



Panteia
Research to Progress

Research voor Beleid | EIM | NEA | IOO | Stratus | IPM



Multi Fuel Tankstations

Effecten op Basisnet

Wouter van der Geest & Bastiaan van Berne

Zoetermeer, 3 december 2020

De verantwoordelijkheid voor de inhoud berust bij Panteia. Het gebruik van cijfers en/of teksten als toelichting of ondersteuning in artikelen, scripties en boeken is toegestaan mits de bron duidelijk wordt vermeld. Vermenigvuldigen en/of openbaarmaking in welke vorm ook, alsmede opslag in een retrieval system, is uitsluitend toegestaan na schriftelijke toestemming van Panteia. Panteia aanvaardt geen aansprakelijkheid voor drukfouten en/of andere onvolkomenheden.

The responsibility for the contents of this report lies with Panteia. Quoting numbers or text in papers, essays and books is permitted only when the source is clearly mentioned. No part of this publication may be copied and/or published in any form or by any means, or stored in a retrieval system, without the prior written permission of Panteia. Panteia does not accept responsibility for printing errors and/or other imperfections.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding voor de opdracht	5
1.2	Definities	5
1.3	Onderzoeksvragen	6
1.4	Leeswijzer	6
2	Werkwijze	7
2.1	Identificatie van de Multi Fuel Tankstations	7
2.2	Ontwikkelpaden voor de energietransitie in de mobiliteitssector	7
2.3	Doorrekening van de effecten op de routes	10
2.4	Belangrijke aanname omtrent risico-classificatie waterstof	14
2.5	Beoordeling van het effect op externe veiligheid	15
3	Resultaten	16
3.1	Ontwikkelpad 1a: optimistisch, 85% met tube trailers	16
3.2	Ontwikkelpad 1b: optimistisch, 50% tube trailers	18
3.3	Ontwikkelpad 2: conservatief, 100% tube trailers	18
4	Conclusies en aanbevelingen	21
4.1	Conclusies	21
4.2	Aanbevelingen	23
	Bijlagen	25
Bijlage 1	Aantallen voertuigen nu en in 2030	25
Bijlage 2	Vervoersaantallen per ontwikkelpad	27

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor de opdracht

In de periode dat de transitie naar een volledig duurzaam wegtransport nog niet volledig is volbracht, zullen zowel conventionele als (volledig) duurzame brandstoffen worden aangeboden op zogeheten multi-fuel tankstations. Het aanbod op zulke stations bestaat bijvoorbeeld uit de brandstoffen diesel, benzine, LPG, LNG, CNG en waterstof en daarnaast laadstations voor elektrische voertuigen (personenauto's, bedrijfsvoertuigen en vrachtwagens). Voor individuele brandstoffen is er wet- en regelgeving, maar de vraag is hoe we de risico's van meerdere brandstoffen in samenhang met elkaar en elektrische laadvoorzieningen, alsmede de betreffende voertuigen naast elkaar op dezelfde locatie moeten zien. Waterstof is in dit kader een hele nieuwe energiedrager, met eigen nieuw in beeld te brengen risico- en veiligheidsoverwegingen. Er zijn veel vragen over de veiligheidseffecten van een dergelijke brandstoffen-/energiemix gericht op voorkomen, beperken en bestrijden. Hier wordt naar gekeken binnen het project rondom MFT van het Programma Impuls Omgevingsveiligheid (IOV).

Er moet echter ook aandacht worden besteed aan nieuwe transportstromen met gevaarlijke stoffen die voortvloeien uit de transitie naar duurzaam wegtransport. De te verwachten stijging van het transport (en ook de mogelijke tussentijdse op- en overslag) van duurzame brandstoffen naar multi-fuel tankstations en de mogelijke afname van het transport van fossiele brandstoffen roept de vraag op wat dit betekent voor de veiligheid op het (rijks-)basisnet en op het onderliggende provinciale en gemeentelijke wegennet. Waar ontstaan mogelijk knelpunten? Als er grote risico's zijn, heeft dat mogelijk ook gevolgen voor de ruimtelijke inpassing.

1.2 Definities

- Een Multi Fuel Tankstation (MFT) is een tankstation waarbij naast conventionele brandstoffen (benzine, diesel en/of lpg) tenminste één 'alternatieve brandstof' wordt aangeboden (CNG, LNG, Waterstof). Daarin wordt ook de aanwezigheid van laadpunten voor het opladen van elektrisch aangedreven voertuigen meegenomen.
- Externe veiligheid is een begrip uit het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) en beschrijft de kans dat personen in de omgeving van een activiteit waar met gevaarlijke stoffen wordt gewerkt, slachtoffer worden van een ongeval met die stoffen.
- Transportrisico behandelt de externe veiligheid langs transportassen waarover gevaarlijke stoffen worden vervoerd, zoals spoorlijnen en snelwegen. De Betuweroute is een voorbeeld.
- Plaatsgebonden risico is de plaatsgebonden kans per jaar dat een onbeschermd persoon komt te overlijden ten gevolge van een ongeval met gevaarlijke stoffen. Het plaatsgebonden risico (PR) is weer te geven met een contour rondom een activiteit.
- Het groepsrisico geeft de kans per jaar aan dat een groep personen van een bepaalde grootte (bijvoorbeeld 10, 100 of 1000 personen tegelijk slachtoffer wordt van een ongeval met gevaarlijke stoffen. Het groepsrisico (GR) wordt weergegeven in een curve waarin het aantal personen is afgezet tegen de kans per jaar op (tegelijk) overlijden.



Nieuw in de Omgevingswet is dat het Groepsrisico (GR) vervangen is door Aandachtsgebieden. Aandachtsgebieden zijn gebieden waar mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen onvoldoende beschermd zijn tegen de gevaren die in de omgeving kunnen optreden.

Voorbeelden van gevaren zijn warmtestraling (brand), overdruk (explosie) en concentratie's van giftige stoffen in de lucht (gifwolk). Aandachtsgebieden maken het inzichtelijk in welk gebied zich bij een ongeval bij een activiteit met gevaarlijke stoffen nog levensbedreigende gevolgen voor personen in gebouwen kunnen voordoen. Binnen de aandachtsgebieden is extra aandacht nodig om aanwezigen te beschermen tegen mogelijke ongevallen bij activiteiten met gevaarlijke stoffen. Er zijn drie verschillende aandachtsgebieden

In dit onderzoek wordt nog gewerkt met de oude definitie, t.w. groepsrisico.

1.3 Onderzoeksvragen

Dit leidt tot de volgende hoofdvraag voor deze korte verkennende studie:

Welke gevolgen zijn er vanwege de te verwachten transportstromen van (nieuwe) energiedragers voor wegvoertuigen (m.n. opkomst waterstof en afname fossiel) voor de externe veiligheid rond het basisnet en de gemeentelijk of provinciaal vastgestelde routes?

Daarnaast moeten de volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

- Wat is de omvang van de verschillende brandstoffen die in 2030, 2040 en 2050 ten behoeve van het wegverkeer nodig zijn (zowel fossiel als duurzaam)?
- Wat is het aantal MFT's in 2030 en eventueel verder, en hun mogelijke locaties.
- Hoe worden de brandstoffen (m.n. waterstof) getransporteerd naar de MFT (spoor, weg (tubetrailers) of bijvoorbeeld buisleidingen), en b) hoeveel voertuigen zijn daarvoor mogelijk nodig zijn?
- Wat zijn de routes waarop veranderingen van brandstoftransport zullen gaan plaatsvinden, met expliciet onderscheid tussen basisnet en onderliggend (provinciaal en gemeentelijk) wegennet?
- Wat zijn de effecten op de externe veiligheid bij het basisnet en bij de daartoe bestemde routes op het onderliggende wegennet?
- Welke aandachtspunten er kunnen worden geïdentificeerd om zo goed mogelijk voorbereid te zijn op de gevolgen van de te verwachten transportstromen van (nieuwe) energiedragers (m.n. waterstof) voor wegvoertuigen voor de externe veiligheid rond basisnet?
- Welke informatie ontbreekt om bovenstaande vragen goed te kunnen beantwoorden?

Bij dit alles dient telkens aandacht te zijn voor mogelijke afname van fossiele brandstofbehoefte en toename van duurzame brandstofbehoefte.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de werkwijze tijdens het onderzoek.

Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van de drie scenario's.

Hoofdstuk 4 bevat de belangrijkste conclusies van het onderzoek, en geeft aanbevelingen voor nader onderzoek.

2 Werkwijze

2.1 Identificatie van de Multi Fuel Tankstations

Als potentiële locatie voor de Multi Fuel Tankstations hebben wij gekeken naar:

- Bestaande en geplande waterstofstations in Nederland;
- Bestaande en geplande LNG-stations in Nederland;
- De locaties die geïdentificeerd zijn in de rapportage 'Clean Energy Hubs' van Ecorys (2020).

