

Rapport toetsing realisatiecijfers vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor aan de risicoplafonds Basisnet

Versie inclusief alle realisatiecijfers

Jaar: 2019

Datum 07-04-2020
Versie RO_19_K4

Inhoud

1. Inleiding.....	2
2. Toetsing risicoruimte.....	4
2.1. Vergelijking overschrijding risicoplafonds met vorige periode	7
3. Realisatie	15
3.1. Vergelijking transportaantallen met Basisnet-aantallen.....	15
3.2. Vergelijking alternatieven “Betuweroute” per kwartaal	22
3.2.1. Vergelijking 2019 (Q1-Q4) en 2018-Q4 - 2019-Q3.....	22
3.2.2. Vergelijking omleidingsroutes van de Betuweroute	26
4. Bijlagen	32
4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en transportintensiteitscodes	32
4.2. Overzicht vervoerscijfers.....	35
4.3. Begrippenlijst	42
4.4. Notitie extra maatregelen.....	43
4.4.1. Inleiding	43
4.4.2. Beschrijving maatregelen.....	44
4.4.3. Effectiviteit maatregelen.....	46
4.4.4. Referenties.....	49

1. Inleiding

Het Basisnet vervoer gevaarlijke stoffen is per 1 april 2015 in werking getreden. Deze rapportage bevat de resultaten van de toetsing van de realisatiecijfers vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor aan de risicoplafonds Basisnet over de periode 1 januari 2019 tot en met 31 december 2019.

ProRail heeft de realisatiecijfers over het jaar 2019 van ketelwagens en containerwagens aangeleverd. Het aantal containers is omgerekend in ketelwagenequivalenten zodat hiermee gerekend kan worden en de berekende risico's vergeleken kunnen worden met de risicoplafonds.

ProRail monitort het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor in Nederland. Zij doen dat op basis van vervoerslijsten met daarop het vervoer gespecificeerd in UN-nummers. De verscheidenheid aan vervoerde stoffen over de transportroutes is zo groot, dat een risicoanalyse per stof zeer arbeidsintensief zal zijn. Uit praktische overwegingen zijn de stoffen in een beperkt aantal stofcategorieën samengenomen en wordt in de risicoanalyse een voorbeeldstof per stofcategorie gehanteerd. De indeling van de stofcategorieën en voorbeeldstoffen is zodanig gekozen dat deze voldoende representatief en conservatief zijn en zoveel als mogelijk overeenkomen met de meest vervoerde stoffen.

In tabel 1 zijn de voorbeeldstoffen per stofcategorie opgenomen.

Tabel 1. Voorbeeldstoffen per stofcategorie		
Stofcategorie	Omschrijving	Voorbeeldstof
A	Brandbaar gas	Propaan
B2	Toxisch gas	Ammoniak
B3	Chloor (toxisch gas)	Chloor
C3	Brandbare vloeistof	Pentaaan
D3	Toxische vloeistof	Acrylnitril
D4	Toxische vloeistof	Acroleïne

Alle hoofdspoorwegen behoren tot het basisnet, ook de sporen die niet zijn genoemd in bijlage 2 van de Regeling Basisnet (hierna te noemen: de Basisnettabel). Het risico van het vervoer van gevaarlijke stoffen in 2019 over alle hoofdspoorwegen is berekend en waar deze hoger liggen dan de risicoplafonds is dit getoond in hoofdstuk 2. Alle realisatiecijfers, weergegeven in ketelwagenequivalenten, zijn weergegeven in hoofdstuk 3 en bijlage 4.2.

De risicoberekeningen zijn gemaakt conform de landelijk voorgeschreven berekeningsmethodiek. De methodiek is gelijk aan de methodiek die gebruikt is voor het berekenen van de afstanden in de Basisnettabel. De berekende afstanden zijn gebaseerd op het werkelijke vervoer van gevaarlijke stoffen dat in de huidige realisatieperiode heeft plaatsgevonden. De afstanden tot de risicocontouren zijn in meters vastgesteld.

De risicoplafonds zijn in de basisnettabel ingedeeld als PR-plafond (10^{-6}) en GR-plafond (10^{-7} en 10^{-8})¹. Een overschrijding van de GR-plafonds geeft een indicatie dat het groepsrisico op die locatie mogelijk ook hoger is.²

De risico's berekend in dit rapport zijn inclusief de maatregelen Hotbox, ETCS level I, crashbuffers en deels ATB-vv waar deze zijn toegepast in 2019. In de bijlage is toegelicht hoe deze maatregelen zijn verwerkt in de risicoberekeningen.

¹ Het groepsrisico is afhankelijk van enerzijds de omvang en samenstelling van het vervoer over en anderzijds van de omvang en spreiding van de bevolking nabij de spoorlijn. In het Basisnet wordt het vervoersaandeel in het groepsrisico begrensd door te bepalen op welke afstanden vanaf het midden van spoor het plaatsgebonden risico ten hoogste de waarden 10^{-7} resp. 10^{-8} mag hebben. De plafonds voor het vervoersaandeel in het groepsrisico (in de Regeling Basisnet GR-plafonds genoemd), zijn dus uitgedrukt in waarden voor het plaatsgebonden risico (PR).

² Of het actuele groepsrisico hoger is dan de waarde zoals die bij vormgeving van Basisnet is berekend, is afhankelijk van de actuele bevolkingssituatie ter plekke. Indien de bij de vormgeving van Basisnet meegenomen bouwplannen (nog) niet zijn gerealiseerd, kan het actueel groepsrisico lager zijn. Verder zijn er theoretisch situaties mogelijk waarbij als gevolg van een wijziging in de verhouding van de afzonderlijke stofcategorieën in de totale vervoerstream de 10^{-7} en/of 10^{-8} risicocontouren toenemen terwijl het groepsrisico afneemt.

2. Toetsing risicoruimte

Figuur 1 geeft per plafond (10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8}) een toetsing aan de risicoruimte weer. Er wordt onderscheid gemaakt tussen trajecten met een overschrijding van de 10^{-6} afstand (rood), van de 10^{-7} waarde (oranje) en van de 10^{-8} waarde (geel).

Toetsing transportstromen 2019 aan de risicoplafonds Basisnet



Figuur 1: Toetsing van het gerealiseerde transport aan de risicoruimte

Uit figuur 1 blijkt dat er meerdere trajecten zijn waar de 10^{-6} waarden worden overschreden. Het gaat hier alleen om trajecten gelegen op de Brabantroute tussen Zevenberschenhoek en Venlo.

Tabel 2 geeft weer op welke trajecten in welke mate één of meer risicoplafonds worden overschreden. De risicoplafonds, uitgedrukt in afstanden vanaf het midden van het spoor, staan in de eerste dekolom. In de tweede dekolom staan de berekende risico's tussen haakjes. Voor de haakjes is aangegeven met hoeveel meter de risicoplafonds worden overschreden. Het gaat hier dus om het verschil tussen het risicoplafond en het berekende risico. De volgorde van de trajecten is op mate van overschrijding. In het grijs zijn de routes opgenomen die niet bij naam in de basisnettabel zijn genoemd en dus vallen onder de categorie "alle overige hoofdspoorwegen" zoals genoemd in de laatste regel van de basisnettabel.

Tabel 2. Basisnetafstanden en 10 ⁻⁶ , 10 ⁻⁷ en 10 ⁻⁸ afstanden		Maximale verschil met de risicoplafonds op basis van realisaties [m]					
BN-ID ³	Naam	PR 10 ⁻⁶		PR 10 ⁻⁷		PR 10 ⁻⁸	
		Risico plafond	Realisatie	Risico plafond	Realisatie	Risico plafond	Realisatie
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	1	13 (14)	56	77 (133)	207	210 (417)
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	0	9 (9)	137	-	284	104 (388)
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	9 (10)	42	87 (129)	183	225 (408)
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	9 (9)	0	109 (109)	112	270 (382)
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	5	1 (6)	21	-	157	166 (323)
12.1	Roosendaal Oost - Breda aansl.	0	-	39	66 (105)	210	-
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	0	39 (39)	54	86 (140)
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	0	27 (27)	32	95 (127)
30.6	Amersfoort Oost - Deventer West	0	-	0	27 (27)	28	98 (126)
72.2	Den Bosch Diezebrug aansl. - Vught	0	-	0	24 (24)	121	13 (134)
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	17	14 (31)	135	13 (148)
71.1	Breukelen - Betuweroute Meteren	0	-	0	13 (13)	16	56 (72)
72.1	Meteren Betuweroute Aansluiting - 's-Hertogenbosch Diezebrug Aansluiting	0	-	0	12 (12)	0	122 (122)
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	0	9 (9)	45	-
470.1	Amsterdam Muiderpoort - Diemen	0	-	0	9 (9)	27	-
61.1	Tilburg aansl. - Vught	0	-	4	8 (12)	29	96 (125)
30.2	Barendrecht vork 2 - Breukelen aansl.	7	-	21	8 (29)	243	-
140	Utrecht - Amersfoort	0	-	0	8 (8)	0	77 (77)
220.1	Moerdijk racc. - Moerdijk racc. aansl.	0	-	5	7 (12)	104	151 (255)
704.1	Betuweroute Meteren - Meteren Betuweroute Aansluiting Zuid	0	-	0	4 (4)	0	19 (19)
280.1	Duivendrecht - Amsterdam Singelgracht	0	-	16	4 (20)	145	-
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)	0	-	10	2 (12)	117	-
110.1	Eindhoven - Roermond	1	-	34	1 (35)	160	15 (175)
12.5	Venlo - Venlo Oost	0	-	179	-	334	76 (410)
72.3	Boxtel - Vught Aansluiting	0	-	0	-	0	27 (27)
701.1	Utrecht v. Aansluiting - Bunnik	0	-	0	-	0	13 (13)
701.2	Bunnik - Ede Wageningen	0	-	0	-	0	13 (13)
701.3	Ede Wageningen - Arnhem West aansluiting	0	-	0	-	0	13 (13)
804.1	Velperbroek aansluiting - Zevenaar Betuweroute aansluiting	0	-	0	-	0	13 (13)

³ De ligging van elke route is weergegeven in de bijlage, uitgezonderd de grijze lijnen. De ligging van deze trajecten kan worden herleid uit de naamgeving.

Tabel 2. Basisnetafstanden en 10 ⁻⁶ , 10 ⁻⁷ en 10 ⁻⁸ afstanden		Maximale verschil met de risicoplafonds op basis van realisaties [m]					
BN-ID ³	Naam	PR 10 ⁻⁶		PR 10 ⁻⁷		PR 10 ⁻⁸	
		Risico plafond	Realisatie	Risico plafond	Realisatie	Risico plafond	Realisatie
702.1	Harmelen Aansluiting - Utrecht	0	-	0	-	0	10 (10)
703.4	Hilversum - Blauwkapel Noord	0	-	0	-	0	8 (8)
710.1	Blauwkapel West - Blauwkapel Noord	0	-	0	-	0	8 (8)
501.1	Dordrecht Industrierrein - Geldermalsen aansluiting	0	-	0	-	0	5 (5)

2.1. Vergelijking overschrijding risicoplafonds met vorige periode

Figuur 2 t/m 4 geven een overzicht van de trajecten waar risicoplafonds worden overschreden in vergelijking met de vorige realisatieperiode. Per figuur wordt één van de risicoplafonds behandeld. In deze figuren zijn aangegeven:

- **Aanhoudende overschrijding**
De trajecten waarop zowel in de vorige realisatieperiode P_0 (1-1-2018 t/m 31-12-2018) als in de huidige periode P_1 (1-1-2019 t/m 31-12-2019) sprake is van overschrijding van de risicoplafonds. Deze trajecten zijn rood gekleurd.
- **Nieuwe overschrijdingen**
De trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-1-2018 t/m 31-12-2018) geen sprake was van overschrijding van de risicoplafonds maar in de huidige periode P_1 (1-1-2019 t/m 31-12-2019) wel. Deze trajecten zijn oranje gekleurd.
- **Geen overschrijding meer**
Trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-1-2018 t/m 31-12-2018) sprake was van overschrijding van de risicoplafonds maar in de huidige periode P_1 (1-1-2019 t/m 31-12-2019) niet meer. Deze trajecten zijn groen gekleurd.

Vergelijking overschrijding risicoplafond 10⁻⁶ met vorige periode



Figuur 2: Vergelijking overschrijding risicoplafond 10⁻⁶ met vorige periode

Vergelijking overschrijding risicoplafond 10^{-7} met vorige periode



Figuur 3: Vergelijking overschrijding risicoplafond 10^{-7} met vorige periode

Vergelijking overschrijding risicoplafond 10-8 met vorige periode



Figuur 4: Vergelijking overschrijding risicoplafond 10⁻⁸ met vorige periode

Tabel 3 geeft de trajecten weer die ook zijn genoemd in tabel 2. De realisatie risicoafstanden worden in tabel 3 vergeleken met de realisatieafstanden van de vorige realisatieperiode. De risicoplafonds, uitgedrukt in afstanden vanaf het midden van het spoor, staan in de eerste dekolom. In de tweede dekolom staan de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de gerealiseerde vervoersstromen (1-1-2019 t/m 31-12-2019). In de derde dekolom staan de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de voorgaande gerealiseerde vervoersstromen (1-1-2018 t/m 31-12-2018). De volgorde van de trajecten is net als in tabel 2, op mate van overschrijding. Per traject wordt alleen de hoogst geconstateerde overschrijding vermeld van de huidige realisatie. Van trajecten waar de risicoplafonds worden overschreden zijn de realisatieafstanden gekleurd: toename van de overschrijding (rood) en gelijk blijven of afname van de overschrijding (geel).

