

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

Versie inclusief alle realisatiecijfers

Jaar: 2024

Datum 19-06-2025
Versie RO_24_K4 v03

Inhoud

1. Inleiding.....	2
2. Toetsing risicoruimte.....	4
2.1. Vergelijking overschrijding risicoplafonds met vorige periode	6
3. Realisatie	14
3.1. Vergelijking transportaantallen met Basisnet-aantallen.....	14
4. Bijlagen	21
4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en transportintensiteitcodes	21
4.2. Overzicht vervoerscijfers.....	24
4.3. Begrippenlijst	31
4.4. Notitie extra maatregelen.....	32
4.4.1. Inleiding	32
4.4.2. Beschrijving maatregelen.....	33
4.4.3. Effectiviteit maatregelen.....	35
4.4.4. Referenties.....	38

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 2024 tot en met 31 december 2024.

ProRail heeft de realisatiecijfers over het jaar 2024 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 2024 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 2024. 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 vervoerstroom 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 2024 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 Brabanthoroute tussen Tilburg 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. Per route wordt alleen de hoogst geconstateerde overschrijding vermeld. 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
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	0	9 (9)	137	-	284	21 (305)
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	9 (10)	42	52 (94)	183	131 (314)
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	8 (8)	0	32 (32)	112	164 (276)
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	1	8 (9)	56	48 (104)	207	89 (296)
12.1	Roosendaal Oost - Breda aansl.	0	-	39	39 (78)	210	-
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	0	33 (33)	54	63 (117)
580.2	Den Bosch Diezebrug aansl. - Boxtel	0	-	0	29 (29)	121	44 (165)
71.1	Breukelen - Betuweroute Meteren	0	-	0	18 (18)	16	58 (74)
580.1	Meteren Betuweroute Aansluiting - 's-Hertogenbosch Diezebrug Aansluiting	0	-	0	14 (14)	0	155 (155)
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	17	12 (29)	135	-
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	0	11 (11)	32	48 (80)
30.6	Amersfoort Oost - Deventer West	0	-	0	10 (10)	15	51 (66)
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	0	10 (10)	45	-
575.1	Betuweroute Meteren - Meteren Betuweroute Aansluiting Zuid	0	-	0	8 (8)	0	140 (140)
61.1	Tilburg aansl. - Vught	0	-	4	7 (11)	29	119 (148)
280.1	Duivendrecht - Amsterdam Singelgracht	0	-	16	1 (17)	145	-
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	5	-	21	-	157	60 (217)
220.1	Moerdijk racc. - Moerdijk racc. aansl.	0	-	5	-	104	55 (159)
110.1	Eindhoven - Roermond	1	-	15	-	119	28 (147)
140	Utrecht - Amersfoort	0	-	0	-	0	25 (25)
520.3	Utrecht - Blauwkapel West	0	-	0	-	0	25 (25)
560.1	Harmelen Aansluiting - Utrecht	0	-	0	-	0	18 (18)
540.4	Velperbroek aansluiting - Zevenaar Betuweroute aansluiting	0	-	0	-	0	15 (15)
520.1	Hilversum - Blauwkapel Noord	0	-	0	-	0	12 (12)
520.2	Blauwkapel West - Blauwkapel Noord	0	-	0	-	0	12 (12)
470.1	Amsterdam Muiderpoort - Diemen	0	-	0	-	15	11 (26)
540.1	Utrecht v. Aansluiting - Bunnik	0	-	0	-	0	10 (10)
540.2	Bunnik - Ede Wageningen	0	-	0	-	0	10 (10)

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
540.3	Ede Wageningen - Arnhem West aansluiting	0	-	0	-	0	10 (10)

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 (1-1-2023 t/m 31-12-2023) als in de huidige periode P_1 (1-1-2024 t/m 31-12-2024) sprake is van overschrijding van de risicoplafonds. Deze trajecten zijn rood gekleurd.
- **Nieuwe overschrijdingen**
De trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-1-2023 t/m 31-12-2023) geen sprake was van overschrijding van de risicoplafonds maar in de huidige periode P_1 (1-1-2024 t/m 31-12-2024) wel. Deze trajecten zijn oranje gekleurd.
- **Geen overschrijding meer**
Trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-1-2023 t/m 31-12-2023) sprake was van overschrijding van de risicoplafonds maar in de huidige periode P_1 (1-1-2024 t/m 31-12-2024) 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 (1-1-2024 t/m 31-12-2024). In de derde dekolom staan de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de voorgaande gerealiseerde vervoersstromen (1-1-2023 t/m 31-12-2023). 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
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	0	9	10	137	-	-	284	305	315
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	10	11	42	94	97	183	314	322
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	8	9	0	32	52	112	276	291
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	1	9	10	56	104	108	207	296	301
12.1	Roosendaal Oost - Breda aansl.	0	-	-	39	78	81	210	-	-
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	-	0	33	37	54	117	103
580.2	Den Bosch Diezebrug aansl. - Boxtel	0	-	-	0	29	29	121	165	160
71.1	Breukelen - Betuweroute Meteren	0	-	-	0	18	21	16	74	36
580.1	Meteren Betuweroute Aansluiting - 's-Hertogenbosch Diezebrug Aansluiting	0	-	-	0	14	15	0	155	151
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	-	17	29	31	135	-	-
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	-	0	11	22	32	80	39
30.6	Amersfoort Oost - Deventer West	0	-	-	0	10	22	15	66	39
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	-	0	10	11	45	-	-