Onderstaande figuur toont een overzicht van alle potentiële Multi Fuel Tankstation locaties in Nederland. In totaal gaat het om 119 locaties in 94 gemeenten.



2.2 Ontwikkelpaden voor de energietransitie in de mobiliteitssector

Vervolgens zijn ontwikkelpaden opgesteld voor de energietransitie in de mobiliteitssector. Hierbij is een transitie voorgesteld van energievoorziening primair via benzine, diesel en (in beperkte mate) LPG via overgangsbrandstoffen zoals CNG en LNG (nu al in gebruik), naar waterstof en elektrisch rijden (nu al in gebruik).

Deze ontwikkelpaden variëren tot elkaar met betrekking tot:

- De brandstoffenmix in de vervoerssector, gedifferentieerd naar gebruikersgroepen (personenauto's, openbaar vervoer bussen, touringcars, bestelwagens en vrachtauto's);
- De supply chains voor het vervoer van waterstof.

De energiemix in de mobiliteitssector

De energiemix in de mobiliteitssector per 2030 is ontleend uit het:

- Het Transitiepad Mobiliteit¹, als bijlage van het klimaatakkoord.
- Het Routeradar-rapport² voor wegvervoer bevat de nieuwste inzichten over de aantallen waterstofvoertuigen en de aantallen elektrische voertuigen per 2030. Daarin zijn de oorspronkelijke ambities uit het klimaat voor waterstof naar beneden bijgesteld.
- Het TNO AFID rapport³.

Uiteindelijk zijn er **twee** scenario's opgesteld voor de ontwikkeling van de energiemix, op basis van bovenstaande bronnen en de schriftelijke input van leden van begeleidingscommissie. Daarbij is er sprake van een optimistisch scenario, waarbij de doelstellingen (200.000 waterstofauto's) van het Klimaatakkoord behaald worden, en een conservatief scenario, waarbij de transitie aanmerkelijk langzamer verloopt. In onderstaande tabellen is de verdeling van het aantal voertuigen naar energiedrager weergegeven. Het totaal aantal voertuigen nu en in 2030 is terug te vinden in Bijlage 1.

Optimistisch scenario					
	Personenauto's	OV-bussen	Touringcars	Bestelauto's	Vrachtauto's
Benzine	45.5%	0%	0%	0%	0%
Diesel	19.0%	0%	75%	65%	68%
LPG	1.0%	0%	0%	0%	0%
CNG	10.0%	0%	0%	15%	10%
LNG	0.0%	0%	5%	0%	3%
Batterij-elektrisch	7.5%	85%	10%	15%	10%
Hybride	15.0%	0%	5%	4%	5%
Waterstof	2.0%	15%	5%	1%	5%

Conservatief scenario					
	Personenauto's	OV-bussen	Touringcars	Bestelauto's	Vrachtauto's
Benzine	59,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Diesel	22,0%	0,0%	89,0%	82,5%	84,5%
LPG	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CNG	2,0%	0,0%	0,0%	7,5%	5,0%
LNG	0,0%	0,0%	2,5%	0,0%	1,5%
Batterij-elektrisch	5,0%	95,0%	5,0%	7,5%	5,0%
Hybride	10,0%	0,0%	2,5%	2,0%	2,5%
Waterstof	0,5%	5,0%	1,0%	0,5%	1,0%

¹ <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2017/06/15/10-pager-mobiliteit>

² https://platformduurzamebiobrandstoffen.nl/wp-content/uploads/2020/06/RR-2019-SBM_WEGVERVOER_Finaal-DEFINITIEF_200616-fm.docx.pdf

³ <http://publications.tno.nl/publication/34634981/dbdVv6/TNO-2019-R11705.pdf>

Uiteindelijk wijzigt de vraag naar benzine, diesel en LPG in 2030. Daarbij zien we de volgende effecten:

- Het vervoer van diesel neemt af met 16% in het optimistische scenario, en blijft gelijk in het conservatieve scenario;
- Het vervoer van benzine neemt af met 35% in het optimistische scenario, en met 14% in het conservatieve scenario;
- Het vervoer van LPG neemt in beide scenario's met 13% af.

Daar staat echter tegenover dat het vervoer van LNG en waterstof over de weg sterk toe neemt.

Herkomstlocaties voor de verschillende alternatieve energiedragers

Raffinage en menging van de huidige producten vindt plaats in de havens van Vlissingen, Rotterdam en Amsterdam (en ook Antwerpen). De vraag is of deze havenclusters ook gebruikt gaan worden voor het opwekken en/of opslaan van waterstof, en of er zich meerdere spelers gaan mengen in de productie van waterstof. Zo roeren de noordelijke havens zich ook: Den Helder, Harlingen en Groningen Seaports. Vooral in Groningen zijn de plannen substantieel, met een verwachte opwekkingscapaciteit van 800.000 ton waterstof per jaar.

Er is daarnaast nog onduidelijkheid over het aantal vrachtauto's en stadsbussen dat op samengeperst aardgas (CNG) of vloeibaar aardgas gaat rijden. Daarnaast is onduidelijk of dit per 2030 al in de bio-variant gebeurt. Met mestvergisters kan namelijk bio-aardgas geproduceerd worden, o.a. op erven van melkveehouders. Uiteindelijk is in overleg met de begeleidingscommissie voor de volgende verdeling van producten over de zeehavens:

Locatie	Benzine en diesel	Waterstof (2030)	CNG en LNG
Eemshaven	0%	15%	0%
Harlingen	0%	0%	0%
Den Helder	0%	2%	0%
Amsterdam	18%	18%	17,5%
Rotterdam	67%	50%	70%
Vlissingen	0%	2,5%	7,5%
Gent-Terneuzen	5%	2,5%	0%
Antwerpen	10%	10%	5%
Agrarische gebieden	0%	0%	0%

Transport van brandstoffen naar de MFT's

De introductie van waterstof en gas in de mobiliteitsmix, vraagt om nieuwe toeleveringsketens (wel of geen tussen op- en overslag) en andere routes. Bovendien zorgt de relatief geringe volumetrische dichtheid van deze alternatieven voor extra transport (in aantallen vrachtauto's) met naar verhouding gevaarlijkere stoffen.

Er was consensus over het vervoer van LNG naar MFT's: dat vindt plaats over de weg, en blijft over de weg plaatsvinden. Er is nog heel echter veel onduidelijkheid over hoe het waterstoftransport gaat plaats vinden.

- Gaan we het aardgasnetwerk gebruiken voor het transport van waterstof, en het pas bij tankstations onder druk brengen?
- Gaan we als gevolg van de versnipperde productie- en opslag van waterstof, direct met tankauto's naar de tankstations brengen?
- Gebeurt dat dan in vloeibare vorm, of onder druk (en zoja, welke druk dan)?



In de discussienota die verspreid is onder alle leden van de begeleidingscommissie, is gevraagd naar de inzichten met betrekking tot het vervoer van waterstof. Daarbij kwamen een drietal opties aan het licht:

- Vervoer van waterstof onder druk in tube-trailers;
- Vervoer van waterstof door middel van buisleidingen;
- Lokale productie van waterstof bij tankstations.

Verdieping heeft plaatsgevonden in een gesprek met Ekinetix. Dit bureau voert in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een 'strategie waterstof in mobiliteit'. Vanuit dit gesprek bleek dat het eindbeeld (te halen rond 2050) met betrekking tot de distributie van waterstof naar Multi Fuel Tankstations is dat het in waarschijnlijk 50% van de gevallen per buisleiding gaat, en 50% door middel van lokale productie. Echter, in 2030 is waterstof als energiedrager in de mobiliteitsmix nog in de opstartfase. Er vindt dan nog veel transport plaats over de weg. Dat gaat wel met zwaardere tubetrailers dan nu gangbaar zijn; Ekinetix verwacht tube-trailers die circa 1200 kg waterstof per keer kunnen vervoeren.

Drie ontwikkelpaden

Uiteindelijk zijn er drie ontwikkelpaden geschetst naar 2030 toe. Daarbij gaat het om:

- Het conservatieve scenario, waarbij alle waterstoftransport over de weg plaats vindt;
- Het optimistische scenario, waarbij:
 - Het merendeel van het waterstoftransport (85%) over de weg plaats vindt, en de rest van de waterstof komt via buisleidingen, of lokaal geproduceerd wordt;
 - Een scenario waarbij 50% van de waterstof over de weg vervoerd wordt, en de rest via buisleidingen of lokale productie.

LNG wordt in alle gevallen over de weg gevoerd. De ontwikkelpaden zijn afgestemd en akkoord bevonden door de begeleidingscommissie.

2.3 Doorrekening van de effecten op de routes

2.3.1 Gebruikte data

Om uiteindelijk de route-effecten te bepalen, is de volgende werkwijze gehanteerd.

