormeting	419	1	169	84	170	1	0
nameting 2 A20L	389	1	178	45	159	8	3
verschil	- 31	0	9	- 39	- 11	7	3
verschil	- 7 %	- 24 %	5 %	- 47 %	- 6 %	476 %	-

Voertuigverliesuren

Er is ook gekeken naar het effect op het aantal voertuigverliesuren (VUU) op het traject en op de aansluitende A16L. Als referentiesnelheid is 100 km/u gekozen (conform eerste nameting). Uit de meetgegevens blijkt dat het gemiddelde aantal voertuigverliesuren op de A20L is afgenomen met 12 %. Op de A16L is een toename van 10 %. Gezamenlijk is het aantal voertuigverliesuren met 8 % afgenomen.

Afbeelding IX.8. Effect op congestie: aantal voertuigverliesuren

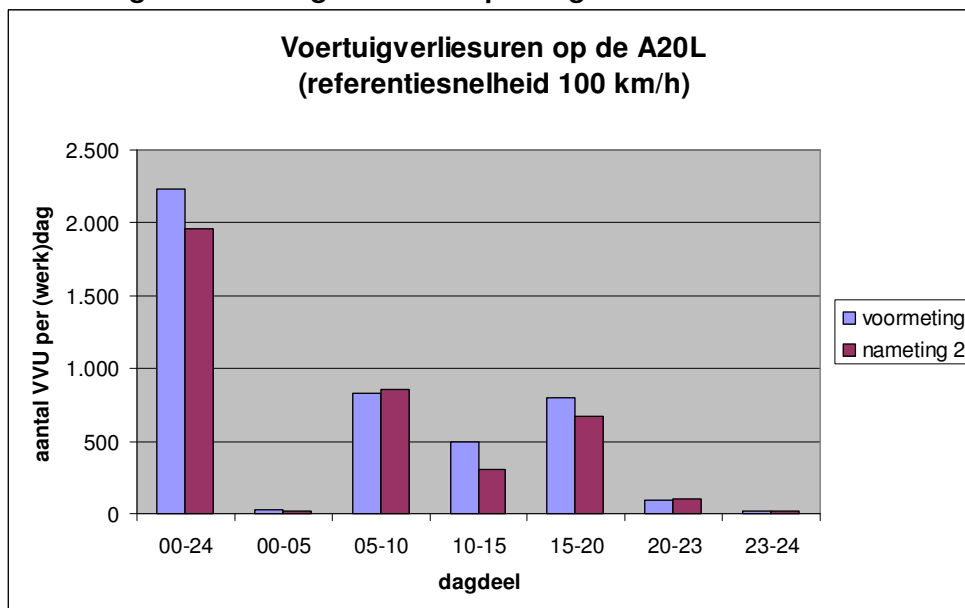


Tabel IX.8. Aantal voertuigverliesuren (referentiesnelheid 100 km/u)

	voormeting	nameting	verschil	verschil
A20L (Dynamax traject+)	2.231	1.953	- 278	- 12 %
A16L (toeleidende weg)	481	529	48	10 %
totaal	2.712	2.482	- 230	- 8 %

Als verder gekeken wordt naar de voertuigverliesuren per dagdeel dan is weer te zien dat er in de ochtendspits en late avond een verslechtering optreedt, dat er in de overige periodes een verbetering is waar te nemen en dat dit netto een positief effect oplevert.

