



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Gevoeligheidsanalyses Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse

Datum 14 april 2017

Status definitief

Colofon

Uitgegeven door	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Datum	14 april 2017
Status	definitief
Versienummer	1.0

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Doel gevoeligheidsanalyses	5
1.2	Scope gevoeligheidsanalyses	6
1.3	Positionering binnen NMCA	7
1.4	Leeswijzer	7
2	Methode	8
3	Resultaten en algemene bevindingen	9
3.1	Resultaten	9
3.2	Algemene bevindingen	9
4	Uitwerking per analyse	14
4.1	Digitalisering	14
4.2	Energie	15
4.3	Deel- en circulaire economie	22
4.4	Innovatie mobiliteitssystemen	26
4.5	Ruimtelijke Robuustheid Bereikbaarheid	31
5	Bronvermelding	34
6	Bijlagen	35

Figuren:

Figuur 1: schematische weergave van de bandbreedte in WLO scenario's (CPB/PBL, 2015a).....	5
Figuur 2: afwijking kilometrage en verliestijden in 2040H bij flexibilisering kantoortijden	15
Figuur 3: afwijking verliestijden in 2040H bij verhoging brandstofprijzen.....	19
Figuur 4: HWI-kaarten 2040 basispad en 2040 bij verhoging brandstofprijzen	20
Figuur 5: afwijking verliestijden in 2040H bij snellere elektrificering wagenpark	21
Figuur 6: afwijking verliestijden in 2040H bij halvering dematerialisatie	26
Figuur 7: afwijking in kilometrages in 2040H bij ZRA en Truckplatooning	28
Figuur 8: afwijking in verliestijden bij ZRA en Truckplatooning	28
Figuur 9: afwijking in kilometrages in 2040H bij meer suburbanisatie	32
Figuur 10: afwijking in verliestijden in 2040H bij meer suburbanisatie	32

Tabellen:

Tabel 1: aannames gevoeligheidsanalyses	8
Tabel 2: onzekere ontwikkelingen met grootste effect op mobiliteit	10
Tabel 3: afwijking in de ontwikkeling personenmobiliteit	12
Tabel 4: afwijking in de voertuigverliesuren	12
Tabel 5: afwijking tonnages goederenvervoer	13
Tabel 6: afwijking ritten en voertuigkilometers vrachtauto's	13
Tabel 7: indexcijfers reizen en kilometrage bij hogere brandstofprijzen	19
Tabel 8: indexcijfers reizen en kilometrage bij snellere elektrificering wagenpark ..	21
Tabel 9: indexcijfers reizen en kilometrage bij ZRA en Truckplatooning	27
Tabel 10: aannames gevoeligheidsanalyse e-bike en stedelijk fietsnetwerk.....	29
Tabel 11: indexcijfers reizen en kilometrage bij hoger aandeel e-bike en technische verbetering e-bike en stedelijk fietsnetwerk.....	29
Tabel 12: indexcijfers reizen en kilometrage bij meer suburbanisatie	32

1 Inleiding

In deze rapportage worden de gevoeligheidsanalyses beschreven die in het kader van de NMCA zijn uitgevoerd.

De Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse, kortweg NMCA, is een vierjaarlijkse analyse gericht op het in beeld brengen van bereikbaarheidsopgaven op de lange termijn. Deze vindt steeds aan het einde van een kabinetsperiode plaats zodat een nieuw kabinet met de nieuwste mobiliteitsgegevens aan de slag kan gaan.

De NMCA analyseert de bereikbaarheid op basis van een aantal modelberekeningen en de vertaling van de uitvoer naar verschillende indicatoren, kaartbeelden en tabellen. Naast de basisanalyse, die een Laag en Hoog scenario beschrijft voor 2030 en 2040, zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd.

1.1 Doel gevoeligheidsanalyses

In de NMCA zijn de referentiescenario's uit de WLO-2015 (CPB en PBL, 2015a) als uitgangspunt genomen voor de sociaal economische ontwikkelingen. De WLO scenario's beschrijven twee rustige ontwikkelpaden voor 2030-2050 (voor de NMCA geïnterpoleerd naar 2030 en 2040). De bandbreedte van de twee ontwikkelpaden is smaller dan in voorgaande versies van de WLO (bandbreedte van het Regional Community scenario en het Global Economy scenario, de buitenste twee van de vier scenario's van de vorige WLO). Een aantal voor mobiliteit relevante mogelijke ontwikkelingen heeft in deze scenario's geen plek gekregen, bijvoorbeeld omdat hun richting en/of gevolgen onzeker zijn, of omdat de effecten moeilijk zijn te kwantificeren (zie figuur 1). Daarnaast zijn er voor enkele ontwikkelingen aannames gedaan die in de 'rustige' ontwikkelpaden van de scenario's passen. Deze ontwikkelingen kunnen echter ook sneller of minder snel optreden. CPB en PBL schrijven in de bijsluiter bij de WLO-scenario's (CPB/PBL, 2015b, p.16-18) dat het nodig kan zijn om in een beleidsanalyse aanvullende analyses uit te voeren voor de effecten van relevante ontwikkelingen of onzekerheden. Om toch zicht te krijgen op de mogelijke effecten van enkele voor mobiliteit relevante, maar onzekere ontwikkelingen op de toekomstige bereikbaarheidsopgaven zijn in de NMCA gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. De belangrijkste conclusies die uit de gevoeligheidsanalyses volgen zijn ook in het hoofdrapport NMCA opgenomen.

Figuur 1: schematische weergave van de bandbreedte in WLO scenario's (CPB/PBL, 2015a)



Bron: PBL/CPB

De gevoeligheidsanalyses hebben het doel om de robuustheid van de toekomstige bereikbaarheidsopgaven te toetsen: zijn die bereikbaarheidsopgaven er ook in specifieke onzekere omstandigheden, of treden er zelfs extra opgaven op? Hiermee wordt een rijker beeld geschetst van de toekomstige bereikbaarheidsopgaven.

Doel gevoeligheidsanalyses:

- **Indruk krijgen van de soort effecten van relevante onzekere ontwikkelingen buiten de twee ontwikkelpaden van WLO-2015 op de mobiliteit en bereikbaarheid.**
- **Toetsen van de robuustheid van de toekomstige bereikbaarheidsopgaven t.o.v. onzekere ontwikkelingen.**

1.2 Scope gevoeligheidsanalyses

Er zijn op vijf verschillende thema's gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Dit zijn thema's waarop richting 2040 ontwikkelingen worden verwacht die een grote invloed kunnen hebben op de mobiliteit en bereikbaarheid in Nederland. Voor elk thema zijn onderwerpen vastgesteld waarvoor één of meerdere gevoeligheidsanalyses uitgevoerd worden. De ontwikkelingen zijn zo beleidsarm mogelijk beschreven: het zijn ontwikkelingen die los van het beleid op kunnen treden, of vanuit internationaal perspectief op kunnen treden (bijvoorbeeld Europees beleid). De verschillende thema's met hun specifieke gevoeligheidsanalyses zijn hieronder opgesomd. Voor het thema 'deel- en circulaire economie' was het niet mogelijk de invoer te kwantificeren. Vanwege het belang van het onderwerp is het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) gevraagd een kwalitatieve analyse uit te voeren. De conclusies hiervan zijn beknopt in dit rapport opgenomen.

Thema's en onderwerpen gevoeligheidsanalyses:

- **Digitalisering**
 - **Flexibilisering kantoortijden**
- **Energie**
 - **Andere ontwikkeling van het transport van energiedragers**
 - **Verhoging brandstofprijzen**
 - **Elektrificering wagenpark**
 - **CO₂ heffing binnenvaart**
- **Deel- en circulaire economie**
 - **Kwalitatieve analyse van de effecten van de deel- en circulaire economie**
 - **Andere ontwikkeling dematerialisatie**
- **Innovatie mobiliteitssystemen**
 - **Zelfrijdende auto en Truckplatooning**
 - **Sterkere ontwikkeling van e-bike en fietsnetwerk**
 - **Andere ontwikkeling efficiencyverbetering wegvervoer**
- **Ruimtelijke ontwikkeling**
 - **Meer ruimtelijke spreiding**

Voor een aantal modaliteiten zijn nog verschillende aanvullende gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Deze zijn in de desbetreffende achtergronddocumenten van de NMCA uitgewerkt. Het gaat om de achtergronddocumenten van binnenvaart, spoor en BTM.

Aanvullende gevoeligheidsanalyses in de achtergronddocumenten:

- **BTM**
 - Restcapaciteit spits
 - Groter materieel op zware corridors
- **Spoorgoederen**
 - Lokale ontwikkelingen: nieuwe terminals en vervallen vervoer
- **Binnenvaart:**
 - Veranderende vlootsamenstelling
 - Modal split Maasvlakte

1.3 Positionering binnen NMCA

In eerste instantie wordt binnen de context van de NMCA het effect van de onzekere ontwikkeling op de landelijke mobiliteitsontwikkelingen (toe- of afname van het aantal verplaatsingen of voertuigkilometers) beschreven. Daarbij kan een indicatie gegeven worden van wat dat betekent voor de in de NMCA gesignaleerde opgaven. Bij aanzienlijke effecten is een doorvertaling gemaakt naar de potentiële vervoerknelpunten.

Elke gevoeligheidsanalyse focust op een beperkt aantal onzekere ontwikkelingen. Dit om te voorkomen dat effecten niet meer te herleiden zijn naar de ontwikkeling die oorzaak is van dat effect. Dit betekent wel dat de gevoeligheidsanalyses geen plaatsvervangend scenario zijn: ze zijn bedoeld inzicht te geven in de effecten van onzekere ontwikkelingen, en de orde van grootte van die effecten.

De verschillende ontwikkelingen die in de gevoeligheidsanalyses genoemd worden kunnen in principe in de toekomst (deels) tegelijkertijd optreden. De effecten van de veronderstelde ontwikkelingen kunnen echter niet zomaar worden gestapeld. De ontwikkelingen werken op elkaar in, en de samengestelde effecten kunnen dus zowel hoger als lager zijn dan de som der delen.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft in Hoofdstuk 2 beknopt welke analyses er zijn uitgevoerd, wat de globale aannames zijn bij die analyses, en hoe de resultaten van de analyses tot stand zijn gekomen. Daarop volgend worden de resultaten en enkele algemene bevindingen beschreven in Hoofdstuk 3. Uiteindelijk zal per gevoeligheidsanalyse meer achtergrond en interpretatie volgen in Hoofdstuk 4.

2 Methode

Bij elke analyse wordt uitgegaan van een realistische alternatieve ontwikkeling. De aannames in de gevoeligheidsanalyse zijn een alternatief voor dat wat er in de WLO-2015 scenario's beschreven staat. De specifieke aannames in de gevoeligheidsanalyses, en argumentatie daarvan zijn terug te vinden in Hoofdstuk 4, en voor nog verdere onderbouwing van de alternatieve aannames wordt in hoofdstuk 4 naar de relevante documenten verwezen. Op de alternatieve aanname(s) na wordt precies dezelfde invoer voor een modelberekening gebruikt (dus WLO-2015). Uiteindelijk is het verschil met het referentiescenario bepaald. Zo wordt het effect van de alternatieve ontwikkeling op de mobiliteit zichtbaar. Een dergelijke ontwikkeling kan effect hebben op de mobiliteitsgroei van verschillende modaliteiten, op de modal-split, en uiteindelijk op de potentiële vervoerknelpunten zoals die in deze NMCA zijn aangegeven. In onderstaande tabel staan globaal de alternatieve aannames van de verschillende gevoeligheidsanalyses beschreven. Waarom er is gekozen de specifieke analyse uit te voeren wordt per gevoeligheidsanalyse toegelicht in Hoofdstuk 4.

Tabel 1: aannames gevoeligheidsanalyses

Thema	Gevoeligheidsanalyse	Globale alternatieve aanname/operationalisering
Digitalisering	Flexibilisering kantoortijden	<ul style="list-style-type: none"> Verschuiving van auto- en OV-reizigers in de spitsen naar de restdag
Energie	Andere ontwikkeling van het transport van energiedragers	<ul style="list-style-type: none"> Vervoer van meer kolen (en andere vaste minerale brandstoffen) en minder aardolie (-producten) Minder vervoer van brandstoffen als gevolg van meer lokale duurzame energieopwekking
	Verhoging brandstofprijzen	<ul style="list-style-type: none"> Verhoging van de brandstofprijzen door hogere prijs van CO₂
	Elektrificering wagenpark	<ul style="list-style-type: none"> Snellere elektrificering van wagenpark door strengere milieueisen
	CO ₂ heffing binnenvaart	<ul style="list-style-type: none"> Geen CO₂ heffing voor binnenvaart in Hoog
Deel- en circulaire economie	Kwalitatieve analyse deel- en circulaire economie	<ul style="list-style-type: none"> Kwalitatieve analyse van verschillende ontwikkelingen binnen de deel- en circulaire economie en hun effect op de mobiliteitsontwikkeling
	Andere ontwikkeling dematerialisatie	<ul style="list-style-type: none"> Verdubbeling van de toename van de waarde/gewichtsverhouding. Halvering van de toename van de waarde/gewichtsverhouding
Innovatie mobiliteitssystemen	Zelfrijdende auto en truckplatooning	<ul style="list-style-type: none"> Een deel van de auto's is zelfrijdend coöperatief op het HWN, een deel van de vrachtauto's platoonen op het HWN.
	Sterkere ontwikkeling van e-bike en fietsnetwerk	<ul style="list-style-type: none"> Verdere verhoging van het comfort en de snelheid van de e-bike, hoger aandeel e-bike, en verbetering van het fietsnetwerk in de steden
	Andere ontwikkeling efficiencyverbetering wegvervoer	<ul style="list-style-type: none"> Hogere beladingsgraad vrachtvervoer Geen ontwikkeling (verhoging) beladingsgraad vrachtvervoer
Ruimtelijke ontwikkeling	Meer ruimtelijke spreiding	<ul style="list-style-type: none"> Verplaatsing van woningen uit stedelijke, naar groenstedelijke en landelijke locaties binnen hetzelfde stadsgewest.

3 Resultaten en algemene bevindingen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de gevoeligheidsanalyses gepresenteerd. Daarbij zullen een aantal algemene bevindingen beschreven worden.

3.1 Resultaten

Om de gevoeligheidsanalyses met elkaar te kunnen vergelijken zijn de effecten voor personenmobiliteit en goederenvervoer gescheiden. Sommige ontwikkelingen hebben slechts effect op één van beide (of de effecten zijn, op grond van bestaande inzichten in die effecten, slechts voor één van beide soorten vervoer onderzocht). Uiteindelijk maakt het goederenvervoer vaak gebruik van dezelfde infrastructuur als het personenvervoer. Enkele gevoeligheidsanalyses zijn dan ook integraal gedaan (verandering brandstofkosten, Zelfrijdende auto en truckplatooning). De gevoeligheidsanalyses met een sterkere/zwakkere dematerialisatie hebben dermate effect op de omvang het goederenvervoer op de weg (en andere modaliteiten) dat ook de vertaling is gemaakt naar de congestiecijfers.

Gevoeligheidsanalyses die met betrekking tot personenvervoer zijn uitgewerkt:

- Flexibilisering kantoortijden
- Verhoging brandstofprijzen
- Elektrificering wagenpark
- Andere ontwikkeling dematerialisatie (*effect van andere hoeveelheid vrachtwagens op afwikkeling personenverkeer*)
- Zelfrijdende auto en truckplatooning
- Sterkere ontwikkeling van e-bike en fietsnetwerk
- Meer ruimtelijke spreiding

Gevoeligheidsanalyses die met betrekking tot goederenvervoer zijn uitgewerkt:

- Andere ontwikkeling van het transport van energiedragers
- Verhoging brandstofprijzen
- Geen CO₂ heffing binnenvaart
- Andere ontwikkeling dematerialisatie
- Efficiencyverbetering wegvervoer

3.2 Algemene bevindingen

Een aantal alternatieve ontwikkelingen heeft (landelijk) een groter effect op de mobiliteit dan de rest (zie tabel 2). Dit zijn onzekerheden waar in (verdiepende) studies, onderzoeken en verkenningen met betrekking tot bereikbaarheid rekening mee gehouden kan worden. Lokaal kunnen ook de andere onzekere ontwikkelingen veel effect hebben. Dat is in dit rapport niet verder onderzocht.

Tabel 2: onzekere ontwikkelingen met grootste effect op mobiliteit

Onzekerheden met grootste effect op personenvervoer	Grootste effect(en)	Meeste impact op netwerk:	Totale mobiliteitstoe- / afname (km's)
Verhoging brandstofprijzen	<ul style="list-style-type: none"> • 23% congestieafname • 8% minder km's op het HWN • 2% meer treinkm's 	HWN en OWN	5% afname
Zelfrijdende auto en truckplatooning	<ul style="list-style-type: none"> • 8% congestieafname • 6% toename van het aantal km's over het HWN 	HWN	3% toename
Verbetering e-bike en fietsnetwerk	<ul style="list-style-type: none"> • 23% toename fietskm's • 6% minder reiskm's met BTM 	BTM, fietsnetwerk	0%
Elektrificering wagenpark	<ul style="list-style-type: none"> • 2% minder reizen met de auto • 3% toename treinkm's • 4% toename BTMkm's 	BTM en spoor	0%
Onzekerheden met grootste effect op Goederenvervoer	Grootste effect(en)	Meeste impact op netwerk:	Toe- / afname totale tonnages
Energietransitie meer kolen, minder aardolie	<ul style="list-style-type: none"> • 13 – 22% toename spoortonnen 	Spoor	1% toename
Energietransitie minder brandstoffen	<ul style="list-style-type: none"> • 3 – 16% minder binnenvaarttonnen • 4 – 20% minder spoortonnen 	Binnenvaart en spoor	6% afname
Dematerialisatie	<ul style="list-style-type: none"> • 7% meer of minder tonnen over alle modaliteiten 	HWN, spoor en binnenvaart	7% toe- of afname

Een verhoging van brandstofprijzen en een snellere ontwikkeling van de zelfrijdende auto in combinatie met truckplatooning zorgen beide voor een aanzienlijke afname van de congestie op de weg. Een verhoging van brandstofprijzen heeft naast een verschuiving naar andere modaliteiten ook vraaguitval tot gevolg: een deel van de reizen wordt niet meer gemaakt of de afgelegde afstand wordt korter. In het veronderstelde scenario met een snellere ontwikkeling van de zelfrijdende auto en truckplatooning (zie 4.1.1) hebben naast een congestieafname ook een mobiliteitsgroei (met name in kilometers) tot gevolg.¹ De ruimte die bij deze ontwikkeling ontstaat door capaciteitsverruiming op het hoofdwegennetwerk wordt voor een gedeelte weer opgevuld door nieuwe gebruikers. (dit effect zien we ook bijvoorbeeld bij een flexibilisering van kantoortijden: een verschuiving van de woonwerk verplaatsing naar een tijdstip buiten de spits). Dit heeft een drukkend effect op de congestieafname.