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 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
575.1	Betuweroute Meteren - Meteren Betuweroute Aansluiting Zuid	0	-	-	0	8	8	0	140	144
61.1	Tilburg aansl. - Vught	0	-	-	4	11	10	29	148	146
280.1	Duivendrecht - Amsterdam Singelgracht	0	-	-	16	17	26	145	-	-
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	5	-	5	21	-	-	157	217	215
220.1	Moerdijk racc. - Moerdijk racc. aansl.	0	-	-	5	-	5	104	159	166
110.1	Eindhoven - Roermond	1	-	-	15	-	-	119	147	143
140	Utrecht - Amersfoort	0	-	-	0	-	-	0	25	11
520.3	Utrecht - Blauwkapel West	0	-	-	0	-	-	0	25	11
560.1	Harmelen Aansluiting - Utrecht	0	-	-	0	-	-	0	18	14
540.4	Velperbroek aansluiting - Zevenaar Betuweroute aansluiting	0	-	-	0	-	-	0	15	15
520.2	Blauwkapel West - Blauwkapel Noord	0	-	-	0	-	-	0	12	-
520.1	Hilversum - Blauwkapel Noord	0	-	-	0	-	-	0	12	-
470.1	Amsterdam Muiderpoort - Diemen	0	-	-	0	-	2	15	26	-
540.3	Ede Wageningen - Arnhem West aansluiting	0	-	-	0	-	-	0	10	11
540.2	Bunnik - Ede Wageningen	0	-	-	0	-	-	0	10	11
540.1	Utrecht v. Aansluiting - Bunnik	0	-	-	0	-	-	0	10	11

Bijzonderheden

1. De overschrijdingen van de risicoruimte 10^{-6} liggen allen op de Brabantroute. De overschrijdingen komen vooral door brandbare vloeistoffen (C3) aangevuld met de bijdrage van brandbare gassen (A) op deze route.
2. Van de 29 routes met overschrijdingen van tenminste één van de risicoruimtes zijn er 14 waarvan alle overschrijdingen zijn afgenomen of gelijk gebleven. Bij 7 van de routes is één van de overschrijdingen toegenomen. Bij de resterende 8 routes is er 1 waarbij de 10^{-7} en 10^{-8} contouren zijn toegenomen. Tenslotte zijn er 7 routes waarbij de 10^{-7} contour is afgenomen of gelijk gebleven, terwijl de 10^{-8} contour is toegenomen.
3. In de vorige realisatieperiode waren er 33 routes met overschrijdingen van tenminste één van de risicoruimtes. In de huidige realisatieperiode zijn dit er 29.
4. Op de route tussen Breda en Tilburg (12.2) is de overschrijding van de risicoruimte 10^{-6} voor een deel verdwenen in vergelijking met het vorige realisatierapport. Het gaat hier om trajecten met wisseltoeslag. Het verdwijnen van de overschrijding wordt voornamelijk veroorzaakt door de lagere aantallen transporten brandbare gassen (A) en brandbare vloeistoffen (C3) in vergelijking met 2023. Daarnaast is er nergens een nieuwe overschrijding van de risicoruimte 10^{-6} ontstaan. Op alle routes met een overschrijding van de risicoruimte 10^{-6} is deze overschrijding gelijk gebleven of afgenomen.
5. Op een deel van de route tussen Tilburg en Boxtel (61.1) wordt de risicoruimte 10^{-7} niet meer overschreden. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door een afname van het aantal transporten van brandbare gassen (A) en brandbare vloeistoffen (C3). Daarnaast zijn er meerdere routes tussen Amsterdam en Deventer waar er trajecten zijn waar de risicoruimte 10^{-7} in 2023 wordt overschreden, waar dit in 2024 niet meer het geval is. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door een afname van het aantal transporten van brandbare vloeistoffen (C3). Ook tussen Zutphen en Deventer (62.3) is dit het geval.
6. Op een deel van de route tussen Duivendrecht en Amsterdam Singelgracht (280.1) wordt de risicoruimte 10^{-7} overschreden. Dit terwijl de gerealiseerde transportaantallen lager zijn dan de transportaantallen waarop de risicoplafonds zijn bepaald. Het gaat hier om een traject met een gewijzigde spoorbreedte ten opzichte van het moment dat de risicoplafonds zijn bepaald.
7. Op de routes Amsterdam Muiderpoort – Diemen (470.1) en Amsterdam Westhaven - Radarweg aansluiting (614.1) zijn er overschrijdingen van de risicoruimte 10^{-8} bijgekomen in vergelijking met de vorige realisatieperiode. Dit wordt veroorzaakt door een toename van het aantal transporten van brandbare vloeistoffen (C3).
8. Op de route Deventer - Deventer Oost (30.8) zijn er meerdere trajecten waar de risicoruimte 10^{-8} deze realisatieperiode niet wordt overschreden, waar dit de vorige realisatie periode wel het geval was. Dit wordt volledig veroorzaakt door een afname van het aantal transporten brandbare gassen (A).
9. De risicoruimte 10^{-8} van de routes tussen Utrecht en Amersfoort (140), Harmelen en Utrecht (702.1), Utrecht en Arnhem (701) en Arnhem en Zevenaar (804.1) (allemaal zogenaamde

grijze lijnen) wordt voornamelijk overschreden door het vervoer van brandbare gassen (A) en brandbare vloeistoffen (C3).