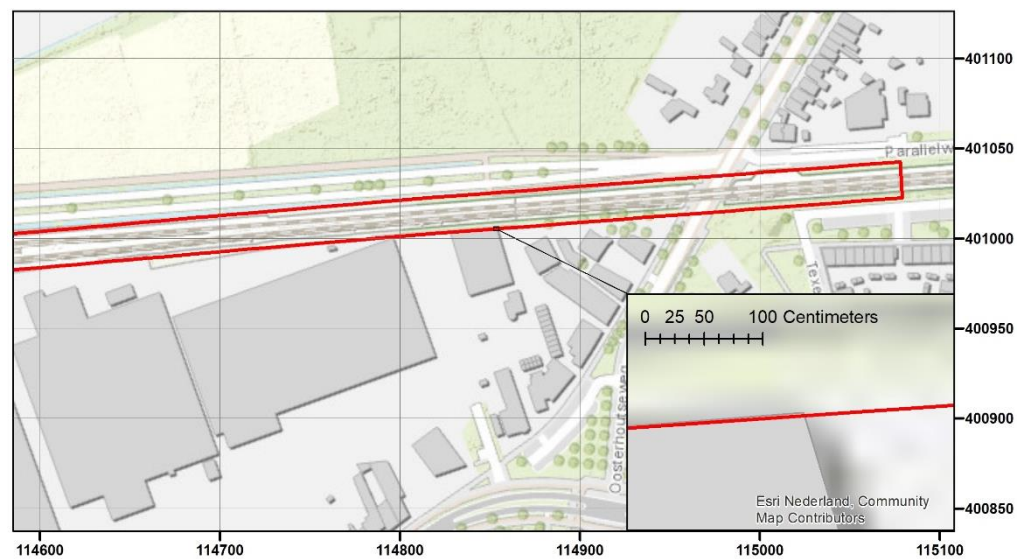
Tabel 3. Basisnetafstanden en 10 ⁻⁶ , 10 ⁻⁷ en 10 ⁻⁸ afstanden huidig en voorgaand		Vergelijking plaatsgebonden risicocontouren met vorige realisatie en Basisnetafstanden [m]								
BN-ID ⁴	Naam	PR 10 ⁻⁶			PR 10 ⁻⁷			PR 10 ⁻⁸		
		Risico plafond	Realisatie	Voorgaande realisatie	Risico plafond	Realisatie	Voorgaande realisatie	Risico plafond	Realisatie	Voorgaande realisatie
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	1	14	8	56	133	118	207	417	368
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	0	9	7	137	-	-	284	388	356
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	10	-	42	129	119	183	408	371
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	9	5	0	109	98	112	382	345
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	5	6	-	21	-	-	157	323	264
12.1	Roosendaal Oost - Breda aansl.	0	-	-	39	105	94	210	-	-
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	-	0	39	21	54	140	151
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	-	0	27	10	32	127	101
30.6	Amersfoort Oost - Deventer West	0	-	-	0	27	10	28	126	100
72.2	Den Bosch Diezebrug aansl. - Vught	0	-	-	0	24	-	121	134	-
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	-	17	31	27	135	148	172
71.1	Breukelen - Betuweroute Meteren	0	-	-	0	13	-	16	72	-
72.1	Meteren Betuweroute Aansluiting - 's-Hertogenbosch Diezebrug Aansluiting	0	-	-	0	12	9	0	122	34

⁴ De ligging van elke route is weergegeven in de bijlage, uitgezonderd de grijze lijnen. De ligging van deze trajecten kan worden herleid uit de naamgeving.

Tabel 3. Basisnetafstanden en 10 ⁻⁶ , 10 ⁻⁷ en 10 ⁻⁸ afstanden huidige en voorgaand		Vergelijking plaatsgebonden risicocontouren met vorige realisatie en Basisnetafstanden [m]								
BN-ID ⁴	Naam	PR 10 ⁻⁶			PR 10 ⁻⁷			PR 10 ⁻⁸		
		Risico plafond	Realisatie	Voorgaande realisatie	Risico plafond	Realisatie	Voorgaande realisatie	Risico plafond	Realisatie	Voorgaande realisatie
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	-	0	9	-	45	-	108
470.1	Amsterdam Muiderpoort - Diemen	0	-	-	0	9	-	27	-	35
61.1	Tilburg aansl. - Vught	0	-	-	4	12	8	29	125	67
30.2	Barendrecht vork 2 - Breukelen aansl.	7	-	-	21	29	-	243	-	-
140	Utrecht - Amersfoort	0	-	-	0	8	8	0	77	20
220.1	Moerdijk racc. - Moerdijk racc. aansl.	0	-	-	5	12	8	104	255	154
704.1	Betuweroute Meteren - Meteren Betuweroute Aansluiting Zuid	0	-	-	0	4	-	0	19	-
280.1	Duivendrecht - Amsterdam Singelgracht	0	-	-	16	20	-	145	-	-
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)	0	-	-	10	12	-	117	-	-
110.1	Eindhoven - Roermond	1	-	-	34	35	44	160	175	178
12.5	Venlo - Venlo Oost	0	-	-	179	-	-	334	410	377
72.3	Boxtel - Vught Aansluiting	0	-	-	0	-	-	0	27	14
701.3	Ede Wageningen - Arnhem West aansluiting	0	-	-	0	-	-	0	13	13
701.2	Bunnik - Ede Wageningen	0	-	-	0	-	-	0	13	13
701.1	Utrecht v. Aansluiting - Bunnik	0	-	-	0	-	-	0	13	13
804.1	Velperbroek aansluiting - Zevenaar Betuweroute aansluiting	0	-	-	0	-	-	0	13	14
702.1	Harmelen Aansluiting - Utrecht	0	-	-	0	-	-	0	10	10
703.4	Hilversum - Blauwkapel Noord	0	-	-	0	-	-	0	8	12
710.1	Blauwkapel West - Blauwkapel Noord	0	-	-	0	-	-	0	8	12
501.1	Dordrecht Industrieterrein - Geldermalsen aansluiting	0	-	-	0	-	-	0	5	-

Bijzonderheden

1. De overschrijdingen van de risicoruimte 10^{-6} liggen allen op de Brabanthroute. De overschrijdingen komen vooral door brandbare vloeistoffen (C3) aangevuld met de bijdrage van brandbare gassen (A) op deze route. De berekende overschrijdingen liggen in de meeste gevallen binnen de spoorbaan, in enkele gevallen over de naast de spoorbaan gelegen sloten of parallelle wegen en in één geval over een object, Oosterhoutseweg 297 te Breda. De overschrijding ligt 3 cm over een hoek van het pand. Het pand heeft de bestemming Sport en hier mag conform het bestemmingsplan een sportschool met bijbehorende horeca aanwezig zijn. Het gaat hier om een beperkt kwetsbaar object. Figuur 5 toont de situatie.



2. Van de 33 routes met overschrijdingen van tenminste één van de risicoruimtes zijn er 23 waarvan de overschrijding is toegenomen en 8 waarvan de overschrijding is afgenomen. Bij de resterende 2 routes zijn de 10^{-7} contour toegenomen, terwijl de 10^{-8} contour is afgenomen.
3. De routes met vermindering van overschrijding behoren voornamelijk (7 van de 8) tot de basisnetcategorie 'overige hoofdspoorwegen'.
4. Routes waarvan de 10^{-7} contour is toegenomen, terwijl de 10^{-8} contour is afgenomen betreffen: Route Deventer <-> Deventer Oost en de route Deventer Oost <-> Hengelo West. De toename van de 10^{-7} komt door de toename van het vervoer van brandbare vloeistoffen (C3) ten opzichte van de vorige realisatie. De afname van de 10^{-8} wordt veroorzaakt door een afname van het vervoer van brandbare gassen (A) ten opzichte van de vorige realisatie.
5. Op de routes tussen Eindhoven en Roermond (110.1) is de overschrijding van de risicoruimte 10^{-7} op meerdere plekken verdwenen. Dit komt voornamelijk door de afname van het aantal transporten brandbare gassen (A). Eén traject op deze route heeft nog wel een overschrijding van de risicoruimte 10^{-7} . Het gaat hier om een traject met breedte-categorie 25-49, hier ligt de risicocontour 1 meter voorbij de risicoruimte (zie tabel 2).
6. Op de routes tussen Barendrecht en Harmelen (30.2) en bij Amsterdam (280.1) wordt de risicoruimte 10^{-7} alleen overschreden bij trajecten met breedte-categorie 25-49 waar deze

trajecten eerder behoorden tot de breedtecategorie 0-24. Deze overschrijding is een direct gevolg van het aanpassen van de infrastructuur.

7. De overschrijding van de risicoruimte 10^{-7} bij Diemen (470.1) en op de route tussen Zutphen en Deventer (62.3) is alleen bij trajecten met breedtecategorie 0-24 en wisseltoeslag.
8. De risicoruimtes 10^{-7} en 10^{-8} van de route tussen Eindhoven en Roermond (110.1) worden overschreden door het vervoer van brandbare gassen (A).
9. De risicoruimte 10^{-7} en 10^{-8} van de routes tussen Utrecht en Amersfoort (140) en tussen 's Hertogenbosch en de Betuweroute (72.1) (allebei zogenaamde grijze lijnen) wordt overschreden door het vervoer van brandbare gassen (A) en brandbare vloeistoffen (C3).
10. De risicoruimte 10^{-8} van de routes tussen Boxtel en Vught (72.3), Harmelen en Utrecht (702.1), Utrecht en Arnhem (701.2), Arnhem en Zevenaar (804.1) en Blauwkapel (nabij Utrecht) en Hilversum (703.4) (alle vijf zogenaamde grijze lijnen) wordt overschreden door het vervoer van brandbare vloeistoffen (C3).

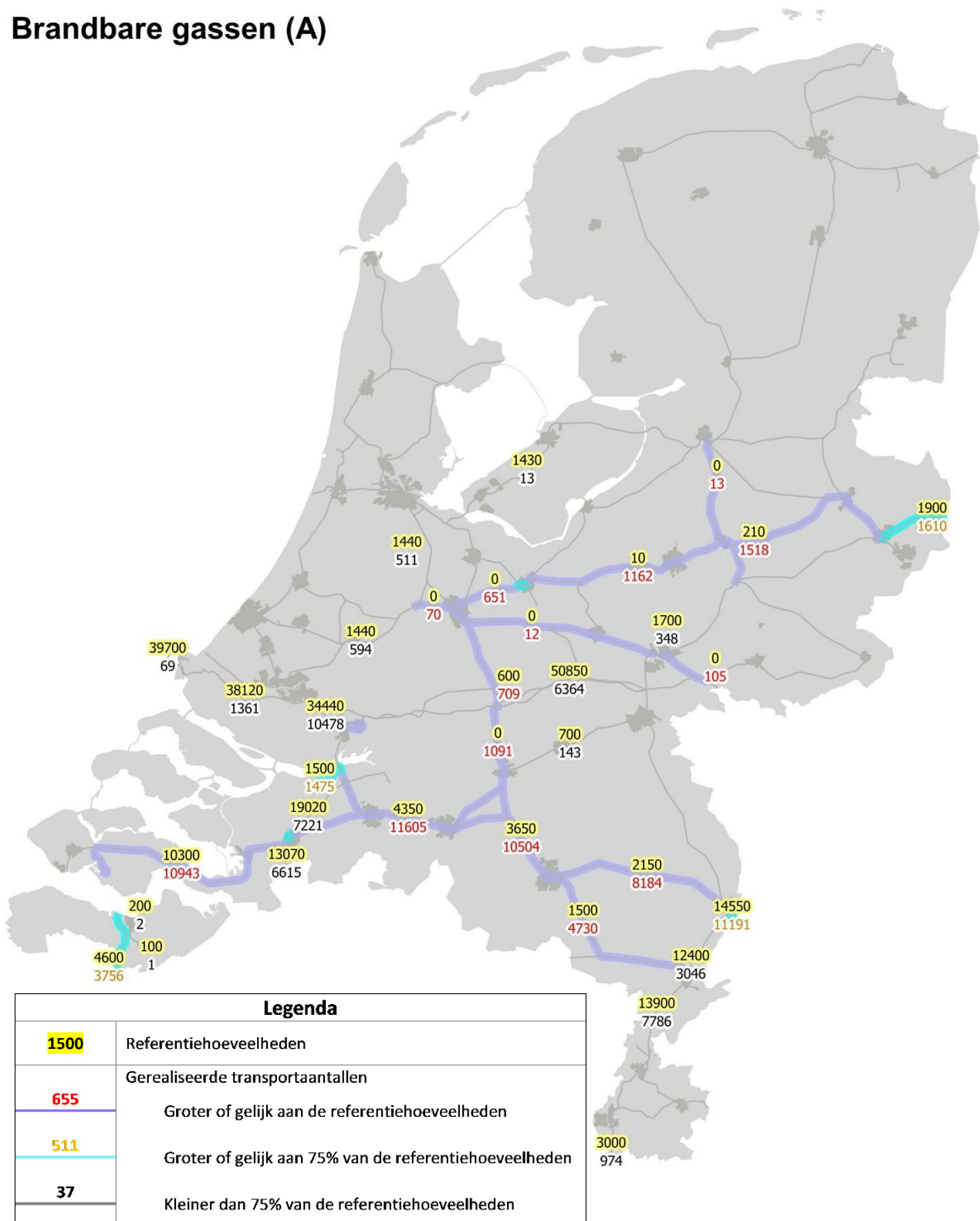
3. Realisatie

3.1. Vergelijking transportaantallen met Basisnet-aantallen

Ten behoeve van een analyse van mogelijke oorzaken van overschrijdingen van de risicoplafonds worden in de figuren 5 t/m 10 voor elke stofcategorie de gerealiseerde vervoershoeveelheden vergeleken met de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd. Merk op dat het feit dat de gerealiseerde vervoershoeveelheden op een bepaald traject groter zijn dan de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd, nog niet hoeft te betekenen dat dan ook de risicoplafonds worden overschreden. Een grotere hoeveelheid in één of meer stofcategorieën op een bepaald traject kan worden gecompenseerd door een lagere hoeveelheid in één of meer andere stofcategorieën. Ook maakt de toepassing van veiligheidsmaatregelen meer vervoer mogelijk zonder dat het risico toeneemt.