De grootste verschuiving over de modaliteiten in het personenvervoer zien we bij een (gedwongen) snellere elektrificering van het wagenpark. Door duurdere vaste autokosten in dit scenario wordt aanschaf duurder, en het wagenpark kleiner. Hierdoor kiezen mensen eerder voor een andere vervoerwijze, bijvoorbeeld het OV.

¹ Er is rondom de zelfrijdende auto veel onzeker. Bepaalde ontwikkelingen kunnen er ook voor zorgen dat de congestie juist toeneemt (TNO, 2016).

In de basispaden zit een geringe toename (of zelfs afname) van het fietsgebruik. Wanneer de e-bike echter technisch verbeterd, het bezit toeneemt, en ook het fietsnetwerk in de steden verbeterd, kan het fietsgebruik aanzienlijk stijgen. Ook dit kan een groot effect hebben op de verschuiving over de modaliteiten. Meer ruimtelijke spreiding heeft, op landelijke schaal beschouwd, een kleiner effect op de kilometrages en modal-split dan de ontwikkelingen in tabel 2. De richting van verstedelijken die gekozen gaat worden, bijvoorbeeld door meer of minder binnenstedelijk of op uitleg locaties te realiseren, kan in een aantal regio's echter een forse invloed hebben op de mobiliteit en de bereikbaarheid.

Voor het goederenvervoer is de onzekere ontwikkeling van het vervoer van energiedragers - aardolie (-producten), kolen en biomassa - van grote invloed. De keuzes die de komende jaren/decennia worden gemaakt in relatie tot de energiehuishouding van Nederland en Europa kunnen aanzienlijk meer, of aanzienlijk minder vervoer opleveren. Dit heeft vooral effect op het goederenvervoer per spoor en in de binnenvaart. Gezien de grote effecten van de prijzen van brandstof en de elektrificering van het wagenpark, kunnen we concluderen dat het thema energie erg belangrijk is voor de totale mobiliteit in Nederland.

De onzekerheid van de richting van de ontwikkeling dematerialisatie (de toename van de waarde-gewichtsverhouding) en efficiencyverbetering geven aan dat ook het vrachtverkeer op de weg hoger en lager kan uitvallen dan verwacht. Dit heeft invloed op de congestie, en dus ook op de personenmobiliteit. Op de volgende twee pagina's is voor zowel het personenvervoer als het goederenvervoer in tabelvorm het kwantitatieve effect van de veronderstelde alternatieve ontwikkelingen weergegeven. De exacte alternatieve aannames zijn in Hoofdstuk 4 opgenomen.

Tabel 3: afwijking in de ontwikkeling personenmobiliteit

Ontwikkeling personenmobiliteit (aantal kilometers)								
Basispaden NMCA (2014 = 100)		Trein	Auto- bestuurder	Auto- passagier	BTM	Fiets	Lopen	Totaal
Basispad NMCA	2030L	125	111	104	105	101	95	110
Basispad NMCA	2030H	134	130	102	118	105	98	123
Basispad NMCA	2040L	127	118	97	108	96	91	113
Basispad NMCA	2040H	145	144	99	131	103	98	133
Gevoeligheidsanalyse	Zicht- jaar	Verschil met 2040H						
Flexibilisering kantoortijden	2040H	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Verhoging Brandstofprijzen	2040H	2%	-7%	3%	1%	2%	2%	-5%
Elektrificering	2040H	3%	0%	0%	4%	1%	1%	0%
Zwakkere dematerialisatie	2040H	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ZRA en Truckplatooning	2040H	0%	3%	1%	0%	0%	0%	3%
E-bike en fietsnetwerk	2040H	-2%	-1%	-2%	-6%	23%	-2%	0%
Ruimtelijke ontwikkeling	2040H	-3%	1%	1%	-2%	0%	1%	1%

Tabel 4: afwijking in de voertuigverliesuren

Ontwikkeling personenmobiliteit: effect op netwerkniveau wegen				
Basispaden NMCA (2014 = 100)		Kilometers HWN	VVU HWN	VVU OWN
Basispad NMCA	2030L	113	104	104
Basispad NMCA	2030H	133	170	136
Basispad NMCA	2040L	120	124	113
Basispad NMCA	2040H	149	246	168
Gevoeligheidsanalyse	Zicht- jaar	Verschil met 2040H		
Flexibilisering kantoortijden	2040H	0%	-1%	-1%
Verhoging Brandstofprijzen	2040H	-8%	-23%	-8%
Elektrificering	2040H	0%	-1%	-3%
Zwakkere dematerialisatie	2040H	-1%	3%	1%
ZRA en Truckplatooning	2040H	6%	-8%	-1%
E-bike en fietsnetwerk	2040H	-1%	-3%	-4%
Ruimtelijke ontwikkeling	2040H	1%	3%	4%

Tabel 5: afwijking tonnages goederenvervoer

Effect op tonnage goederenvervoer					
Basispaden NMCA (2014 = 100)		Weg tonnen	Binnenvaart tonnen	Spoor tonnen	Totaal tonnen
Basispad NMCA	2030L	103	108	131	105
Basispad NMCA	2030H	118	117	148	119
Basispad NMCA	2040L	105	113	151	108
Basispad NMCA	2040H	130	128	188	131
Gevoeligheidsanalyse	Zichtjaar	Verschil met 2040H en 2040L			
Energietransitie - minder brandstoffen	2040 H	-2%	-16%	-20%	-6%
Energietransitie - minder brandstoffen	2040 L	0%	-3%	-4%	-1%
Energietransitie - meer kolen, minder aardolie	2040 H	-1%	3%	13%	1%
Energietransitie - meer kolen, minder aardolie	2040 L	-1%	4%	22%	1%
Verhoging brandstofprijzen	2040 H	0%	-1%	2%	0%
Zwakkere dematerialisatie	2040 H	7%	7%	7%	7%
Sterkere dematerialisatie	2040 L	-7%	-7%	-7%	-7%
Geen CO ₂ heffing binnenvaart	2040 H	-1%	4%	-5%	0%

Tabel 6: afwijking ritten en voertuigkilometers vrachtauto's

Effect op ritten en kilometers goederenvervoer (vrachtauto's)				
Basispaden NMCA (2014 = 100)		Weg tonnen	Deelritten VAM	vtgKm's
Basispad NMCA	2030L	103	102	104
Basispad NMCA	2030H	118	114	118
Basispad NMCA	2040L	105	104	106
Basispad NMCA	2040H	130	122	130
Gevoeligheidsanalyse	Zichtjaar	Verschil met 2040H en 2040L		
Energietransitie - minder brandstoffen	2040 H	-2%	-1%	n.b.
Energietransitie - minder brandstoffen	2040 L	0%	0%	n.b.
Energietransitie - meer kolen, minder aardolie	2040 H	-1%	0%	n.b.
Energietransitie - meer kolen, minder aardolie	2040 L	-1%	-1%	n.b.
Verhoging brandstofprijzen	2040 H	0%	0%	0%
Sterkere dematerialisatie	2040 L	-7%	-7%	-7%
Zwakkere dematerialisatie	2040 H	7%	7%	7%
Sterkere efficiencyverbetering wegvervoer	2040 H	0%	-7%	n.b.
Sterkere efficiencyverbetering wegvervoer	2040 L	0%	-4%	n.b.
Geen efficiencyverbetering wegvervoer	2040 H	0%	14%	n.b.
Geen efficiencyverbetering wegvervoer	2040 L	0%	5%	n.b.
Geen CO ₂ heffing binnenvaart	2040 H	-1%	n.b.	n.b.

4 Uitwerking per analyse

4.1 Digitalisering

4.1.1 Flexibilisering kantoortijden

Het nieuwe werken blijkt de verplaatsingen van personen hoofdzakelijk op twee manieren te beïnvloeden: mensen werken hele dagen thuis waardoor ze minder woon-werk verplaatsingen maken of mensen werken een deel van de dag thuis waardoor ze zich buiten de spits van en naar hun werk verplaatsen. Het gaat hier om een autonome ontwikkeling. Met stimulerend beleid kunnen andere effecten bereikt worden.

Uitgangspunten WLO-2015

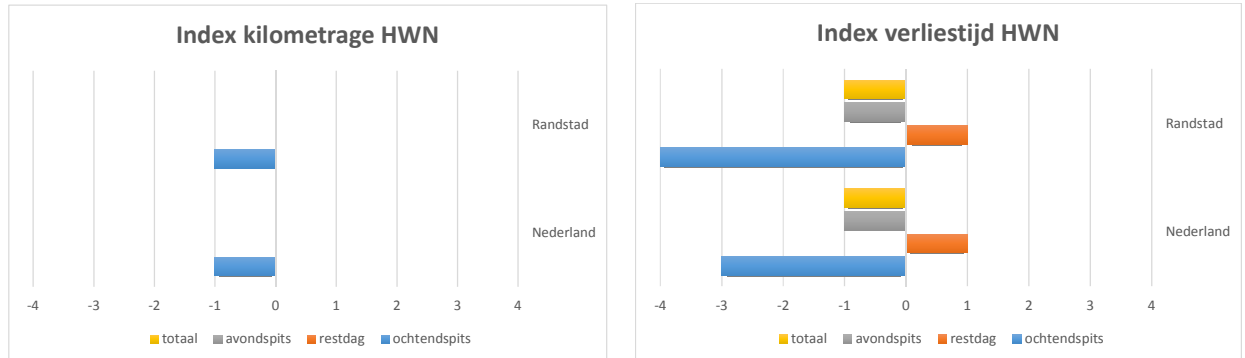
Het maken van minder woon-werk verplaatsingen is meegenomen in de WLO scenario's. In het scenario Laag is uitgegaan van een stabiele situatie waarin thuiswerken niet toeneemt ten opzichte van de huidige situatie. In het scenario Hoog is een verdere ontwikkeling voorzien van het thuiswerken: dit leidt in het scenario Hoog tot een reductie van de woon-werkritten van 3,75% (2030) en 6,25% (2050). De verschuiving van verplaatsingen uit de spits is niet als zodanig meegenomen in de WLO scenario's Hoog en Laag. Vandaar dat deze als gevoeligheidsanalyse is meegenomen.

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse (voor meer detail zie: KiM, 2017a)

In deze gevoeligheidsanalyse wordt een verschuiving verondersteld van een deel van het woon-werkverkeer uit de spits naar de rest van de dag, waarin het aantal verschoven ritten (buiten de spits reizen) bij benadering even hoog is als het aantal verwijderde ritten (thuiswerken) die al in het WLO scenario zijn meegenomen. Op deze wijze kan de ontwikkeling dat mensen een deel van de dag thuiswerken en hierdoor buiten de spits reizen inzichtelijk worden gemaakt. Voor 2040 Hoog worden er in de ochtendspits 2,5% van het aantal de ritten naar de restdag verschoven, en voor de avondspits 2,5% van het aantal ritten. Deze gevoeligheid is geoperationaliseerd in het LMS door voor het autoverkeer de basismatrices voor het motief werk in de ochtend- en avondspits met 2,5% te verlagen en de restdagmatrix met het verkeer dat uit de spitsen is gehaald te verhogen. Voor trein is de correctie buiten het LMS om doorgevoerd door schaling van de stationsrelatiematrices voor 2040 Hoog.

Uitkomsten en interpretatie

Het totaal aantal reizen in een etmaal is constant verondersteld. De resultaten van de analyse laten een kleine afname van het kilometrage zien op het HWN. Het effect op de kilometrage is relatief beperkt en alleen in de ochtendspits zichtbaar (figuur 2). Dit komt aan de ene kant doordat het aandeel woon-werk verkeer in de avondspits relatief beperkt is. Aan de andere kant zorgt de ruimte die ontstaat door een daling van het spitsverkeer voor een lichte toename ('terug naar de spits') van de mobiliteit. Per saldo is het effect dus beperkt. De effecten op de voertuigverliesuren zijn wat groter (daling in de spitsen 3 à 4%). Door de drukte op de wegen gedurende de hele dag, heeft de verschuiving naar de periode buiten de spitsen een verhoging van het aantal VVU's buiten de spitsen tot gevolg. Hierdoor zien we in de etmaalcijfers (hele dag) slechts een afname van 1% van de VVU's.

Figuur 2: afwijking kilometrage en verliestijden in 2040H bij flexibilisering kantoortijden

Er zijn maximaal 2,5% minder reizigers in de spitsen in de trein. Op de trajecten waar capaciteitsknelpunten worden geconstateerd is de afname van het aantal reizigers niet groot genoeg om de gesignaleerde knelpunten te laten verdwijnen.

De autonome ontwikkeling van het reizen buiten de spits door een gedeelte van de dag thuis te werken heeft weinig effect op toekomstige bereikbaarheidsopgaven. Er wordt wel méér mobiliteit gefaciliteerd.

Het resultaat is hier bekeken op macroniveau (totaal Nederland en Randstad). Als door gerichte maatregelen regionaal een grotere verschuiving van spits naar restdag kan worden bereikt, dan is ook het effect op de voertuigverliesuren in potentie groter. Dat is in deze gevoeligheidsanalyse niet verder onderzocht.

4.2 Energie

4.2.1 Andere vervoersvolumes energiedragers

Een belangrijk deel van de lading in de binnenvaart en het spoorgoederenvervoer heeft betrekking op het vervoer van zogenaamde energiedragers zoals steenkolen en aardolie(-producten). Deze grote ladingstromen kunnen in de komende decennia mogelijk ingrijpend wijzigen, door grote veranderingen in onze energiehuishouding (veranderingen in energieverbruik en opkomst van alternatieve bronnen, zoals biomassa, zon of wind). Hoe deze energietransitie er precies uit zal komen te zien, is echter nog uiterst onzeker. Dit hangt onder meer af van ontwikkelingen in (internationaal) klimaat- en energiebeleid, het beschikbaar komen van nieuwe (energie)technologieën, maatschappelijke acceptatie van zaken als ondergrondse CO₂-opslag, en de mogelijkheden om internationaal biomassa te verhandelen.

Als gevolg van dit soort onzekerheden is ook de toekomstige ontwikkeling van de brandstoffenstromen nog zeer onzeker. Dat geldt zowel voor de volumes als voor de samenstelling daarvan. Zonder internationale handel in biomassa en zonder CO₂-opslag zou de zeehavenoverslag van energiedragers na 2030 met enkele procenten per jaar kunnen krimpen, terwijl er in een situatie mét internationale biomassahandel en CO₂-opslag na 2030 ook sprake kan zijn van een groei met enkele procenten per jaar². De onzekerheidsbandbreedte in de transportvolumes is dus groot.

Wat staat er in de WLO scenario's?

Beide referentiescenario's bevatten een gematigde (rustige) ontwikkeling van het vervoer van energiedragers (met toenemend aandeel biomassa). De overslag van energiedragers in de Nederlandse zeehavens neemt tussen 2014 en 2040 in het

² WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016)

scenario Hoog toe met 26 procent van 282 tot 383 miljoen ton. In het scenario Laag is de overslag in 2040 ongeveer gelijk aan 2014.

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse (voor meer detail zie: Bijlage II)

In een tweetal gevoeligheidsanalyses zijn de gevolgen van wat meer extreme ontwikkelingen verkend: een variant waarin het vervoer van energiedragers sterk afneemt (1), door een sterkere transitie naar lokale opwekking van energie uit bronnen als zon en wind, en een variant waarin het vervoer (over land) van energiedragers juist sterker groeit (2) dan in de referentiescenario's, met vooral veel kolen en juist minder aardolie(producten).

- 1) In de WLO zijn in bijlage C scenario's geschetst van de aanvoer van energiedragers naar Europa via zeehavens. Voor dit alternatief is in beginsel uitgegaan van het scenario met de laagste aanvoer van energiedragers in de EFTA zeehavens, dat is de variant No CCS+Opt.Solar+Off-shore+Nuc+On-shore. In Hoog gaat dan de aanvoer van kolen, olie en gas in 2050 terug naar 0 en halveert de aanvoer van biobrandstoffen. Het energievolume van de aanvoer van fossiele brandstoffen daalt met 82% in 2050 en het aangevoerde gewicht daalt met 75% in 2050. Bij Laag is het effect wat minder groot omdat daar nog steeds kolen- en aardolieaanvoer is en zelfs meer biobrandstof. In totaliteit in 2050 23% minder energievolume aanvoer en dat is 16% minder gewichtsaanvoer.
- 2) In dit alternatief is uitgegaan van een gelijke hoeveelheid aan- en afvoer van energiedragers over zee als in de referentiescenario's, maar met een totaal andere samenstelling. In het hoge scenario een meer dan dubbel zo grote hoeveelheid kolen, in vergelijking met het referentiescenario, en een bijna gehalveerde hoeveelheid aardolie en aardolieproducten (circa 40% lager). In het lage scenario een bijna dubbel zo grote hoeveelheid kolen in 2030, oplopend tot een bijna 3,5 maal zo grote hoeveelheid kolen in 2050, en een sterk afnemende hoeveelheid aardolie en aardolieproducten van circa 70% van de referentiehoeveelheid in 2030 tot nul in 2050. In de gevoeligheidsanalyse op het lage scenario omvatten de toekomstige energiedragers in 2050 dus geen aardolie meer. Bij afvang en opslag van CO₂ kan dit in het lage scenario opgevangen worden door kolen (door minder strengere milieuwetgeving in scenario Laag), maar in het hoge scenario is dat niet mogelijk. In het hoge scenario blijft er daardoor ook in 2050 een zeker aandeel aardolie. Gelet op de zeer sterke stijging van de hoeveelheid kolen en daling van de hoeveelheid aardolie, wordt verondersteld dat alle biomassa in de plaats komt van aardolie(producten) en vloeibaar is.