- Er is gebruik gemaakt van de zogenaamde Basisreizenbestanden goederenwegvervoer van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Deze bestanden hebben wij, na ondertekening van een *geheimhoudingsverklaring* ontvangen van Rijkswaterstaat over de jaren 2015 t/m 2018. Deze bestanden bevatten op het grootste geografische detailniveau (gemeenteniveau of LMS-zones) informatie over het aantal vertrekkende en aankomende aantal vrachtauto's, inclusief informatie over de ladingsoort (en bijbehorende gevarenklasse), het vervoerde gewicht en het aantal ritten.
- De Basisreizenbestanden goederenwegvervoer worden samengesteld op basis van enquêtes die het CBS eens per kwartaal uitzet onder een deel van de ondernemingen actief in het wegvervoer. De steekproef van de statistiek van het wegvervoer wordt samengesteld uit informatie van registers van de Dienst Wegverkeer (RDW), de Kamer van Koophandel en de Belastingdienst. Aan het begin van het statistiekjaar wordt een steekproef samengesteld van ongeveer 40 duizend kentekens uit het Nederlandse bedrijfsvoertuigenpark met een maximaal toegestaan gewicht van meer dan 3,5 ton. Deze voertuigen worden vervolgens gegroepeerd naar berichtgever. Bedrijven met een wagenpark van 30 of minder kentekens worden één week van het jaar uitgevraagd. Van bedrijven met een

wagenpark groter dan 30 kentekens worden de steekproefkentekens verdeeld over alle weken van het jaar.

- Omdat op een groter geografisch detailniveau de consistentie van de data over de jaren heen kan verschillen, hebben wij voor dit onderzoek het gemiddeld aantal transporten over de afgelopen vier jaar gebruikt. Op deze wijze is de data vollediger.
- We zijn voor dit onderzoek specifiek geïnteresseerd in het vervoer van brandstoffen en gassen ten behoeve van het wegvervoer. Hiertoe is een selectie gemaakt van alle transporten met gevarenklassen LF1 (diesel), LF2 (benzine) en GF3 (LPG), en de gevaarsidentificatienummers (GEVI) 23 (brandbaar gas, LPG), 30 (brandbare vloeistof) en 33 (zeer brandbare vloeistof).

Uiteindelijk is voor de bestaande energiedragers (benzine, diesel en LPG) het aantal transporten vermenigvuldigd (en afgerond omhoog) met de factor tussen de vraag nu (in liters) en de toekomstige vraag (in liters) in 2030, per scenario. Daarbij zien we de volgende effecten:

- Het vervoer van diesel neemt af met 16% in het optimistische scenario, en blijft gelijk in het conservatieve scenario;
- Het vervoer van benzine neemt af met 35% in het optimistische scenario, en met 14% in het conservatieve scenario;
- Het vervoer van LPG neemt in beide scenario's met 13% af.

We hebben alternatieve energiedragers zoals CNG en batterij-elektrisch buiten beschouwing gelaten voor het vervoer over de weg. CNG wordt direct vanuit het aardgasnet getapt, de energie voor batterij-elektrische voertuigen komt uit het elektriciteitsnetwerk. In beide gevallen is er geen vervoer over de weg benodigd. Dat geldt wel voor LNG en waterstof. Daar komt nog eens bij dat we voor deze energiedragers andere herkomstlocaties, en minder bestemmingslocaties gaan zien. Dat betekent meer vervoer naar MFT's..

Toewijzing van volumes naar Multi Fuel Tankstations

In Nederland bevinden zich circa 4.100 tankstations. Bij al deze tankstations is benzine of diesel te verkrijgen; bij circa 1.200 tankstations kan ook LPG getankt worden. Het aantal Multi Fuel Tankstations is echter een stuk minder; er worden slechts 119 stuks verwacht in 2030, in 94 gemeenten. Elk MFT zal dus de afzet aan waterstof en LNG van ongeveer 40 regionale tankstations vervangen. Doordat we werken met data op gemeenteniveau, en niet elke gemeente een MFT bevat, is de verwachte waterstof en LNG afzet van gemeenten waarin geen MFT verwacht wordt, toegewezen aan de dichtstbijzijnde MFT.

Wijziging van herkomstlocatie van de transporten

De keten van het benzine- en dieseltransport, van raffinaderij naar tankstation, vindt nu veelal intermodaal plaats. Binnenvaarttankers vervoeren de benzine en diesel vanuit de zeehavens naar achterlanddepots, en laden daar de lading over. Vanuit de achterlanddepots wordt vervolgens een regionaal netwerk van tankstation beleverd met tankauto's. Slechts in de directe nabijheid van zeehavens vindt directe distributie vanuit de zeehaven plaats.

Het is voor LNG en waterstof niet de verwachting dat ketens op een dergelijke wijze ingericht gaan worden. Bij waterstof is dat het gevolg van de tijdelijkheid van het vervoer over de weg; op de langere termijn is de verwachting dat waterstof òf per buisleiding geleverd wordt, dan wel dat lokale elektrolyzers ter plaatse elektriciteit omzetten naar waterstof. Hiertoe lijkt het onlogisch dat partijen investeren in dure



opslag tanks voor waterstof. Voor LNG geldt dat de volumes te gering zijn om een dergelijke keten te verantwoorden. Er zijn momenteel nog geen LNG-tankers in de binnenvaartvloot, noch achterlanddepots die LNG kunnen opslaan.

Bestaande transporten van diesel, benzine en LPG, die worden omgezet naar LNG of waterstof, moeten dan ook een ander startpunt krijgen. Daar waar het startpunt nu veelal een achterlanddepot is, wordt dat een zeehaven. Er zijn zeven zeehavens geïdentificeerd waar waterstof vandaan kan komen, en vier zeehavens waarvandaan LNG transporten kunnen starten. Voor beide energiedragers geldt dat Rotterdam de belangrijkste herkomstlocatie lijkt te gaan worden.

Voor alle MFT's is bepaald wat de afstanden tot de zeehavens zijn. De keuze voor de zeehaven is vervolgens gebaseerd op de grootste verschillen tussen de dichtstbijzijnde en de op-één-na dichtstbijzijnde zeehaven. Hierbij is rekening gehouden met de totale afzet aan de MFT en het aandeel van de zeehaven in de waterstof/LNG-mix.

Toewijzing aan tube-trailers, dan wel lokale productie of buisleiding

De twee optimistische scenario's onderscheiden zich door de hoeveelheid waterstof die over de weg vervoerd moet worden. In één scenario gaat 50% van de waterstofafzet aan MFT's over de weg, in het andere scenario gaat het om 85% dat over de weg vervoerd wordt.

Het gedeelte dat niet over de weg getransporteerd wordt, wordt lokaal opgewekt door middel van elektrolyzers, of uit een buisleiding gehaald. Hierbij moeten we keuzes maken welk van de 119 MFT's in welk scenario te maken krijgt met lokale productie of aanlevering van waterstof per buis, en welke MFT's over de weg bevoorrad worden. De toewijzing aan tube-trailers of lokale productie en buisleiding, is gemaakt door de MFT's te sorteren (van groot naar klein) op de te verwachten afzet aan waterstof. De grootste tankstations worden hierbij op alternatieve wijze (buisleiding, lokale productie) bevoorrad. Dit vanuit de gedachte dat het investeren in een buisaansluiting of een elektrolyser gunstiger is bij meer lokale afzet.

2.3.2 Gebruikte modellen

Met bovenstaande aanpak is vervolgens een drietal alternatieve herkomst-bestemmingsmatrices samengesteld. Hierbij zijn de herkomsten en bestemmingen geduid op gemeenteniveau. Om tot routes te komen, is het LMS model van Rijkswaterstaat gebruikt. Hiervoor, is evenals het gebruik van de Basisbestanden goederenwegvervoer, een geheimhoudingsverklaring ondertekend.

Verkeerstromen worden inzichtelijk gemaakt aan de hand van de geladen netwerken. Het programma Qblok is het toedelingsmodel binnen het LMS (zie kader 1) dat verplaatsingen toedeelt aan het wegnetwerk met als primaire doel het bepalen van de bereikbaarheidskwaliteit. Het model bepaalt onder andere de toestand op het netwerk in termen van gereisde kilometers, de totale reisduur, de vertragingen en de filelengten. Daarnaast worden door Qblok ook de voertuigverliesuren en I/C verhoudingen berekend. Voor dit project zijn we specifiek geïnteresseerd in de gevaarlijke stoffen. Daartoe zijn nog enkele modelaanpassingen gedaan, specifiek om het gevaarlijke stoffen vervoer te modelleren. Concreet gaat het om tunnelaanpassingen, zodanig dat vrachtwagens zich aan de landelijke (Basisnet) en gemeentelijke routes houden.