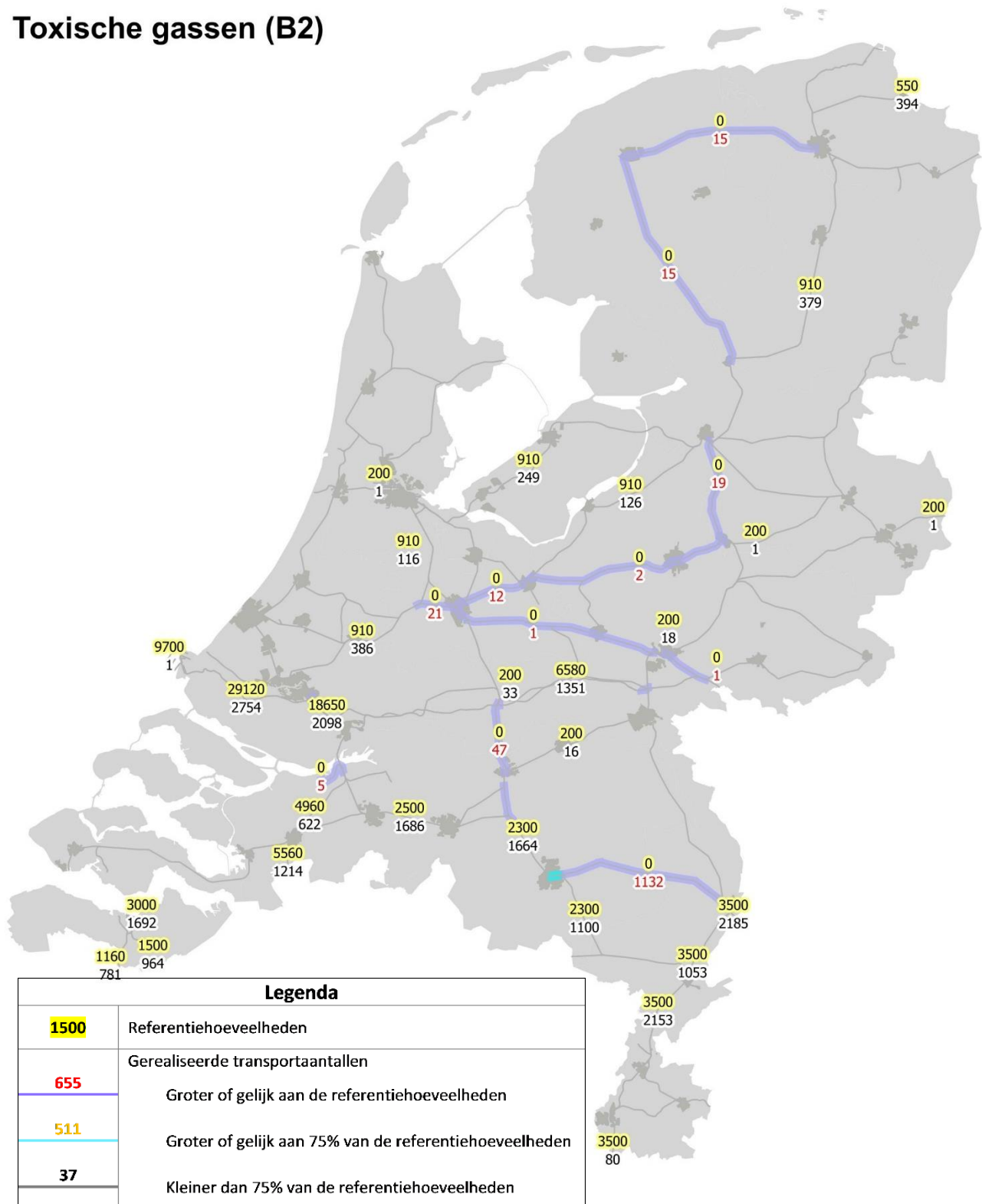
De gerealiseerde transporten per traject worden getoond in de bijlage.

Brandbare gassen (A)



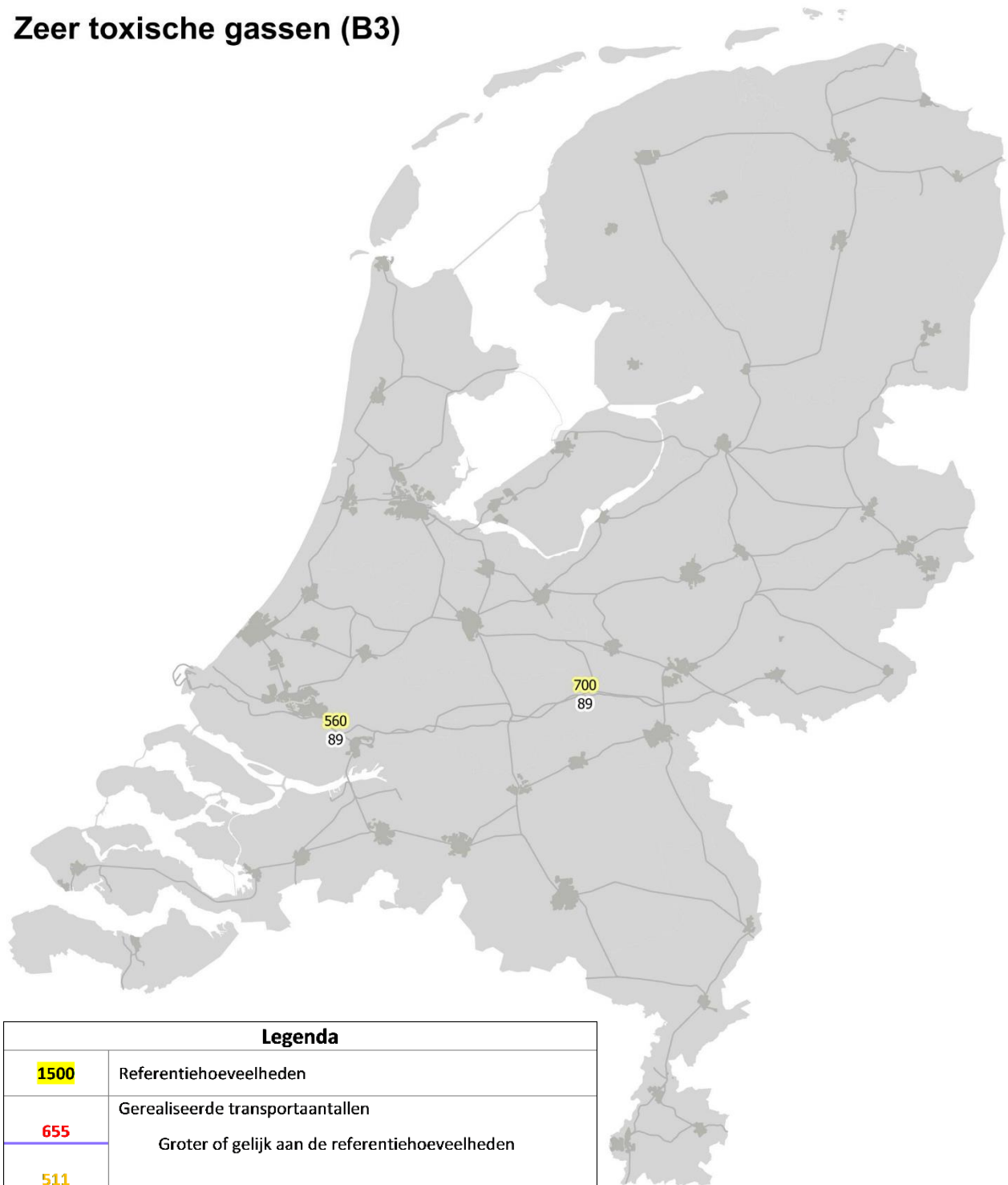
Figuur 5: Transportgegevens stofcategorie A

Toxische gassen (B2)



Figuur 6 : Transportgegevens stofcategorie B2

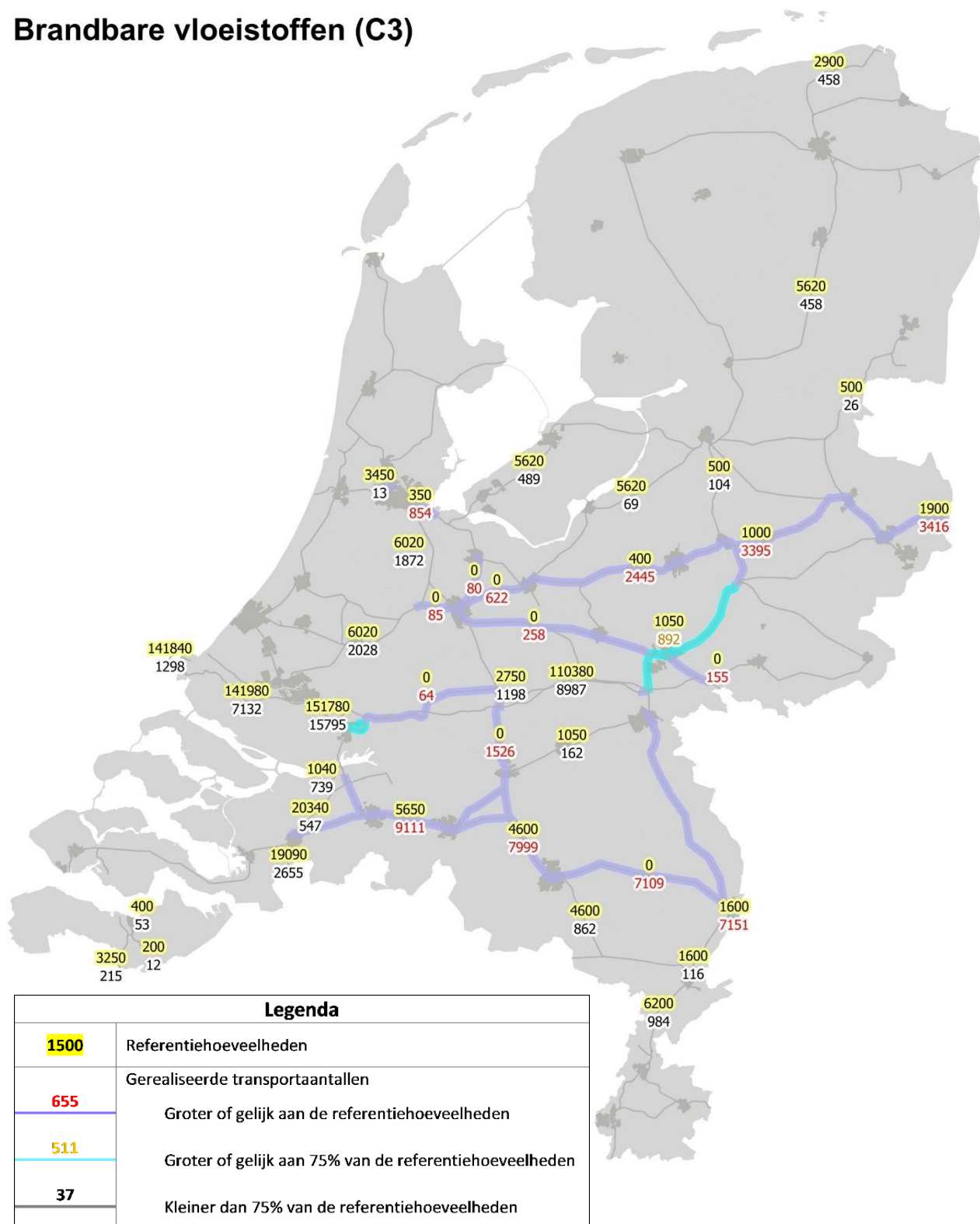
Zeer toxische gassen (B3)



Legenda	
1500	Referentiehoeveelheden
Gerealiseerde transportaantallen	
655	Groter of gelijk aan de referentiehoeveelheden
511	Groter of gelijk aan 75% van de referentiehoeveelheden
37	Kleiner dan 75% van de referentiehoeveelheden

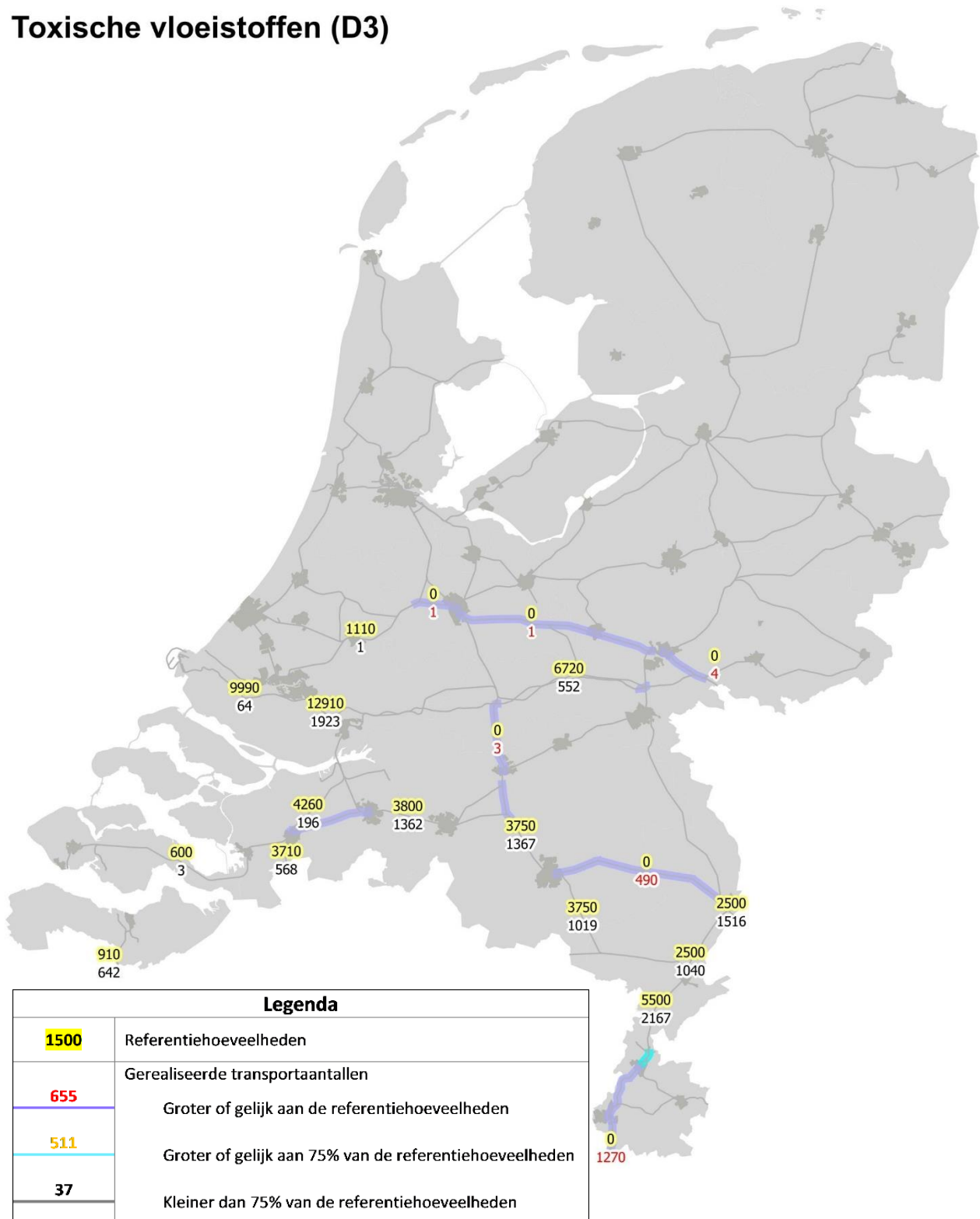
Figuur 7 : Transportgegevens stofcategorie B3

Brandbare vloeistoffen (C3)