Uitkomsten en interpretatie (1, minder vervoer van brandstoffen door sterkere transitie naar lokale energieopwekking uit bronnen als zon en wind)

De alternatieve aannames leiden in zijn geheel tot minder vervoer. Het vervoer van vaste en vloeibare brandstoffen neemt met 15% (2040 Laag) tot 71% (2040 Hoog) af t.o.v. het referentiescenario. Dit heeft een zeer gering effect op het wegvervoer (tonnage, ritten en kilometers). Op het spoor neemt het vervoerde tonnage in 2040 met 4% (Laag) tot 20% (Hoog) af. De binnenvaart vervoert 3% (Laag) tot 16% (Hoog) minder tonnen. Deze getallen zijn landelijke gemiddelden. Op specifieke trajecten en corridors, daar waar veel energiedragers worden vervoerd, kan de afname veel groter zijn. Dat heeft zijn weerslag op de in de NMCA gesignaleerde knelpunten.

Op het spoor resulteert de afname van het vervoer in minder goederentreinen naar Duitsland (maximale afname van 15%) en België (maximale afname van 9%) in 2040. Dit leidt echter niet tot een ander knelpuntenbeeld.

Met betrekking tot binnenvaart resulteert de afname van het vervoer in een verandering van de in de NMCA gesignaleerde knelpunten. De wachttijden zullen bij de sluisen lager uitvallen dan in de referentiescenario's. In het lage scenario zullen deze verschillen vrij beperkt zijn, maar dat geldt niet voor het hoge scenario. De Kreekraksluisen zullen in deze situatie pas na 2030 een knelpunt worden: in 2030 (scenario Hoog) ligt de wachttijd dan nog onder (of rond) het 30-minutencriterium en in 2040 (scenario Hoog) valt de wachttijd ook aanzienlijk lager uit dan de 52 minuten becijferd voor het referentiescenario. Daarnaast vallen in deze situatie op de corridor Amsterdam – Noord-Nederland weinig knelpunten meer te verwachten. Het hoge scenario met minder brandstofvervoer lijkt hier qua vervoersvolume erg op het lage referentiescenario, of ligt hier zelfs iets onder. In deze variant op het hoge scenario vormen de Houtribsluisen, de Prinses Margrietsluis en sluis Gaarkeuken geen knelpunt meer, en zullen de knelpunten bij de Oranjesluisen en de Oostersluis zich pas na 2040 nadrukkelijk gaan manifesteren (wachttijd in 2040 naar verwachting nog rond de 30 minuten of er beperkt boven).

Uitkomsten en interpretatie (2, sterkere groei kolen, minder aardolie)

De alternatieve aannames leiden in zijn geheel tot meer achterlandvervoer. Het vervoer van vaste brandstoffen neemt met 58% (Hoog) tot 100% (Laag) toe t.o.v. het referentiescenario. Het vervoer van vloeibare minerale brandstoffen neemt met 34% (2040 Hoog) tot 65% (2040 Laag) af t.o.v. het referentiescenario. Dit heeft een zeer gering effect op het wegvervoer (tonnage, ritten en kilometers). Op het spoor neemt het vervoerde tonnage in 2040 met 13% (Hoog) tot 22% (Laag) toe. De binnenvaart vervoert 3% (Hoog) tot 4% (Laag) meer tonnen. Deze getallen zijn landelijke gemiddelden. Op trajecten en corridors waar veel vaste brandstoffen worden vervoerd, kan de toename groter zijn, en op trajecten en corridors waar veel vloeibare brandstoffen worden vervoerd kan juist sprake zijn van een afname. Dat heeft zijn weerslag op de in de NMCA gesignaleerde knelpunten.

Op het spoor resulteert de toename van het vervoer richting 2040 in meer goederentreinen naar Duitsland (maximale toename van 13%) door de toename van het vervoer van kolen, maar minder goederentreinen naar België (maximale afname van 6%) door afname van het vervoer van aardolie(-producten). Door het toegenomen vervoersvolume per spoor richting Duitsland, kunnen extra knelpunten ontstaan bij Zevenaar en Venlo: hier kunnen mogelijk niet alle goederentreinen meer geaccommodeerd worden.

Voor de binnenvaart verschilt het effect aanzienlijk van locatie tot locatie, afhankelijk van de lokale goederenmix. Daarbij zijn er ook locaties waar juist minder vervoerd wordt in de gevoeligheidsanalyse (door de afname van het vervoer van aardolie). Ook zijn er locaties waar het aandeel energiedragers in de goederenmix zo gering is, dat hier in deze gevoeligheidsanalyse niet of nauwelijks effecten merkbaar zijn. De wachttijden bij de sluisen bewegen mee met de effecten op de vervoervolumes. Dit betekent dus voor sommige sluisen een hogere wachttijd dan in de referentiescenario's, en voor andere sluisen juist een lagere.

Dit heeft de volgende gevolgen voor het knelpuntenbeeld:

- De Kreekraksluisen ontwikkelen zich in het lage scenario niet tot knelpunt in deze situatie met méér kolen- en minder aardolievervoer (wachttijd zelfs in 2050 nog ruim onder de 30 minuten). In het hoge scenario lopen de wachttijden nog steeds hoog op, maar minder snel dan in het referentiescenario. De wachttijd ligt dan in 2030 nog rond of onder het 30-minutencriterium, in plaats van hier ruim boven.
- Het beeld bij de Oranjesluisen wijzigt beperkt, in die zin dat het knelpunt zich hier in het lage scenario mogelijk pas na 2040 zal gaan manifesteren

(wachtijd in 2040 nog rond de 30 minuten, in plaats van er al duidelijk boven).

- Sluis Gaarkeuken begint in deze gevoeligheidsanalyse al eerder een knelpunt te worden: in het hoge scenario komt de wachtijd al in 2030 (in plaats van in 2040) rond het 30-minutencriterium uit, en in het lage scenario in 2040 (in plaats van in 2050). Heel grote overschrijdingen van deze 30-minutenwaarde worden echter ook in deze gevoeligheidsanalyse niet voorzien.
- Bij de andere sluisen is het knelpuntenbeeld in deze gevoeligheidsanalyse niet wezenlijk anders dan in de referentiescenario's.

4.2.2 *Brandstofprijzen en elektrificering*

In het klimaatakkoord van Parijs is een bovengrens afgesproken van 2 graden opwarming ten opzichte van het pre-industriële tijdperk (streefwaarde is 1,5 graad). De grenswaarde van 2 graden is basis voor deze gevoeligheidsanalyse. De gevoeligheidsanalyse brengt twee ontwikkelingen in kaart die op de Parijse afspraken kunnen volgen: verhogen van de CO₂-prijs en dus van de brandstofprijzen (1) en verdere elektrificering van het wagenpark (2).

Verhoging brandstofprijzen (1)

In deze gevoeligheidsanalyse worden hogere variabele autokosten verondersteld door hogere brandstofkosten per kilometer. In dit scenario zijn de technische mogelijkheden om de uitstootnormen te verlagen uitgeput en de emissiereductie moet daarom komen uit hogere variabele kosten door het in rekening brengen van de CO₂-prijs van de tweegradendoelstelling. De veronderstelde hogere variabele kosten zouden overigens ook kunnen ontstaan door een grillig verloop van de olieprijs.

Wat staat er in de WLO scenario's?

In de WLO zelf is aangenomen dat de oplopende CO₂ prijzen in het scenario HOOG niet afzonderlijk doorgerekend worden in de brandstofprijs maar impliciet verwerkt zijn, namelijk in de norm voor lagere CO₂ uitstoot van het wagenpark. In het WLO achtergronddocument Klimaat en Energie³ staan CO₂ prijzen voor een 'tweegradenscenario':

De CO₂-prijzen lopen uiteen van 100-500 euro per ton CO₂ in 2030 tot 200-1.000 euro per ton CO₂ in 2050. Volgens onze inzichten passen de CO₂-prijzen aan de onderkant van deze bandbreedte waarschijnlijk het best bij een Nederlandse en Europese CO₂-reductiedoelstelling van 80 procent in 2050. Prijzen aan de bovenkant van de bandbreedte komen in beeld als de uitstoot in 2050 met 95 procent en meer moet zijn afgenomen.

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse (voor meer detail zie: Bijlage III)

In de gevoeligheidsanalyses wordt het effect bepaald van hogere energieprijzen door het beprijsen van CO₂. Dit is doorvertaald naar hogere brandstofkosten voor zowel de auto als het vrachtverkeer. De omvang van het vrachtverkeer is daarbij constant gehouden ten opzichte van het basispad. In deze variant is gekozen voor een pragmatische invulling waarbij aangenomen wordt dat de parkomvang en samenstelling in 2040 Hoog hetzelfde blijft. De index van de brandstofkosten per km voor de personenauto's ten opzichte van 2014 komt dan in 2040 35% hoger te liggen (65,1 in Hoog en 88,0 in Laag). De index van de variabele kosten van de vrachtauto's per km ten opzichte van 2014 komt in 2040 22% hoger te liggen (85,4 in Hoog en 104,6 in Laag).

³ WLO achtergronddocument Klimaat en Energie (CPB en PBL, 2015c)

Uitkomsten en interpretatie

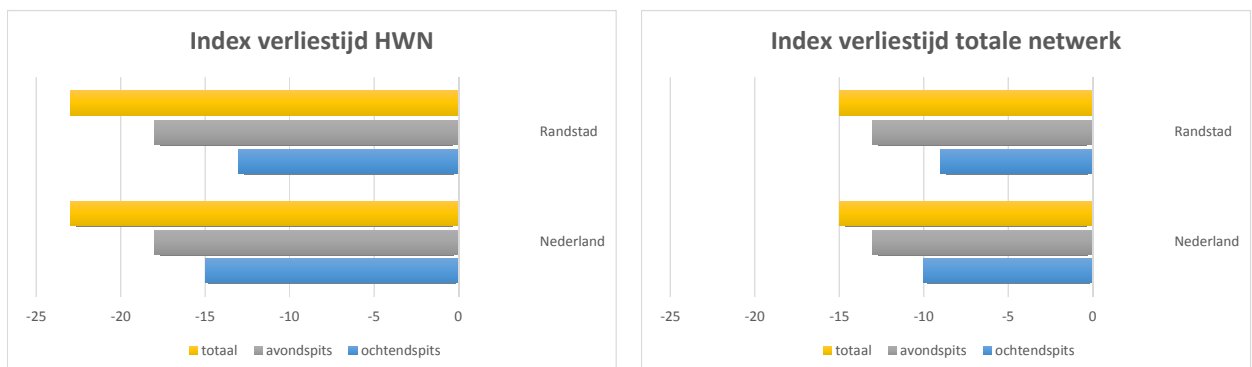
De onderstaande tabel geeft het effect voor de aantallen reizen en het kilometrage. De tabel laat zien dat het aantal reizen van de autobestuurder met bijna 4% afneemt. De kilometrage daalt sterker, wat aangeeft dat de gemiddelde verplaatsingsafstand door de hogere brandstofkosten per kilometer afneemt. Met uitzondering van de autopassagier neemt het aantal reizen met de andere vervoerwijzen met ongeveer 1-2% toe. De kilometrage volgt dezelfde lijn. Voor de autopassagier daalt het aantal reizen, de kilometrage stijgt. De gemiddelde verplaatsingsafstand van de autopassagier neemt dus toe. Het relatief beperkte effect op de overige vervoerswijzen betekent dat een deel van de reizen die in het basispad met de auto werden gemaakt, nu niet meer worden gemaakt. Daarnaast daalt het totaal aantal afgelegde kilometers met 5%: er worden dus ook minder lange afstanden per autoverplaatsing afgelegd.

Tabel 7: indexcijfers reizen en kilometrage bij hogere brandstofprijzen

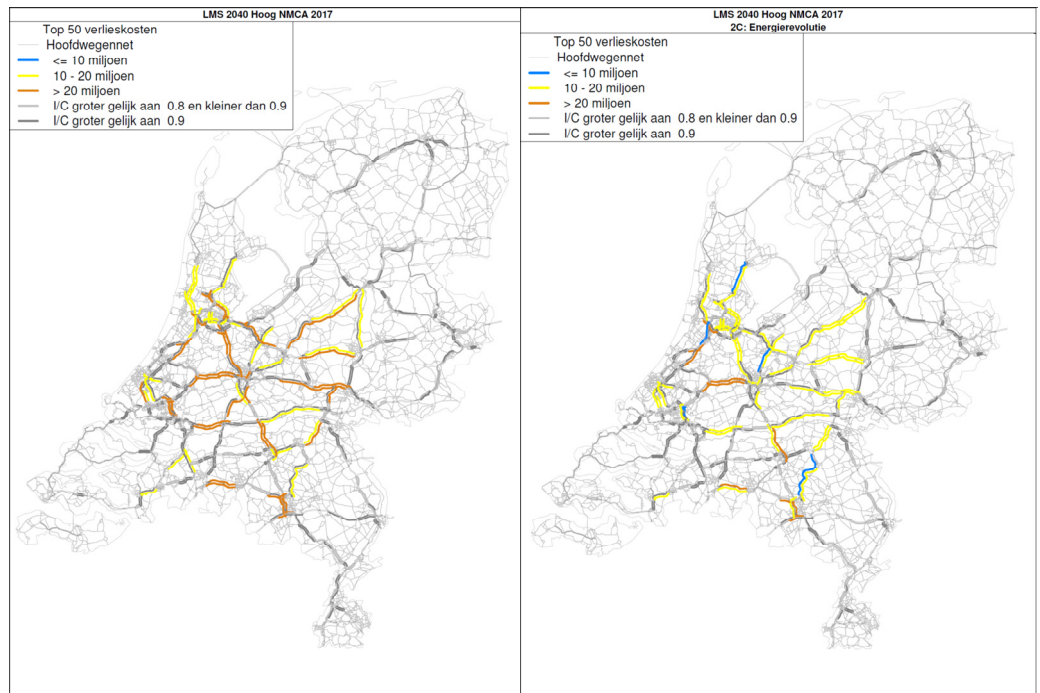
Hogere brandstofprijzen	Trein	Autobestuurder	Autopassagier	BTM	Fietsen	Lopen	Totaal
Reizen, index (2040 Hoog = 100)	101,8	96,4	99,8	101,2	102,1	102,2	99,6
Kilometrage index (2040 Hoog = 100)	101,7	91,4	103,2	101,2	102,1	102,4	95,2

Figuur 3 laat de effecten zien voor de voertuigverliesuren op het wegennet. De figuren maken daarbij onderscheid in Nederland en Randstad, het hoofdwegennet en het totale netwerk, en naar dagdeel. De congestie neemt in 2040 Hoog met 23% af op het hoofdwegennet.

Figuur 3: afwijking verliestijden in 2040H bij verhoging brandstofprijzen



Op onderstaande kaarten (figuur 4) is te zien dat de economische verlieskosten door congestie op de weg daardoor aanzienlijk afnemen. Wat niet duidelijk wordt is hoeveel de economische verlieskosten toenemen door vermindering van de automobilititeit. Daarvoor heeft de NMCA geen indicator.



Figuur 4: HWI-kaarten 2040 basispad en 2040 bij verhoging brandstofprijzen

Snellere elektrificering van het wagenpark (2)

In deze gevoeligheidsanalyse wordt hogere vaste autokosten verondersteld door strengere normering voor auto's in 2040. Die strengere normen kunnen alleen gehaald worden als er een groter deel van het park elektrisch rijdt (tot 80% in 2050). Strengere normering in 2040 betekent hogere aanschafkosten voor de auto.

Wat staat er in de WLO scenario's?

In de WLO zelf is voor het Hoge scenario verondersteld dat de normering geleidelijk aan wordt aangescherpt tot 55 gr/km in 2050 en voor het lage groeiscenario tot een norm van 70 gr/km in 2050. Voor de normering van 70 gr/km in het Lage scenario is in de WLO-2015 een aandeel van (semi) elektrische auto's verondersteld van circa 20 procent in de nieuwverkopen in 2050. In het Hoge scenario met een normering van 55 gr/km is dat circa 40 procent. De WLO heeft een kwalitatieve gevoeligheidsanalyse voor de tweegradendoelstelling uitgewerkt voor het scenario Hoog op basis van een transitie naar elektrisch rijden. Om de benodigde emissiereductie van 80 tot 90 procent in 2050 te halen moet daarvoor het aandeel van (semi) elektrische auto's toenemen tot 80-90 procent in 2050.

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse (voor meer detail zie: Bijlage III)

In deze gevoeligheidsanalyse wordt het effect bepaald van een hoger aandeel van elektrische voertuigen in het wagenpark. Doordat de aanschafprijs van elektrische voertuigen relatief hoger is, daalt bij een hoger aandeel de omvang van het wagenpark met 3,4% t.o.v. de referentie. Hierbij wordt aangenomen dat de daling uniform verdeeld is over de huishoudens met 1, 2 en 3+ auto's. Omdat de elektrische voertuigen in 2040 Hoog nog steeds wat lagere brandstofkosten per kilometer hebben dalen de gemiddelde brandstofkosten door de gewijzigde

samenstelling van het wagenpark in deze variant met 5,5% ten opzichte van 2040 Hoog.

Uitkomsten en interpretatie

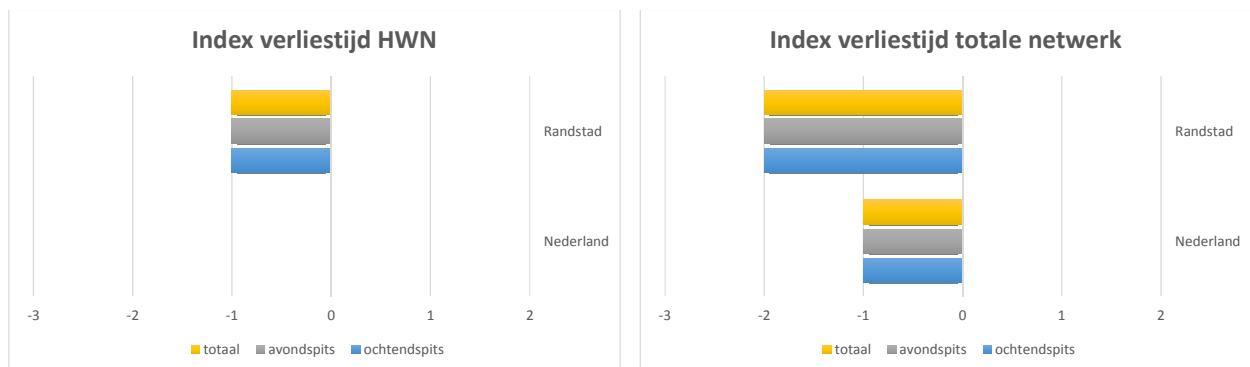
De onderstaande tabel geeft het effect voor de aantallen reizen en het kilometrage. De tabel laat zien dat het aantal reizen met het openbaar vervoer als gevolg van een hoger aandeel van elektrische voertuigen toeneemt. Het gebruik van het langzaam vervoer laat eveneens een toename zien, maar stijgt relatief gezien minder hard dan bij het openbaar vervoer. Nadere analyses hebben aangegeven dat de oorzaak hiervan bij het afgenomen autobezit ligt. De lagere brandstofkosten drukken dit effect nog enigszins maar per saldo resulteert dit nog steeds in een stijging van het gebruik van het openbaar- en langzaam vervoer. Het aantal reizen voor de autobestuurder neemt relatief harder af dan het kilometrage wat duidt op een stijging van de gemiddelde verplaatsingsafstand. De oorzaak hiervoor ligt bij de lagere brandstofkosten per kilometer.