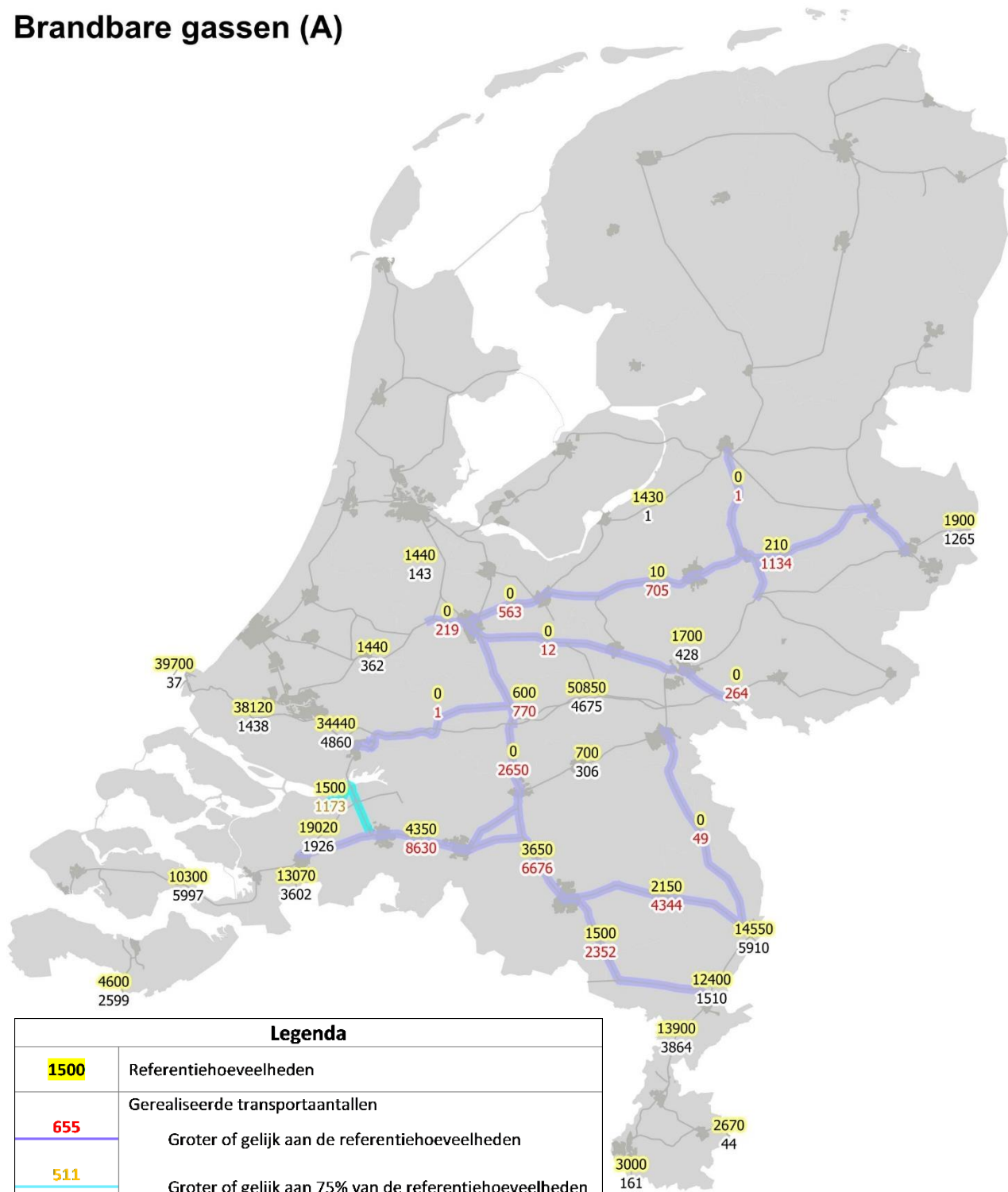
3. Realisatie

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.