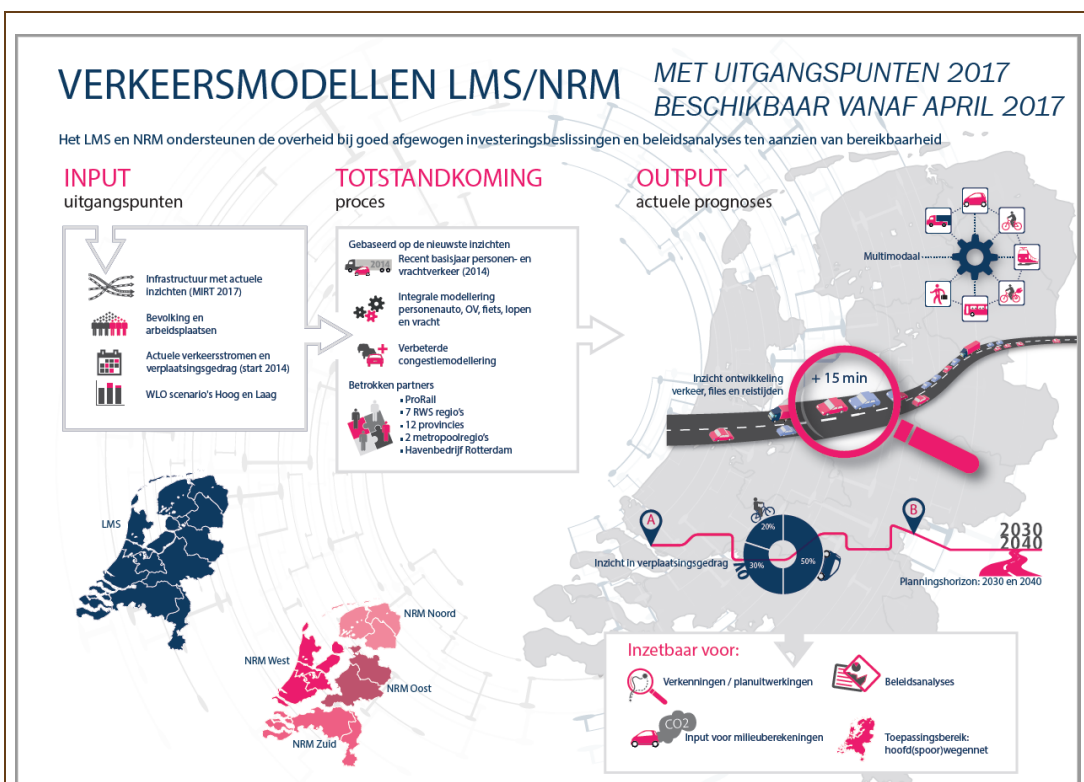
De volgende tunnels kennen beperkingen voor het vervoer met gevaarlijke stoffen. Alle tunnels in deze lijst zijn verboden voor GF3-transporten.

- Beneluxtunnel
- Coentunnel
- Drechttunnel
- Ketheltunnel
- Kiltunnel
- Noordtunnel
- Sluiskiltunnel
- Salland-Twentetunnel
- Sytwendetunnel
- Thomassentunnel
- Vlaketunnel
- Waterwolftunnel
- Westerscheldetunnel
- Wijkertunnel
- Zeeburgertunnel

- Botlektunnel
- Heinenoordtunnel
- Hubertustunnel
- IJtunnel
- Koningstunnel
- Maasboulevardtunnel
- Maastunnel
- Piet Heintunnel
- Velsertunnel
- Michiel de Ruijtertunnel.
- ArenAtunnel
- Stadsbaantunnel.

Daarnaast zijn de volgende **toekomstige** tunnels uitgesloten:
Blankenburgtunnel en Tunnel Zuidas.

Kader 1: Infographic LMS/NRM



Om beleid te ontwikkelen, verkenningen uit te voeren en planuitwerkingen door te rekenen, gebruikt het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) het Landelijk Model Systeem (LMS). De essentie van het LMS is dat deze een goede beschrijving geeft van de mobiliteit in een regio of geheel Nederland. Dit voor een recent basisjaar en voor prognosejaren. Het basisjaar bevat informatie uit recente waarnemingen en metingen waarmee het model het verkeer op een gemiddelde werkdag in dat jaar zo goed mogelijk representeert. Het LMS wordt voornamelijk gebruikt voor nationale beleidsanalyses. Het LMS geeft daarnaast ook een zo goed mogelijk beeld van de reizigersstromen per trein. Op basis van het basisjaar worden, gegeven één of meerdere sociaal-economisch scenario's en beleidsmaatregelen, prognoses gemaakt van de ontwikkelingen in de mobiliteit. De modellen worden tevens gebruikt voor regionale verkeersmodellen en toepassingen van andere overheden en partners.

Bron: Rijkswaterstaat



2.4 Belangrijke aanname omtrent risico-classificatie waterstof

Een groot gedeelte van het vervoer van gevaarlijke stoffen die over de weg vervoerd worden, bestaat momenteel uit benzine en diesel. Dit wordt vervoerd naar tankstations in het gehele land. Gegeven bovenstaande ontwikkelingen, is het evident dat de totale energie-inhoud aan motorbrandstoffen zal afnemen. Immers, een gedeelte van nu nog conventionele brandstof zal vervangen worden door vervoer dat elektrisch gaat plaatsvinden. Daar staat tegenover dat er vervoer van (samengeperst of vloeibaar gemaakt) waterstof zal plaatsvinden. Deze stof kent een andere gevarenklasse dan diesel of benzine.

Hoe risicovol waterstof (zowel gezien vanuit kansen als effecten) geacht wordt te zijn als goederensoort is nog onduidelijk. De raadgevende stoffenlijst van AVIV uit 1999, geeft voor waterstof de classificatie GF0 aan. De klasse GF0 bevat een aantal gevaarlijke stoffen. Tot nu toe zijn deze niet meegenomen omdat de vervoershoeveelheden klein zijn.

Echter, voor LNG geldt hetzelfde en om toch recht te doen aan de specifieke eigenschappen van deze stof bij het vervoer, wordt deze conform Basisnet behandeld als GF3. Onze aanname is dat ook waterstof als GF3 doorberekend zal worden door het RIVM, omdat een betere modellering gezien de specifieke gevaren ontbreekt.

Het Analistennetwerk Nationale Veiligheid (ANV) stelde het volgende eind 2019⁴, waardoor wij, bij gebrek aan betere informatie, ervoor gekozen hebben om waterstof, ook waterstof als GF3 door te rekenen:

'Op basis van de korte vergelijking is de constatering dat de risico's van waterstof op hoofdlijnen gelijkwaardig zijn met die van LPG of aardgas. In de uitwerking zijn er wel relevante verschillen en ook in de rekenmethodieken komen er aandachtspunten zoals het verschil in gehanteerde faalkans naar voren.'

Voor elke diesel of benzine vrachtauto, verwachten wij een equivalent van drie vrachtauto's met waterstof nodig te hebben. Bovendien kennen diesel (LF1) en benzine (LF2) relatief geringe gevarenklassen – waardoor bijvoorbeeld de meeste tunnels bereden mogen worden, terwijl er voor LNG en waarschijnlijk ook waterstof een gevarenklasse van GF3 geldt⁵. In de externe veiligheidsberekeningen is juist het aantal GF3-transporten maatgevend voor de risico's. Dit roept dan ook de terechte vraag op wat de gevolgen zijn van de energietransitie voor de externe veiligheid rondom transportroutes van gevaarlijke stoffen.

Uitgangspunt: 50 transporten (1500 ton) benzine en 20 transporten diesel (600 ton) van Loenen aan de Vecht naar Amersfoort.

1. Omrekenen van tonnen naar netto-energie (aanname 40% rendement):
 $1500 \text{ ton benzine} / 0.72 \text{ kg/l} \times 32 \text{ MJ/l} \times 33\% = 26.667.000 \text{ MJ}$
 $600 \text{ ton diesel} / 0.84 \text{ kg/l} \times 36 \text{ MJ/l} \times 33\% = 10.285.000 \text{ MJ}$
2. Verdeling van deze energie naar alternatieve dragers:
 $(26.667.000 + 10.285.000) = 37.000.000 \text{ MJ waterstof}$
 $\text{Rendement waterstof} = 60\% \rightarrow 37.000.000 \text{ MJ} / 60\% = 61.666.667 \text{ MJ bruto}$

⁴ Analistennetwerk Nationale Veiligheid (2019), Verkenning risico's van de energietransitie voor de nationale veiligheid. <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2019-10/Verkenning%20risicos%20energietransitie%202019.pdf>

Volumetrische dichtheid waterstof (700 bar) bedraagt 42 kg per m³
Energie-inhoud = 120 MJ / kg
 $61.666.6667 / (120 * 42) = 12.235 \text{ m}^3$ waterstof nodig
Inhoud tankwagen = 60 m³, waardoor er dus 203 vrachtauto's nodig zijn.
3. Verplaatsing aanvoer van Loenen aan de Vecht naar Rotterdam.
Dit omdat het brandstofdepot in Loenen niet gebruikt kan worden voor waterstof

2.5 Beoordeling van het effect op externe veiligheid

De doorlooptijd van de opdracht maakt dat volledige EV-berekeningen niet mogelijk zijn. Daarom is er voor gekozen om het effect op externe veiligheid te bepalen door de hoeveelheid GF3 transporten in de scenario's te vergelijken met de referentieaantallen uit Basisnet. Het overschrijden van deze referentieaantallen hoeft op zich zelf echter geen probleem te betekenen voor de externe veiligheid.