Tabel 8: indexcijfers reizen en kilometrage bij snellere elektrificering wagenpark

Elektrificering wagenpark	Trein	Autobestuurder	Autopassagier	BTM	Fietsen	Lopen	Totaal
Reizen, index (2040 Hoog = 100)	102,9	98,0	99,9	104,5	100,9	101,1	99,9
Kilometrage index (2040 Hoog = 100)	102,8	99,8	100,0	103,7	100,9	100,9	100,4

De onderstaand figuur (5) laat de effecten zien voor de voertuigverliesuren op het wegennet. Er is geen zichtbaar effect op het aantal afgelegde kilometers op het hoofdwegennet. De verliestijd op het hoofdwegennet in de Randstad laat een lichte daling zien. De verliestijd op het totale netwerk daalt zowel in de Randstad als voor geheel Nederland.

Figuur 5: afwijking verliestijden in 2040H bij snellere elektrificering wagenpark



De toename van het aantal verplaatsingen en het aantal reizigerskilometers met het OV kan op specifieke verbindingen een significante impact hebben op het knelpuntenbeeld. Drukke corridors zullen in dit scenario nog drukker worden, waardoor knelpunten verhevigen, of nieuwe opgaven opkomen.

4.2.3 CO₂ heffing binnenvaart

Wat staat er in de WLO scenario's?

In het WLO-scenario Hoog is een CO₂-heffing op binnenvaartvervoer verondersteld, die de binnenvaartprognoses voor dit scenario in zekere mate drukt.

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse

Het is niet zeker dat deze heffing er daadwerkelijk komt. Daarom is voor het scenario Hoog een variant doorgerekend zonder de CO₂ heffing voor binnenvaart.

Uitkomsten en interpretatie

De CO₂-heffing heeft in de prognoses tot een verschuiving van binnenvaart naar weg- en spoorvervoer geleid. In absolute termen is de verschuiving van binnenvaart naar wegvervoer aanzienlijk groter dan die van binnenvaart naar spoor, maar relatief gezien is het effect op de hoeveelheid wegvervoer juist kleiner dan het effect op de (veel kleinere) hoeveelheid spoorvervoer. Wanneer er geen CO₂ heffing voor de binnenvaart in 2040 Hoog verondersteld wordt, neemt het binnenvaartvervoer dus toe (met circa 4%) ten koste van het weg- en spoorvervoer. Op de weg en op het spoor levert dit geen ander knelpuntenbeeld op. Als gevolg van de grotere vervoersvolumes in de binnenvaart zullen de wachttijden bij de sluisen logischerwijs ook overal hoger uitvallen dan becijferd voor het basispad.

Dit blijkt echter weinig consequenties te hebben voor de conclusies ten aanzien van de toekomstige knelpunten, behalve voor de corridor Amsterdam – Noord-Nederland. Zonder CO₂-heffing zullen de knelpunten uit het hoge referentiescenario hier reeds eerder optreden:

- De gemiddelde wachttijd bij de Oranjesluizen komt in 2030 al duidelijker boven de 30 minuten uit.
- De Houtribsluizen zullen al in 2040 een duidelijk knelpunt vormen, in plaats van pas in 2050. Zonder CO₂-heffing komt de gemiddelde wachttijd hier in 2040 duidelijk boven de 30 minuten uit, in plaats van ergens rond deze waarde uit te komen.
- Ook sluis Gaarkeuken zal al in 2040 een duidelijk knelpunt vormen. De gemiddelde wachttijd komt hier zonder CO₂-heffing in 2030 al rond de 30 minuten uit, en in 2040 er duidelijk boven (in plaats van in 2040 pas rond deze waarde uit te komen).
- De Prinses Margrietsluis zal rond 2040 in toenemende mate een knelpunt gaan vormen (met in 2030 al een gemiddelde wachttijd rond de 30 minuten), in plaats van rond de 30 minuten te blijven hangen.
- Bij de Oostersluis komt de wachttijd reeds in de referentiescenario's al in 2030 ruim boven de 30 minuten uit. Zonder CO₂-heffing zal dit beeld alleen maar versterkt worden. Ook in deze situatie blijft de Oostersluis dus de eerste sluis op deze corridor waar een capaciteitsknelpunt verwacht wordt.

4.3 Deel- en circulaire economie

Voor het thema 'deel- en circulaire economie' was het niet mogelijk de invoer te kwantificeren. Vanwege het belang van het onderwerp is het KiM gevraagd een kwalitatieve analyse uit te voeren (KiM 2017b). De conclusies hiervan zijn hieronder beknopt in dit rapport opgenomen.

4.3.1 Deeleconomie (samenvatting van KiM, 2017b)

Het begrip 'deeleconomie' kan als volgt worden gedefinieerd: "Het door de consument gebruik laten maken van elkaars onbenutte consumptiegoederen". Deze vorm van consumeren kan bijdragen aan een duurzame maatschappij, omdat door deelgebruik minder consumptiegoederen benodigd zijn.

De gevolgen van de deeleconomie op verkeer en vervoer hebben vooral betrekking op deelauto's. Er zijn meerdere vormen van autodelen, waarvan er twee behandeld worden:

- Het 'klassieke' autodelen: er is sprake van een vaste vloot aan auto's, die eigendom zijn van een bedrijf;
- Peer-to-peer: particulieren bieden hun auto voor verhuur aan op een online platform.

In 2016 waren er ruim 25.000 deelauto's (11% 'klassiek', 78% peer-to-peer) in Nederland. Tussen 2015 en 2016 is het aantal deelauto's met 55% gegroeid. Met name de 'peer-to-peer'-methode blijkt sinds 2011 explosief gegroeid te zijn. Bovendien zegt bijna 20% van de Nederlanders open te staan voor deelautogebruik (wel bij voorkeur via een organisatie, dus 'klassiek').

In 2015 maakte 1% van de Nederlanders boven de 18 jaar gebruik van een deelauto (met name de groep 18-40 jaar en huishoudens met jonge kinderen). Meer dan 40% van de autodelers komt uit zeer stedelijke gebieden, terwijl zij slechts 15% van de totale bevolking vormen. Het autobezit onder gebruikers van de deelauto is gemiddeld afgenomen met 30%. Daarnaast ligt het jaarkilometrage van autodelers ruim 20% lager dan voordat ze aan autodelen begonnen (7.500 km tegen 9.100 km). Het bezit van een eigen auto lijkt, met het oog op de toekomst, minder vanzelfsprekend te gaan worden. De deelauto wint namelijk sterk aan populariteit, met name in de leeftijdsgroep 18-40 jaar.

Echter, maar voor 40% van de deelauto-gebruikers is de deelauto een alternatief voor het bezit van een eigen auto; voor een andere 40% vormt de deelauto een alternatief voor het openbaar vervoer; ruim 16% zou de kilometers helemaal niet hebben afgelegd wanneer ze geen deelauto ter beschikking zouden hebben gehad.

De dienst *BlaBlacar* vormt tevens een onderdeel van de deeleconomie. Over het type gebruiker in Nederland is weinig bekend. Gebruikers in Frankrijk, waar wel gegevens van zijn, zijn echter vooral jongeren met een hoog opleidingsniveau. Het is discutabel of taxidienst *Uber* deel uitmaakt van de deeleconomie. Indien chauffeurs hun rit toch al zouden maken, maar door personen mee te nemen de capaciteit van hun auto benutten, is dit wel geval. Wanneer de rit echter speciaal voor de klant wordt gemaakt, maakt dit geen onderdeel uit van de deeleconomie.

4.3.2 *Circulaire economie (samenvatting van KiM, 2017b)*

De 'circulaire economie' draait om de herbruikbaarheid van producten en grondstoffen en het Herstellend Vermogen van natuurlijke hulpbronnen, waarbij waardevernietiging in het systeem wordt geminimaliseerd en waardecreatie in iedere schakel van het systeem wordt nagestreefd. Met deze scope wordt dus verder gekeken dan alleen de effecten van het sluiten van kringlopen. Ook hoeft er geen sprake te zijn van een situatie van 'zero-waste'. Een vijftal elementen van de circulaire economie zullen hieronder kort worden behandeld. Een zesde, dematerialisatie, is na deze paragraaf kwantitatief uitgewerkt.

Doorvoerfunctie

De circulaire economie zal invloed hebben op de 'doorvoerfunctie' van Nederland. 95% van het goederenvervoer dat door Nederland komt, gebruikt Nederland louter als doorvoerland. Vermoed wordt dat in de circulaire economie veel minder grondstoffen benodigd zullen zijn (vanwege de toenemende mate van hergebruik). Omdat in de Rotterdamse haven op grote schaal overslag van dit type goederen plaatsvindt, zal zij zich voorbereiden op een transitie van oliehaven naar een biomassahaven. Deze ontwikkeling leidt tot andere vervoerspatronen, waardoor verkeersknelpunten kunnen gaan verschuiven.

Afvalverwerking

Hernieuwde vormen van afvalverwerking zullen een aantal belangrijke gevolgen hebben op het wegverkeer in Nederland:

- Vanwege een afname in de hoeveelheid afvalaanbod voor Nederlandse afvalverbrandingsinstallaties, zal Nederland ook afval vanuit het buitenland zal gaan verbranden. Dit leidt tot meer (internationale) vervoersstromen;
- Ten gevolge van de toenemende mate waarin afval wordt gescheiden, zal leiden tot een toename van het aantal vervoersbewegingen (niet alle (huis)afval wordt meer in één vrachtwagen vervoerd, maar verspreid);
- Door de toename van het aantal aanbieders op het gebied van afvalverwerking, zal een toename van vervoersbewegingen plaatsvinden, wat met name in binnensteden tot hinder zal leiden.

Geconcludeerd kan dus worden dat het slim organiseren van dit type vervoer essentieel is om de circulaire economie tot een succes te maken.

Service- en retourlogistiek

Als gevolg van de toenemende mate van service- en retourlogistiek (aan huis), zal het aantal transportbewegingen op het binnenstedelijk wegennet sterk groeien. Deze ontwikkeling kan een negatieve invloed uitoefenen op de leefbaarheid en bereikbaarheid van deze gebieden (vaak is de infrastructuur hier niet op ingericht). De hoeveelheid wegverkeer naar (fysieke) winkels zal door deze ontwikkeling weliswaar afnemen, maar deze afname zal slechts zeer beperkt invloed hebben op de verkeersintensiteit.

Nearsourcing

Als gevolg van het toegenomen hergebruik van producten en grondstoffen, zullen bronnen voor nieuwe producten dichtbij de afzetmarkt liggen (in ons geval dus Europa), waardoor de productie meer in Europa zal plaatsvinden (waar nu nog veel in China wordt geproduceerd). Gevolg: minder intercontinentale vervoersstromen, meer 'short-seastromen' (voor een deel over zee of oceaan, maar doorkruist de oceaan niet volledig).

Ruimtelijke clustering van bedrijven

Bedrijven zullen in toenemende mate afhankelijk worden van elkaars output, waardoor het aantrekkelijker wordt om te gaan clusteren. Deze ontwikkeling zal dus leiden tot een afname van het aantal vervoersbewegingen.

Conclusie

Als gevolg van een toenemende mate van hergebruik van producten en grondstoffen, kan productie dichtbij huis plaats gaan vinden, waardoor intercontinentale vervoersbewegingen zullen gaan afnemen. Door de afname van het benodigde aantal grondstoffen, is de hoeveelheid vrachtverkeer het laatste decennium al significant afgenomen.

Omdat bedrijven als gevolg van hergebruik in toenemende mate van elkaars output afhankelijk zijn, zullen ze elkaar op gaan zoeken (clusteren), waardoor het aantal transportbewegingen kan afnemen.

De Rotterdamse haven zal zich meer gaan richten op verduurzaming, waardoor goederenvervoerpatronen zullen gaan veranderen.

Het aantal transportbewegingen in het 'laatste' onderdeel van de vervoersketen (naar de klant), zal echter toe gaan nemen. Dit als gevolg van de populariteit van service- en retourlogistiek, waardoor de hoeveelheid vrachtverkeer in woonwijken sterk zal groeien. Met het oog op leefbaarheid en bereikbaarheid (vaak is de infrastructuur in woonwijken hier niet op ingericht), is het wenselijk om te kijken naar 'slimme logistieke oplossingen'.

4.3.3 Dematerialisatie

Ontwikkelingen in de waarde-gewichtsverhouding in het vrachtvervoer hebben een grote impact op de vervoerde gewichten. Dematerialisatie is de toename van de waarde-gewichtsverhouding: de waarde per gewichtseenheid van producten wordt groter. Deze ontwikkeling is al in volle gang, en heeft geleid tot een daling van het goederenvervoer van 6 procentpunten in de periode 2005-2015.

Wat staat er in de WLO scenario's?

In de WLO-scenario's is rekening gehouden met de verwachting dat de waarde-gewichtsverhouding in de toekomst verder toe zal nemen (toenemende dematerialisatie), waardoor een gelijke economische waarde gemiddeld genomen steeds minder ladinggewicht heeft. Dit heeft een drukkend effect op de prognoses. Hierbij ligt het voor de hand dat de stijging van de waarde-gewichtsverhouding in scenario Hoog gemiddeld sterker zal zijn dan in scenario Laag, als gevolg van de sterkere technologische ontwikkeling in scenario Hoog. Voor Hoog is uitgegaan van een stijging met 0,5% per jaar, en in Laag van een stijging met 0,3% per jaar.

Zoals aangegeven in het WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016), bestaat er de nodige onzekerheid over deze ontwikkeling.

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse (voor meer detail zie: Bijlage II)

Deze onzekerheid is aanleiding om een gevoeligheidsanalyse uit te voeren en te onderzoeken wat de consequenties zijn wanneer de werkelijke dematerialisatie bij deze verwachtingen achter mocht blijven of hoger uit mocht vallen.

Hierbij is de situatie van een zwakkere dematerialisatie (met als gevolg méér vervoer) alleen onderzocht voor het hoge scenario (1), en de situatie van een sterkere dematerialisatie (met als gevolg minder vervoer) alleen voor het lage scenario (2). De andere twee mogelijke situaties vallen binnen de reeds in beeld gebrachte bandbreedte tussen de basispaden voor het lage en hoge scenario.

- 1) Er wordt verondersteld dat de dematerialisatie in scenario Hoog wordt gehalveerd waardoor het goederenvervoer in omvang toeneemt. Dit betekent een toename van de waarde-gewichtsverhouding met 0,25% per jaar, in plaats van met 0,5% per jaar. Dit resulteert in ca. 7% extra vervoer in 2040.
- 2) Er wordt verondersteld dat de dematerialisatie in scenario Laag wordt verdubbeld waardoor het goederenvervoer in omvang afneemt. Dit betekent een toename van de waarde-gewichtsverhouding met 0,6% per jaar, in plaats van met 0,3% per jaar. Dit resulteert in ca. 7% minder vervoer in 2040.

Uitkomsten en interpretatie

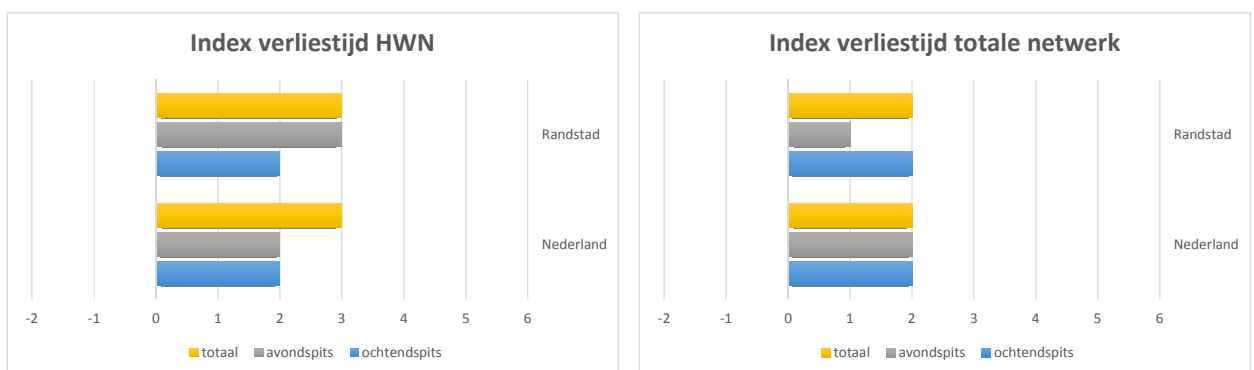
De verdubbeling of halvering van de dematerialisatie geldt voor alle goederen. Bij alle drie de modaliteiten neemt het vervoer dus evenredig af. Dat betekent dat er ook geen verschuiving over de modaliteiten plaatsvindt.

De halvering van de dematerialisatie, en dus toename van het aantal vrachtautoritten heeft een negatief effect op de doorstroming op de weg, voor het vrachtvervoer zelf maar ook voor het personenvervoer. We zien echter nauwelijks verschuiving in het autoverkeer en op de modal split. Bij een verdubbeling van de

dematerialisatie zal de doorstroming verbeteren, voor zover de ontstane ruimte op het HWN niet wordt opgevuld door andere routekeuze en extra verplaatsingen.

De onderstaande figuren laten de effecten zien voor de voertuigverliesuren op het wegennet bij meer vrachtvervoer door een halvering van de dematerialisatie. Via de pae-factor weegt de invloed van de verandering in de omvang van het vrachtverkeer zwaarder door. Dit is ook te zien bij de verliestijd: hoewel het effect op het totaal aantal kilometers op het HWN klein is, nemen de voertuigverliesuren wel toe. Op het hoofdwegennet stijgt het totaal aantal verliesuren met 3%, op het gehele netwerk met 2%.

Figuur 6: afwijking verliestijden in 2040H bij halvering dematerialisatie



Op het spoor nemen de treinen richting Duitsland en België met 7% en 5% toe bij halvering van de dematerialisatie. Bij verdubbeling ervan nemen de treinen richting Duitsland en België met respectievelijk 8% en 6% af. Beide scenario's leiden niet tot een verandering van het knelpuntenbeeld.