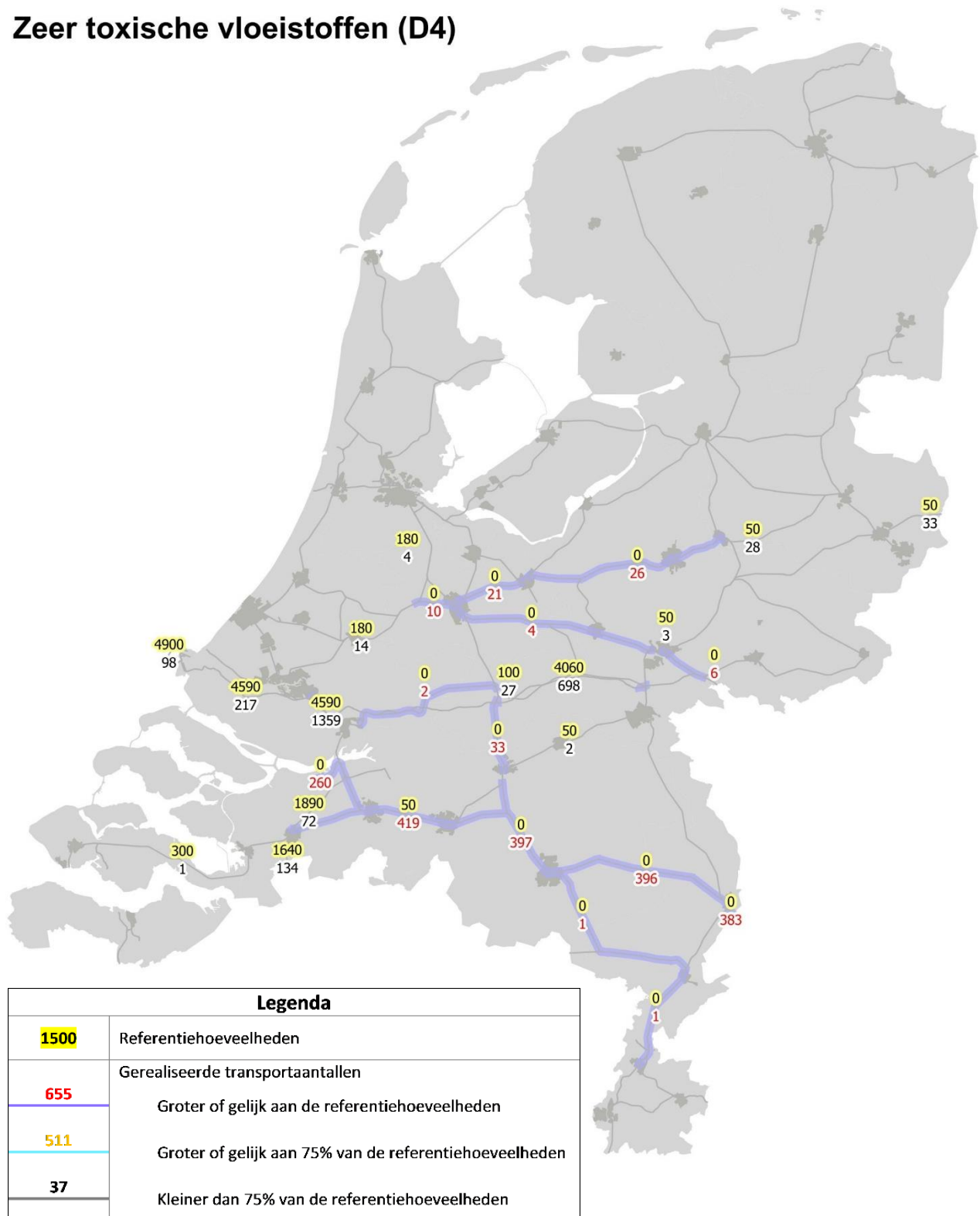
Figuur 8 : Transportgegevens stofcategorie C3

Toxische vloeistoffen (D3)



Figuur 9 : Transportgegevens stofcategorie D3

Zeer toxische vloeistoffen (D4)



Figuur 10 : Transportgegevens stofcategorie D4

3.2. Vergelijking alternatieven “Betuweroute” per kwartaal

Vanwege de aanleg van een derde spoor op het Duitse deel van de Betuweroute is deze route verminderd beschikbaar voor goederentreinen. Dat betekent dat er treinen omgeleid worden over de grensovergangen Bentheim en Venlo. Deze paragraaf toont de transportveranderingen voor deze omleidingsroutes.

In het kader van het project ‘derde spoor’ is afgesproken dat elk kwartaal het vervoer over de omleidingsroutes vergeleken zal worden met de risicoplafonds Basisnet. Daarom wordt in paragraaf 3.2.1. specifiek voor de omleidingsroutes de huidige realisatieperiode (1-1-2019 t/m 31-12-2019) vergeleken met de vorige realisatieperiode (1-10-2018 t/m 30-09-2019).

Vervolgens worden in paragraaf 3.2.2 de realisaties van de afgelopen twaalf kwartalen voor de volgende omleidingsroutes met elkaar vergeleken:

- De Brabantroute: vanaf Kijfhoek, via Breda en Eindhoven naar Venlo
- Zutphen – Deventer – Hengelo – Duitse grens
- Arnhem – Zutphen – Hengelo (via Delden)

Hierbij wordt begonnen bij het eerste kwartaal van 2015. Het gaat hier dus specifiek om de realisaties per kwartaal, niet om jaarrealisaties zoals in de rest van het rapport.

3.2.1. Vergelijking 2019 (Q1-Q4) en 2018-Q4 - 2019-Q3

Figuren 11 t/m 13 geven een overzicht van de trajecten waar risicoplafonds worden overschreden in vergelijking met de vorige realisatieperiode. Per figuur wordt één van de risicoplafonds behandeld. In deze figuren zijn aangegeven:

- **Aanhoudende overschrijding**
De trajecten waarop zowel in de vorige realisatieperiode P_0 (1-10-2018 t/m 30-09-2019) als in de huidige periode P_1 (1-1-2019 t/m 31-12-2019) sprake is van overschrijding van de risicoplafonds. Deze trajecten zijn rood gekleurd.
- **Nieuwe overschrijdingen**
De trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-10-2018 t/m 30-09-2019) geen sprake was van overschrijding van de risicoplafonds maar in de huidige periode P_1 1-1-2019 t/m 31-12-2019) wel. Deze trajecten zijn oranje gekleurd.
- **Geen overschrijding meer**
Trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-10-2018 t/m 30-09-2019) sprake was van overschrijding van de risicoplafonds maar in de huidige periode P_1 (1-1-2019 t/m 31-12-2019) niet meer. Deze trajecten zijn groen gekleurd.

Vergelijking overschrijding risicoplafond 10^{-6} met vorige periode



Figuur 11: Vergelijking overschrijding risicoplafond 10^{-6} met vorige periode

Vergelijking overschrijding risicoplafond 10⁻⁷ met vorige periode



Figuur 12: Vergelijking overschrijding risicoplafond 10⁻⁷ met vorige periode

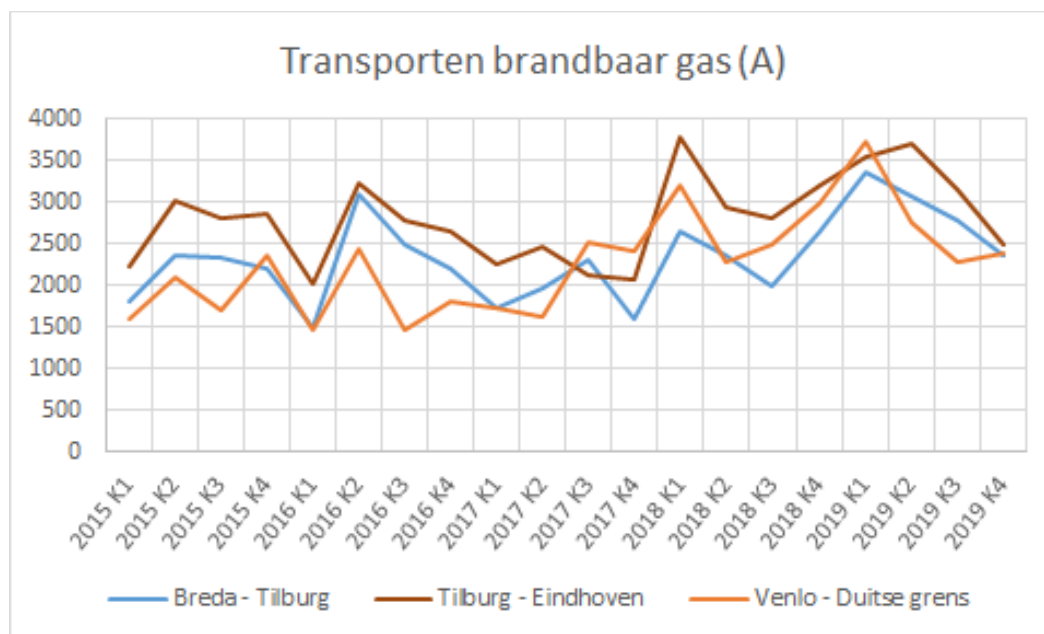
Vergelijking overschrijding risicoplafond 10-8 met vorige periode



Figuur 13: Vergelijking overschrijding risicoplafond 10⁻⁸ met vorige periode

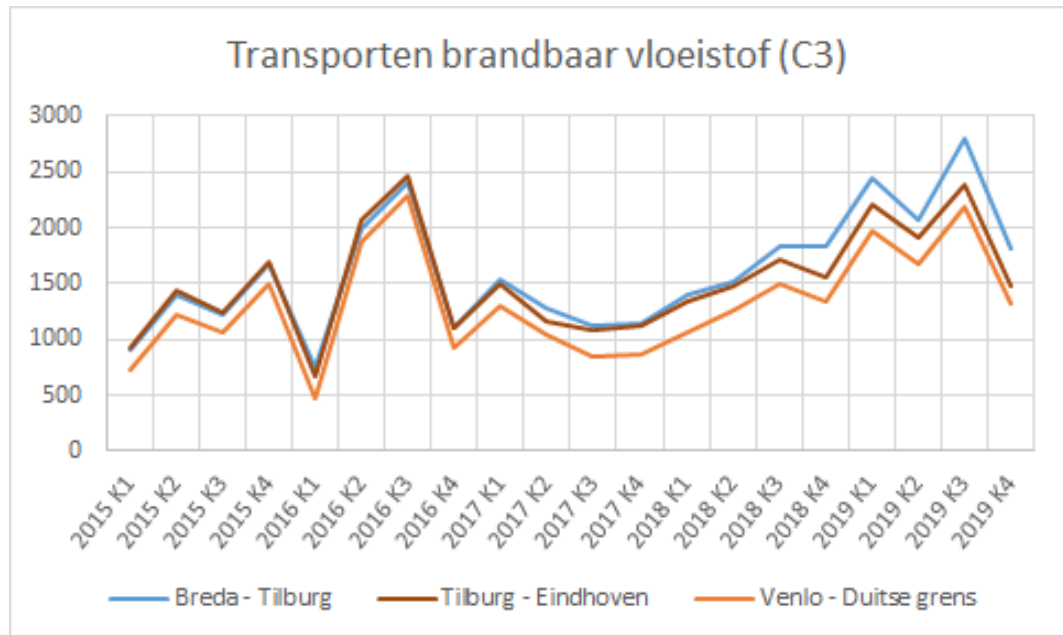
3.2.2. Vergelijking omleidingsroutes van de Betuweroute

Het verloop van het transport van brandbare gassen (A) over de Brabantroute is weergegeven in figuur 14. Uit de figuur blijkt dat het transport van brandbare gassen tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitse grens het afgelopen kwartaal is afgenomen.



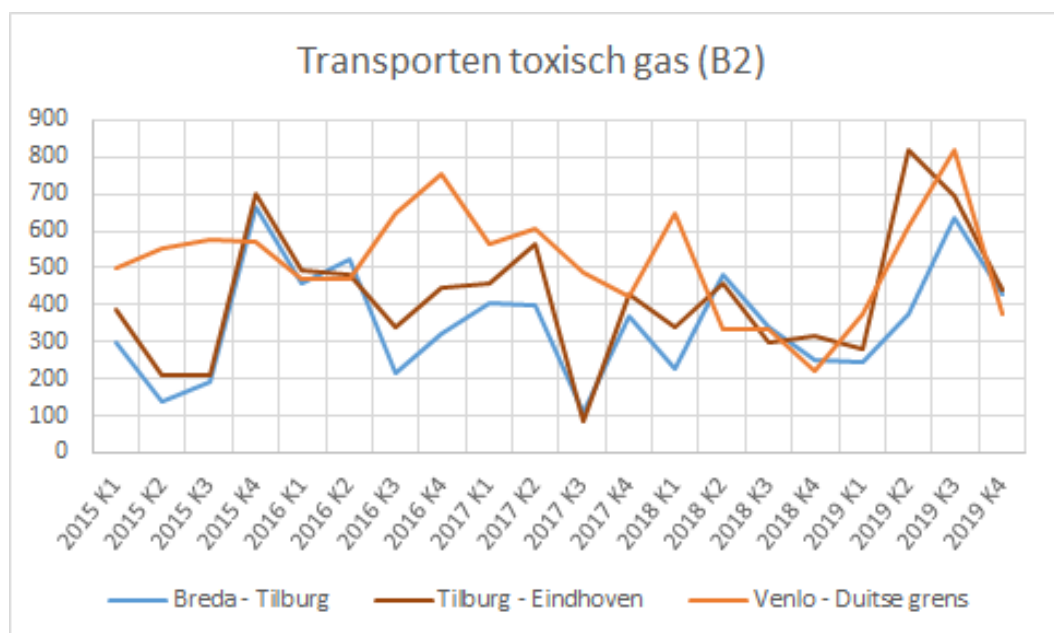
Figuur 14. Verloop transporten brandbare gassen tussen Breda, Eindhoven en Venlo (Brabantroute)

Figuur 15 toont het vervoer van C3 (brandbare vloeistof) over de Brabantroute. Uit de figuur blijkt dat het transport van brandbare vloeistoffen tussen Breda en de Duitse grens het laatste kwartaal is afgenomen in vergelijking met het kwartaal hiervoor. De vervoershoeveelheid is het laatste kwartaal vrijwel gelijk aan die van het laatste kwartaal van 2018.



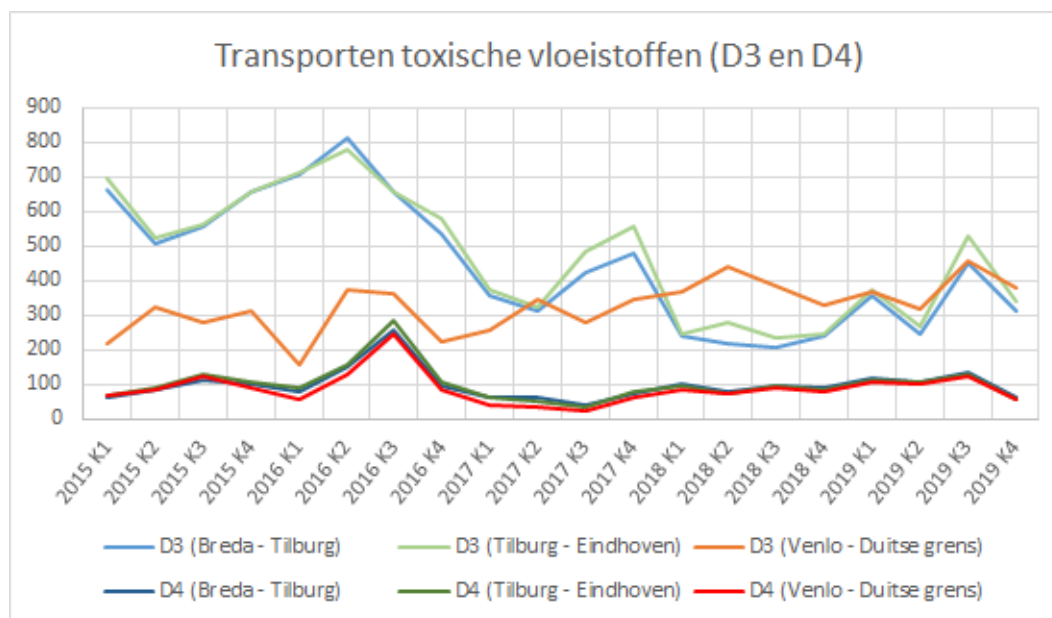
Figuur 15. Verloop transporten brandbare vloeistoffen tussen Breda, Eindhoven en Venlo

Figuur 16 toont het vervoer van B2 (toxisch gas) over de Brabantroute. Uit de figuur blijkt dat het transport van B2 in het laatste kwartaal is afgenomen tussen Breda en de Duitse grens. De vervoershoeveelheid is het laatste kwartaal groter in vergelijking met het laatste kwartaal van 2018.