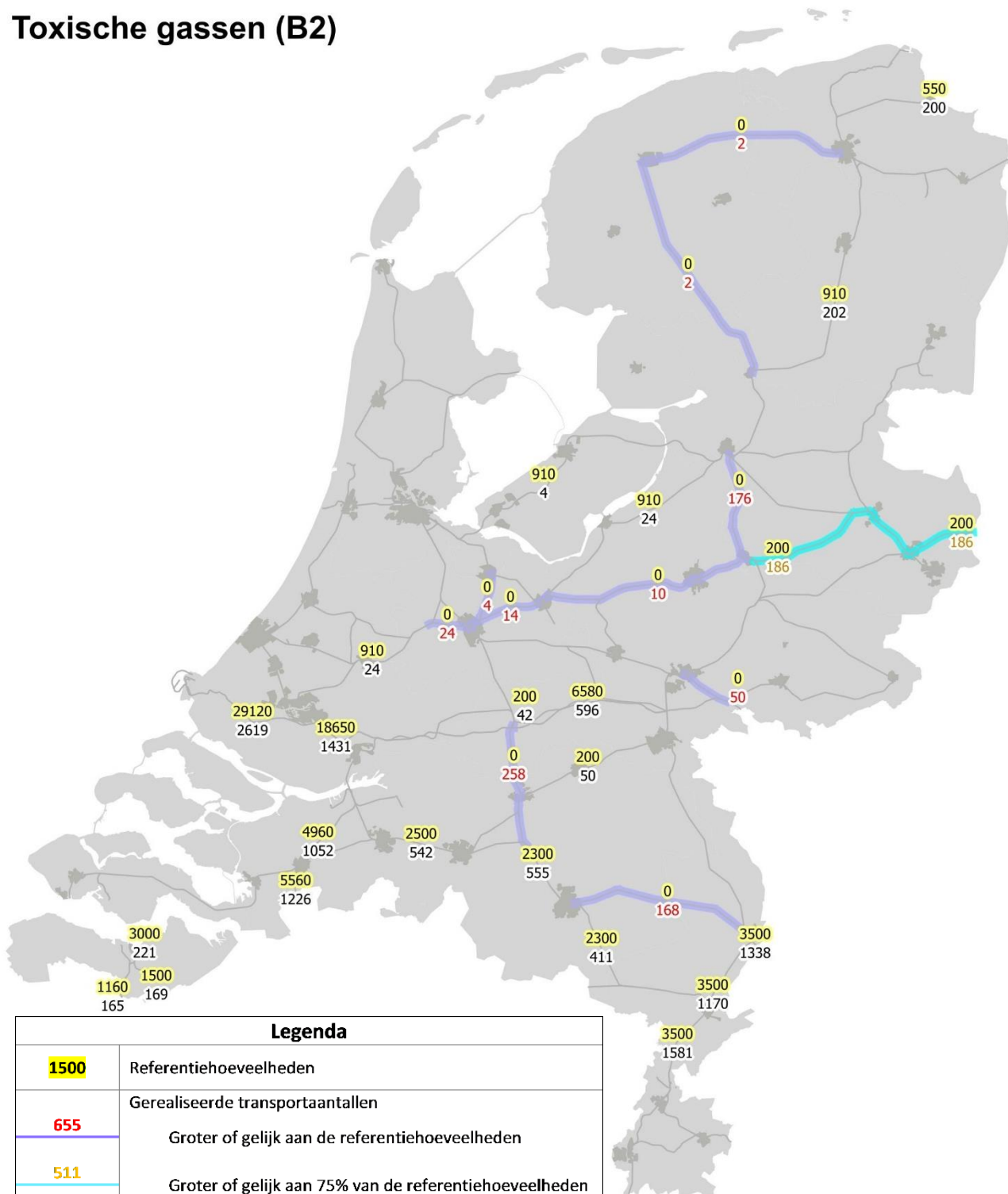
De gerealiseerde transporten per traject worden getoond in bijlage 4.1.

Brandbare gassen (A)



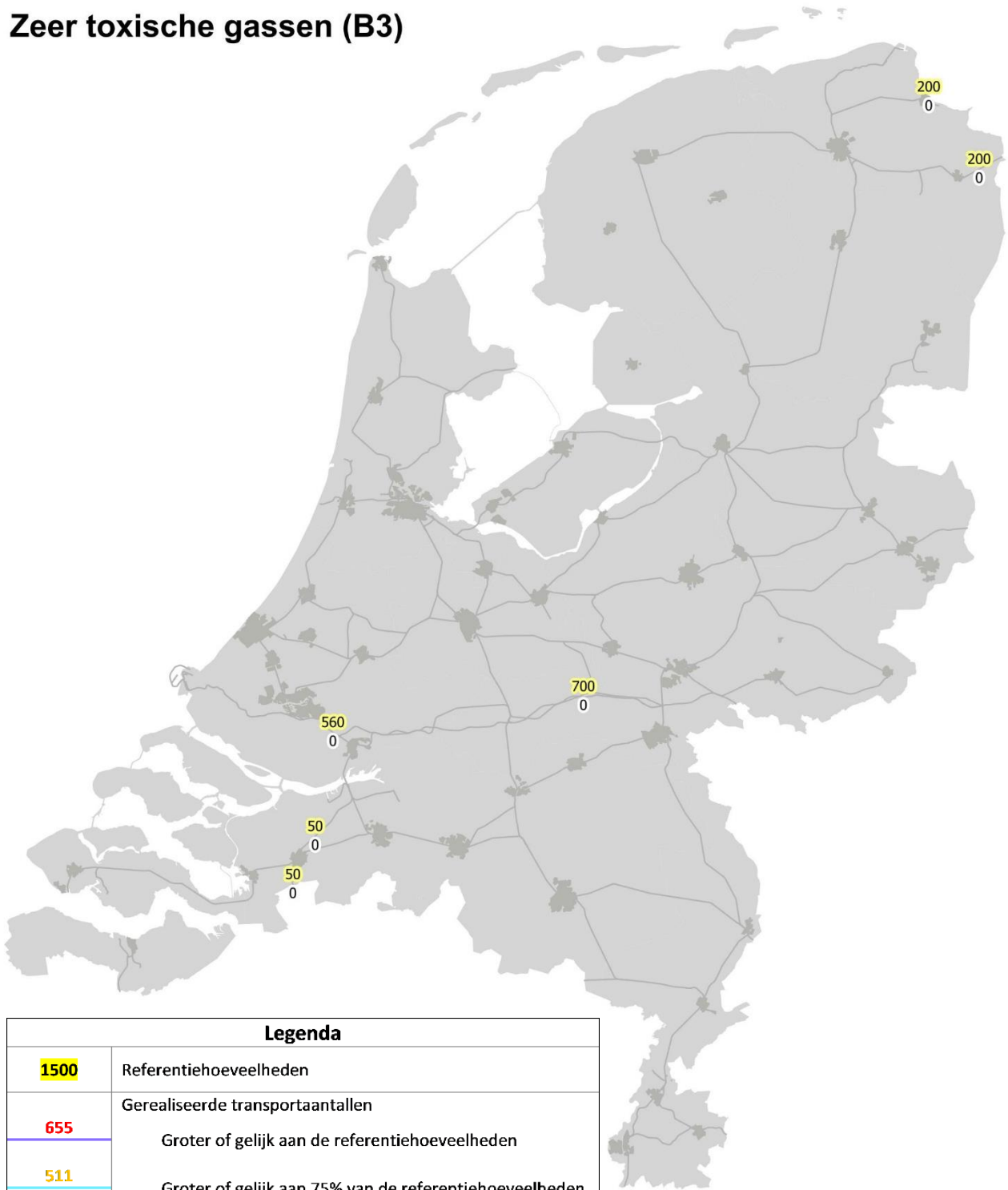
Figuur 5: Transportgegevens stofcategorie A