Afbeelding IX.9. Voertuigverliesuren per dagdeel



Filezwaarte

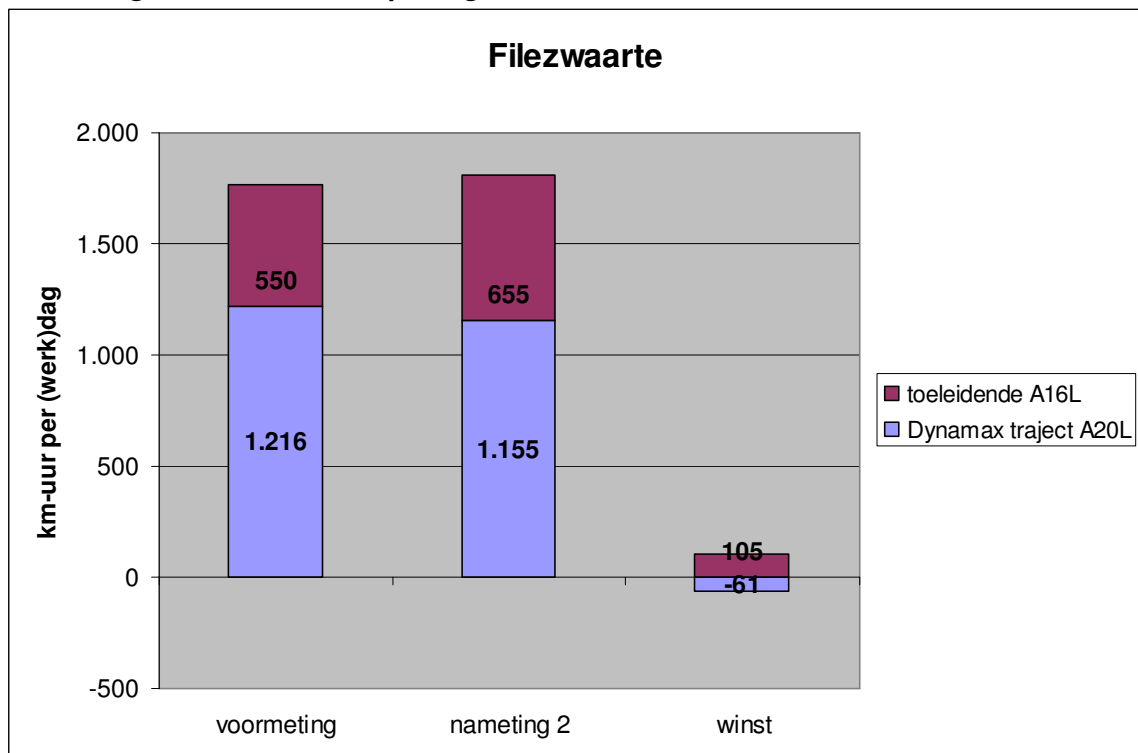
De totale gemiddelde filezwaarte op de A20L is afgenomen met 5 %. Op de A16L is een toename te zien van 19 %. Hierdoor blijft een netto winst over van 2 %. Als verder gekeken wordt naar de voertuigverliesuren per dagdeel (hier niet opgenomen) dan is een vergelijkbaar beeld te zien als bij de voertuigverliesuren: in de ochtendspits en late avond een verslechtering en in de overige perioden een verbetering, wat netto een positief effect oplevert.

Het positieve effect op de A20L is kleiner dan bij de voertuigverliesuren (VVU) en het negatieve effect op de A16L is groter. Dit betekent dat een deel van de winst bij de VVU wordt veroorzaakt door de hogere maximumsnelheid (in situaties zonder congestie) en een ander deel door de afname van de filevorming.

Tabel IX.9. Gemiddelde filezwaarte per werkdag (referentiesnelheid 100 km/u)

	voormeting	nameting	verschil	verschil
Dynamax traject A20L	1.216	1.155	- 61	- 5 %
toeleidende A16L	550	655	105	19 %
totaal	1.766	1.810	44	2 %

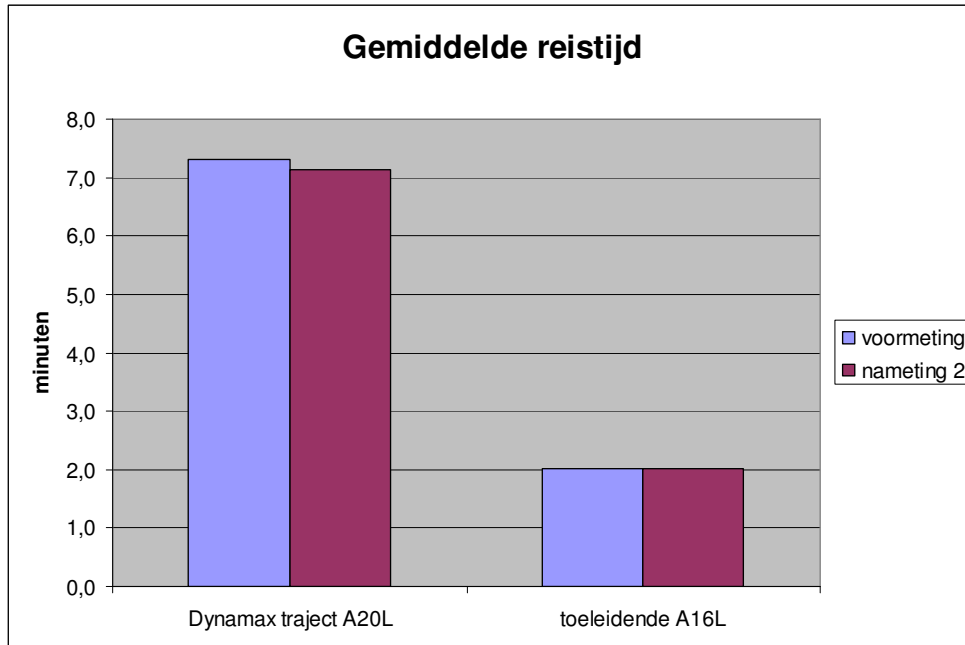
Afbeelding IX.10. Effect op congestie: filezwaarte