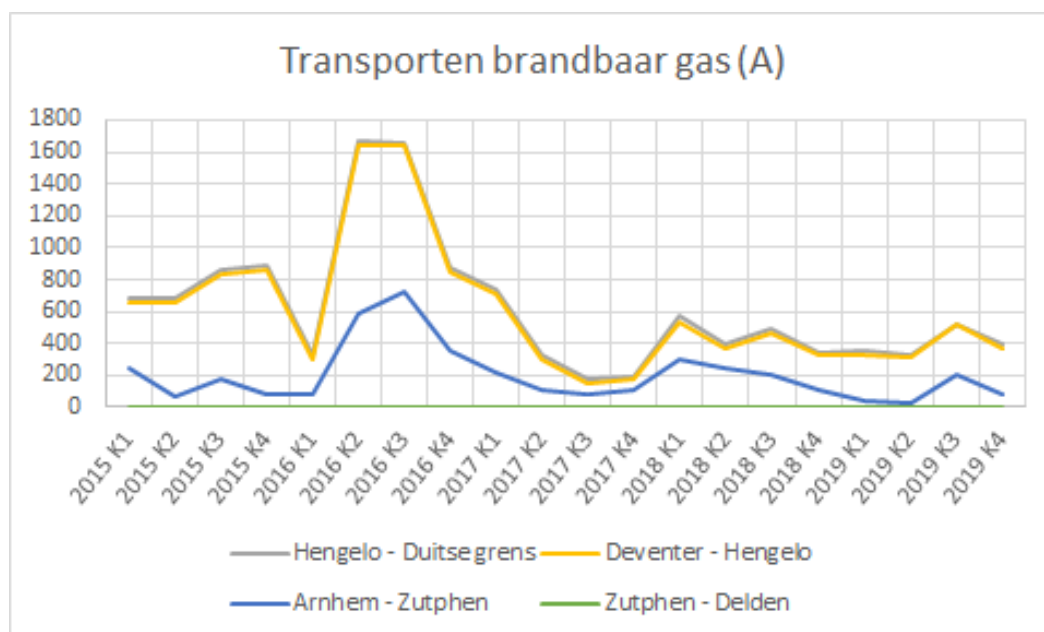
Figuur 16. Verloop transporten toxische gassen tussen Breda, Eindhoven en Venlo

Figuur 17 toont het vervoer van D3 (toxische vloeistof) en D4 (zeer toxische vloeistof) over de Brabantroute. Uit dit figuur blijkt dat het transport van D3 is afgenomen tussen Breda en Duitse grens ten opzichte van het vorige kwartaal. Het transport van D4 is ook het laatste kwartaal afgenomen ten opzichte van het vorige kwartaal.



Figuur 17. Verloop transporten toxische vloeistoffen tussen Breda, Eindhoven en Venlo

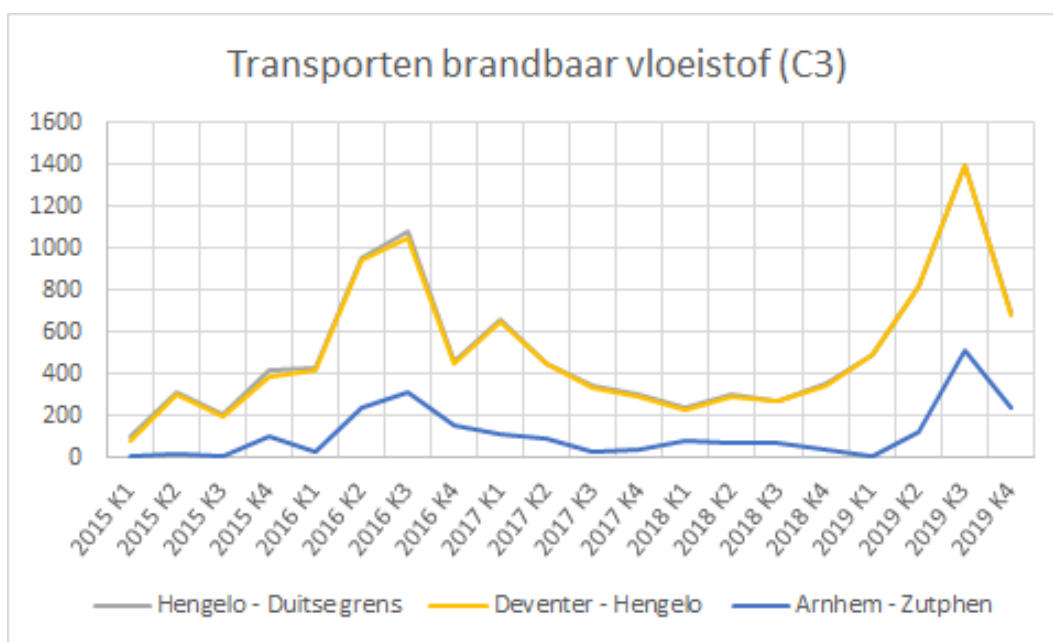
Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens (figuur 18) is een afname van het vervoer van brandbare gassen te zien in het laatste kwartaal ten opzichte van het voorgaande kwartaal. Ook op de route Arnhem – Zutphen is een afname te zien. De transportstroom tussen Arnhem en Zutphen gaat vooral via Deventer naar Duitsland.



Figuur 18. Verloop transporten brandbare gassen tussen Arnhem, Deventer en Hengelo

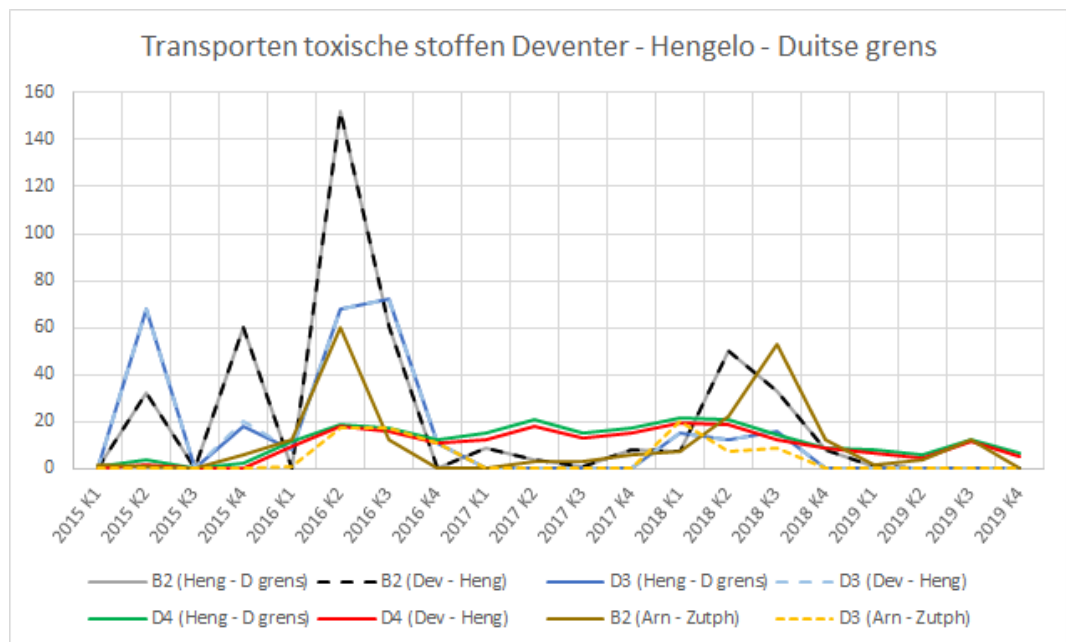
Slechts in één kwartaal heeft over de route Zutphen – Delden transport van gevaarlijke stoffen plaatsgevonden, te weten 20 ketelwagenequivalenten brandbare vloeistoffen (C3). Omdat er in de overige kwartalen geen enkel transport van gevaarlijke stoffen was, is deze route verder niet meer weergegeven in de navolgende figuren.

Figuur 19 toont het vervoer van C3 (brandbare vloeistof) over de routes Deventer – Hengelo – Duitse Grens en Arnhem - Zutphen. Uit de figuur blijkt dat het transport van brandbare vloeistoffen over de route Deventer – Hengelo – Duitse Grens is afgenomen in het afgelopen kwartaal. Ook over de route Arnhem - Zutphen is er een afname het afgelopen kwartaal te zien.



Figuur 19. Verloop het aantal transporten met brandbare vloeistoffen per kwartaal tussen Deventer – Hengelo – Duitse grens en Arnhem - Zutphen

Figuur 20 toont het vervoer van de stofcategorieën B2, D3 en D4 (allen toxische stoffen) over de route Deventer – Hengelo – Duitse grens en van de stofcategorieën B2 en D3 over de route Arnhem – Zutphen. Uit de figuur blijkt dat de vervoersaantallen van B2, D3 en D4 minder is dan 20 ketelwagenequivalenten per kwartaal in de afgelopen vier kwartalen. Voor alle stof categorieën en routes is er een afname te zien ten opzichte van het vorige kwartaal.



Figuur 20. Verloop van het aantal transporten met toxische stoffen per kwartaal tussen Deventer – Hengelo – Duitse grens

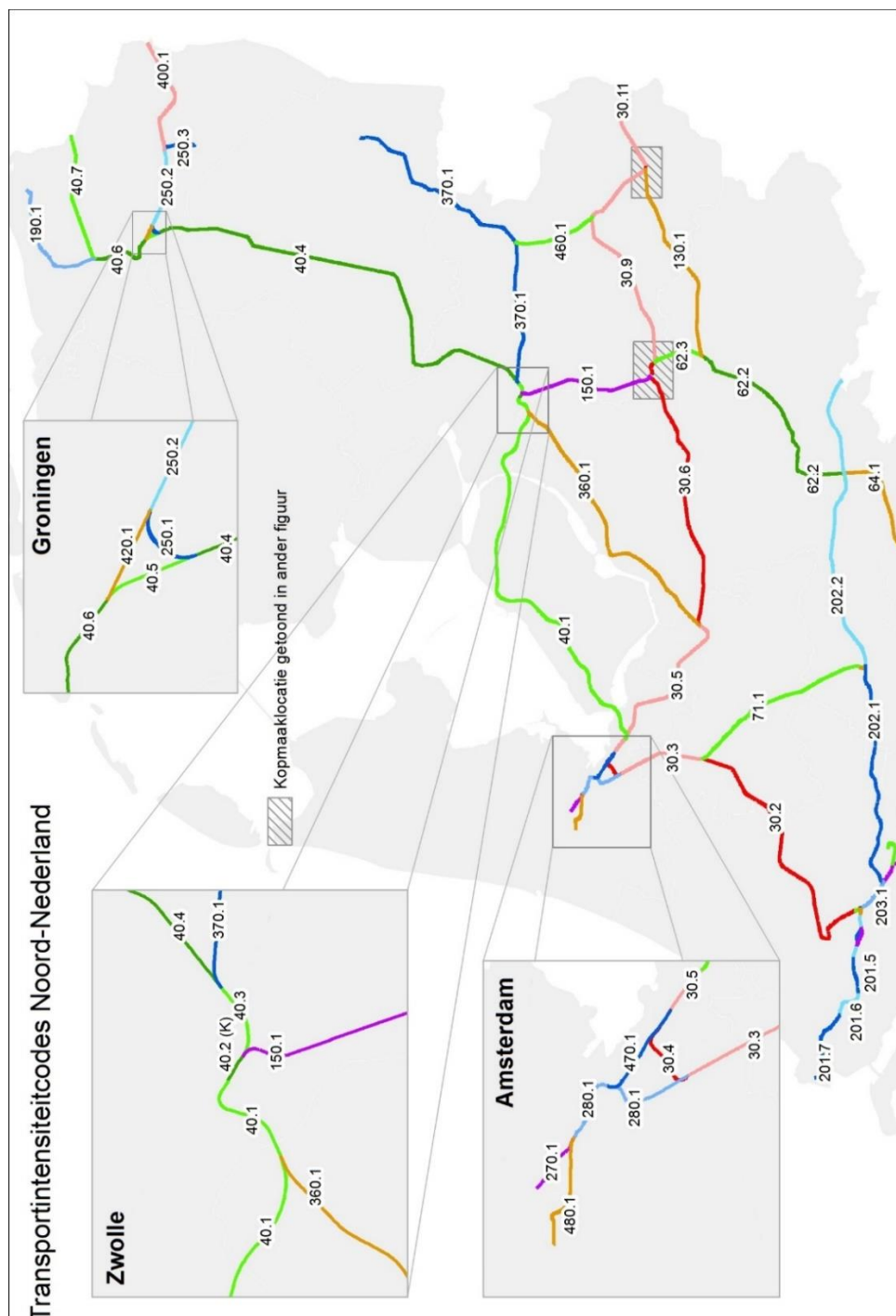
Uit de bovenstaande analyse is het volgende te concluderen:

- Voor alle routes en alle stofcategorieën is een afname te zien van het aantal transporten ten opzichte van het vorige kwartaal.
- Op de route tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en de Duitse grens is het transport van brandbare gassen (A) in het vierde kwartaal van 2019 afgenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal en ten opzichte van het laatste kwartaal van 2018. De transportaantallen per kwartaal op deze routes zijn het afgelopen jaar niet lager dan 2400 en niet hoger dan 3750 ketelwagenequivalenten.
- Het transport van brandbare vloeistoffen (C3) tussen Breda en de Duitse grens is het laatste kwartaal afgenomen in vergelijking met het kwartaal hiervoor. De transportaantallen van het laatste kwartaal zijn ongeveer gelijk aan de aantallen van het laatste kwartaal in 2018.
- Op de Brabantroute is het transport van toxische gassen (B2) tussen Breda en de Duitse grens in het vierde kwartaal van 2019 afgenomen in vergelijking met het voorgaande kwartaal. Op deze routes zijn de transportaantallen B2 hoger in vergelijking met de aantallen van het laatste kwartaal in 2018.
- Het aantal transporten met de stofcategorie D3 (toxische vloeistoffen) tussen Breda en de Duitse grens is het laatste kwartaal toegenomen. Het aantal transporten met de stofcategorie D4 (zeer toxische vloeistoffen) is ook afgenomen, al is deze daling minder sterk in vergelijking met de daling van D3.
- Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens is een afname van het vervoer van brandbare gassen (A) te zien in het laatste kwartaal van 2019 ten opzichte van de voorgaande kwartalen. Op deze routes zijn de transportaantallen A ongeveer gelijk in vergelijking met de aantallen van het laatste kwartaal in 2018.
- Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens neemt het transport van brandbare vloeistoffen (C3) af in het vierde kwartaal van 2019 ten opzichte van de voorgaande kwartalen. Op deze routes zijn de transportaantallen C3 hoger in vergelijking met de aantallen van het laatste kwartaal in 2018.
- Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens was het transport van toxische gassen (B2) en toxische vloeistoffen (D3) het vorige beschouwde kwartaal nul en blijft deze nul. Het transport van zeer toxische vloeistoffen (D4) neemt voor deze route af in het vierde kwartaal van 2019 ten opzichte van het voorgaande kwartaal. De hoeveelheid transporten van de zeer toxische vloeistoffen (D4) is over het jaar gezien lager dan de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.
- Op de route tussen Arnhem en Zutphen is het transport van brandbare gassen (A) en brandbare vloeistoffen (C3) in het vierde kwartaal van 2019 afgenomen ten opzichte van de voorgaande kwartalen. Op deze route zijn de vervoershoeveelheden over het jaar gezien lager dan de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd. Ook voor alle toxische stofcategorieën zijn de vervoershoeveelheden over het jaar gezien lager dan de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.
- Op de route Zutphen – Delden zijn de vervoershoeveelheden over het jaar gezien kleiner dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (allen 0). Op deze route worden de risicoplafonds dan ook niet overschreden.