Wat betreft de binnenvaart zullen in een situatie met 7% méér vervoer (halvering dematerialisatie) de wachttijden logischerwijs bij alle sluizen hoger uitvallen dan becijferd voor het basispad. Dit blijkt echter weinig consequenties te hebben voor de conclusies ten aanzien van de toekomstige knelpunten. Het enige echt belangrijke verschil is dat de Houtribsluizen in deze situatie al in 2040 (Hoog) een duidelijk knelpunt vormen, in plaats van pas in zichtjaar 2050. De gemiddelde wachttijd komt hier dan in 2040 duidelijk boven de 30 minuten uit, in plaats van ergens rond deze waarde uit te komen.

In een situatie met minder vervoer (verdubbeling dematerialisatie) zullen de wachttijden logischerwijs bij alle sluizen lager uitvallen dan becijferd voor het basispad. Dit blijkt ook enkele consequenties te hebben voor de conclusies ten aanzien van de toekomstige knelpunten:

- Op de corridor Amsterdam – Noord-Nederland doen zich in deze situatie in het lage scenario geen ernstige knelpunten meer voor;
- De Kreekraksluizen vormen in deze situatie zelfs in 2050 geen knelpunt meer in het lage scenario. De gemiddelde wachttijd blijft hier dan ruim onder de 30 minuten.

4.4 Innovatie mobiliteitssystemen

4.4.1 Zelfrijdende Auto en Truckplatooning

De ontwikkeling van de zelfrijdende auto (ZRA) en platooning trucks kunnen van grote invloed zijn op de mobiliteit in Nederland.

Wat staat er in de WLO scenario's?

Er is wel een kwalitatieve onzekerheidsverkenning uitgevoerd. Hoewel automatische voertuigen in de basispaden nog geen rol van betekenis spelen wordt technologie in het WLO-2015 echter als grote onzekerheid bestempeld.

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse (voor meer detail zie: TNO, 2016)

Rijkswaterstaat heeft TNO gevraagd om in aanvulling op de voorstudie van de TU Delft aan te geven op welke manier in de NMCA het effect van automatische voertuigen kwantitatief kan worden meegenomen (in gevoeligheidsanalyses) en waar dat gegeven de huidige kennis kwalitatief moet. De studie heeft geleid tot een aantal opties om gebruikersklassen toe te voegen waarvan RWS gekozen heeft om 'run 4' te implementeren in het LMS.

Op snelwegen is truck platooning mogelijk. 40% van de vrachtauto's kan platoonen. 70% van de personenauto's rijdt zonder ondersteunende systemen. De overige 30% kan op snelwegen coöperatief rijden niveau 1/2/4. Voor de autobestuurder daalt de Value Of Time (reistijdwaardering) fors, met 20%. Het aangenomen effect op de capaciteit is zowel voor vracht als personenauto tevens fors: een ZRA neemt 30% minder effect op de wegcapaciteit, en een zelfrijdende vrachtauto in truckplatooning heeft 25% minder effect op de wegcapaciteit. Deze run laat het gecombineerd effect van automatisch coöperatief rijden en truckplatooning op snelwegen zien.

Uitkomsten en interpretatie

De onderstaande tabel geeft het effect voor de aantallen reizen en het kilometrage. De tabel laat zien dat het aantal reizen met de auto (autobestuurder en autopassagier) licht toeneemt. Alle andere vervoerwijzen blijven nagenoeg constant. Het effect op de autokilometers is groter, wat aangeeft dat de gemiddelde verplaatsingsafstand toeneemt.

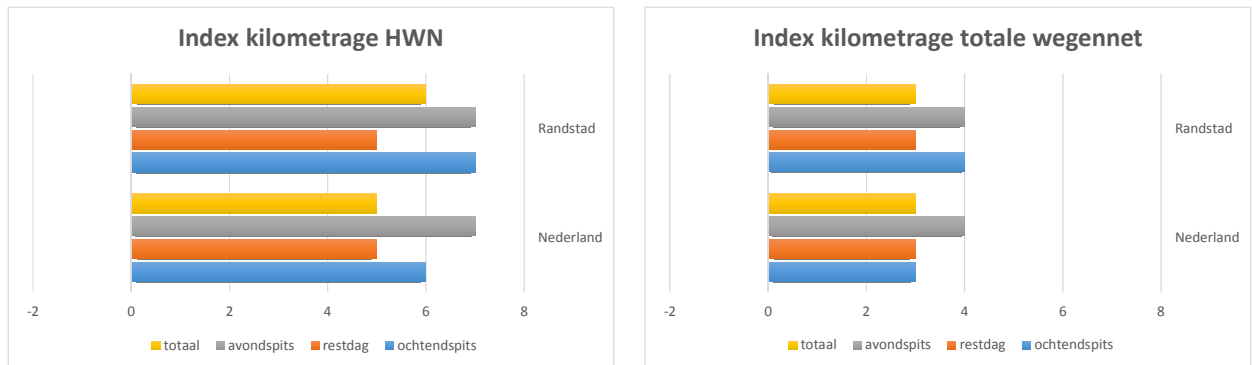
Tabel 9: indexcijfers reizen en kilometrage bij ZRA en Truckplatooning

ZRA en Truckplatooning	Trein	Autobestuurder	Autopassagier	BTM	Fietsen	Lopen	Totaal
Reizen, index (2040 Hoog = 100)	99,6	100,3	100,1	99,8	99,8	99,8	100,0
Kilometrage index (2040 Hoog = 100)	99,6	103,9	101,1	99,8	99,8	99,8	102,6

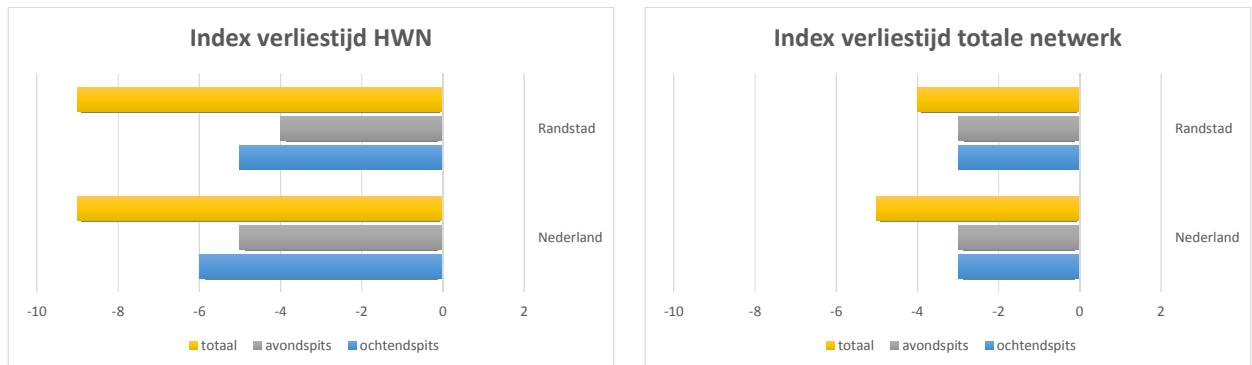
De onderstaande figuren laten de effecten zien voor de kilometrage en de voertuigverliesuren op het wegennet. Op het totale wegennet stijgt de kilometrage met totaal 3%, de ochtendspits met 3-4% en de avondspits met 4%. Op het hoofdwegennet stijgt de kilometrage met totaal 4-5%, in de ochtendspits met 6-7% en in de avondspits met 7%. Ondanks de stijging van de afgelegde kilometers nemen de voertuigverliesuren af. Op het hoofdwegennet is de afname sterker dan op het totale wegennet. Er wordt namelijk alleen op het HWN een vorm van coöperatief rijden verondersteld. De voertuigverliesuren op het hoofdwegennet nemen in totaal met ongeveer 9% af.

Analyses hebben aangegeven dat de ruimte die ontstaat door de capaciteitsverruiming op het HWN als gevolg van de zelfrijdende auto, weer ingenomen wordt door extra mobiliteit (langere afstanden, meer reizen) of door een verandering in routekeuze (verschuiving OVN naar HWN), Zonder de extra mobiliteit zouden de voertuigverliesuren op het HWN met 28% afnemen door ZRA en truckplatooning.

Figuur 7: afwijking in kilometrages in 2040H bij ZRA en Truckplatooning



Figuur 8: afwijking in verliestijden bij ZRA en Truckplatooning



4.4.2 E-bike en stedelijk fietsnetwerk

Het aandeel van de e-bike kan richting de toekomst harder stijgen dan in de uitgangspunten voor de WLO en de NMCA verondersteld. Daarnaast zou sprake kunnen zijn van extra comfort- en snelheidsverbeteringen. Ook kan het beleid voor fietsers in de binnensteden een vlucht nemen (verbetering van de netwerken).

Wat staat er in de WLO scenario's?

Voor de basispaden in de NMCA (Laag en Hoog) is een modellering van de fiets gebruikt die ten tijde van de ontwikkeling van de WLO-2015 nog niet voor handen was. In 2017 is een vernieuwde versie van de landelijke en regionale strategische verkeersmodellen LMS/NRM opgeleverd. Hierin zijn verschillende aanpassingen gedaan om de modellering van fiets en elektrische fiets te verbeteren.

Om het effect van de elektrische fiets in prognoseresultaten mee te nemen, zijn basisscenario's voor het toekomstig aandeel e-bikes opgesteld. Deze stemmen zoveel als – gegeven de modelaanpassingen – mogelijk overeen met de WLO2015-instellingen en zijn dan ook opgesteld in overleg met het KiM en afgestemd met het PBL. In 2040 Hoog is het aandeel e-bike in het gebruik van de fiets als hoofdvervoerswijze 28% verondersteld. Voor 18 plussers die voor onderwijs heen- en weer fietsen is het aandeel e-bike in 2040 Hoog 11% verondersteld.

Het is belangrijk te benadrukken dat dit basispad uitgaat van een natuurlijke trend in het gebruik van de e-bike. Er is dus géén sprake van actief beleid om het fietsen te stimuleren. Daarnaast zijn reistijden van de gemiddelde gebruiker van e-bike dan wel traditionele fiets voor basis- en toekomstjaar gelijk: er zijn géén aanpassingen in fietsinfrastructuur noch veranderingen in het aandeel van de extra snelle e-bike (de *pedelec*) aangenomen tussen basis- en toekomstjaar.

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse (voor meer detail zie: Bijlage IV)

In deze analyse zijn snellere ontwikkelingen verondersteld voor het aandeel e-bikes, de snelheid van de e-bike, en het comfort ervan. Tevens is er een verbetering van het binnenstedelijk fietsnetwerk verondersteld. De volgende uitgangspunten zijn gebruikt in de gevoeligheidsanalyse:

Tabel 10: aannames gevoeligheidsanalyse e-bike en stedelijk fietsnetwerk

	Referentie	Gevoeligheidsanalyse E-bike
Aandeel E-bike:		
Standaard	28%	56%
Onderwijs 18	11%	22%
Fietsinfrastructuur binnen de bebouwde kom, snelheidsverhoging	0%	10%

Uitkomsten en interpretatie

De onderstaande tabel geeft het effect op de aantallen reizen en de afgelegde kilometers. De tabel laat zien dat met uitzondering van de fiets, zowel het aantal reizen als het kilometrage bij andere vervoerwijzen afneemt. Relatief gezien treedt de sterkste daling op bij de BTM. De fiets laat een sterke toename van het aantal reizen zien. De kilometrage stijgt harder, wat betekent dat door het hogere aandeel van de e-bike gemiddeld langere afstanden met de fiets worden gemaakt.

Tabel 11: indexcijfers reizen en kilometrage bij hoger aandeel e-bike en technische verbetering e-bike en stedelijk fietsnetwerk

E-bike en stedelijk netwerk	Trein	Autobestuurder	Auto-passagier	BTM	Fietsen	Lopen	Totaal
Reizen, index (2040 Hoog = 100)	97,2	98,4	97,5	94,8	105,9	97,7	100,2
Kilometrage index (2040 Hoog = 100)	97,6	98,8	97,8	94,3	123,2	97,6	100,0

Als Het effect van een toename van het fietsgebruik op afgelegde kilometers op het hoofdwegennet en op het totale netwerk is beperkt (1%). Het effect op voertuigverliesuren is wat groter: een afname van 3-4% op het hoofdwegennet.

4.4.3 Efficiëncyslag wegvervoer

In de WLO-2015 zijn aannames gemaakt over de toekomstige ontwikkeling van de logistieke efficiency onder invloed van de technologische vooruitgang. Deze zou door (nog) meer schaalvergroting, betere beladingsgraden en betere planning van vervoersstromen ook hoger uit kunnen vallen. Dit geldt voor alle modaliteiten. Daar tegenover staat dat wanneer vervoer goedkoper wordt t.o.v. het opslaan van producten, de drijfveer voor een efficiëncyverbetering in het goederenvervoer weg kan vallen.

Wat staat er in de WLO scenario's?

In vergelijking met 2011 loopt in de WLO in het referentiescenario Hoog de efficiëntiewinst door de inzet van grotere vrachtwagens (LZV's) op tot +20% in 2050 (ontwikkeling belading van ritten met laadvermogen groter dan 13,5 ton), terwijl deze efficiëntiewinst beperkt blijft tot +5% in Laag. Daarnaast zijn er efficiëntiewinsten door hogere beladingsgraden (tot +5% in Hoog en +2,5% in Laag) en door een lager percentage lege voertuigen (-5% in Hoog en -2,5% in Laag).

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse

De ontwikkeling van de logistieke efficiency zou in de toekomst ook wel eens anders uit kunnen pakken. Daarom zijn er gevoeligheidsanalyses uitgevoerd met meer (1) en minder (2) logistieke efficiencywinst voor beide referentiescenario's voor goederenwegvervoer. Het effect van een andere logistieke efficiency op de kosten van het vervoer en daarmee op de keuze van de vervoerwijze is niet in kaart gebracht.

- 1) Een variant met meer efficiencyverbetering vrachtverkeer in vergelijking met de WLO-referentiescenario's. Ontwikkeling logistieke efficiency ten opzichte van de referentiepaden in de NMCA voor 2040 ten opzichte van 2014:
 - beladingsgraad van vrachtwagens: +5% in Laag en +10% in Hoog (i.p.v. +1.88% in Laag en +3.75% in Hoog);
 - aandeel lege vrachtwagens: -5% in Laag en -10% in Hoog (i.p.v. -1.88% in Laag en -3.75% in Hoog);
 - effect van de inzet van grotere vrachtwagens (LZV's) blijft gelijk aan de referentiepaden: een factor 0,960 in Laag en 0,875 in Hoog.

- 2) Een variant met minder efficiencyverbetering vrachtverkeer in vergelijking met de WLO-referentiescenario's. In deze variant wordt verondersteld dat er helemaal geen logistieke efficiency verbetering optreedt in vergelijking met de basissituatie in 2014. De ontwikkeling van de logistieke efficiency ten opzichte van de referentiepaden in de NMCA voor 2040 ten opzichte van 2014:
 - beladingsgraad van vrachtwagens: +0% in Laag en +0% in Hoog (i.p.v. +1.88% in Laag en +3.75% in Hoog);
 - aandeel lege vrachtwagens: -0% in Laag en -0% in Hoog (i.p.v. -1.88% in Laag en -3.75% in Hoog);
 - geen effect van de inzet van grotere vrachtwagens (LZV's): een factor 1,0 in Laag en 1,0 in Hoog (i.p.v. 0,960 in Laag en 0,875 in Hoog).

Uitkomsten en interpretatie

De alternatieve veronderstellingen ten aanzien van de efficiencyverbetering hebben veel effect op het aantal ritten (zie tabel 6, p. 13). Bij het uitblijven van efficiencyverbetering, en dus het toenemen van het verkeer t.o.v. het referentiescenario, heeft dit een toename van de congestie tot gevolg. Omdat de ontwikkeling generiek over heel Nederland is verondersteld, zal dit geen ander knelpuntenbeeld opleveren. Op de corridors waar zich veel vrachtverkeer op de wegen bevindt, zal de congestie sneller toenemen dan op de andere corridors.

4.5 Ruimtelijke Robuustheid Bereikbaarheid

In het kader van de NMCA is een ruimtelijke variant uit de studie Ruimtelijke Robuustheid Bereikbaarheid, hierna aangeduid als RRB (Significance, 2017) doorgerekend. Deze studie heeft inzichten opgeleverd voor de vragen: a) wat is de robuustheid van de bereikbaarheidsopgaven voor alternatieve ruimtelijke ontwikkelingen b) wat is de bijdrage van verschillende ruimtelijke ontwikkelingen op het verbeteren van de bereikbaarheid. De studie heeft hierbij gekeken naar verschillende aspecten van de bereikbaarheid zoals de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen met auto, OV of fiets, de doorstroming op het wegennet algemeen en specifieke knelpunten en de bereikbaarheidsbaten als welvaartseffecten.

Wat staat er in de WLO scenario's?

In de WLO2 verschillen het hoge en lage scenario, naast de verschillen in demografie en economie, ook in meer en minder ruimtelijke concentratie op landsdeel niveau. Waarbij in het hoge scenario een hoge groei van de bevolking en arbeidsplaatsen wordt gecombineerd met een hoge mate van concentratie in de Randstad en stedelijke regio's. Dit resulteert voor scenario Hoog in een sterke concentratie van de groei in de centrale steden binnen de stedelijke stadsgewesten (22 gewesten van CBS). In totaal neemt het aantal huishoudens in de stadsgewesten met 1 miljoen toe (1,6 miljoen voor heel Nederland) en vestigt het merendeel zich binnen de stadsgewesten in de centrale steden (0,6 miljoen).

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyse (voor meer detail zie: Bijlage V en of Significance, 2017)

In het kader van de NMCA is besloten om voor één van de vier verschillende ruimtelijke scenario's uit de studie RRB te toetsen wat het effect is op de mobiliteit in Nederland. Ten opzichte van de RRB studie beperkt de NMCA studie zich in het rekenhart primair tot transportkengetallen en een analyse van knelpunten in de infrastructuur (wel het snelheidsaspect maar niet het nabijheidsaspect).