Bij een overschrijding van de referentieaantallen uit het Basisnet is niet automatisch sprake van een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico of de grens- of richtwaarde van het plaatsgebonden risico. Een hoger GF3 aantal leidt mogelijk wel tot een hoger groepsrisico, maar betekent niet automatisch dat daarmee ook een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico of een toename van meer dan 10% van dit groepsrisico ontstaat. En ook als o.b.v. alle stoffen en een berekening een PR 10⁻⁶ afstand berekend zou worden die groter is dan welke als PR risicoplafond in het BN is opgenomen, betekent dat nog niet dat er sprake is van een overschrijding van de grens- of richtwaarde van het plaatsgebonden risico.

Er is pas sprake van het overschrijden van de grenswaarde van het plaatsgebonden risico wanneer de PR 10⁻⁶ contour over kwetsbare objecten ligt en van een overschrijding van de richtwaarde als de PR 10⁻⁶ contour over beperkt kwetsbare objecten ligt. Zeker voor de wegvakken waar in het Basisnet op basis van huidige vervoersaantallen geen PR 10⁻⁶ berekend is, kunnen de vervoersaantallen van de stoffen waarbij voor het eerst een PR 10⁻⁶ berekend wordt veel hoger zijn dan de referentieaantallen in het Basisnet. De referentieaantallen in het Basisnet zijn immers gebaseerd op het werkelijke vervoer van de gevaarlijke stoffen ten tijde van het ontwerp van het Basisnet, en zijn met behulp van prognoses opgehoogd.

Daar waar elektriciteit de energiebron voor transport behelst, wordt geen EV afweging plaats vindt, ondanks het gegeven dat er ook (EV) risico's verbonden zijn aan rijden op elektrisch.



3 Resultaten

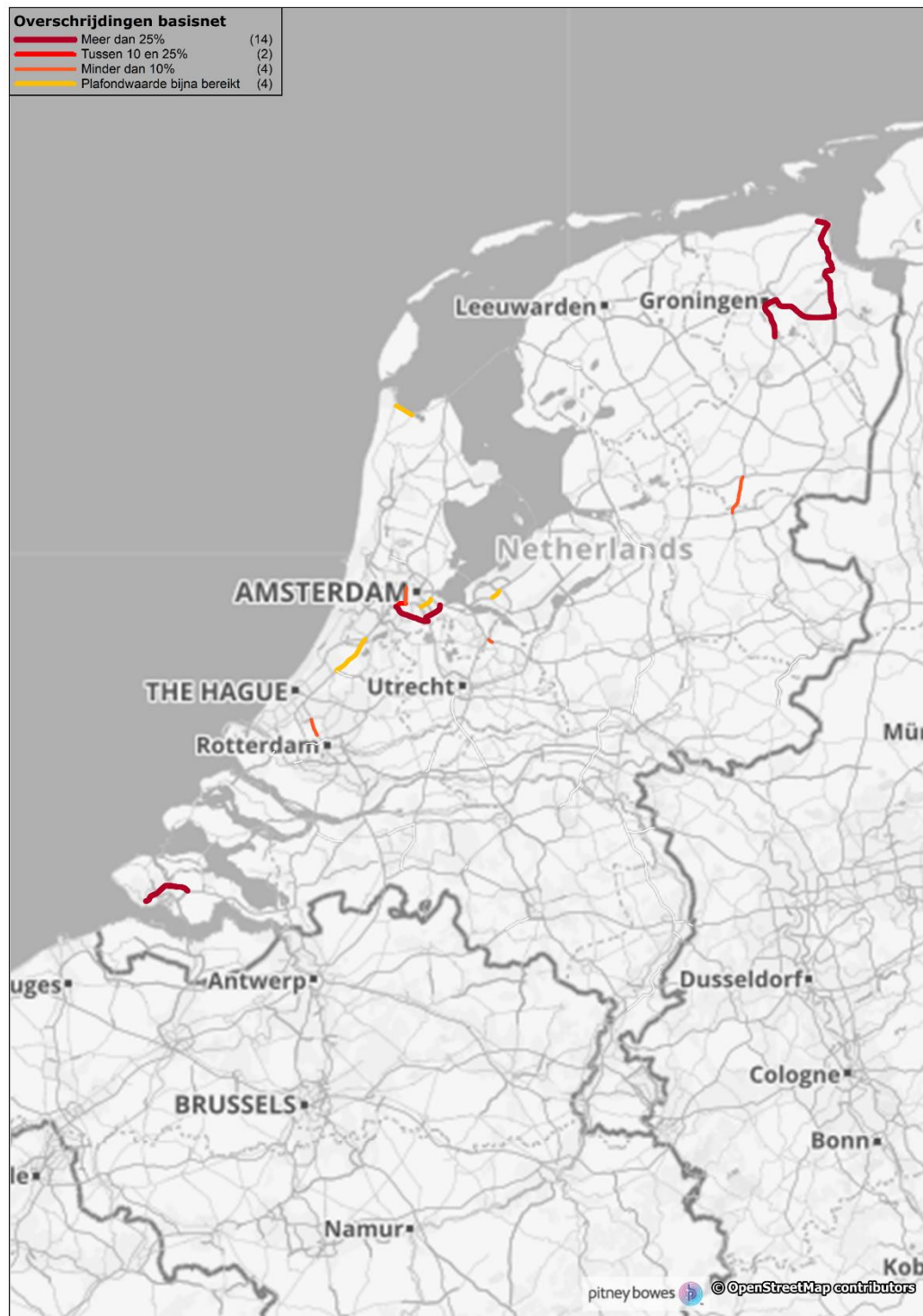
3.1 Ontwikkelpad 1a: optimistisch, 85% met tube trailers

De figuur aan de rechterzijde toont de overschrijdingen op het basisnet in het optimistische scenario met betrekking tot de energietransitie in de mobiliteitssector en een beperkte hoeveelheid waterstof die lokaal opgewekt wordt, dan wel via buisleidingen vervoerd wordt. Vanuit vervoersoogpunt moet dit scenario dan ook gezien worden als een worst case scenario. Vervoersaantallen zijn weergegeven in Bijlage 2.

Het volgende hierbij valt op bij de figuur:

- Er ontstaan aandachtspunten met betrekking tot externe veiligheid nabij de belangrijkste havens, maar niet rondom Rotterdam. In Rotterdam blijft op de belangrijkste wegen het aantal GF3 transporten over de belangrijkste transportader, de A15, binnen de referentieaantallen van het Basisnet. Er is dus ruimte om de toename als gevolg van waterstoftransporten en LNG-transporten op te vangen. Op het traject tussen knooppunt Vaanplein en knooppunt Ridderkerk bedraagt de referentieaantallen bijna 40.000 GF3-trucks per jaar. Als gevolg van de transitie naar waterstof komen er op dit traject wel 16.000 voertuigen bij, maar daarmee blijft er nog altijd ruimte voor extra voertuigen. Een beperkte overschrijding van de referentieaantallen (6%) vindt plaats op de A13 tussen Rotterdam en Delft.
- Nabij Groningen worden de referentieaantallen voor GF3 overschreden, zowel op de N33 (Eemshaven – A7) als op de A7 en A28. Het referentieaantal voor GF3 transporten ligt op deze wegen op 1.500 trucks met GF3 per jaar. Als gevolg van de grootschalige waterstofproductie en de verwachte afzet naar lokale tankstations, gaan er echter tot circa 3.500 trucks rijden. De overschrijding van de referentieaantallen op de N46 en de A7 bedraagt een factor 2,5; de overschrijding op de A28 bedraagt een factor 1,4.
- Rondom Amsterdam zijn de de A10-West, de A4 en de A9 (Badhoevedorp – Holendrecht en Holendrecht - Diemen) een aandachtspunt. Daarbij dient opgemerkt te worden dat er voor de PR 10^{-6} contour waarschijnlijk geen problemen te verwachten zijn, maar voor het groepsrisico waarschijnlijk wel.
 - De overschrijding van de referentieaantallen voor GF3 op de A10-West en de A4 is beperkt en bedraagt 10%-20%. Voor de A5 dat in de huidige situatie al een overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico.
 - De overschrijding van de referentieaantallen voor GF3 op de A9 is structureler van aard en heeft te maken het verzorgingsgebied van de haven van Amsterdam in Midden-Nederland. Bovendien is het voor gevaarlijke stoffen verkeer niet meer mogelijk om in 2030 over de A10-Zuid te rijden door de voorgenomen ondertunneling. De overschrijding bedraagt 60% op het traject Badhoevedorp – Amstelveen en 40% op het traject Amstelveen – Holendrecht.
 - Op het traject richting A1 (Gaasperdammerweg) vinden overschrijdingen van de referentieaantallen voor GF3 plaats in de ordegrrootte van 30% tot 50%.
- Kleinschaliger van aard zijn overschrijdingen op de A58 in Zeeland, tussen Vlissingen en Heinkensand. Dit is het gevolg van de voorgenomen waterstofproductie in de haven van Vlissingen en de lokale distributie van waterstof. De referentieaantallen voor GF3 op deze wegen ligt nog relatief laag met 500 GF3 trucks per jaar, terwijl er in het worst-case scenario ongeveer 600 trucks verwacht worden te gaan rijden.