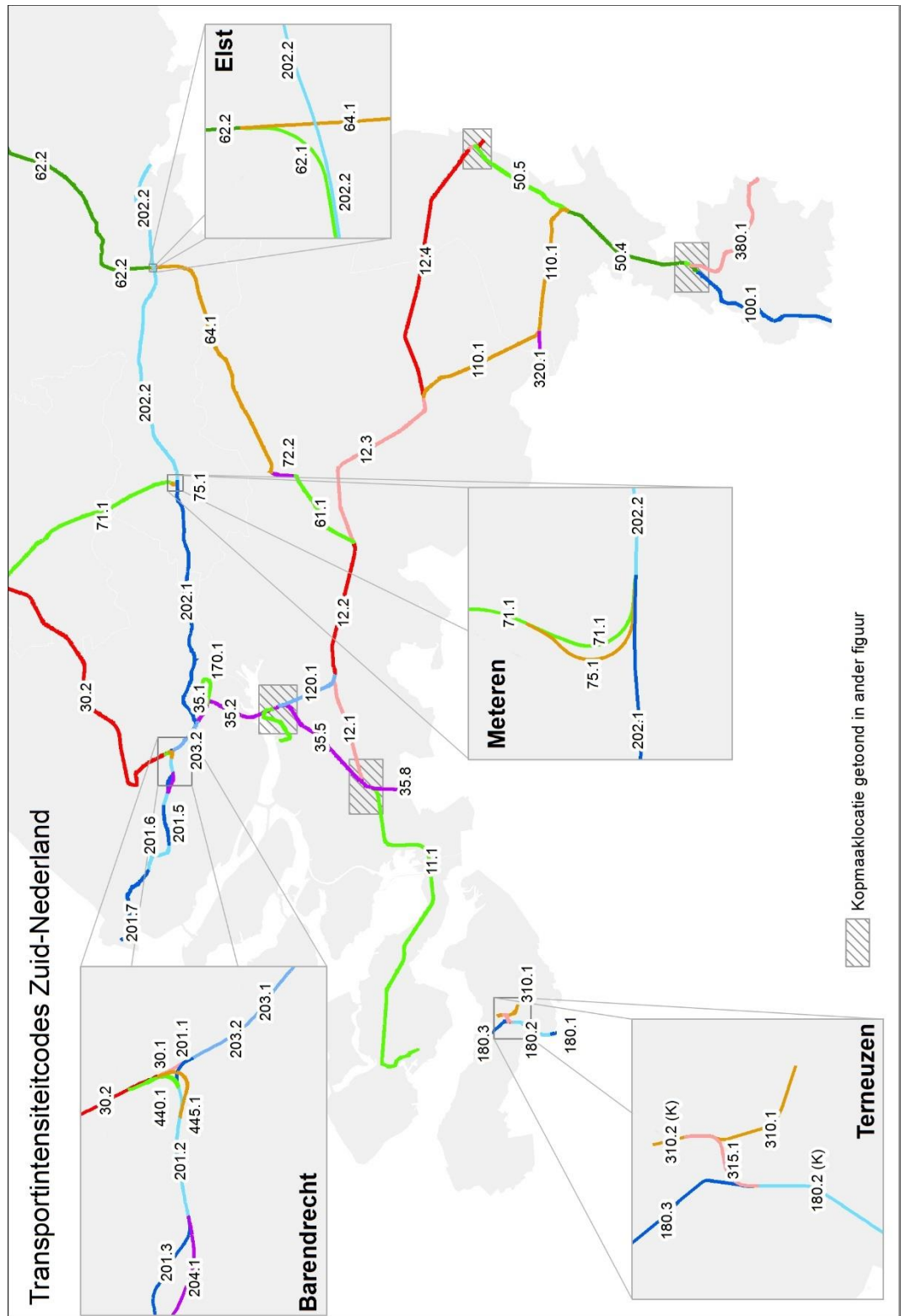
4. Bijlagen

4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en transportintensiteitcodes

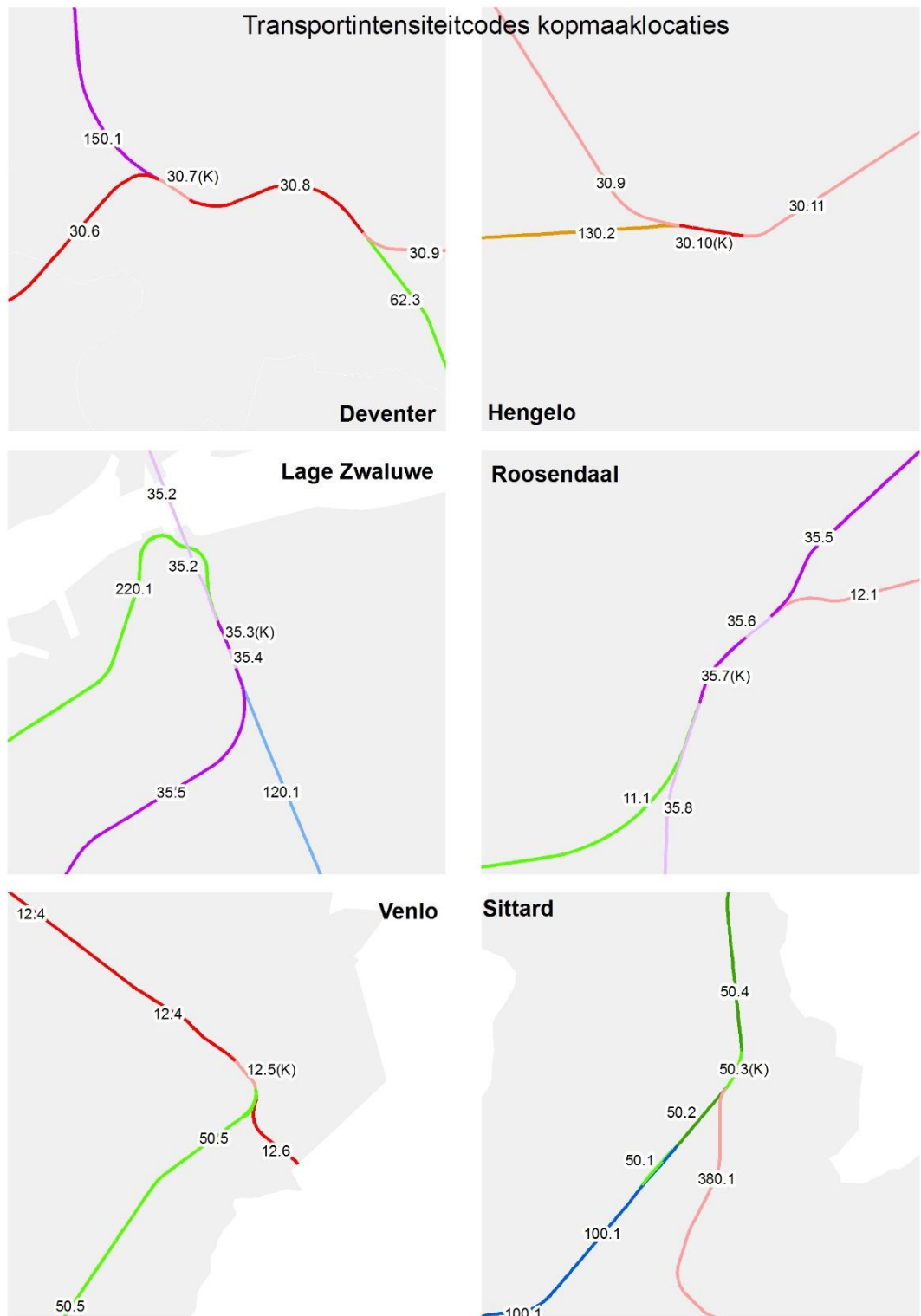
De figuren 21 en 22 tonen de routecodering (getal voor de '.') en transportintensiteitcodes (getal na de '.') die zijn gedefinieerd voor het Basisnet. Deze codes geven aan waar de basisnet vervoershoeveelheden gelijk zijn. Over de route met code ##.6 gelden dus uniforme vervoershoeveelheden en over de navolgende route ##.7 hebben de vervoershoeveelheden een andere samenstelling.



Figuur 21. Transportintensiteitcodes Basisnet Spoor Noord-Nederland



Figuur 22. Transportintensiteitcodes Zuid-Nederland



Figuur 23. Locaties kopmaaktrajecten behorende bij figuren 21 en 22

4.2. Overzicht vervoerscijfers

In tabel 4 zijn alle trajecten opgenomen waar vervoer van gevaarlijke stoffen over kan plaatsvinden. Alle transportwaarden van het basisnet en de gerealiseerde intensiteiten zijn weergegeven in ketelwagenequivalenten. Containers met brandbare stoffen tellen als ½ ketelwagenequivalent, containers met toxische stoffen tellen als ⅓ ketelwagenequivalent. Van trajecten waar de risicoplafonds worden overschreden zijn de namen van de trajecten overeenkomstig figuur 1 gekleurd: overschrijding van de 10^{-6} - (rood), van de 10^{-7} - (oranje) en van de 10^{-8} afstand (geel).

Tabel 4. De transportwaarden van het basisnet (BN) en de gerealiseerde intensiteiten (R)																	
Overschrijding 10^{-6}		Overschrijding 10^{-7}		Overschrijding 10^{-8}		A		B2		B3		C3		D3		D4	
BN-ID	Naam	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R
11.1	Sloehaven - Roosendaal West	10300	10943	600	0	0	0	2700	0	600	3	300	1				
12.1	Roosendaal Oost - Breda aansl.	4350	10029	2500	544	0	0	1450	2188	50	359	50	64				
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	4350	11605	2500	1686	0	0	5650	9111	3800	1362	50	419				
12.3a	Tilburg aansl. - Boxtel	3650	10390	2300	1642	0	0	4600	7702	3750	1366	0	390				
12.3b	Boxtel - Eindhoven	3650	10504	2300	1664	0	0	4600	7999	3750	1367	0	397				
12.3c	Eindhoven - Tongelre aansl.	3650	12914	2300	2232	0	0	4600	7975	3750	1509	0	397				
12.4	Tongelre aansl. - Venlo	2150	8184	0	1132	0	0	0	7109	0	490	0	396				
12.5	Venlo - Venlo Oost	26950	14095	7000	3282	0	0	3200	7267	5000	2541	0	383				
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	14550	11191	3500	2185	0	0	1600	7151	2500	1516	0	383				
30.1	Barendrecht aansl. - Barendrecht vork 2	360	43	550	0	0	0	4400	805	750	1	0	8				
30.2	Barendrecht vork 2 - Breukelen aansl.	1440	594	910	386	0	0	6020	2028	1110	1	180	14				
30.3	Breukelen aansl. - Duivendrecht	2040	524	1110	366	0	0	8770	2612	1310	0	280	4				
30.4	Duivendrecht - Diemen	1440	524	910	366	0	0	5670	2612	1110	0	180	4				
30.5a	Diemen - Weesp	1440	524	910	365	0	0	6020	2441	1110	0	180	4				
30.5b	Weesp - Amersfoort	1440	511	910	116	0	0	6020	1872	1110	0	180	4				
30.5c	Amersfoort - Amersfoort Oost	1440	1162	910	128	0	0	6020	2514	1110	0	180	26				
30.6	Amersfoort Oost - Deventer West	10	1162	0	2	0	0	400	2445	0	0	0	26				
30.7	Deventer West - Deventer	10	1174	0	21	0	0	900	2549	0	0	0	26				
30.8	Deventer - Deventer Oost	410	1923	400	21	0	0	1100	4385	100	0	100	31				
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	210	1518	200	1	0	0	1000	3395	50	0	50	28				
30.10	Hengelo West - Hengelo Oost	1920	1620	200	1	0	0	2000	3417	50	0	50	33				
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)	1900	1610	200	1	0	0	1900	3416	50	0	50	33				
35.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht	16560	10138	4760	1769	50	0	22220	10335	6810	1202	1990	912				
35.2	Dordrecht - Moerdijk racc. aansl.	16560	10137	4760	1769	50	0	20220	8023	6810	1202	1290	686				