De gevoeligheidsrun richt zich voor het hoge scenario op een meer suburbane ontwikkeling binnen de stadsgewesten. In totaal verschuiven er ongeveer 280 duizend woningen van stedelijke naar minder stedelijke zones binnen de stadsgewesten. Hierbij worden de totalen op een regionaal (en landsdeel) niveau gelijk gehouden. Naast woningen wordt ook een verschuiving van arbeidsplaatsen van de stedelijke naar minder stedelijke zones in de stadsgewesten verondersteld. Onderzocht wordt dus feitelijk, op globale wijze voor alle regio's tegelijk, wat het effect is van een andere ruimtelijke inrichting op stadsgewest niveau, waarbij de effecten zich in deze run beperken tot de bereikbaarheidsopgaven uit de NMCA.

Uitkomsten en interpretatie

De verwachte groei van het aantal huishoudens geeft een toenemende druk op de woningmarkt, vooral in de Randstad, en in de komende 10 a 15 jaar zijn er nieuwe en aanvullende locaties nodig voor de woningbouw. De richting van verstedelijken die gekozen gaat worden, bijvoorbeeld door meer of minder binnenstedelijk of op uitleg locaties te realiseren, heeft een forse invloed op de bereikbaarheid van banen in een regio. De bereikbaarheid van banen is een veel gebruikte indicator om de bereikbaarheid van de ruimtelijke structuur en de infrastructuur in samenhang te waarderen (o.a. KiM 2016, PBL 2016). De ruimtelijke gevoeligheidsrun test de gevoeligheid voor een sterkere suburbanisatie in vergelijking met het WLO scenario hoog, door meer verspreid op suburbane locaties te bouwen. In totaal voor Nederland gaat het om 280 duizend woningen die binnen de stadsgewesten verschuiven t.o.v. WLO Hoog.

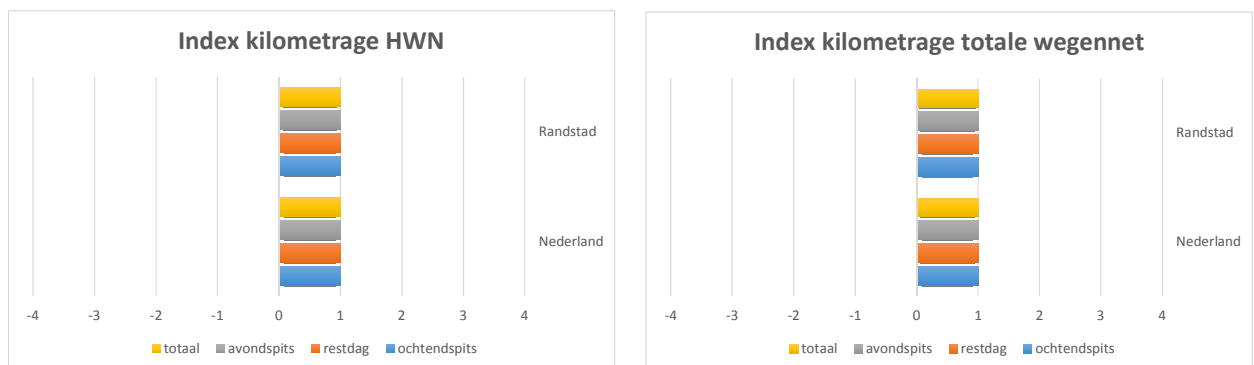
De onderstaande tabel geeft het effect voor de aantallen reizen en het kilometrage. Het verschuiven van een deel van de ontwikkeling van de verdichting van steden naar minder stedelijke zones binnen de stadsgewesten zorgt voor een modal shift naar de auto. Met uitzondering van lopen en autopassagier, dalen de andere vervoerwijzen. De relatief sterkste daling zit bij het openbaar vervoer.

Tabel 12: indexcijfers reizen en kilometrage bij meer suburbanisatie

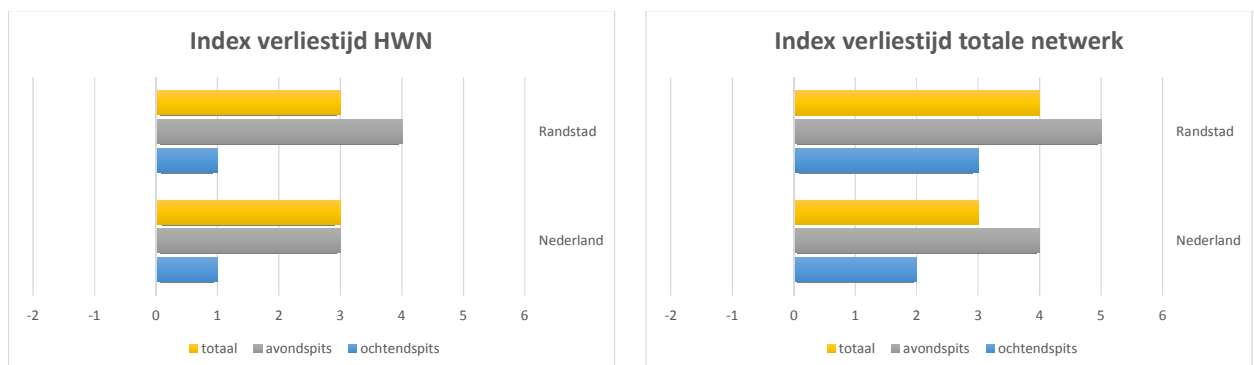
RRB	Trein	Autobe- stuurder	Auto- passagier	BTM	Fietsen	Lopen	Totaal
Reizen, index (2040 Hoog = 100)	97,6	100,6	100,3	96,5	99,7	100,0	100,0
Kilometrage index (2040 Hoog = 100)	97,4	101,7	100,7	98,3	100,4	101,4	100,8

De onderstaande figuren laten de effecten zien voor de kilometrage en de voertuigverliesuren op het wegennet. Een lagere verdichting leidt in deze variant tot 1% meer kilometers op het wegennet. De 1% extra kilometers leidt tot een sterkere stijging van de voertuigverliesuren. Op het hoofdwegennet stijgt het totaal aantal voertuig verliesuren met 3-4%. Op het gehele netwerk is dit 4-5%.

Figuur 9: afwijking in kilometrages in 2040H bij meer suburbanisatie



Figuur 10: afwijking in verliestijden in 2040H bij meer suburbanisatie



Voor drie hoofdvervoerwijzen, auto, OV en fiets zijn de effecten op de bereikbaarheid van banen negatief waarbij de negatieve effecten voor de fiets gevolgd door het OV het sterkst zijn (Significance, 2017). Ook voor de weg verslechtert de bereikbaarheid van banen door de toegenomen ruimtelijke spreiding van activiteiten in combinatie met meer congestie. De orde van grootte van het effect van meer ruimtelijke spreiding op de autobereikbaarheid is vergelijkbaar met

een scenario waarin 4 tot 6 jaar niet in de weginfrastructuur wordt geïnvesteerd, naar rato van het MIRT investeringsprogramma (2010-2030) (Significance, 2017).

De gepresenteerde uitkomsten zijn nationale waarden en uit RRB (Significance, 2017) blijkt dat de invloed van ruimte op bereikbaarheid regionaal sterk kan variëren. Op dit regionale schaalniveau kan ook de invloed op de bereikbaarheidsopgaven het best nader verkend worden. In de regio's waar de bereikbaarheidsopgaven het meest gevoelig zijn gebleken voor ruimtelijke veranderingen heeft dit het meeste nut, te weten in de provincies Noord-Holland, Flevoland en Zuid-Holland gevolgd door Utrecht, Noord-Brabant en Groningen.

5 Afkortingen en bronvermelding

Afkortingen:

BTM	Bus, Tram en Metro
CPB	Centraal Planbureau
HWN	Hoofdwegennet
KiM	Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid
LMS	Landelijk Model Systeem
LZV	Lange Zware Vrachtvoertuigen
NMCA	Nationale Markt en CapaciteitsAnalyse
OV	Openbaar Vervoer
OWN	Onderliggend Wegennet
Pae	Personenauto equivalent
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
RRB	Ruimtelijke Robuustheid Bereikbaarheid
VAM	Vrachtauto Matrix
VVU	Voertuigverliesuren
Vtg	Voertuig
Vtgkm's	Voertuigkilometers
WLO	Welvaart en Leefomgeving (-scenario's)
ZRA	Zelfrijdende Auto

Bronnen:

CPB/PBL (2015a), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Centraal Planbureau.

CPB/PBL (2015b), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Bijsluiter bij de WLO-scenario's*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

CPB/PBL (2015c), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Klimaat en energie*, Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving

KiM (2016), *Mobiliteitsbeeld 2016*. Den Haag

KiM (2017a), *Onzekerheidsverkenning ICT: effecten van webwinkelen en plaatsonafhankelijk werken op personenmobiliteit*. Den Haag

KiM (2017b), *De deeleconomie en circulaire economie: effecten op het personen- en goederenvervoer*. Den Haag

PBL (2016), *Balans van de Leefomgeving 2016. Richting geven – Ruimte maken*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Significance (2017), *Ruimtelijk Robuustheid Bereikbaarheid*. Den Haag: Significance

TNO (2016), *Voorstel instellingen modelruns LMS voor de gevoeligheidsanalyse zelfrijdende auto's*. Den Haag: RWS⁴

⁴ Advies van TNO aan RWS. De functionaliteit van ZRA is vastgelegd in de T-doc van het groeimodel en Qblok (beiden openbaar, niet publiek toegankelijk).

6 Bijlagen

Bijlage I	Uitgangspunten gevoeligheidsanalyses goederenvervoer energietransitie, dematerialisatie en logistieke efficiency	36
Bijlage II	Uitgangspunten gevoeligheidsanalyses voertuigbrandstoffen in wegverkeer en goederenvervoer	41
Bijlage III	Voorstel voor de NMCA gevoeligheidsanalyse E-bike	47
Bijlage IV	Memo: aannames gevoeligheidsanalyse Ruimtelijke Robuustheid bereikbaarheid. (Significance)	49

Bijlage I

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyses goederenvervoer energietransitie, dematerialisatie en logistieke efficiency.

In deze bijlage worden kort de achtergronden en uitgangspunten beschreven van de gevoeligheidsanalyses voor het goederenvervoer die samenhangen met energietransitie, dematerialisatie en logistieke efficiency.

Alternatieve ontwikkeling vervoer energiedragers door energietransitie

Een belangrijk deel van de lading in de binnenvaart en het spoorgoederenvervoer heeft betrekking op het vervoer van zogenaamde energiedragers zoals steenkolen en aardolie(-producten). De omvang en samenstelling van dit vervoer kan de komende decennia sterk veranderen door transitie in de energiehuishouding.

Een belangrijk deel van de door de binnenvaart vervoerde lading bestaat uit fossiele energiedragers (brandstoffen als kolen, aardolie en aardolieproducten). Deze grote ladingstromen kunnen in de komende decennia mogelijk ingrijpend wijzigen, door grote veranderingen in ons energiegebruik en opkomst van alternatieve bronnen, zoals biomassa, zon of wind). Vaak wordt zelfs van een 'energietransitie' gesproken.

Hoe deze energietransitie er precies uit zal komen te zien, is echter nog uiterst onzeker. Volgens het CPB en PBL⁵ hangt dit onder meer af van ontwikkelingen in (internationaal) klimaat- en energiebeleid, het beschikbaar komen van nieuwe (energie)technologieën, maatschappelijke acceptatie van zaken als ondergrondse CO₂-opslag, en de mogelijkheden om internationaal biomassa te verhandelen. In het WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016) zijn in bijlage C diverse scenario's geschetst voor de aanvoer van energiedragers naar Europa via zeehavens.

De onzekerheidsbandbreedte in de transportvolumes is groot. Beide referentiescenario's (Hoog en Laag) bevatten een 'rustige' ontwikkeling van het vervoer van energiedragers. In een tweetal gevoeligheidsanalyses zijn de gevolgen van wat meer extreme ontwikkelingen verkend: een variant waarin het vervoer van energiedragers sterk afneemt, door een sterkere transitie naar lokale opwekking van energie uit bronnen als zon en wind, en een variant waarin het vervoer over land van energiedragers juist sterker groeit dan in de referentiescenario's, met vooral veel kolen en juist minder aardolie(producten).

Variant met veel minder vervoer van fossiele brandstoffen (sterkere transitie naar lokale energieopwekking uit bronnen als zon en wind)

Voor de hier beschouwde variant met sterke afname van vervoer van energiedragers is in beginsel uitgegaan van het scenario met de laagste aanvoer van energiedragers in de EFTA zeehavens, te weten de variant "No CCS+Opt.Solar+Off-shore+No Nuc+On-shore".

In scenario Hoog gaat dan de aanvoer van kolen, olie en gas terug naar nul in 2050 en halveert de aanvoer van biobrandstoffen. Het energievolume van de aanvoer van fossiele brandstoffen daalt met 82% in 2050 en het aangevoerde gewicht daalt met 75% in 2050.

⁵ WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016)

In scenario Laag is het effect minder groot, aangezien daar nog steeds kolen- en aardolieaanvoer is en zelfs meer biobrandstof. In totaliteit in 2050 23% minder energievolume-aanvoer, en 16% minder gewichtsaanvoer. De verdeling over kolen, olie, gas en biomassa is niet volledig overgenomen uit "NOCCS++++", maar alleen het aandeel aardolie dat afneemt, maar niet nul wordt in 2050. Het aandeel kolen is gelijk verondersteld aan de referentie Laag, en als gevolg neemt het aandeel biomassa als complement toe tot 50% in 2050.

Deze uitgangspunten voor de aanvoer via zeehavens zijn vertaald naar effecten op de vervoersstromen over land. Tabel 1 toont per zichtjaar en referentiescenario de gecijferde absolute en procentuele effecten op het totale vervoerde gewicht per vervoerwijze.

Tabel 1 Verschil variant met minder fossiele energiedragers ten opzichte van de NMCA referentiescenario's

verschil referentie	jaar	weg	binnenvaart	spoor	som land	zeehaven
Hoog (absoluut in miljoen ton)	2030	-15	-44	-8	-66	-162
	2040	-26	-72	-15	-113	-270
	2050	-32	-84	-22	-138	-321
Laag (absoluut in miljoen ton)	2030	-1	-3	0	-4	-10
	2040	-4	-12	-2	-18	-43
	2050	-4	-14	-3	-21	-46
Hoog (relatief in %)	2030	-1%	-11%	-12%	-4%	-23%
	2040	-2%	-16%	-20%	-6%	-33%
	2050	-2%	-17%	-22%	-7%	-34%
Laag (relatief in %)	2030	0%	-1%	-1%	0%	-2%
	2040	0%	-3%	-4%	-1%	-7%
	2050	0%	-3%	-4%	-1%	-7%

Variant met méér vervoer over land van energiedragers: meer steenkolen en minder aardolie(-producten)

Volgens het WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens is er ook een toekomst-situatie denkbaar waarin een grotere rol weggelegd is voor kolen (en andere vaste minerale brandstoffen), en minder voor aardolie(producten) bijvoorbeeld als gevolg van een grootschaliger toepassing van Carbon Capture en Storage (CCS). Ook de gevolgen van een dergelijke situatie zijn in een gevoeligheidsanalyse verkend.

In deze gevoeligheidsanalyse is uitgegaan van een gelijke hoeveelheid aan- en afvoer van energiedragers over zee als in de referentiescenario's, maar met een totaal andere samenstelling. In het hoge scenario een meer dan dubbel zo grote hoeveelheid kolen, in vergelijking met het referentiescenario, en een bijna gehalveerde hoeveelheid aardolie en aardolieproducten (circa 40% lager). In het lage scenario een bijna dubbel zo grote hoeveelheid kolen in 2030, oplopend tot een bijna 3,5 maal zo grote hoeveelheid kolen in 2050, en een sterk afnemende hoeveelheid aardolie en aardolieproducten van circa 70% van de referentiehoeveelheid in 2030 tot nul in 2050. In de gevoeligheidsanalyse op het lage scenario omvatten de toekomstige energiedragers in 2050 dus geen aardolie meer. Bij afvang en opslag van CO₂ kan dit in het lage scenario opgevangen worden door kolen. In het hoge scenario is dat niet mogelijk en blijft er in 2050 nog een aandeel aardolie. Gelet op de zeer sterke stijging van de hoeveelheid kolen en

daling van de hoeveelheid aardolie, wordt verondersteld dat alle biomassa in de plaats komt van aardolie(producten) en vloeibaar is.

Tabel 2 Verschil variant met méér steenkolen en minder aardolie(-producten) ten opzichte van de NMCA referentiescenario's

verschil referentie	jaar	weg	binnenvaart	spoor	som land	zeehaven
Hoog (absoluut in miljoen ton)	2030	-12	14	13	15	0
	2040	-9	12	10	13	0
	2050	-4	6	5	7	0
Laag (absoluut in miljoen ton)	2030	-7	8	8	9	0
	2040	-11	16	14	19	0
	2050	-15	26	21	32	0
Hoog (relatief in %)	2030	-1%	3%	21%	1%	0%
	2040	-1%	3%	13%	1%	0%
	2050	0%	1%	5%	0%	0%
Laag (relatief in %)	2030	-1%	2%	14%	1%	0%
	2040	-1%	4%	22%	1%	0%
	2050	-1%	6%	29%	2%	0%

Deze uitgangspunten zijn vertaald naar effecten op de vervoersstromen over land. Tabel 2 toont per zichtjaar en referentiescenario de becijferde absolute en procentuele effecten op het totale vervoerde gewicht per vervoerwijze.

Vertaling varianten energietransitie voor BASGOED model

De uitgangspunten voor de twee alternatieven van de energietransitie ten opzichte van de NMCA referentiescenario's hoog en laag zijn vertaald naar correctiefactoren voor het BASGOED model waarmee deze NMCA toekomstbeelden zijn opgesteld voor het goederenvervoer. De effecten van de alternatieven zijn vertaald naar correctiefactoren voor de goederensoorten vaste brandstoffen (NSTR2) en vloeibare brandstoffen (NSTR3). Daarnaast is een verdeling aangenomen van de samenstelling van het vervoer van biomassa over de vaste (NSTR2) en vloeibare (NSTR3) brandstoffen. Een en ander is voor beide varianten in 2040 samengevat in tabel 3.

Tabel 3 Samenvatting van de correctiefactoren voor BASGOED voor de twee alternatieven van de energietransitie t.o.v. de NMCA referentiescenario's.