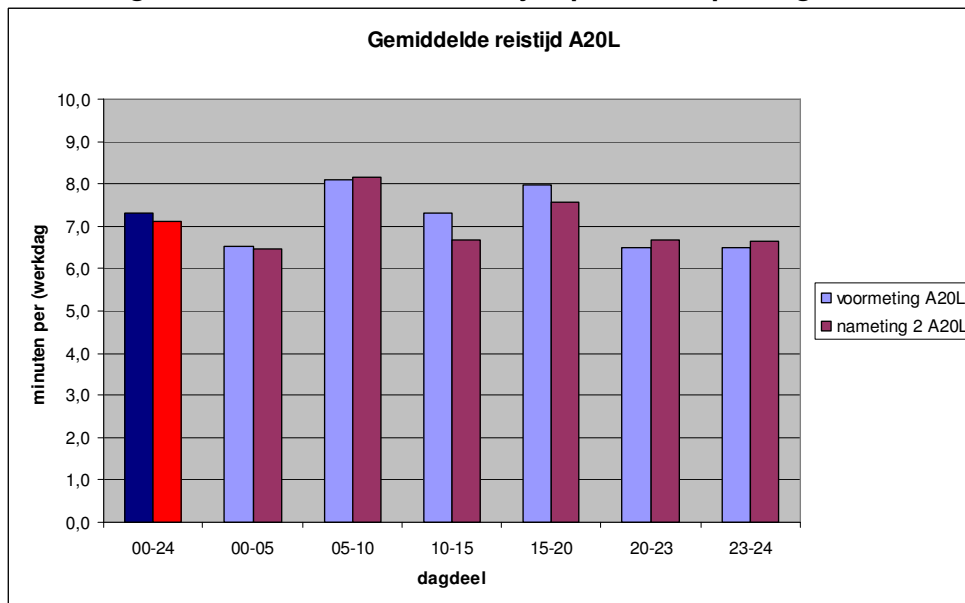
Reistijd

De gemiddelde reistijd op de A20L is afgenomen met 3%. Op de A16L is deze licht toegenomen (+1%). Ook de reistijd laat hetzelfde beeld zien als de congestie indicatoren: een toename van de reistijd in de ochtendspits en in de late avonduren en een afname in de avondspits en de overige dagdelen.

Afbeelding IX.11. Gemiddelde reistijd op de A20L en de A16L



Afbeelding IX.12. Gemiddelde reistijd op de A20L per dagdeel



Tabel IX.10. Gemiddelde reistijd op de A20L per dagdeel (in minuten)

	00-24	00-05	05-10	10-15	15-20	20-23	23-24
voormeting	7,3	6,5	8,1	7,3	8,0	6,5	6,5
nameting 2	7,1	6,4	8,2	6,7	7,6	6,7	6,6
verschil	- 0,2	- 0,1	0,1	- 0,6	- 0,4	0,2	0,1
verschil	- 3 %	- 1 %	1 %	- 9 %	- 5 %	3 %	2 %

Ook de gemiddelde vertraging is in een tabel opgenomen. Als vrije reistijd is hierbij de minimale (gemiddelde) reistijd genomen. Bij de vertraging zien wij dezelfde absolute verschillen maar de relatieve verschillen zijn (uiteraard) groter.