Tabel 4. De transportwaarden van het basisnet (BN) en de gerealiseerde intensiteiten (R)																	
Overschrijding 10 ⁻⁶		Overschrijding 10 ⁻⁷		Overschrijding 10 ⁻⁸		A		B2		B3		C3		D3		D4	
BN-ID	Naam	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R
35.3	Moerdijk racc. aansl. - Lage Zwaluwe	21660	11508	5960	1774	50	0	26660	8800	8010	1200	1890	947				
35.4	Lage Zwaluwe - Zevenbergschenhoek aansl.	20020	8813	5960	1764	50	0	24940	7484	8010	1199	1890	427				
35.5	Zevenbergschenhoek aansl. - Roosendaal Oost	19020	7221	4960	622	50	0	20340	547	4260	196	1890	72				
35.6	Roosendaal Oost - Roosendaal	23370	17250	6160	1166	50	0	21790	2734	4310	555	1940	136				
35.7	Roosendaal - Roosendaal West	23370	17665	6160	1214	50	0	21790	2743	4310	571	1940	136				
35.8	Roosendaal West - Essen (B)	13070	6615	5560	1214	50	0	19090	2655	3710	568	1640	134				
40.1	Weesp - Zwolle	1430	13	910	249	0	0	5620	489	1110	0	180	0				
40.2	Zwolle - Zwolle Oost	1430	20	910	413	0	0	6620	620	1110	0	180	0				
40.3	Zwolle Oost - Herfte aansl.	1430	0	910	394	0	0	6120	484	1110	0	180	0				
40.4	Herfte aansl. - Haren aansl.	1430	0	910	379	0	0	5620	458	1110	0	180	0				
40.5	Haren aansl. - Groningen Oost	350	0	550	379	0	0	4000	458	750	0	0	0				
40.6	Groningen Oost - Sauwerd	2100	0	550	394	200	0	12750	458	750	0	0	0				
40.7	Sauwerd - Delfzijl	2100	0	550	394	200	0	9850	0	750	0	0	0				
40.8	Delfzijl - Delfzijl Industrieterrein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
50.1	Lutterade racc. DSM - Lutterade	15900	8687	3500	2233	0	0	6200	984	5500	3437	0	1				
50.2	Lutterade - Sittard aansl.	18900	9618	7000	2313	0	0	6600	984	5500	4707	0	1				
50.3	Sittard aansl. - Sittard	21570	9562	7000	2313	0	0	6600	984	5500	4452	0	1				
50.4	Sittard - Roermond	13900	7786	3500	2153	0	0	6200	986	5500	2167	0	1				
50.5	Roermond - Venlo Oost	12400	3046	3500	1053	0	0	1600	116	2500	1040	0	0				
61.1	Tilburg aansl. - Vught	700	1206	200	44	0	0	1050	1407	50	4	50	29				
62.1	Elst noordwestboog - Ressen Noord	1000	298	0	2	0	0	0	632	0	3	0	3				
62.2	Ressen Noord - Zutphen Twentekanaal aansl.	1700	348	200	18	0	0	1050	892	50	3	50	3				
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	200	348	200	18	0	0	100	892	50	0	50	3				
64.1	Den Bosch Diezebrug aansl. - Ressen Noord	700	143	200	16	0	0	1050	162	50	0	50	2				
71.1a	Breukelen - Utrecht Noord	600	0	200	1	0	0	2750	669	200	0	100	0				
71.1b	Utrecht Noord - Lunetten	600	721	200	34	0	0	2750	1456	200	1	100	31				
71.1c	Lunetten - Betuweroute Meteren	600	709	200	33	0	0	2750	1198	200	0	100	27				
72.2	Den Bosch Diezebrug aansl. - Vught	700	1284	200	66	0	0	1050	1704	50	5	50	35				
75.1	Betuweroute aansl. Noord - Betuweroute Meteren	600	12	200	0	0	0	2750	345	200	0	100	1				
100.1	Lutterade - Visé (B)	3000	974	3500	80	0	0	400	0	0	1270	0	0				
110.1	Eindhoven - Roermond	1500	4730	2300	1100	0	0	4600	862	3750	1019	0	1				

Tabel 4. De transportwaarden van het basisnet (BN) en de gerealiseerde intensiteiten (R)																	
Overschrijding 10 ⁻⁶		Overschrijding 10 ⁻⁷		Overschrijding 10 ⁻⁸		A		B2		B3		C3		D3		D4	
BN-ID	Naam	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	1000	1592	2300	1142	0	0	4600	6940	3750	1003	0	355				
130.1	Zutphen Twentekanaal aansl. - Delden	1700	0	200	0	0	0	1050	0	50	0	50	0				
130.2	Delden - Hengelo West	1910	113	200	0	0	0	1100	24	50	0	50	5				
150.1	Deventer West - Zwolle Oost	0	13	0	19	0	0	500	104	0	0	0	0				
170.1	Dordrecht - Industriegebied De Staart	0	1	0	0	0	0	2000	1577	0	0	700	225				
180.1	Zelzate (B) - Sas van Gent	4600	3756	1160	781	0	0	3250	215	910	642	80	0				
180.2	Sas van Gent - Sluiskil aansl.	4600	3758	2160	1151	0	0	3250	361	910	642	80	0				
180.3	Sluiskil aansl. - Sluiskil racc. Dow Chemical	4600	3757	660	185	0	0	3250	288	910	642	80	0				
190.1	Sauwerd - Roodeschool	0	0	0	0	0	0	2900	458	0	0	0	0				
201.1	Barendrecht aansl. - Barendrecht vork	34630	1942	17720	3160	580	89	144480	17167	5695	1655	4760	744				
201.2	Barendrecht vork - Waalhaven Zuid Oost	35150	1471	17470	2814	540	89	138890	17348	11390	1655	2455	758				
201.3	Waalhaven Zuid Oost - Waalhaven Zuid West	17080	445	9010	312	280	0	67070	5269	5870	121	2530	530				
201.4	Waalhaven Zuid West - Pernis	33130	1126	17470	2835	540	89	130110	14421	11390	1616	4910	334				
201.5	Pernis - Botlek	32680	937	18120	2732	560	89	128550	12780	11820	1499	5100	249				
201.6	Botlek - Europoort	38120	1361	29120	2754	0	0	141980	7132	9990	64	4590	217				
201.7	Europoort - Maasvlakte	39700	69	9700	1	0	0	141840	1298	10660	0	4900	98				
202.1	Kijfhoek - Betuweroute Meteren	50920	5985	6240	1336	730	89	111880	8025	6380	549	3920	691				
202.2	Betuweroute Meteren - Emmerich (D)	50850	6364	6580	1351	700	89	110380	8987	6720	552	4060	698				
203.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Kijfhoek	16560	10133	4760	1769	50	0	22220	10065	6810	1199	1990	911				
203.2	Kijfhoek - Barendrecht aansl.	34440	10478	18650	2098	560	89	151780	15795	12910	1923	4590	1359				
204.1	Waalhaven Zuid Oost - Waalhaven Zuid West	33130	1009	17470	2555	540	89	130110	11653	11390	1534	4910	222				
205.1	Maasvlakte - Yangtzehaven Noord	39700	1277	9700	154	0	0	141840	4632	10660	64	4900	216				
206.1	Maasvlakte Noordwesthoek - Yangtzehaven Zuid	39700	0	9700	0	0	0	141840	391	10660	0	4900	0				
220.1	Moerdijk racc. - Moerdijk racc. aansl.	1500	1475	0	5	0	0	1040	739	0	0	0	260				
250.1	Haren aansl. - Waterhuizen aansl.	1080	0	360	0	0	0	1620	0	360	0	180	0				
250.2	Waterhuizen aansl. - Veendam aansl.	2830	0	360	0	200	0	10370	0	360	0	180	0				
250.3	Veendam aansl. - Veendam	1080	0	360	0	0	0	1620	0	360	0	180	0				
270.1	Amsterdam Singelgracht - Amsterdam Westhaven	600	0	200	0	0	0	3450	1868	200	0	100	0				
280.1	Duivendrecht - Amsterdam Singelgracht	600	0	200	1	0	0	3450	1879	200	0	100	0				
310.1	Axel aansl. - Terneuzen Zuidzijde aansl.	100	1	1500	964	0	0	200	12	400	0	20	0				
310.2	Terneuzen Zuidzijde aansl. - Terneuzen	200	2	3000	1692	0	0	400	53	800	0	40	0				

Tabel 4. De transportwaarden van het basisnet (BN) en de gerealiseerde intensiteiten (R)																	
Overschrijding 10 ⁻⁶		Overschrijding 10 ⁻⁷		Overschrijding 10 ⁻⁸		A		B2		B3		C3		D3		D4	
BN-ID	Naam	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R
315.1	Terneuzen Zuidzijde aansl. - Sluiskil aansl.	100	1	1500	966	0	0	200	73	400	0	20	0				
320.1	Weert - Neerpelt (B)	1500	10	2300	0	0	0	4600	0	3750	110	0	0				
360.1	Amersfoort Oost - Hattem	1430	0	910	126	0	0	5620	69	1110	0	180	0				
370.1	Herfte aansl. - Emmen	0	0	0	0	0	0	500	26	0	0	0	0				
380.1	Sittard aansl. - Herzogenrath (D)	2670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
400.1	Veendam aansl. - Leer (D)	1750	0	0	0	200	0	8750	0	0	0	0	0				
420.1	Groningen Oost - Waterhuizen aansl.	1750	0	0	0	200	0	8750	0	0	0	0	0				
440.1	Rotterdam Lombardijen - Barendrecht vork	1080	545	360	386	0	0	2720	1029	360	0	180	6				
445.1	Rotterdam Lombardijen - Barendrecht vork 2	1080	10	360	0	0	0	2720	226	360	0	180	5				
460.1	Almelo - Mariënberg	0	0	0	0	0	0	500	1	0	0	0	0				
470.1	Amsterdam Muiderpoort - Diemen	0	0	0	0	0	0	350	854	0	0	0	0				
480.1	Amsterdam Singelgracht - Aziëhaven	300	0	200	1	0	0	3450	13	200	0	100	0				
72.1	Meteren Betuweroute Aansluiting - 's-Hertogenbosch Diezebrug Aansluiting	0	1091	0	47	0	0	0	1526	0	3	0	33				
72.3	Boxtel - Vught Aansluiting	0	78	0	22	0	0	0	297	0	1	0	6				
140	Utrecht - Amersfoort	0	651	0	12	0	0	0	622	0	0	0	21				
501.1	Dordrecht Industrierterrein - Geldermalsen aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	2				
502.1	Lage Zwaluwe - Oosterhout Weststad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
504.1	Lewedorp - Vlissingen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
505.1	De Kragge Aansluiting - De Kragge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
506.1	Terneuzen - Terneuzen Zuidzijde Aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
506.2	kopmaak terneuzen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
601.1	Amsterdam Sloterdijk - Haarlem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
601.2	Haarlem - Noordelijke splitsing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
601.3	Noorderlijke splitsing - Beverwijk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
602.1	Radarweg aansluiting - Hemtunnel aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
602.2	Uitgeest - Zaandam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
602.3	Hemtunnel Aansluiting - Zaandam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
603.1	Uitgeest - Den Helder	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
603.2	Uitgeest - Beverwijk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
603.3	Beverwijk - Beverwijk Hoogovens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
604.1	Zaandam - Hoorn Aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Tabel 4. De transportwaarden van het basisnet (BN) en de gerealiseerde intensiteiten (R)																	
Overschrijding 10 ⁻⁶		Overschrijding 10 ⁻⁷		Overschrijding 10 ⁻⁸		A		B2		B3		C3		D3		D4	
BN-ID	Naam	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R
604.2	Hoorn Aansluiting - Hoorn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
605.1	Heerhugowaard - Hoorn Aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
606.1	Rotterdam CS - Delfshavense Schiebrug Aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
606.2	Delfshavense Schiebrug Aansluiting - Schiedam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
606.3	Schiedam - Delft	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
606.4	Den Haag Hollands Spoor - Delft	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
606.5	Den Haag Hollands Spoor - Leiden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
606.6	Leiden - Zuidelijke splitsing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
606.7	Zuidelijke splitsing - Noordelijke splitsing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
607.1	Amsterdam Sloterdijk - Amsterdam Erasmusgracht Aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
609.1	Haarlem - Zandvoort	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
610.1	Zuidelijke splitsing - Haarlem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
611.1	Moordrecht Aansluiting - Alphen aan de Rijn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
612.1	Woerden - Alphen aan de Rijn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
612.2	Leiden - Alphen aan de Rijn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
613.1	Binckhorst - Gouda (Hoge Gouwe Brug)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
613.2	Den Haag Hollands Spoor - Binckhorst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
614.1	Amsterdam Westhaven - Radarweg aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
616.1	Delfshavense Schiebrug Aansluiting - Westelijke splitsing Blijdorp Aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
617.1	Watergraafsmeer West Aansluiting - Watergraafsmeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
619.1	Keverdijk - Muiderberg Aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
620.1	Den Haag Centraal - Binckhorst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
621.1	Ypenburg - Leidschendam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
622.1	Schiedam - Hoek van Holland Strand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
623.1	Feijenoord - IJsselmonde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
630.1	Den Haag Centraal - Laan van NOI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
631.1	Muiderstraatweg Aansluiting - Watergraafsmeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
632.1	Lelystad - Lelystad opstel terrein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
633.1	Kijfhoek Aansluiting Zuid - Rotterdam Lombardije	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
701.1	Utrecht v. Aansluiting – Bunnik	0	12	0	1	0	0	0	0	0	258	0	1	0	0	0	4

4.3. Begrippenlijst

Begrip	Omschrijving
PR-plafond	Plaatsgebonden risicoplafond. Zie verder Regeling Basisnet Bijlage II.
Plaatsgebonden risico	Risico op een plaats langs, op of boven een transportroute, uitgedrukt in een waarde voor de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval op die transportroute waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.
GR-plafond	Groepsrisico-plafond. Zie verder Regeling Basisnet Bijlage II.
Groepsrisico	Cumulatieve kansen per jaar per kilometer transportroute dat tien of meer personen in het invloedsgebied van een transportroute overlijden als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval op die transportroute waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.
Ketelwagen-equivalent	Alle transportwaarden van het basisnet en de gerealiseerde intensiteiten zijn in dit rapport weergegeven in ketelwagenequivalenten. Ketels tellen als 1 ketelwagenequivalent. Containers met brandbare stoffen tellen als ½ ketelwagenequivalent. Containers met toxische stoffen tellen als ¼ ketelwagenequivalent.
Wisseltoeslag	Indien er een wissel bij het spoor is wordt verondersteld dat de kans op een ongeluk hoger is. Dit wordt aangeduid met wisseltoeslag. Deze toeslag geldt 500 meter aan beide kanten van de wissel.
A	Stofcategorie Brandbare gassen
B2	Stofcategorie Toxische gassen
B3	Stofcategorie Zeer toxische gassen (Chloor)
C3	Stofcategorie Brandbare vloeistoffen
D3	Stofcategorie Toxische vloeistoffen
D4	Stofcategorie Zeer toxische vloeistoffen
RID	“Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses” (Reglement betreffende het internationale spoorwegvervoer van gevaarlijke goederen).

4.4. Notitie extra maatregelen

4.4.1. Inleiding

Bij de berekening van de risico's zoals gepresenteerd in het hoofdrapport is rekening gehouden met een aantal maatregelen die in 2015 al waren genomen, maar die voor 2015 niet in de monitoringsberekeningen zijn meegenomen.