Toxische gassen (B2)



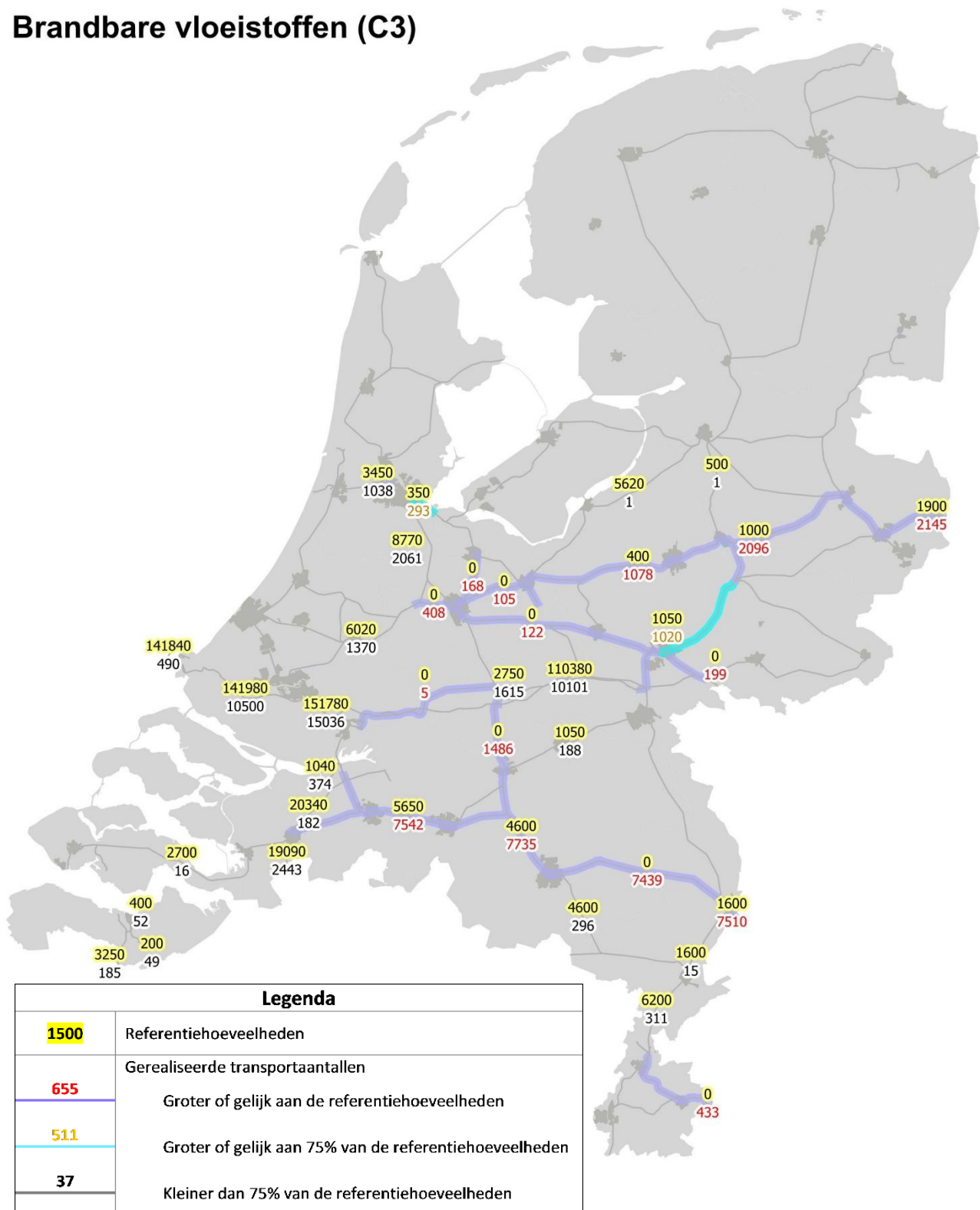
Figuur 6 : Transportgegevens stofcategorie B2

Zeer toxische gassen (B3)