	Referentie NMCA	Minder fossiele energiedragers	Meer steenkolen, minder aardolie(-producten)
Hoog 2040			
factor op matrix "NSTR2/vast"	1	0,2948	1,5797
factor op matrix "NSTR3/vloeibaar"	1	0,2948	0,6625
aandeel vaste biomassa binnen "NSTR2/vast"	31,5%	81,04%	0%
aandeel vloeibare biomassa binnen "NSTR3/vloeibaar"	31,5%	63,94%	38,64%
Laag 2040			
factor op matrix "NSTR2/vast"	1	0,8519	1,9964
factor op matrix "NSTR3/vloeibaar"	1	0,8519	0,3457
aandeel vaste biomassa binnen "NSTR2/vast"	23,5%	24,18%	0%
aandeel vloeibare biomassa binnen "NSTR3/vloeibaar"	23,5%	45,36%	9,10%

Alternatieve ontwikkeling goederenvervoer door meer of minder dematerialisatie.

Ontwikkelingen in de waarde-gewichtsverhouding hebben een grote impact op de vervoerde gewichten. In de WLO-2015 scenario's is een bepaalde mate van

dematerialisatie (toename waarde-gewichtsverhouding) verondersteld. Zoals aangegeven in het WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016, p. 35-36), bestaat echter de nodige onzekerheid over deze ontwikkeling. In de WLO-scenario's is rekening gehouden met de verwachting dat de waarde-gewichtsverhouding in de toekomst verder toe zal nemen (dematerialisatie), waardoor een gelijke economische waarde gemiddeld genomen steeds minder ladinggewicht heeft. Dit heeft een dempend effect op de prognoses van het goederenvervoer.

In het WLO scenario is sprake van een sterkere technologische ontwikkeling dan in het scenario Laag. Daarom is in de WLO aangenomen dat de stijging van de waarde-gewichtsverhouding in scenario Hoog gemiddeld sterker zal zijn dan in scenario Laag. Voor Hoog is uitgegaan van een stijging met 0,5% per jaar, en in Laag van een stijging met 0,3% per jaar. Zoals aangegeven in het WLO achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (CPB en PBL, 2016), bestaat echter de nodige onzekerheid over deze percentages. Deze onzekerheid is aanleiding om in een gevoeligheidsanalyse te onderzoeken wat de consequenties zijn wanneer de werkelijke dematerialisatie bij deze verwachtingen achter mocht blijven, of deze verwachtingen juist zou overtreffen.

Hierbij is de situatie van een zwakkere dematerialisatie (met als gevolg méér vervoer) alleen onderzocht voor het hoge scenario, en de situatie van een sterkere dematerialisatie (met als gevolg minder vervoer) alleen voor het lage scenario. De andere twee mogelijke situaties vallen binnen de reeds in beeld gebrachte bandbreedte tussen de basispaden voor het lage en hoge scenario.

Voor het scenario Hoog is in de gevoeligheidsanalyse uitgegaan van een dematerialisatie die half zo sterk is als in het referentiepad. Dit betekent een toename van de waarde-gewichtsverhouding met 0,25% per jaar, in plaats van met 0,5% per jaar. Dit resulteert in ca. 4% extra vervoer in 2030, 7% in 2040 en 9% in 2050.

Voor het scenario Laag is in de gevoeligheidsanalyse uitgegaan van een situatie met méér dematerialisatie en navenant minder vervoersgroei. Hierbij is uitgegaan van een dematerialisatie die dubbel zo sterk is als in het referentiepad. Dit betekent een toename van de waarde-gewichtsverhouding met 0,6% per jaar, in plaats van met 0,3% per jaar. Dit resulteert in circa 5% minder vervoer in 2030, -7% in 2040 en -10% in 2050.

Alternatieve ontwikkeling goederenverkeer door meer of minder logistieke efficiency.

In de WLO-2015 zijn aannames gemaakt over de toekomstige ontwikkeling van de logistieke efficiency onder invloed van de technologische vooruitgang. Deze logistieke efficiencyverbeteringen hebben in de vervoerslogistieke sector hebben in de WLO geen invloed op het totaal aantal vervoerde tonnen, maar wel op de wijze waarop deze tonnen vervoerd worden (modal split) en het aantal ritten wegvervoer dat daarvoor nodig is. Deze logistieke efficiëntieverbeteringen komen tot stand door betere planning en hebben betrekking op alle modaliteiten (weg, spoor, binnenvaart) en betreffen de volgende drie indicatoren:

- de beladingsgraden van voer- en vaartuigen;
- het percentage beladen vaar- en voertuigen;
- de inzet van grotere vrachtwagens.

In vergelijking met 2011 loopt in de WLO in het referentiescenario Hoog de efficiëntiewinst door de inzet van grotere vrachtwagens op tot +20% in 2050, terwijl deze efficiëntiewinst beperkt blijft tot +5% in Laag. Daarnaast zijn er efficiëntiewinsten door hogere beladingsgraden (tot +5% in Hoog en +2,5% in Laag) en door een lager percentage lege voertuigen (-5% in Hoog en -2,5% in Laag).

Maar de ontwikkeling van de logistieke efficiency zou in de toekomst ook wel eens anders uit kunnen pakken. Daarom is er een gevoeligheidsanalyses uitgevoerd met meer en minder logistieke efficiencywinst voor beide referentiescenario's voor goederenwegvervoer. Hierbij is gekeken naar het effect van meer of minder logistieke efficiency op het aantal vrachtwagenritten en vrachtwagenkilometers. Het effect van een andere logistieke efficiency op de kosten van het vervoer en daarmee op de keuze van de vervoerswijze is niet in kaart gebracht.

Variant met meer efficiencyverbetering vrachtverkeer in vergelijking met de WLO-referentiescenario's:

Ontwikkeling logistieke efficiency ten opzichte van de referentiepaden in de NMCA voor 2050 ten opzichte van 2014:

- beladingsgraad van vrachtwagens: +5% in Laag en +10% in Hoog;
- aandeel lege vrachtwagens: -5% in Laag en -10% in Hoog;
- effect van de inzet van grotere vrachtwagens blijft gelijk aan de referentiepaden: een factor 0,960 in Laag en 0,875 in Hoog

Variant met minder efficiencyverbetering vrachtverkeer in vergelijking met de WLO-referentiescenario's:

In deze variant wordt verondersteld dat er helemaal geen logistieke efficiencyverbetering optreedt in vergelijking met de basissituatie in 2014. De ontwikkeling van de logistieke efficiency ten opzichte van de referentiepaden in de NMCA voor 2050 ten opzichte van 2014:

- beladingsgraad van vrachtwagens: 0% in Laag en 0% in Hoog;
- aandeel lege vrachtwagens: 0% in Laag en 0% in Hoog;
- geen effect van de inzet van grotere vrachtwagens: een factor 1,0 in Laag en 1,0 in Hoog

Bijlage II

Uitgangspunten gevoeligheidsanalyses voertuigbrandstoffen in wegverkeer en goederenvervoer.

In deze bijlage worden kort de achtergronden en uitgangspunten beschreven van de gevoeligheidsanalyses voor de mogelijke effecten van de energietransitie op de brandstofkosten in het wegverkeer en het goederenvervoer.

Alternatieve ontwikkeling variabele en vaste autokosten.

Uitgangspunt is het WLO Achtergronddocument binnenlandse personenmobiliteit van CPB en PBL uit 2016 met in § 6.1 een kwalitatieve onzekerheidsverkenning waarbij de tweegradendoelstelling voor het klimaat wordt gehaald in het WLO scenario Hoog in 2050 en in § 6.3 een kwantitatieve onzekerheidsverkenning met een hogere olieprijs in Hoog. Het gaat hierbij om een zeer partiële benadering waarin alleen rekening gehouden wordt met verandering van variabele en vaste autokosten en niet met allerlei andere ontwikkelingen in de economie en maatschappij die samen hangen met een hogere olieprijs dan wel aanpassingen om het tweegradendoel voor het klimaat te halen en (indirect) ook gevolgen kunnen hebben op mobiliteit.

In het scenario Hoog van de WLO is een relatief lage olieprijs verondersteld vanuit de verwachting dat er geopolitieke stabiliteit is in het scenario Hoog en mede omdat er een lagere vraag naar olie is door technologische ontwikkelingen. Het verloop van de olieprijs kan grillig zijn en daarom is in de WLO een kwantitatieve onzekerheidsverkenning uitgevoerd voor Hoog met de (hogere) olieprijzen uit het scenario Laag.

In de kwalitatieve benadering waarbij de tweegradendoelstelling in de WLO wordt gehaald is in 2050 in Nederland een CO₂-emissiereductie van 80 à 95% t.o.v. 1990 nodig. Hiervan zijn in het SER Energieakkoord reductiedoelen per sector afgeleid. Voor de transportsector geldt een emissiereductiedoel van 60% t.o.v. 1990 (SER Energieakkoord). Het Hoog scenario is startpunt voor de uitwerking van tweegradenscenario's in de WLO. In Hoog wordt in 2050 ongeveer 40% minder CO₂ uitgestoten door het wagenpark in vergelijking met 2010. Ten opzichte van 1990 is de reductie dan circa 25 procent (o.b.v. CBS Statline, IPCC-emissies wegverkeer). Dat is nog lang niet de gewenste 60 procent reductie t.o.v. 1990 die in de transportsector nodig is voor het tweegradendoel. De technische mogelijkheden om de CO₂ emissies van conventionele wegvoertuigen te reduceren lijken in 2050 Hoog volledig uitgeput. In 2050 Hoog wordt er al uitgegaan van een norm van 55 g/km voor nieuwe voertuigen (conventioneel+elektrisch). In de kwalitatieve gevoeligheidsanalyse van de WLO wordt aangenomen dat de emissiereductie die nodig is voor de tweegradendoelstelling gehaald kan worden met een andere samenstelling van het voertuigenpark zoals uitgewerkt in de WLO met alternatieven 1, 2 en 3 in de onderstaande tabel. Het aandeel conventionele voertuigen neemt in deze alternatieven sterk af en van elektrische sterk toe.

Tabel 1 Aandelen (in procenten) van verschillende voertuigtypen in het wagenpark 2050, die leiden tot 80 – 90 % CO₂-reductie t.o.v. 2010. (Bron: CPB/PBL, 2016)

aandelen	HOOG	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Conventioneel	70%	5%	10%	20%
Plug-in hybride	23%	30%	20%	0%
Elektrisch	7%	65%	70%	80%

De gevoeligheidsanalyses worden voor de NMCA ten opzichte van 2040 Hoog uitgewerkt in 2 varianten:

1. **Hogere variabele autokosten** door hogere brandstofkosten per kilometer, bijvoorbeeld door een grillig verloop van de olieprijs dan wel het in rekening brengen van een hogere CO₂ prijs om het klimaatdoel te halen. De technische mogelijkheden om de uitstootnormen te verlagen zijn uitgeput en de emissiereductie moet daarom komen uit hogere variabele kosten door het in rekening brengen van de CO₂-prijs van de tweegradendoelstelling. Aangenomen wordt dat de aanschafkosten en het park blijven gelijk aan het Hoog scenario.
2. **Hogere vaste autokosten** door strengere normering auto's in 2040. Die strengere normen kunnen alleen gehaald worden als er een groter deel van het park elektrisch rijdt (tot 80% in 2050!). Strengere normering in 2040 betekent hogere aanschafkosten en dus een kleiner park maar met gelijkblijvende of misschien wel iets lagere variabele kosten.

Ad 1) Hogere variabele brandstofkosten.

In deze variant is gekozen voor een pragmatische invulling waarbij aangenomen wordt dat de parkomvang en samenstelling in 2040 Hoog hetzelfde blijft alleen wordt er uitgegaan van de hogere brandstofkosten per kilometer uit het scenario Laag.

De index van de brandstofkosten per km voor de personenauto's ten opzichte van 2014 komt dan in 2040 35% hoger te liggen (65,1 in Hoog en 88,0 in Laag). De index van de variabele kosten van de vrachtauto's per km ten opzichte van 2014 komt in 2040 22% hoger te liggen (85,4 in Hoog en 104,6 in Laag).

In de WLO zelf is aangenomen dat de oplopende CO₂ prijzen in het scenario HOOG niet afzonderlijk doorgerekend worden in de brandstofprijs maar impliciet verwerkt zijn, namelijk in de norm voor lagere CO₂ uitstoot van het wagenpark.

In het WLO achtergronddocument Klimaat en Energie⁶ staan CO₂ prijzen voor een 'tweegradenscenario':

De CO₂-prijzen lopen uiteen van 100-500 euro per ton CO₂ in 2030 tot 200-1.000 euro per ton CO₂ in 2050. Volgens onze inzichten passen de CO₂-prijzen aan de onderkant van deze bandbreedte waarschijnlijk het best bij een Nederlandse en Europese CO₂-reductiedoelstelling van 80 procent in 2050. Prijzen aan de bovenkant van de bandbreedte komen in beeld als de uitstoot in 2050 met 95 procent en meer moet zijn afgenomen.

Met enkele simpele aannames is voor 2040 Hoog een 'gemiddelde' CO₂ prijs bepaald voor het tweegradendoel en een gemiddelde CO₂ parkemissie. Voor de CO₂ prijs is het gemiddelde genomen van de prijzen in 2030 en 2050, 100 euro per ton in Hoog en voor het tweegradendoel tussen de 150 en 750 Euro per ton CO₂ en van dat laatste weer het gemiddelde: 450 euro per ton. De gemiddelde CO₂ prijs voor het tweegradendoel ligt dan 350 euro per ton CO₂ hoger dan in 2040 Hoog. Uitgaand van een gemiddelde emissie van 70 gram CO₂ per kilometer betekent dat gemiddeld 0,0245 euro per kilometer hogere brandstofkosten voor de personenauto's oftewel 34% meer dan in 2040 Hoog. De hogere brandstofkosten als gevolg van het doorrekenen van (het gemiddelde van) een hogere CO₂ prijs komt daarmee vrijwel overeen met de hogere brandstofkosten in 2040 van het scenario Laag.

Ad 2) Hogere vaste kosten (=aanschafkosten) door strengere normen in 2040 die gehaald worden met een hoger aandeel elektrisch.

⁶ WLO achtergronddocument Klimaat en Energie (CPB en PBL, 2016)

De veronderstelling is dat de aanschafkosten van (volledig) elektrische auto's hoger zijn dan van conventionele auto's al was het alleen maar omdat ook aangenomen wordt dat de elektrische auto's dezelfde mogelijkheden moeten bieden als de conventionele auto qua actieradius en oplaad- cq wisselsnelheid. In 2050 Hoog liggen in de WLO de kale autoprijzen van het gehele park circa 3.000 tot 5.000 Euro hoger dan in 2014. In 2040 Hoog is dat 2.500 tot 4.000 euro hoger dan in 2014, gemiddeld 2.900 euro hoger.

In de studie van TNO, CE en ECN (Cuelenaere et al, 2014) zijn in het referentiescenario de elektrische auto's in 2030 nog circa 10.000-11.000 Euro duurder dan de conventionele auto's en in 2050 nog altijd 6.000-7.000 Euro duurder. In het S2 scenario van deze studie met technologische doorbraken bij elektrische voertuigen liggen de kosten van de elektrische voertuigen in 2030 en 2050 circa 4.000 lager dan in het referentiescenario, maar ze zijn daarmee nog steeds duurder (in 2050 2.000-3.000 euro) in kale aanschafprijzen dan de conventionele auto's.

Uit het WLO Achtergronddocument Klimaat en Energie kan het een en ander afgeleid worden over een mogelijke invulling voor het wegverkeer van een transitie naar meer elektrisch wegverkeer voor de tweegraden doelstelling. Combinatie van de gegevens voor 2030 en 2050 Hoog uit de tabellen 4.5 en 5.4 uit klimaat en energie met tabel 6.1 uit WLO achtergronddocument Personenmobiliteit en de gegevens over de uitstootnormen in 2030 en 2050 Hoog uit de WLO geeft beeld zoals geschetst in onderstaande tabel 2.

Tabel 2 Parksamenstelling in het Hoog scenario met een veel groter deel elektrische voertuigen

	2010	Hoog			Hoog meer elektrisch		
		2030	2040	2050	2030	2040	2050
% park conventioneel	100	91	80	70	70	50	10
% park semi elektrisch	0	7	15	23	20	20	20
% park volledig elektrisch	0	2	5	7	10	30	70
% elektrische km's	0	6	13	20	10-20	40	40-55
WLO Hoog	2015	2021	2030	2040	2050		
Uitstootnorm nieuwe personenauto's (g CO ₂ /km)	130	95	83	69	55		
Verschil norm-praktijk	40	31	27	24	20		
Praktijkemissie nieuwe personenauto's (g CO ₂ /km)	170	126	110	92	75		

De waarden voor 2040 zijn geprikt als gemiddelde van 2030 en 2050. De parksamenstelling en elektrische kilometers in 2040 zijn zodanig gemiddeld tussen 2030 en 2050 dat er consistentie is tussen park en kilometers. In de tweegradenvarianten van de WLO Klimaat en Energie wordt het verkeersvolume constant verondersteld. Dat uitgangspunt is natuurlijk niet consistent met een doorrekening met het LMS om te zien wat er verandert in de knelpunten!

Het aandeel conventionele voertuigen in het park is in het 2040 Hoog meer elektrisch teruggebracht van 80% naar 50% en de elektrische kilometers nemen toe van 13% naar 40%.

Volgens WLO Klimaat en Energie (tabel 4.3) wordt er in 2030 Hoog circa 130 miljard personenautokilometers afgelegd en in 2050 Hoog circa 140 miljard, voor 2040 is het gemiddelde dan 140 miljard kilometers. Gegeven de parksamenstelling in conventioneel en (semi-)elektrisch en de uitstootnorm voor nieuwe personenauto's is een gemiddelde parkemissie van 110 gr/km aangenomen in 2040 voor de conventionele auto's (en 0 gr/km voor elektrisch).

Deze transitie naar meer elektrisch rijden resulteert dan in een reductie van iets meer dan 4 Megaton CO₂ in 2040 oftewel circa 30% reductie van de CO₂ emissie van het personenwegverkeer in 2040 t.o.v. 2040 Hoog.

De elektrische auto's zijn in 2040 duurder in aanschaf dan de conventionele voertuigen.

Als uitgangspunt voor de verandering in gemiddelde kale aanschafprijs wordt het referentiescenario van de studie van TNO, CE en ECN (Cuelenaere et al, 2014) gebruikt met gemiddeld 8.500 euro hogere aanschafkosten voor een elektrische auto en de helft hiervan voor semi-elektrische auto's. Voor de gemiddelde kale aanschafprijs van conventionele auto's in 2040 Hoog is uitgegaan van 31.000 euro.

De gemiddelde nieuwprijs in 2040 voor het 2 gradendoel komt dan door het grotere aandeel elektrische voertuigen 7,3% hoger te liggen.