In deze bijlage worden de maatregelen beschreven en uitgelegd hoe deze in de risicoberekening zijn meegenomen.

In het basisnet zijn de volgende situaties onderscheiden:

1. Standaardsituaties
2. Complexe situaties
3. Betuweroute
4. Havenspoorlijn

Voor de onderscheiden situaties zijn de volgende maatregelen bij het ontwerp van het basisnet vastgesteld en toegepast in dit rapport:

- Ad 1. Voor het doorgaande vervoer zijn geen risicoreducties gehanteerd, anders dan de reducties die zijn gekoppeld aan de eigenschappen Hoge/Lage snelheid, wissels/geen wissels.
- Ad 2. Voor complexe situaties is een werkafsprake gemaakt dat de hogere faalfrequentie die voor deze situaties geldt, gecompenseerd wordt met de risicoreductie door aangebrachte en aan te brengen ATBvv.
- Ad 3. Voor de Betuweroute is de faalfrequentie verlaagd met 25% voor ATBvv en 20% voor hotbox detectie. Daarop komt een reductie van 10% voor waardering van de effecten van ETCS level II. Totale reductie: 46% ($1 - 0.75 * 0.80 * 0.90$). Deze risicoreductie van 46% geldt zowel voor een traject zonder wissels als voor een traject met wissels.
- Ad 4. Voor de Havenspoorlijn is een reductie toegepast van 25% voor ATBvv en 20% voor hotbox detectie. Totale reductie: 40% ($1 - 0.75 * 0.80$). Deze risicoreductie geldt voor de gehele havenspoorlijn.

Complexe situaties zijn (conform de Uitgangspunten Risicoberekeningen Basisnet Spoor per 1 juni 2008): *...gedefinieerd als de locaties waar de vrije baan "wordt gecombineerd" met een stationsomgeving met een brede sporenbundel, gereduceerde snelheden en veel wissels en/of interactiemogelijkheden met het overige treinverkeer. Vaak is er ook sprake van doorgaande treinen, die enige tijd stilstaan. De ongevalskansen bij complexe situaties zullen vanwege de verhoogde kans op interacties (botsingen) hoger zijn dan voor de normale vrije baan.*

In het basisnetrekeningschema is dit, voor deze rekenexercitie, op de volgende manier verwerkt: Indien de breedte van de doorgaande spoorbundel groter is dan 25 meter en er een wisseltoeslag is toegekend wordt dit traject beschouwd als complexe situatie.

Bij de doorrekening van de realisatiecijfers is rekening gehouden met het risicoreducerende effect van de volgende maatregelen:

1. crashbuffers en overbuffering.
2. hotbox detectie.
3. ETCS level I
4. ATBvv (deels)

Hierbij is aangesloten bij communicatie tussen het RIVM en het ministerie van I en M. De maatregelen hotbox en ATBvv zijn alleen meegenomen bij niet complexe situaties. De maatregel "Spoorgeleiding" is nog niet meegenomen. De intentie is deze in de toekomst toe te voegen.

4.4.2. Beschrijving maatregelen

Bij het maken van de realisatieberekeningen is rekening gehouden met meerdere maatregelen. Deze zijn, wanneer van toepassing, toegepast op alle bij name genoemde sporen van het Basisnet, met uitzondering van de Havenspoorlijn en Betuweroute (zie paragraaf 4.4.1). In deze paragraaf wordt een korte beschrijving gegeven van elk van de maatregelen.

Crashbuffers en overbuffering

Uit [1]: Crashbuffers of -elementen zijn kreukelzones die een botsingsenergie van minimaal 800 kJ per wagonzijde kunnen absorberen. Om afname van de functionaliteit te voorkomen treedt een crashelement pas in werking bij snelheden boven de 12 km/uur. De crashbuffers verschillen qua uitvoering sterk per leverancier.

Crashbuffers zijn nu standaard voorgeschreven conform het RID voor meerdere stofsoorten (bijzondere bepaling bij RID tank TE22).

Uit [1]: Opklimbeveiliging betreft een voorziening aan een wagen die voorkomt dat een wagen na een botsing tegen een andere wagen "op klimt" waarna ladingcontainers beschadigd kunnen raken, bijvoorbeeld door een versterkt schot ter bescherming van de ketel tegen doorboring van een buffer.

Opklimbeveiliging is nu standaard voorgeschreven conform het RID voor een aantal stofsoorten (bijzondere bepaling bij RID tank TE25).

Hotbox detectie

Uit [1]: De Hotbox-detectiesystemen die in Nederland worden geplaatst meten met een infrarood optische detector de temperatuur van een aslager en de temperatuur van de wielband. Hete aslagers worden gemeten om problemen met assen te detecteren, voordat deze kunnen leiden tot een asbreuk. Hete wielen worden gemeten om vastgelopen remmen te detecteren.

ETCS level I

Uit [1]: Het treinbeheersingssysteem controleert de snelheid van de trein en grijpt als dat nodig is in door een koppeling met het remsysteem. Het ETCS (Europese standaard) zal het oude ATB-systeem (ATB-EG, werkt niet bij snelheden onder de 40 km/uur) vervangen.



Het ETCS systeem waarbij een systeem is geplaatst op de baan welke communiceert met een systeem op de trein. Dit systeem is Europees ingevoerd en werkt daarmee ook op buitenlandse treinen. Het systeem controleert de snelheid van de trein (met GSM-sigitaal) en corrigeert dit waar nodig.

ATBvv

Uit [1]: ATBvv controleert de snelheid van de trein en grijpt ook bij snelheden onder 40 km/uur in door een koppeling met het remsysteem. ATBvv is een aanvulling op ATB-EG; ATB-EG grijpt niet in bij snelheden lager dan 40 km/uur.

Spoorgeleiding

Uit [1]: Aanbrengen van 'vangrails' van staal of beton binnen of buiten de spoorrails voorkomt dat bij ontsporing alle wielen buiten het spoor c.q. buiten het Profiel van Vrije Ruimte (PVR) kunnen komen. Hierdoor ontstaat een lagere kans op kantelen of scharen van de wagons. Daarmee vermindert de kans op schade aan de ladingcontainer en op het vrijkomen van de gevaarlijke lading als gevolg daarvan. Tevens is er een geringere kans op een botsing met treinen in het nevenspoor of met obstakels (en daarmee eveneens een kleinere kans op schade aan de ladingcontainer en het vrijkomen van de lading). Ontsporingseleiding wordt op dit moment in hoofdzaak toegepast op plaatsen waar het hersporen van een wagon lastig is en om schade aan kunstwerken te voorkomen, met name bij bruggen, viaducten en tunnels.

4.4.3. Effectiviteit maatregelen

De effectiviteit van de maatregelen zijn beschreven in het plan van aanpak van 26 juli 2016. Deze effectiviteit is overgenomen van de studie uitgevoerd door het RIVM. Hieronder volgt een tabel met hierin de effectiviteit van de maatregelen die mee zijn genomen in de berekening.

Tabel 5. Effectiviteit maatregelen			
Maatregel	Kans reductie	Locatie	Opmerking
Crashbuffer	0.08	Stofspecifiek	Voor deze twee maatregelen is de kansreductie geschat op 0.08. In de berekening is uitgegaan van een kansreductie van 0.08 als een van deze maatregelen aanwezig is.
Overbuffering	0.08	Stofspecifiek	
Hotbox	0.08	Geheel Nederland	Locatie door ProRail aangegeven.
ETCS level I	0.14	Beperkt aantal trajecten	Onderdeel van ERTMS.
ATB-vv	0.1	Beperkt aantal trajecten	Per traject moet de dekking worden onderzocht. Dit houdt in dat de kans reductie maximaal 0.1 is.

Crashbuffers/overbuffering

Aangezien de kansreductie 0.08 geldt indien een van deze maatregelen wordt toegepast, zijn deze maatregelen verder samen beschouwd.

Twee bronnen zijn gebruikt voor het bepalen van het gebruik van deze maatregel, Chemelot en het RID (zie ook PvA). Uit het contact met Chemelot blijkt dat de stofcategorieën A, B2, C3 en D3 van en naar Chemelot voor 100% getransporteerd worden met een van deze maatregelen.

Aangezien het hier om een deel van het vervoer door heel Nederland gaat is ook gebruik gemaakt van het RID. Hierin is voor verschillende UN-nummers een verplichting van een van deze maatregelen opgenomen.

Voor het bepalen van de spreiding is gebruik gemaakt van de realisatie van 2014 die in UN-nummers was uitgesplitst. Per UN-nummer is gekeken of een van deze maatregelen verplicht was in 2015. Vervolgens zijn alle realisatiecijfers bij elkaar opgeteld op basis van de stofcategorieën en de verplichting tot deze maatregelen. Hieruit bleek de volgende verdeling, uitgedrukt in ketelwagenequivalenten.

Tabel 6. Verdeling verplichting/geen verplichting buffers per stofcategorie			
Stofcategorie	Verplichting	Aantal	Percentage
A	Ja	293699	Circa 3% geen verplichting
	Nee	9270	
B2	Ja	100472	Circa 0.13% geen verplichting
	Nee	128	
C3	Ja	14446	Circa 3.9% wel een verplichting
	Nee	358911	
D3	Ja	97492	0% geen verplichting
	Nee	0	
D4	Ja	27156	Circa 2.3% geen verplichting
	Nee	643	

Op basis van bovenstaande verdelingen en het contact met Chemelot zijn de volgende conclusies getrokken: Bij het vervoer van stofcategorieën A, B2, D3 en D4 is het toepassen van crashbuffers of overbuffering voor bijna 100% verplicht. Bij het vervoer van stofcategorie C3 is het toepassen van crashbuffers of overbuffering voor bijna 100% niet verplicht. Om het rekenen werkbaar te houden is vervolgens aangenomen dat de factor 0.08 geldt voor alle transporten A, B2, D3 en D4. De factor is niet toegepast voor de transporten C3. Stofcategorie B3 is niet beschouwd omdat hier een apart vervoersregime voor geldt.

In de rekenexercitie is dit verwerkt door het aantal ketelwagenequivalenten van de stoffen A, B2, D3 en D4 te vermenigvuldigen met (1-0.08). Dit is gedaan voor alle trajecten, dus ook voor de complexe situaties, de havenspoorlijn en de betuweroute. Met deze aangepaste aantallen is de berekening uitgevoerd.

Hotbox-detectie

In paragraaf 4.4.2 is een beschrijving van het systeem gegeven. De Hotbox-detectie wordt toegepast in heel Nederland en in een telefonisch contact met ProRail is aangegeven dat deze landelijk dekkend is. De kansreductie van 0.08 is alleen meegenomen in de standaard situaties. De faalkansen van de complexe situaties, havenspoorlijn en betuweroute zijn dus niet aangepast.

In de berekening is de initiële faalkans per kilometer vermenigvuldigd met (1-0.08) voor de standaard situaties. Deze aanpak verschilt dus met de aanpak voor crashbuffers waarvoor de kansreductie wel voor alle sporsituaties wordt toegepast, maar niet voor alle stofcategorieën. Aangezien het totale risico het product is van de initiële faalkans, de vervolgfactoren en het aantal ketelwagenequivalenten is hier uiteindelijk geen verschil in aanpak.

ETCS level I

Voor het bepalen van de ligging van ETCS level I is contact gezocht met ProRail. Zij hebben een figuur toegestuurd uit de Netverklaring 2016 waarin verschillende treinbeïnvloedingsystemen zijn weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat dit systeem is toegepast op de route tussen Lelystad en Zwolle en tussen Duivendrecht en Utrecht.

In de berekening is de initiële faalkans per kilometer vermenigvuldigd met (1-0.14) voor de standaard situaties op deze routes. De havenspoorlijn en betuweroute maken ook gebruik van dit systeem, maar hier zijn de faalfrequenties waarmee gerekend wordt vastgesteld in het Basisnet.

Op trajecten waar zowel ETCS level I als Hotbox ligt is de initiële faalkans per kilometer vermenigvuldigd met $(1-0.08) \times (1-0.14) = 0.7912$. De totale risicoreductie op deze trajecten is daarmee 0.21.

ATBvv / ATBng

Voor de effectiviteit van deze maatregelen wordt aangesloten bij het onderzoek van Save [1]. Zij gaan er vanuit dat de maatregel ATBvv een kansreductie van 0.1 geeft. Voor meerdere trajecten is gekeken hoeveel van de sporen gedekt is door ATBvv. Het gaat hier om het aantal sporen in de spoorbundel. Als 3 van de 4 sporen is voorzien van ATBvv, dan is de dekkingsgraad 75%. De kansreductie is alleen meegenomen in de standaard situaties. Hieronder volgt de lijst met trajecten en de dekkingsgraad die in de berekening zijn meegenomen.

Tabel 7. Lijst trajecten ATBvv		
Traject	Dekkingsgraad [%]	Meegenomen factor
12A.1	79	0.079
12K.1	75	0.075
12L.1	75	0.075
12N.2a	100	0.1
12R.2b1	100	0.1
12T.2b1	100	0.1
12V1A.2b1	75	0.075
12V1B.2b2	75	0.075
12V2.2c	75	0.075
12V3.2d	90	0.09
12V4.2e	100	0.1
12X1.2e	100	0.1
12X2.2f	100	0.1
12Y.3a	100	0.1
12AA.3a	15	0.015
12AD1.3a	100	0.1
30Q.2b	84	0.084
61B3.1b	25	0.025
62D.2a	58	0.058
62F1.2a	100	0.1
62F2.2b	100	0.1
62H.2b	100	0.1
62J.2c	93	0.093
62P.2c	100	0.1
62R1.2c	100	0.1
120A.1a	100	0.1
120B1.1a	100	0.1
120C.1b	75	0.075
120E.1b	100	0.1

Spoorgeleiding

De maatregel spoorgeleiding is nog niet meegenomen in de risicoberekeningen. Deze maatregel heeft alleen op lokaal niveau een effect.

Voor de effectiviteit van deze maatregel wordt aangesloten bij het onderzoek van het RIVM. Uit expert judgement blijkt een kansreductie tot maximaal 8%. In de berekening wordt deze waarde overgenomen.

Spoorgeleiding wordt nu op specifieke plaatsen toegepast, voornamelijk ter voorkoming van beschadiging aan bouwwerken in de directe omgeving van het spoor. Deze maatregel heeft alleen effect op de kans op een ongeval op de locatie waar deze spoorgeleiding wordt toegepast.

Voordat met deze maatregel kan worden gerekend moet eerst worden uitgezocht waar nu reeds spoorgeleiding is geplaatst langs de baan.

4.4.4. Referenties

1. OranjewoudSave 2013 Maatregelenonderzoek in het kader van het Rijksonderzoeksprogramma Robuustheid Basisnet Spoor projectnummer 248046
20 maart 2013