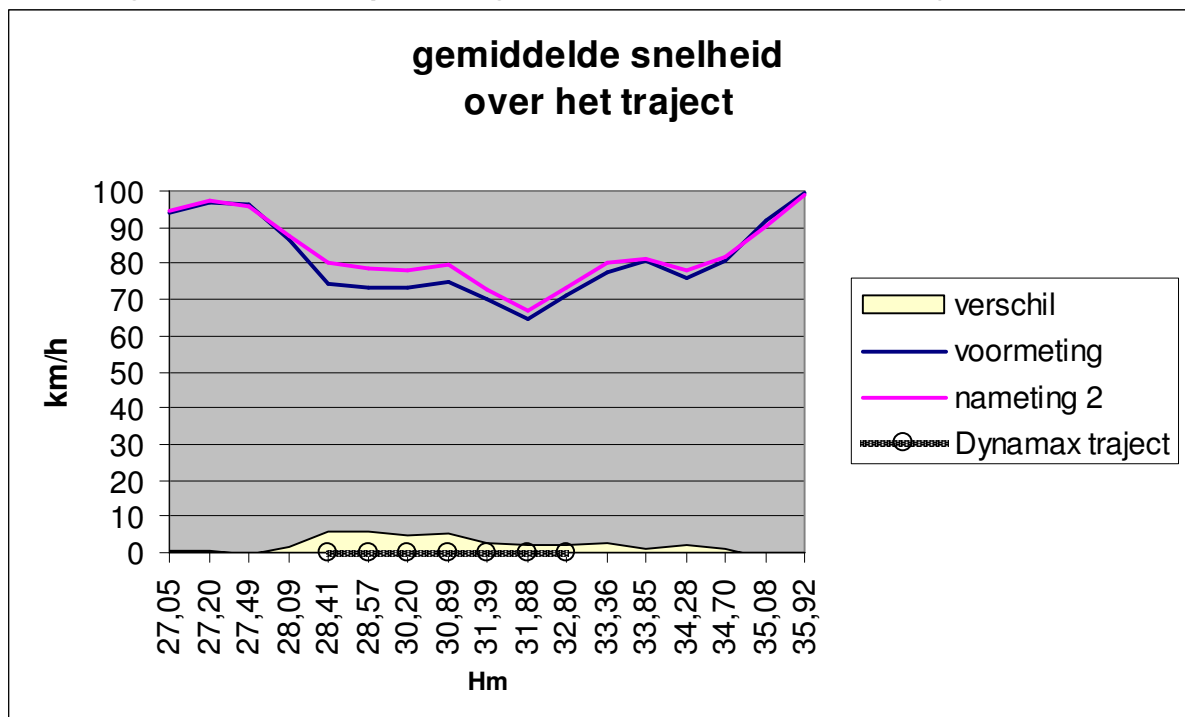
Tabel IX.11. Gemiddelde vertraging op de A20L per dagdeel (in minuten)

	00-24	00-05	05-10	10-15	15-20	20-23	23-24
voormeting	0,9	0,1	1,6	0,9	1,5	0,1	0,0
nameting 2	0,7	0,0	1,7	0,2	1,1	0,2	0,2
verschil	- 0,2	- 0,1	0,1	- 0,6	- 0,4	0,2	0,1
verschil	- 22 %	- 113 %	4 %	- 74 %	- 26 %	324 %	319 %

In afbeelding IX.13 is de gemiddelde reistijd weergegeven op verschillende delen van het traject. Hierin is het volgende te zien:

- de reistijdwinst doet zich vooral voor op het tweede gedeelte van het traject. Op het eerste gedeelte is de reistijdwinst kleiner;
- stroomafwaarts van het Dynamax traject is geen verschil in reistijd te zien. Dit is conform de verwachtingen.

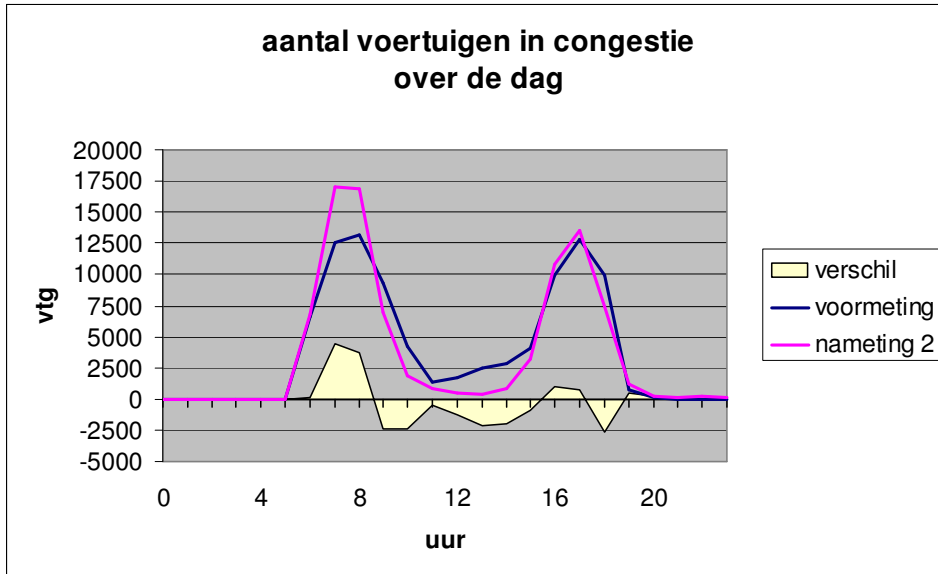
Afbeelding IX.13. Verloop van de gemiddelde snelheid (over het traject)