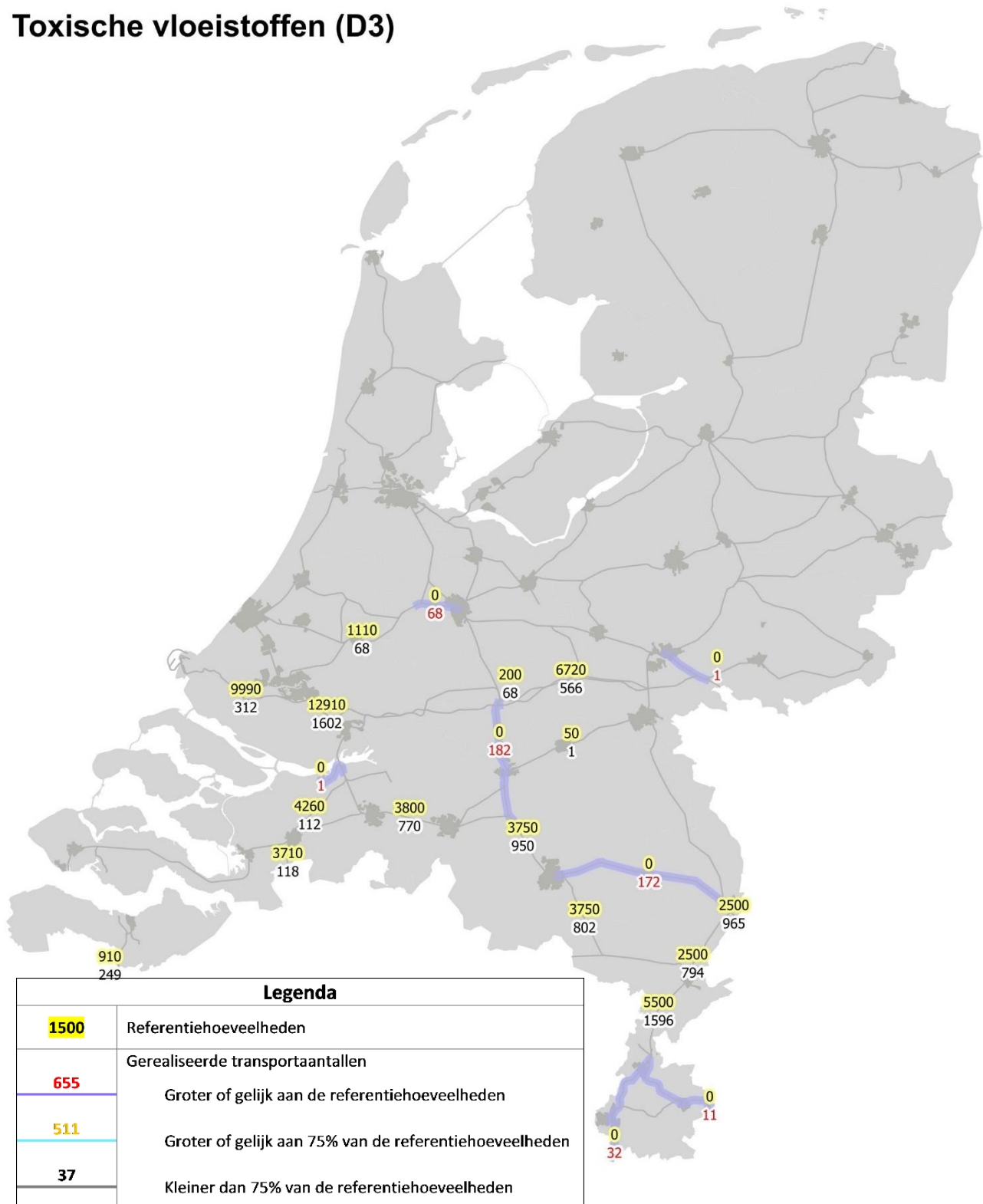
Figuur 7 : Transportgegevens stofcategorie B3

Brandbare vloeistoffen (C3)