- Overige aandachtspunten zijn de A6 bij Almere (93%), de A4 tussen Den Haag en Leiden (eveneens 93%), de N99 (Den Helder – A7, 95%) en de N34 (Hoogeveen – De Pol).
- Op lokale wegen zijn er aandachtspunten met betrekking tot het groepsrisico. Het aantal leveringen van waterstof per tankstation blijft beperkt tot ongeveer 2, hooguit 3 keer per week. Met dit soort intensiteiten is het onwaarschijnlijk dat er knelpunten ontstaan met betrekking tot het plaatsgebonden risico.



3.2 Ontwikkelpad 1b: optimistisch, 50% tube trailers

De figuur aan de rechterzijde toont de overschrijdingen van de referentieaantallen voor GF3 op het Basisnet in het optimistische scenario met betrekking tot de energietransitie in de mobiliteitssector en een beperkte hoeveelheid waterstof die lokaal opgewekt wordt, dan wel via buisleidingen vervoerd wordt. Vervoersaantallen voor GF3 zijn voor dit scenario weergegeven in bijlage 3.

Het volgende hierbij valt op bij de figuur:

- Er ontstaan aandachtspunten met betrekking tot externe veiligheid nabij de belangrijkste havens, maar niet rondom Rotterdam. In Rotterdam blijft op de belangrijkste wegen het aantal GF3 transporten over de belangrijkste transportader, de A15, binnen de referentieaantallen van het Basisnet. Er is dus ruimte om de toename als gevolg van waterstoftransporten en LNG-transporten op te vangen. Op het traject tussen knooppunt Vaanplein en knooppunt Ridderkerk bedraagt de referentieaantallen bijna 40.000 GF3-trucks per jaar. Als gevolg van de transitie naar waterstof komen er op dit traject wel 16.000 voertuigen bij, maar daarmee blijft er nog altijd ruimte voor extra voertuigen
- Nabij Groningen blijven er aandachtspunten op de N33 (Eemshaven – A7) als op de A7 en A28. De referentieaantallen voor GF3 transporten zijn voor deze wegen gesteld op 1.500 trucks met GF3 per jaar. Als gevolg van de grootschalige waterstofproductie en de verwachte afzet naar lokale tankstations, gaan er echter tot circa 2.250 trucks rijden. De overschrijding op de N46 en de A7 bedraagt een factor 1,5; de overschrijding op de A28 is niet meer zichtbaar in dit scenario.
 - Rondom Amsterdam blijven er aandachtspunten op de A9 (Badhoevedorp – Holendrecht en Holendrecht - Diemen). De overschrijdingen van de referentieaantallen voor GF3 op de A10-West en de A4 zijn niet meer zichtbaar in dit scenario.
 - De overschrijding van de referentieaantallen voor GF3 op de A9 is in dit ontwikkelpad beperkt en bedraagt ongeveer 10%.
- Rondom Vlissingen zijn geen aandachtspunten meer.
- Het traject bij Almere over de A6 blijft tegen de referentieaantallen voor GF3 aanzitten (92%), het traject op de N48 blijft beperkte overschrijdingen van de referentieaantallen voor GF3 tonen (105%).
- Op lokale wegen zijn er geen aandachtspunten met betrekking tot de PR 10^{-6} contour. Het aantal leveringen van waterstof per tankstation blijft beperkt tot ongeveer 2, hooguit 3 keer per week. Wel kan het groepsrisico een aandachtspunt zijn.

3.3 Ontwikkelpad 2: conservatief, 100% tube trailers

In het conservatieve scenario worden de referentieaantallen voor GF3 transporten nergens overschreden. Vervoersaantallen voor GF3 zijn voor dit scenario weergegeven in bijlage 4.



4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

In deze paragraaf geven wij het antwoord op de onderzoeksvragen.

Welke gevolgen zijn er vanwege de te verwachten transportstromen van (nieuwe) energiedragers voor wegvoertuigen (m.n. opkomst waterstof en afname fossiel) voor de externe veiligheid rond het basisnet en de gemeentelijk of provinciaal vastgestelde routes?

Op basis van de getallen, is te verwachten dat de externe veiligheid rondom het basisnet afneemt. Echter, overal lijkt de externe veiligheid binnen de wettelijke grenzen te blijven.

Dit hoeft niet direct een probleem te betekenen voor externe veiligheid; de verwachting is dat de PR 10^{-6} contour in alle scenario's overal in Nederland binnen de grenzen van de gedefinieerde veiligheidsafstand blijft. Desondanks geven de transportaantallen van GF3 in de optimistische scenario's aanleiding om op belangrijke uitvalswegen rondom de zeehavens EV-berekeningen uit te voeren naar de mogelijke veiligheidsrisico's. Specifieke aandachtspunten bevinden zich nabij Amsterdam (A10 en A9) en Groningen (N48 en A7) en deze doen zich voor in de optimistische scenario's. De vervoersaantallen over deze wegen liggen significant hoger dan de referentiewaarden uit Basisnet. Lokaal rondom tankstations ontstaan geen knelpunten met het plaatsgebonden risico, veelal gaat het om twee tot drie belevingen per week. Mogelijk ontstaan er wel knelpunten met betrekking tot het groepsrisico.

Wij voorzien geen aandachtspunten in het conservatieve scenario.

Wat is de omvang van de verschillende brandstoffen die in 2030, 2040 en 2050 ten behoeve van het wegverkeer nodig zijn (zowel fossiel als duurzaam)?

Rondom 2030 neemt het benzinevervoer (LF2) significant af, met 35% in de optimistische scenario's waarbij de doelstellingen uit het Klimaatakkoord gehaald worden en met 14% als deze niet gehaald worden. Het dieselveervoer kent eveneens een afname, maar enkel in het scenario waarbij de doelstellingen uit het klimaatakkoord gehaald worden (-16%). In het conservatieve scenario blijft de hoeveelheid benodigde diesel gelijk. Het vervoer van LPG neemt in beide scenario's met 13% af.

Daar staat tegenover dat het aantal LNG en waterstof transporten significant groeit. Met name waterstof kan hierbij enorm groeien. Op de A15 te Rotterdam, nu de belangrijkste uitvalsweg voor benzine en dieselrapporten, rijden in 2019 op dagelijkse basis 133.000 vrachtauto's met gevarenklasse LF1 (diesel) en 213.000 vrachtauto's met gevarenklasse LF2 (benzine). In de scenario's waarbij de doelstellingen van het klimaatakkoord gehaald worden, neemt het aantal GF3 (LPG, LNG en waterstof) op dit wegvak toe naar 13 tot 17 duizend stuks.

Tegen 2050 zal het aantal waterstoftransporten weer zeer beperkt zijn; vervoer met tube-trailers is een tijdelijke situatie en naar mate de waterstoftechnologie meer volwassen wordt, zal het aantal tankstations dat beleverd wordt per buisleiding of lokaal waterstof produceert, zeer sterk in de meerderheid zijn.



Wat is het aantal MFT's in 2030 en eventueel verder, en hun mogelijke locaties.

Op basis van het huidige aantal LNG en waterstof tankstations en de verwachtingen uit het Clean Energy Hubs rapport, kan gesteld worden dat er in 2030 ongeveer 119 MFT's in Nederland zijn. Deze MFT's zijn geografisch goed over Nederland verdeeld.

Hoe worden de brandstoffen (m.n. waterstof) getransporteerd naar de MFT (spoor, weg (tubetrailers) of bijvoorbeeld buisleidingen), en b) hoeveel voertuigen zijn daarvoor mogelijk nodig zijn?