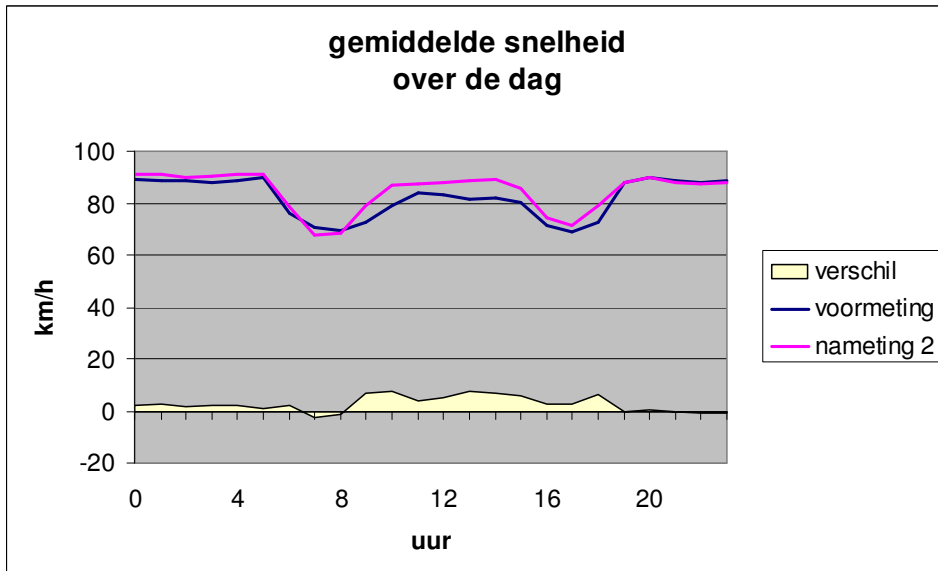
Analyse van het effect op doorstroming

Kijken wij naar het gemiddelde aantal voertuigen in congestie (per werkdag) als functie van het tijdstip van de dag dan zien wij dat de congestie in de ochtendspits is toegenomen. Dit hebben wij ook bij andere indicatoren gezien. Tussen de ochtend- en avondspits is er ook een duidelijke afname. In de avondspits een wisselend beeld, netto een afname. In de avond- en nachtperiode treedt niet of nauwelijks (structurele) filevorming op.

Afbeelding IX.14. Voertuigen in congestie (over de dag)



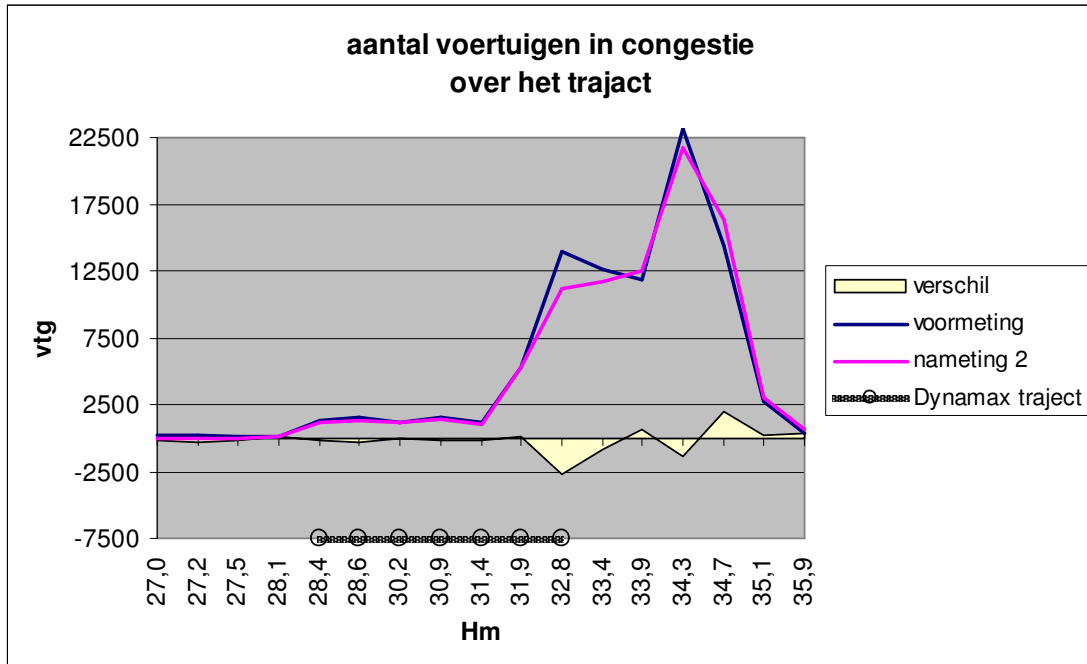
Afbeelding IX.15. Gemiddelde snelheid (over de dag)