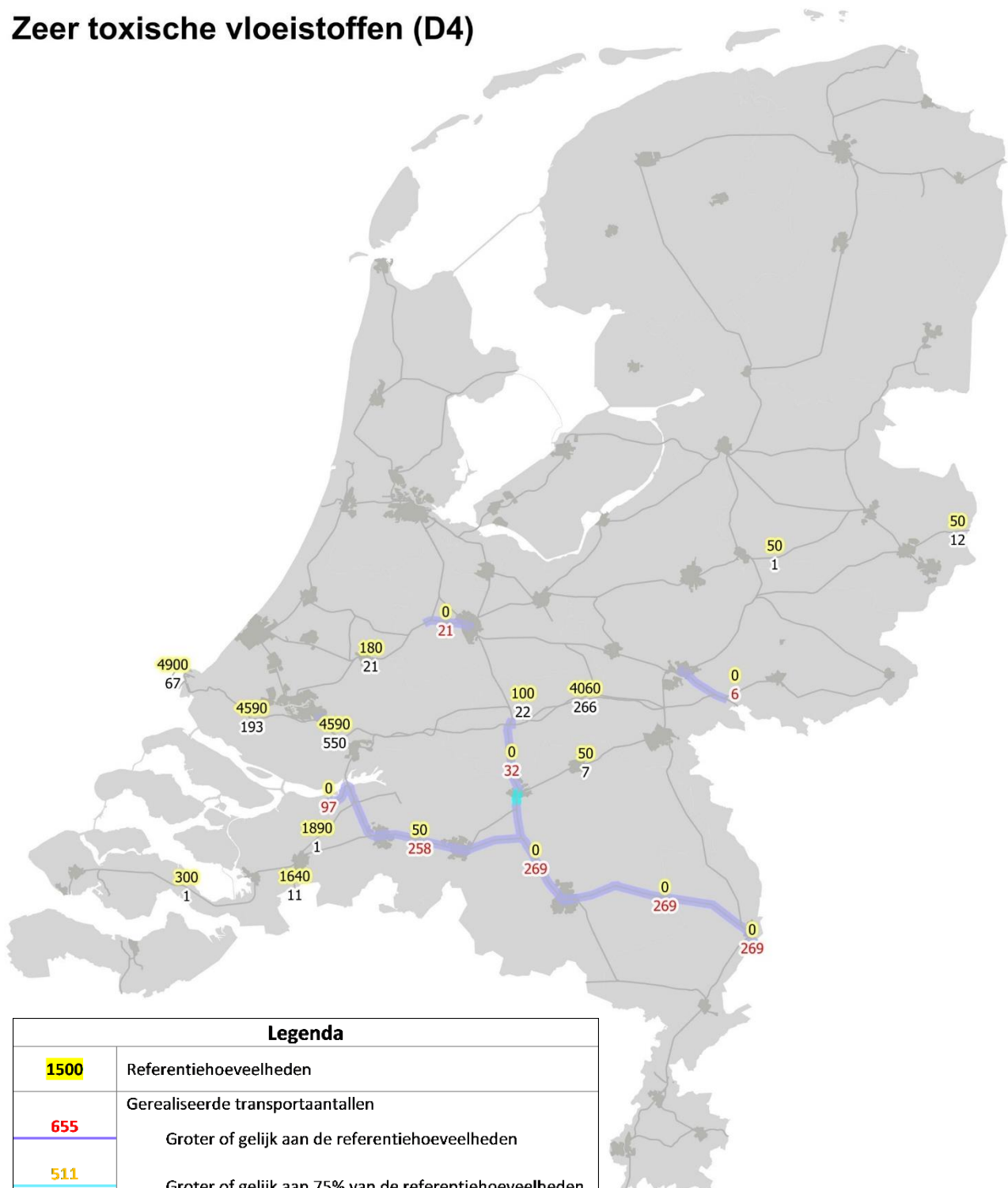
Figuur 8 : Transportgegevens stofcategorie C3

Toxische vloeistoffen (D3)



Figuur 9 : Transportgegevens stofcategorie D3

Zeer toxische vloeistoffen (D4)