Hierover bestaat nog veel onduidelijkheid. Het eindbeeld is dat waterstof bij MFT's geleverd wordt per buisleiding, of lokaal geproduceerd wordt. Dit eindbeeld wordt echter niet gerealiseerd in 2030; in die tijd is de waterstoftransitie nog maar net begonnen. De verwachting is dat het merendeel van de tankstations tegen die tijd belevd wordt met tubetrailers, die ordergrootte 1.200 kg H₂ per keer vervoeren. In de voorliggende scenario's betekent dat 2 tot 3 leveringen per week.

Wat zijn de routes waarop veranderingen van brandstoftransport zullen gaan plaatsvinden, met expliciet onderscheid tussen basisnet en onderliggend (provinciaal en gemeentelijk) wegennet?

De belangrijkste routes voor waterstoftransport zijn de snelwegen rondom de Nederlandse zeehavens. Deze zeehavens zullen zich in toenemende mate toeleggen op waterstof. Op korte afstand van de zeehaven zijn de stromen nog relatief dik. Gezien de grote dichtheid van het Nederlandse snelwegennetwerk kan opgemerkt worden dat de stromen zich kort na de zeehaven al dusdanig verspreiden dat negatieve effecten op externe veiligheid verder landinwaarts niet verwacht hoeven te worden. Wel willen we aandacht vragen voor het groepsrisico bij lokale tankstations.

Wat zijn de effecten op de externe veiligheid bij het basisnet en bij de daartoe bestemde routes op het onderliggende wegennet?

Wij verwachten in het conservatieve scenario's geen problemen met externe veiligheid. In de andere scenario's ontstaan er aandachtspunten rondom Groningen, Amsterdam en Vlissingen. In Rotterdam is er nog genoeg ruimte. De aandachtspunten moeten verder onderzocht worden met behulp van RBM-II berekeningen. Lokaal kunnen knelpunten gaan ontstaan met betrekking tot het groepsrisico.

Welke aandachtspunten er kunnen worden geïdentificeerd om zo goed mogelijk voorbereid te zijn op de gevolgen van de te verwachten transportstromen van (nieuwe) energiedragers (m.n. waterstof) voor wegvoertuigen voor de externe veiligheid rond basisnet?

Het belangrijkste aandachtspunt is de risico-classificatie van waterstof. Daarover zijn nog discussies gaande en het is nog onzeker of waterstof op dezelfde wijze geclassificeerd zal worden als LNG. Het RIVM doet in 2021 uitspraak over de risicoclassificatie. Voor dit onderzoek zijn we uitgegaan van GF3, de zwaarste risico-klasse. Daarnaast is het belangrijk voor Omgevingsdiensten en veiligheidsregio's om bij vergunningverleningen externe veiligheid mee te wegen. Tankstations die lokaal waterstof produceren, dan wel waterstof uit buisleidingen halen, verdienen de voorkeur boven tankstations waarbij waterstof per tubetrailer aangeleverd moet worden.

4.2 Aanbevelingen

Aanbevelingen aan het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

- Voer aanvullend EV-onderzoek uit naar de effecten van de optimistische scenario's op autosnelwegen waarbij het aantal GF3 transporten groter dan 4.000 wordt (conform Handreiking Risicoanalyse Transport). Doe dit ook voor de N33 (Eemshaven – A7).
- Onderzoek nader hoeveel waterstof door mobiliteit gebruikt gaat worden, en welke mobiliteit dit dan betreft. Waterstof heeft een grote mogelijkheden, maar heeft tegelijkertijd het nadeel dat het opwekken inefficiënt is. Hierdoor is er nog veel onzekerheid over de mate waarin waterstof ingezet gaat worden in transport.
- Volg de ontwikkelingen in het kader van RIVM gevaarzetting bij vervoer van waterstof. Momenteel is nog onduidelijk wat deze aanbeveling zal zijn. Deze aanbeveling kan bepalend zijn voor de vraag of er sprake is van knelpunten.
- Monitor de ontwikkelingen met betrekking tot elektrolyse capaciteit in de zeehavens en de voornaamste afzetmarkten. Voor dit onderzoek is een met de begeleidingscommissie afgestemde 'inschatting' van de opwekkingscapaciteit gebruikt om de waterstofproductie in de havens te kunnen inschatten. Een bottom-up aanpak waarbij ook gekeken wordt naar de verwachte afzet aan mobiliteit (naast industrie) is wenselijk om een nauwkeuriger beeld te krijgen van de herkomst van waterstof voor mobiliteit.
- Onderzoek het lokale risico op een ontploffing van een MFT, ook bovengronds. Hierbij dienen de gecombineerde effecten van de verschillende typen brandstoffen en energie meegenomen te worden. Zoek uit wat de effectafstanden zijn.

Aanvullend voor veiligheidsregio's en omgevingsdiensten

- Onderzoek hoe tankstations in de toekomst bevoorraad kunnen worden. Wees daarin leidend en ontwikkel samen met de omgevingsdiensten, veiligheidsregio's, industriële partijen (Shell, Vattenfall, etc.), BETA, BOVAG en NOVE (tankstationhouders) en VOTOB (tankopslag) een visie op hoe de transportlijnen van waterstof er uit moeten zien. Des te meer bevoorrading per pijpleiding en des te meer lokale productie, des te gunstiger.

4.2.1 Voor lokale overheden

- Werk met het oog op MFT's in de gemeente, een gemeentelijk routeringsplan uit voor additioneel gevaarlijke stoffen transport over de weg van met name waterstof. Zorg dat de transportroutes druk bevolkte gebieden zo veel als mogelijk vermijden, teneinde knelpunten met het groepsrisico te vermijden.
- Prioriteer de wenselijkheid van MFT's binnen de gemeentegrenzen op basis van externe veiligheidsrisico's. Houd daarbij rekening met de omgevingseffecten. Doe de benodigde ruimtelijke investeringen m.b.t. veiligheidsafstanden.



Bijlagen

Bijlage 1 Aantallen voertuigen nu en in 2030

Situatie in 2020					
	Personenauto's	OV-bussen	Touringcars	Bestelauto's	Vrachtauto's
Benzine	6.954.271	0	0	0	0
Diesel	1.193.136	5.482	5.000	937.000	135.000
LPG	115.039	0	0	0	0
CNG	9.799	600	0	3.100	500
LNG	0	0	0	0	558
Batterij-elektrisch	121.978	410	0	0	0
Hybride	280.227	0	0	0	0
Waterstof	171	8	0	0	0
Totaal	8.674.621	6.500	5.000	940.100	136.058

Optimistisch					
	Personenauto's	OV-bussen	Touringcars	Bestelauto's	Vrachtauto's
Benzine	4.550.000	-	-	-	-
Diesel	1.900.000	-	3.750	611.000	91.800
LPG	100.000	-	-	-	-
CNG	1.000.000	-	-	141.000	13.600
LNG	-	-	250	-	3.400
Batterij-elektrisch	750.000	5.525	500	141.000	13.600
Hybride	1.500.000	-	250	37.600	6.800
Waterstof	200.000	975	250	9.400	6.800
Totaal	10.000.000	6.500	5.000	940.000	135.320

Conservatief					
	Personenauto's	OV-bussen	Touringcars	Bestelauto's	Vrachtauto's
Benzine	5.950.000	0	0	0	0
Diesel	2.200.000	0	4.450	775.500	114.920
LPG	100.000	0	0	0	0
CNG	200.000	0	0	70.500	6.800
LNG	0	0	125	0	2.040
Batterij-elektrisch	1.000.000	6.175	250	70.500	6.800
Hybride	500.000	0	125	18.800	3.400
Waterstof	50.000	325	50	4.700	1.360
Totaal	10.000.000	6.500	5.000	940.000	135.320

De volgende jaarkilometrages zijn ingeschat per voertuig:

- Personenauto (benzine, hybride, batterij-elektrisch): 11.006 km
- Personenauto (LPG): 14.682 km
- Personenauto (diesel, waterstof): 23.088 km
- Openbaar vervoer bussen (diesel): 80.000 km
- Openbaar vervoer bussen (elektrisch): 70.000 km
- Openbaar vervoer bussen (waterstof): 90.000 km
- Touringcars (alle brandstoffen): 70.000 km
- Bestelauto's (alle brandstoffen): 24.000 km



- Vrachtauto's (diesel, CNG): 90.000 km
- Vrachtauto's (hybride): 75.000 km
- Vrachtauto's (LNG, waterstof): 125.000 km

De volgende verbruikscijfers (km/liters⁶) zijn ingeschat per voertuig:

Brandstofverbruik voertuigen					
	Personenauto's	OV-bussen	Touringcars	Bestelauto's	Vrachtauto's
Benzine	1:12				
Diesel	1:17	1:4	1:4	1:8.5	1:3.3
LPG	1:10				
CNG	1:7			1:3.5	1:1.4
LNG	n/a	1:5	1:5		1:4.2
Batterij-elektrisch	n/a				
Hybride	1:38			1:19	1:5
Waterstof	1:100	1:18	1:18	1:50	1:37.5

⁶ Bij waterstof, CNG en LNG gaat het om km / kg.