Dit beeld vertaalt zich ook naar de het verloop van de gemiddelde snelheid over de dag, maar hier zit ook mogelijke reistijdwinst in door de verhoogde maximumsnelheid (in situaties zonder congestie). Te zien is dat:

- in de nacht de gemiddelde snelheid hoger ligt door de hogere maximumsnelheid;
- in de ochtendspits de gemiddelde snelheid maar iets lager ligt dan in de voormeting. De toename in congestie wordt blijkbaar deels gecorrigeerd door een toename van de maximumsnelheid;
- tussen ochtend- en avondspits wordt de afname in congestie versterkt door de toegenomen maximumsnelheid;
- in de avondspits heeft de maximumsnelheid ook nog een positief effect op de gemiddelde snelheid (ondanks de congestie).

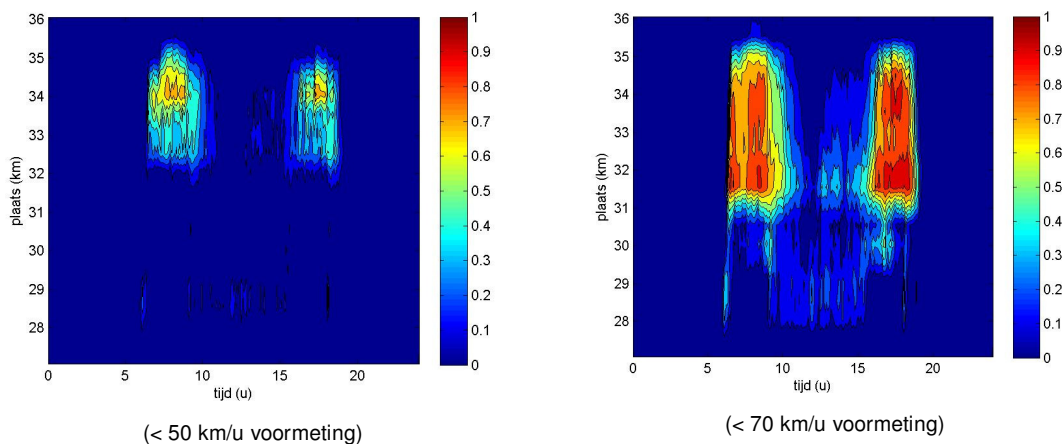
Afbeelding IX.16. Voertuigen in congestie (over het traject)

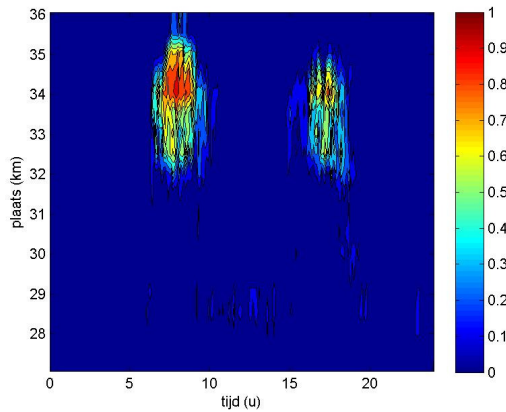


Kijken wij naar het gemiddeld aantal voertuigen in congestie op verschillende locaties op het traject dan is opvallend dat het aantal voertuigen in congestie in totaal maar beperkt is afgenomen. Afname is veel minder duidelijk dan in de eerste nameting. Een verklaring is het slechte functioneren van Dynamax in de ochtendspits (zie eerder in deze bijlage).