Uit Dynamo 3.0 resultaten is een output elasticiteit vastgesteld van -0,50 voor 2050 en -0,43 voor 2030, gemiddeld -0,465 voor 2040. Het park zal dan door de gemiddeld hogere aanschafprijs van 7,3% circa 3,4% kleiner uitvallen.

Wat is het effect op de variabele kosten, d.w.z. op de brandstofkosten per kilometer? In 2040 Hoog zijn de brandstofkosten circa 80% van de brandstofkosten van een conventionele auto in 2040 Hoog (aanneمة op basis van Dynamo 3.0 en WLO achtergrondrapportages: brandstofkosten elektrische auto bedragen 75% en van een semi-elektrische auto 85% van de brandstofkosten van een conventionele auto). Als de brandstofkosten 0,0717 euro/km (uit LMS; gemiddeld park) zijn in 2040 Hoog dan dalen de brandstofkosten door de gewijzigde parksamenstelling met 5,5% ten opzichte van 2040 Hoog.

Alternatieve ontwikkeling vervoer brandstofkosten voor het goederenvervoer door energietransitie

Zijn twee varianten uitgewerkt voor het goederenvervoer. De eerste variant gaat uit van het streven om de tweegradendoelstelling te halen in het scenario Hoog. In deze variant is aangenomen dat de CO₂ prijs in Hoog omhoog gaat om het tweegradendoel te halen. De hogere CO₂ prijs leidt tot hogere brandstofprijzen, en daarmee op de prijs van het goederenvervoer.

In de tweede variant is voor het scenario Laag aangenomen dat de brandstofprijzen lager uitvallen en overeenkomen met de brandstofprijzen van het referentiescenario Hoog.

De effecten van de twee varianten op de energiekosten per kilometer voor weg en binnenvaart zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Effect op de energiekosten per kilometer voor wegvervoer en binnenvaart van een hogere CO₂ prijs in Hoog en lagere brandstofprijs in Laag

BASGOED		prijs CO ₂ euro/ton	ruwe olieprijs dollar/va t	Dieselprij s euro/liter	weg- energie euro/k m	spoor- energie euro/k m	bvrt- energie euro/k m
Basisjaar		4	109	1,32	0,24	6,92	8,84
Hoog	203	40	65	1,14	0,21	6,92	10,56
	0						
	204	91	73	1,18	0,21	6,92	14,49
	0						
	205	160	80	1,22	0,22	6,92	19,89
	0						
Laag	203	15	135	1,56	0,28	6,92	10,49
	0						
	204	25	154	1,66	0,30	6,92	11,13
	0						
	205	40	160	1,71	0,31	6,92	11,45
	0						
Hoog 2- graden	203	100 =	65	1,14	0,23	6,92	14,85
	0	+60					
	204	150 =	73	1,18	0,23	6,92	18,11
	0	+60					
	205	200 =	80	1,22	0,23	6,92	22,61
	0	+40					
effect 2gradendoel in Hoog	203				+10%	-	+40%
	0						
	204				+8%	-	+25%
	0						
	205				+6%	-	+14%
	0						
Laag met brandstofprij s van Hoog	203	15	65	1,14	0,21	6,92	7,62
	0						
	204	25	73	1,18	0,21	6,92	7,89
	0						
	205	40	80	1,22	0,22	6,92	8,16
	0						
Effect lagere brandstofprij s in Laag	203				-27%		-27%
	0						
	204				-29%		-29%
	0						
	205				-29%		-29%
	0						

Variant met een hogere CO₂ prijs in het scenario Hoog om het tweegradendoel te kunnen halen.

In de WLO⁷ wordt ook een bandbreedte gegeven voor CO₂ prijzen voor een tweegradenscenario. De bandbreedte is fors, in 2030 Hoog tussen de 100 en 500 euro/ton CO₂ en in 2050 Hoog tussen de 200 en 1000 euro/ton. Volgens het CPB en PBL passen de CO₂-prijzen aan de onderkant van deze bandbreedte waarschijnlijk het best bij een Nederlandse en Europese CO₂-reductiedoelstelling van 80 procent in 2050. Prijzen aan de bovenkant van de bandbreedte komen in beeld als de uitstoot in 2050 met 95 procent en meer moet zijn afgenomen.

⁷ WLO achtergronddocument Klimaat en Energie (CPB en PBL, 2016)

In deze gevoeligheidsvariant is uitgegaan van een hogere CO₂ prijs op basis van de onderkant van de bandbreedte die in de WLO wordt aangegeven voor de tweegradendoelstelling. Aanname is dat de energiekosten voor het spoor gelijk blijven omdat deze ook in de WLO voor alle jaren en scenario's gelijk gehouden zijn. Hogere brandstofkosten op basis van een hogere CO₂ prijs voor weg en binnenvaart zijn berekend op basis van een gemiddelde hoeveelheid CO₂ per liter diesel respectievelijk een gemiddelde uitstoot in gr/km.

Bij binnenvaart zal in Hoog de uitstoot dalen tot 30 gram/tonkm en we nemen aan dat daarmee de technisch maximale reductie is bereikt. Bij een gemiddelde scheepslading van 3.200 ton betekent dat een gemiddelde van 0,096 ton CO₂/km. Voor wegvervoer is uitgegaan van het huidige technische gegeven van 0,0026 ton CO₂/liter diesel.

Voor het wegvervoer leidt de hogere CO₂ prijs tot maximaal 10% hogere energiekosten per kilometer en daarmee tot maximaal 6% hogere variabele kosten per kilometer. Bij de binnenvaart zijn de energiekosten met een hogere CO₂ prijs in 2030 circa 40% hoger en in 2040 25% hoger. Bij de binnenvaart zijn de overige variabele kilometerkosten beperkt en daardoor lopen de energiekosten per km vrijwel gelijk op met de totale variabelen kosten per kilometer.

Variant met een lagere brandstofprijzen in het scenario Laag

In scenario Laag wordt uitgegaan van de brandstofprijzen van scenario Hoog maar zonder de CO₂ heffing bij de binnenvaart. De lagere olieprijs vertaalt zich in substantieel (-29% in 2040) lagere energiekosten per kilometer voor wegvervoer en binnenvaart.

Bijlage III

Voorstel voor de NMCA gevoeligheidsanalyse E-bike

In deze bijlage worden kort de achtergronden en uitgangspunten beschreven van de gevoeligheidsanalyse voor het personenvervoer die samenhangt met de snellere ontwikkeling van de e-bike en verbetering van het fietsnetwerk.

Aanleiding en doel

In 2017 wordt een vernieuwde versie van de landelijke en regionale strategische verkeersmodellen LMS/NRM opgeleverd. Hierin zijn verschillende aanpassingen gedaan om de modellering van fiets en elektrische fiets te verbeteren.

Om het effect van de elektrische fiets in prognoseresultaten mee te nemen, zijn basisscenario's voor het toekomstig aandeel e-bikes opgesteld. Deze stemmen zoveel als – gegeven de modelaanpassingen – mogelijk overeen met de WLO2015-instellingen en zijn dan ook opgesteld in overleg met het KiM en afgestemd met het PBL:

Basispad e-bike: Aandeel e-bike in het gebruik van de fiets (hoofdvervoerwijze)				
	HOOG		LAAG	
	2030	2040	2030	2040
Motief educatie, 18+	10%	11%	8%	9%
Motief educatie, 12-17				
Motief winkelen, 12+				
Motief woon-werk 18-54, 55-74	25%	28%	19%	22%
Motief overig, 12-54, 55+				

Het is belangrijk te benadrukken dat dit basispad uitgaat van een natuurlijke trend in het gebruik van de e-bike. Er is dus géén sprake van actief beleid om het fietsen te stimuleren. Daarnaast zijn reistijden van de gemiddelde gebruiker van e-bike dan wel traditionele fiets voor basis- en toekomstjaar gelijk: er zijn géén aanpassingen in fietsinfrastructuur noch veranderingen in het aandeel van de extra snelle e-bike (de *pedelec*) aangenomen tussen basis- en toekomstjaar.

Voorstel NCMA gevoeligheidsanalyse

Als aanvulling op het basispad is een gevoeligheidsanalyse gewenst waarbij diverse instellingen worden aangepast om tot een extreem scenario te komen m.b.t. groei van de fiets. Het aandeel van de e-bike kan richting de toekomst immers harder stijgen dan in de uitgangspunten voor de WLO en de NMCA verondersteld. Daarnaast kan het aandeel van de *pedelec* toenemen. Ook kan het beleid voor fietsers in de stad een vlucht nemen, bijvoorbeeld door de verbetering van fietsinfrastructuur. Het effect daarvan op de verdeling over de modaliteiten is onzeker. De volgende uitgangspunten worden voorgesteld om in een gevoeligheidsanalyse door te rekenen:

1. Nieuwe gebruiksaandelen e-bike: **tweemaal de aandelen e-bike** van het basispad (2040HOOG). Door stimulering van e-bike-verkopen, bijv. door werkgeversvergoedingen en het beschikbaar stellen van e-bikes aan jongeren uit gezinnen met lage inkomens, zou dit aandeel kunnen verdubbelen.
2. Om rekening te houden met zowel techniekverbetering van de e-bike als met het toenemend gebruik van pedelecs is voor e-bikers een **extra fietsversnelling** van 20% toegepast. In het basispad is nog geen rekening gehouden met pedelecs waarmee een hogere snelheid gerealiseerd kan worden.
3. Om rekening te houden met een extra comfort-effect vanwege een techniekverbetering van de e-bike is bovenop het vorige punt nog een extra versnelling van 20% toegepast. Dit comfort zal voornamelijk resulteren in een **verlenging van de verplaatsingsafstand**. Om een extra afstandsverlenging in de modellering mee te kunnen nemen, is deze vertaald naar een extra snelheidsverhoging.
4. Uitgaande van een verbetering van fietsinfrastructuur in stedelijke gebieden (verwijdering van knelpunten, verminderen van de kruispuntweerstand, aanleg van binnenstedelijke snelfietsroutes) zijn **fietsreistijden binnen de bebouwde kom verlaagd** met 10%. Dit geldt zowel voor fiets als hoofdvervoerwijze en als voor- en natransport voor trein.

Bijlage IV

significance

quantitative research

De studie Ruimtelijke Robuustheid Bereikbaarheid (RRB) heeft inzichten opgeleverd voor de vragen: a) wat is de robuustheid van de bereikbaarheidsopgaven voor alternatieve ruimtelijke ontwikkelingen b) wat is de bijdrage van verschillende ruimtelijke ontwikkelingen op het verbeteren van de bereikbaarheid. De studie heeft hierbij gekeken naar verschillende aspecten van de bereikbaarheid zoals de bereikbaarheid van arbeidsplaatsen met auto, OV of fiets, de doorstroming op het wegennet algemeen en specifieke knelpunten en de bereikbaarheidsbaten als welvaartseffecten.

In het onderzoek is gekeken naar de effecten op twee verschillende ruimtelijke schaal- en detailniveaus. De eerste analyse richt zich op het verkennen van de bereikbaarheidseffecten van globale varianten, welke gelden voor alle stedelijke regio's in Nederland. En in een tweede stap worden er specifieke regionale varianten verkend voor de metropoolregio Amsterdam (MRA). Belangrijkste bevindingen zijn dat vooral de bereikbaarheid van banen met fiets en aflopend OV en auto gevoelig zijn voor ruimtelijke veranderingen door een verbeterde (of verslechterde) nabijheid. In de baten berekening worden deze nabijheidsbatens, naast de gebruikelijke reistijd-batens, gewaardeerd en ontstaan bereikbaarheidsbatens in de orde van grootte van lange termijn investeringsprogramma's in de infrastructuur.

De ruimtelijke varianten beïnvloeden ook de omvang en richting van de verkeerstromen wat een effect kan hebben op de congestie en locatie van knelpunten in de regio. In drukke stedelijke regio's met meerdere knelpunten ontstaan de verschuivingen, doordat de bevolkingsomvang gelijk blijft, typisch uit meerdere positieve en negatieve effecten. Voor een onderzoek naar het effect op specifieke knelpunten is een regionale analyse effectief zoals uitgewerkt voor de MRA-regio, de globale varianten verkennen hier maar een beperkt deel van de bandbreedte doordat zij generiek van opzet zijn en in een regio veel locaties een beetje beïnvloeden.

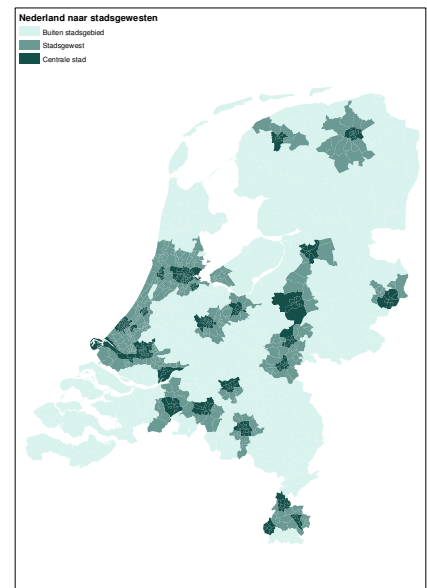
Doel van de RRB studie is mede om inzicht te geven over de Ruimtelijke Robuustheid van de binnen het NMCA gesignaleerde Bereikbaarheidsopgaven. Ten opzichte van de RRB studie beperkt de NMCA studie zich in het rekenhart primair tot transportkengetallen en een analyse van knelpunten in de infrastructuur (wel het snelheidsaspect maar niet het nabijheidsaspect). In een enkele gevoeligheidsrun voor een deel van de indicatoren kan dus maar een (zeer) beperkt deel van de inzichten worden geïllustreerd en voor de overige inzichten zal gezocht worden naar tekstuele bijdragen of verwezen worden naar de RRB rapportage.

De ruimtelijke gevoeligheidsrun kan gezien worden als een additionele gevoeligheidsrun in aanvulling op de in de NMCA gebruikte WLO2 scenario's. In de WLO2 verschillen het hoge en lage scenario, naast de verschillen in demografie en economie, ook in meer en minder ruimtelijke concentratie op landsdeel niveau. Waarbij in het hoge scenario een hoge groei van de bevolking en arbeidsplaatsen

wordt gecombineerd met een hoge mate van concentratie in de Randstad en stedelijke regio's. WLO2 heeft geen uitspraken gedaan over de verdeling van groei binnen regio's en voor LMS/NRM is deze ontwikkeling op lager schaalniveau uitgewerkt in de sociaal - economische gegevens waarbij gebruik is gemaakt van inzichten van lagere overheden.

Dit resulteert voor het hoge scenario in een sterke concentratie van de groei in de centrale steden binnen de stedelijke stadsgewesten (22 gewesten van CBS). In totaal neemt het aantal huishoudens in de stadsgewesten met 1 miljoen toe (1,6 miljoen voor heel Nederland) en vestigt het merendeel zich binnen de stadsgewesten in de centrale steden (0,6 miljoen). De invulling van dit scenario is lijn met recente trends en denkrichtingen maar slechts een van de mogelijke toekomstbeelden. Zo is een sterke concentratie in de steden op termijn onzeker door de moeilijkheid van tijdige bouwrealisatie in de stad, hogere bouwkosten en eventuele eerdere groei van aanbod buiten de stad. De gevoeligheidsrun richt zich dan ook voor het hoge scenario op een meer sub-urbane ontwikkeling binnen de stadsgewesten. Hierbij worden de totalen in tegenstelling tot de WLO2 scenario's op een regionaal (en landsdeel) niveau juist gelijk gehouden. Onderzocht wordt dus feitelijk, op globale wijze voor alle regio's tegelijk, wat het effect is van een andere ruimtelijke inrichting op stadsgewest niveau. Waarbij de effecten zich in deze run beperken tot de knelpunt analyses uit de NMCA.

Als basis is de sub-urbane variant binnen het stadsgewest gebruikt uit de RRB studie waarbij er minder woningbouwontwikkeling plaatsvindt op stedelijke locaties en meer op groen stedelijke en landelijke locaties. In totaal verschuiven er zo'n 250 duizend woningen van stedelijke naar minder stedelijke zones binnen de stadsgewesten, in vergelijking met de trend geeft dit 250 duizend woningen minder op stedelijke locaties en 250 duizend meer op groen stedelijke en landelijke locaties. Gelijk aan de urbane variant vinden de verschuivingen alleen plaats binnen de stadsgewesten en voor de zones in de rest van het land is het effect nul (dit geldt voor alle licht gekleurde regio's in Nederland).



In de onderstaande tabel worden de verschuivingen in huishoudens tussen de centrale stad in een stadsgewest en de omliggende gemeenten weergegeven. Dit geeft een redelijke indruk van regio's met veel en weinig verschuiving. Om een indruk te geven om welk deel van de groei het gaat wordt per centrale stad ook de toename in het aantal huishoudens tussen 2010 en 2040 weergegeven. De aandelen verschillen tussen de centrale steden omdat er ook minder stedelijke locaties in de centrale stad kunnen liggen of vice versa stedelijke locaties in de omliggende gemeenten (bv centrum Delft in stadsgewest Den Haag).

centrale stad	groei in hh tussen 2010 en 2040 (*1000) - SEGS LMS	naar omliggende gemeenten (*1000) - suburbane variant
Groningen	33	-7
Leeuwarden	10	0

Zwolle	17	-3
Enschede	11	-2
Apeldoorn	4	-3
Arnhem	27	-8
Nijmegen	22	-5
Amersfoort	29	-4
Utrecht	85	-27
Amsterdam	122	-70
Haarlem	21	-17
Leiden	9	-5
Den Haag	49	-33
Rotterdam	67	-35
Dordrecht	17	-6
Breda	27	-15
Tilburg	28	-16
Den Bosch	22	-7
Eindhoven	28	-17
Geleen/Sittard	1	0
Heerlen	-4	0
Maastricht	11	-2
	636	-282

centrale stad	groei in arb tussen 2010 en 2040 (*1000) centrale stad -SEGS LMS	naar omliggende gemeenten (*1000) - suburban variant
Groningen	31	-3
Leeuwarden	13	0
Zwolle	17	0
Enschede	4	0
Apeldoorn	0	0
Arnhem	-1	-2
Nijmegen	5	-2
Amersfoort	20	-1
Utrecht	58	-9
Amsterdam	72	-64
Haarlem	-3	-5
Leiden	17	0
Den Haag	11	-18
Rotterdam	30	-4
Dordrecht	4	-2
Breda	1	-8
Tilburg	13	-4
Den Bosch	5	-2
Eindhoven	7	-11
Geleen/Sittard	2	0
Heerlen	-4	1
Maastricht	-1	0
	301	-134