Bijlage 2 Vervoersaantallen per ontwikkelpad

Onderstaand volgt per ontwikkelpad een overzicht van de intensiteiten van het GF3 vervoer. Daarbij wordt telkens eerst het beeld van gehele Nederland gegeven, en vervolgens detailuitsneden voor Groningen, Amsterdam en Rotterdam.

Ontwikkelpad 1a: optimistisch, 85% met tube trailers

Geheel Nederland



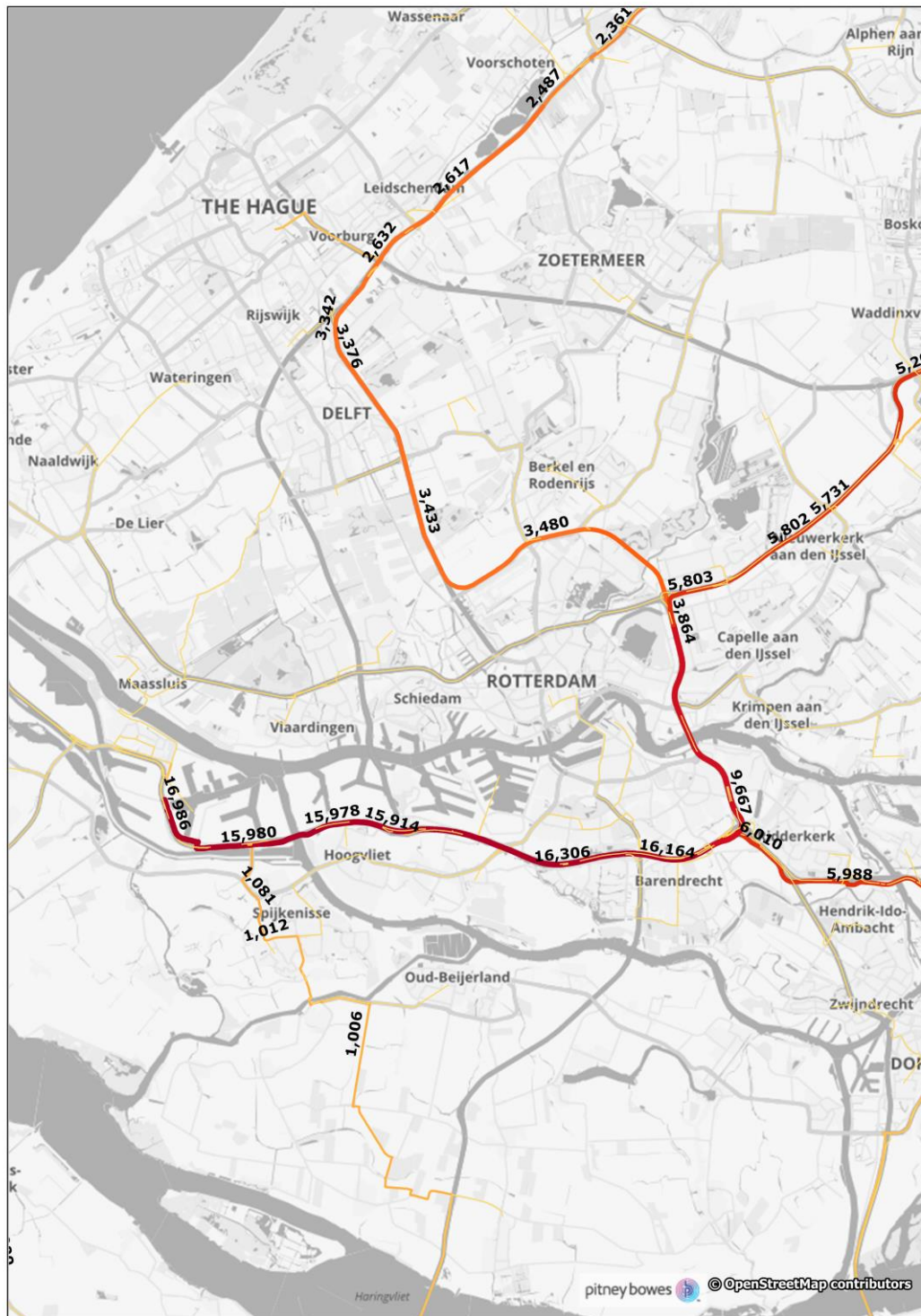
Detailuitsnede Groningen



Detailuitsnede Amsterdam



Detailuitsnede Rotterdam



Geheel Nederland



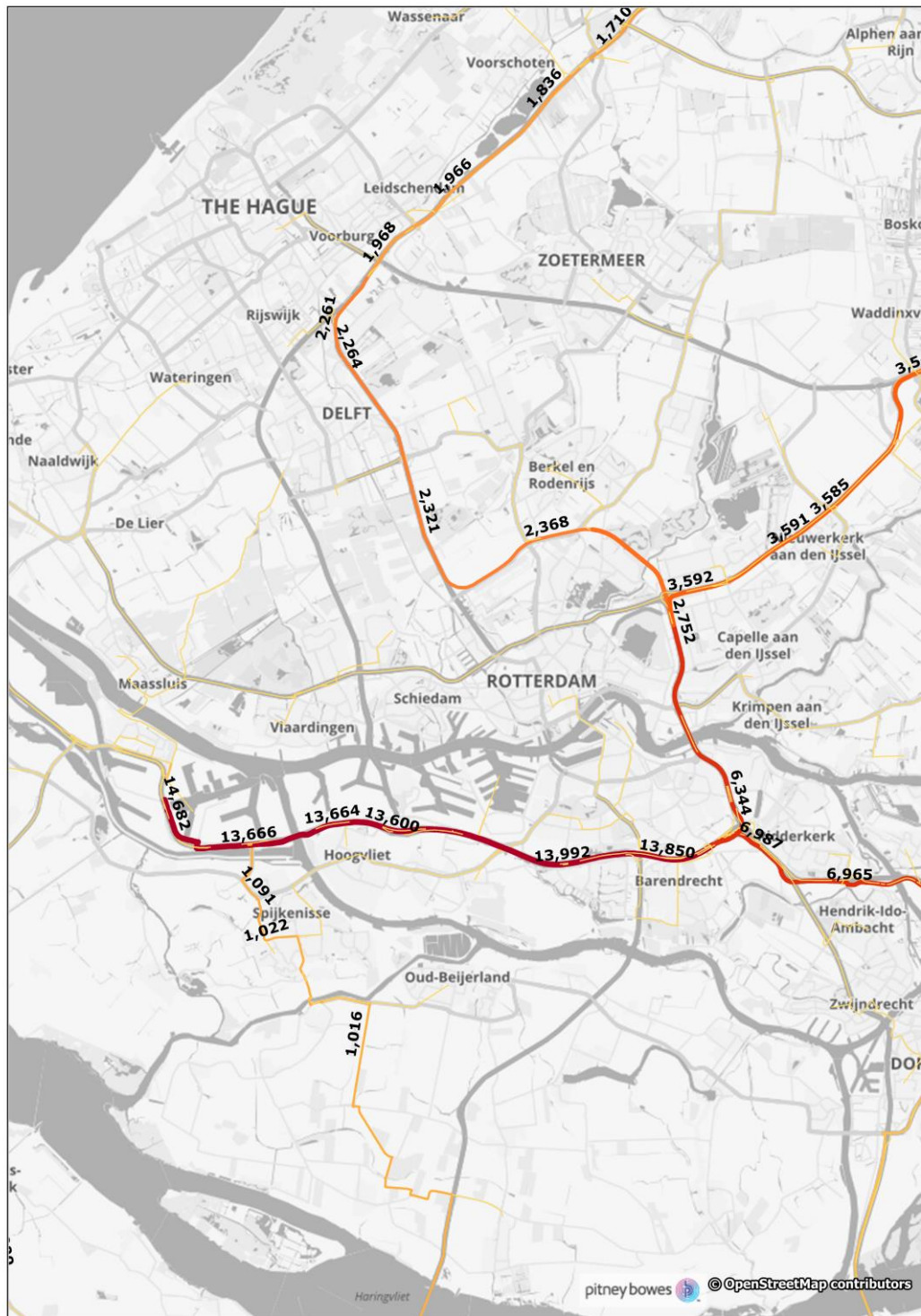
Detailuitsnede Groningen



Detailuitsnede Amsterdam



Detailuitsnede Rotterdam



Ontwikkelpad 2: conservatief, 100% tube trailers

Geheel Nederland



Detailuitsnede Groningen



Detailuitsnede Amsterdam



Detailuitsnede Rotterdam