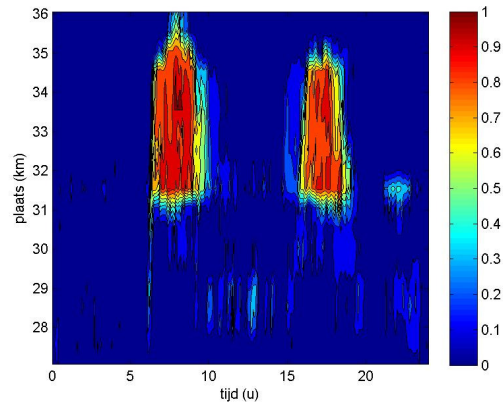
Voor nameting 2 is ook een congestiefrequentiecontourenplot gemaakt. In deze plot is per locatie per tijdstip aangegeven hoe vaak daar op dat moment file stond. Dit is uitgedrukt in percentage van de tijd. Kijken wij naar de verschillen tussen de voormeting en nameting 2 dan zien wij evenals bij nameting 1 dat de spitsperioden smaller zijn geworden en dat het aantal verstoringen overdag tussen de spitsen ook is afgenomen. Echter, zijn deze verschillen wel waarneembaar kleiner dan bij nameting 1. Nameting 2 heeft een minder (positief) effect dan nameting 1 (conform andere indicatoren).

Afbeelding IX.17. Congestiefrequentieplots op basis van 50 en 70 km/u

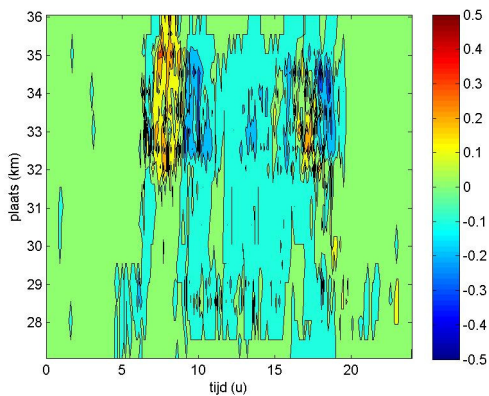




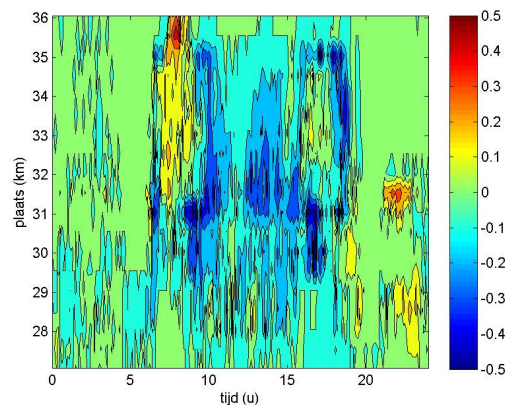
(< 50 km/u nameting)



(< 70 km/u nameting)



(< 50 km/u verschil)



(< 70 km/u verschil)

Samenvatting tweede nameting

De tweede nameting was relatief kort voor een verkeerskundige evaluatie. Mede door het relatief hoge aantal verstoringen bleven er weinig dagen over en dit maakt het trekken van goede conclusies lastig. Toch kon er een aantal conclusies worden getrokken.

Door het aanpassen van de parameters heeft Dynamax minder vaak 100 km/u getoond. Het verschil zit tussen de spitsen en aan het begin en einde van de spitsen. Dit is conform verwachting.

In de ochtendspits schakelt Dynamax soms te laat in. Dit heeft een duidelijk negatief effect op de effectiviteit van Dynamax: In de ochtendspits is er nu geen doorstromingswinst meer en zelfs een verslechtering van de doorstroming. Die verslechtering is niet helemaal logisch. Mogelijk zijn er (onbekende) externe factoren die een rol spelen maar de resultaten kunnen ook beïnvloed worden door de relatief korte tweede nameting.

In de avondspits is dit negatieve effect niet of minder aanwezig. Toch is ook hier het effect minder positief dan in de eerste nameting. In de perioden tussen de ochtend- en avondspits is duidelijk een positief effect op de congestie waargenomen.

Conclusie

Met de huidige Dynamax instellingen (uit de tweede nameting) kunnen niet dezelfde positieve resultaten op doorstroming worden gehaald als met de initiële instellingen uit de eerste nameting. Vooral het te laat inschakelen in de ochtendspits zorgt voor een slechter resultaat. Voor de periode tussen de spitsen en in de avondspits was Dynamax wel effectief, maar (vooral in de avondspits) minder dan in de eerste nameting. De verminderde effectiviteit in de avondspits kan echter ook komen door de korte meetperiode waardoor er onzekerheid zit in de bevindingen of een onbekende oorzaak die van invloed is geweest op de afrijcapaciteit.

Naar onze mening zou met een strakkere afstelling van Dynamax waarbij in de ochtendspits wel tijdig wordt ingeschakeld een vergelijkbare (doorstromings)winst te behalen moeten zijn als in de eerste nameting met de initiële instellingen. Hiervoor zijn (naast aanpassingen aan de parameters) mogelijk ook aanpassingen aan het algoritme nodig.

**BIJLAGE X BEREKENDE EFFECTEN OP GELUIDEMISSION OP HET MEETPUNT
VAN DE RIVM**

Het effect op basis van de voorgeschreven (wettelijke) snelheden (meetpunt RIVM)

In tabel X.1 wordt het effect op het geluid van Dynamax A20 vermeld voor een vergelijking met het door het RIVM gemeten effect.

Tabel X.1. Effect Dynamax A20 bij hanteren wettelijke snelheden op meetpunt RIVM

periode	geluidbijdrage voormeting [dB]	geluidbijdrage praktijkproef [dB]	verschil totaal [dB]	intensiteitscorr. [dB]	effect snelheid [dB]
hele etmaal	76,9	77,0	0,13	0,00	0,13
dag	74,4	74,6	0,22	0,00	0,22
avond	72,3	72,4	0,03	0,00	0,03
nacht	68,9	69,0	0,12	0,00	0,12
ochtendspits	74,1	74,3	0,26	0,00	0,26
avondspits	74,5	74,8	0,29	0,00	0,29

De geluidbijdragen in tabel X.1 zijn groter dan tabel 7.2 in hoofdstuk 7 vanwege de kleinere afstand tot de weg. Uit tabel X.1 blijkt verder dat het berekende effect iets lager is dan in de vorige tabel. Dit is als volgt te verklaren. Het meetpunt bevindt zich dichterbij de zuidelijke baan dan bij de noordelijke. De geluidbijdrage van de zuidelijke baan is daarom bij een vergelijkbare intensiteit van het verkeer maatgevend. Omdat alleen op de noordelijke baan de snelheid verandert, wordt het effect hiervan overstemd door de zuidelijke baan als constante factor.

Het effect op basis van de werkelijk gereden snelheden (op meetpunt RIVM)

In tabel X.2 wordt het effect op het geluid van Dynamax A20 vermeld voor een vergelijking met de geluidmetingen.

Tabel X.2. Effect van Dynamax A20 bij werkelijk gereden snelheden op meetpunt

periode	geluidbijdrage voormeting [dB]	geluidbijdrage praktijkproef [dB]	verschil totaal [dB]	intensiteitscorr. [dB]	effect snelheid [dB]
hele etmaal	76,6	76,7	0,07	0,01	0,05
dag	73,7	73,8	0,12	0,01	0,11
avond	72,2	72,2	0,03	0,00	0,02
nacht	68,8	68,9	0,06	0,03	0,03
ochtendspits	73,3	73,4	0,11	0,01	0,10
avondspits	73,2	73,3	0,13	0,01	0,12

De geluidbijdragen in tabel X.2 zijn groter dan in tabel 7.3 in hoofdstuk 7 vanwege de kleinere afstand tot de weg. Uit tabel X.2 blijkt verder dat een minimale toename (ten hoogste 0,1 dB) van de geluidemissie valt te verwachten op het meetpunt.

Effect van de tweede nameting en varianten (op meetpunt RIVM)

Het effect van de verschillende varianten op de geluidemissie van de weg is berekend voor de afstand tot de weg van waarop RIVM metingen heeft verricht en is in tabel X.3 weergegeven.

Tabel X.3. Effect op meetpunt RIVM bij hanteren wettelijke snelheden variant 1 t/m 4

periode	nameting 1	nameting 2			
		variant 1	variant 2	variant 3	variant 4
hele etmaal	0,13	0,12	0,11	0,10	0,07
dag	0,22	0,18	0,14	0,11	0,11
avond	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
nacht	0,12	0,13	0,13	0,12	0,05
ochtendspits	0,26	0,20	0,20	0,19	0,19
avondspits	0,29	0,27	0,27	0,22	0,22