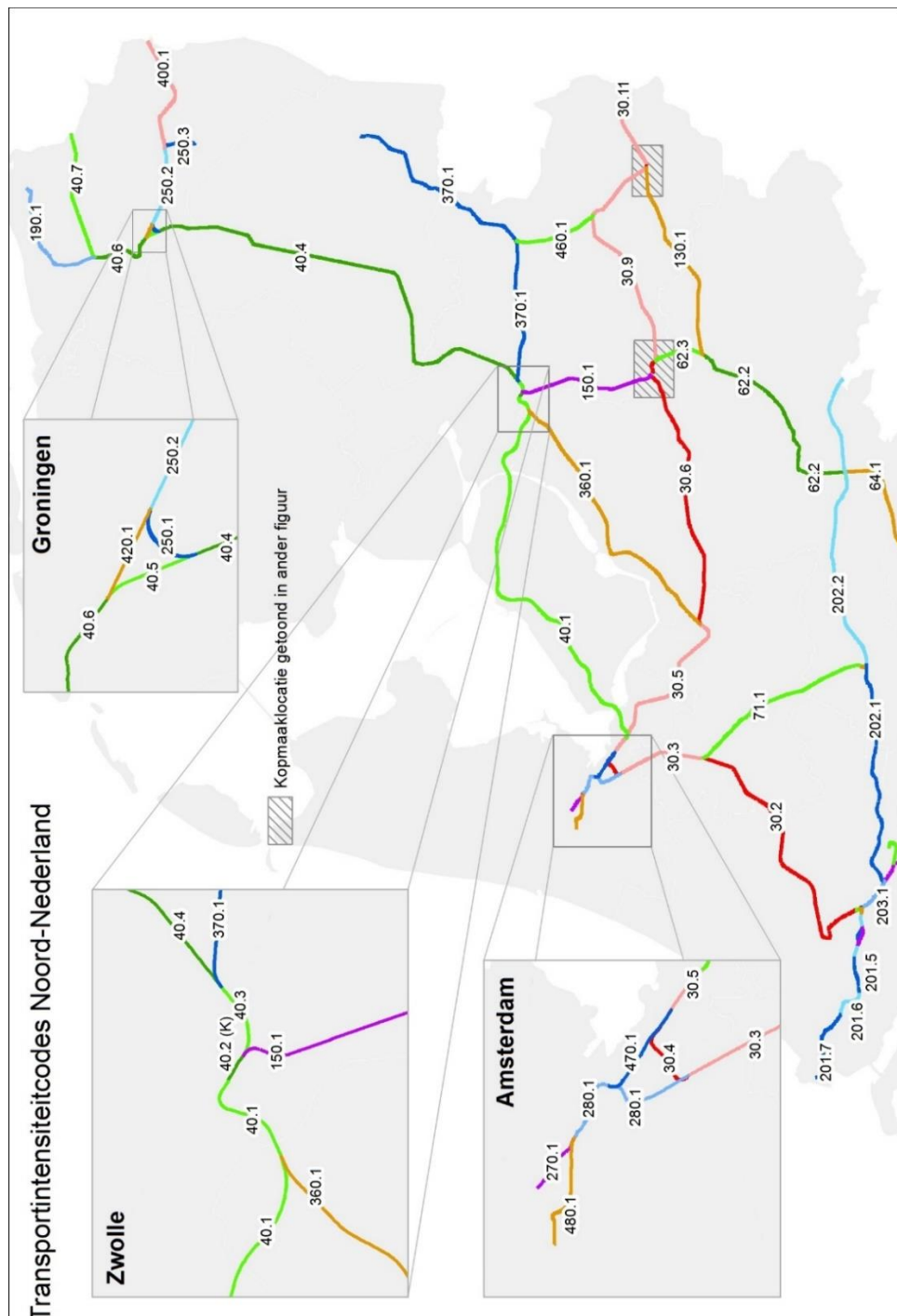


Figuur 10 : Transportgegevens stofcategorie D4

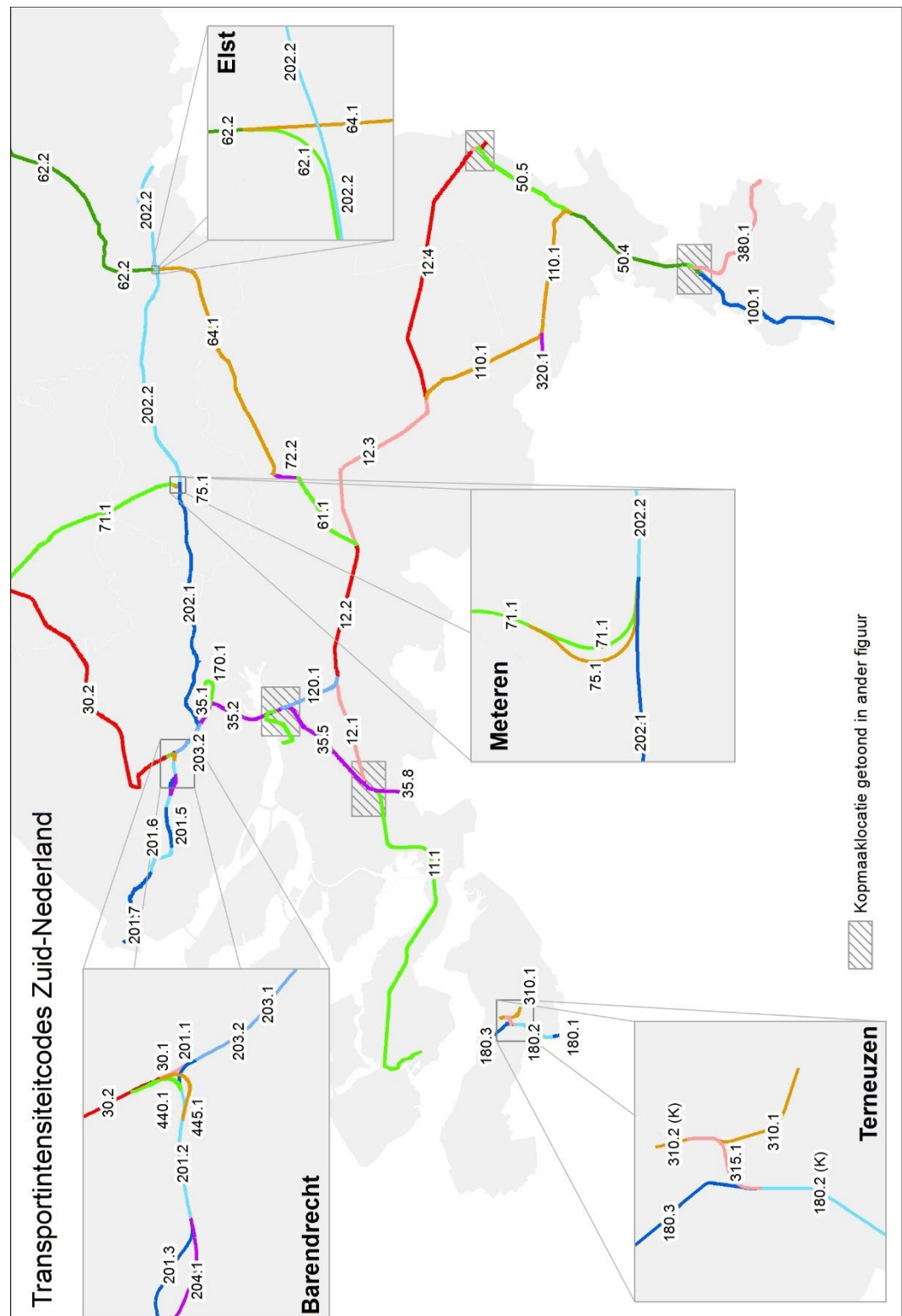
4. Bijlagen

4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en transportintensiteitcodes

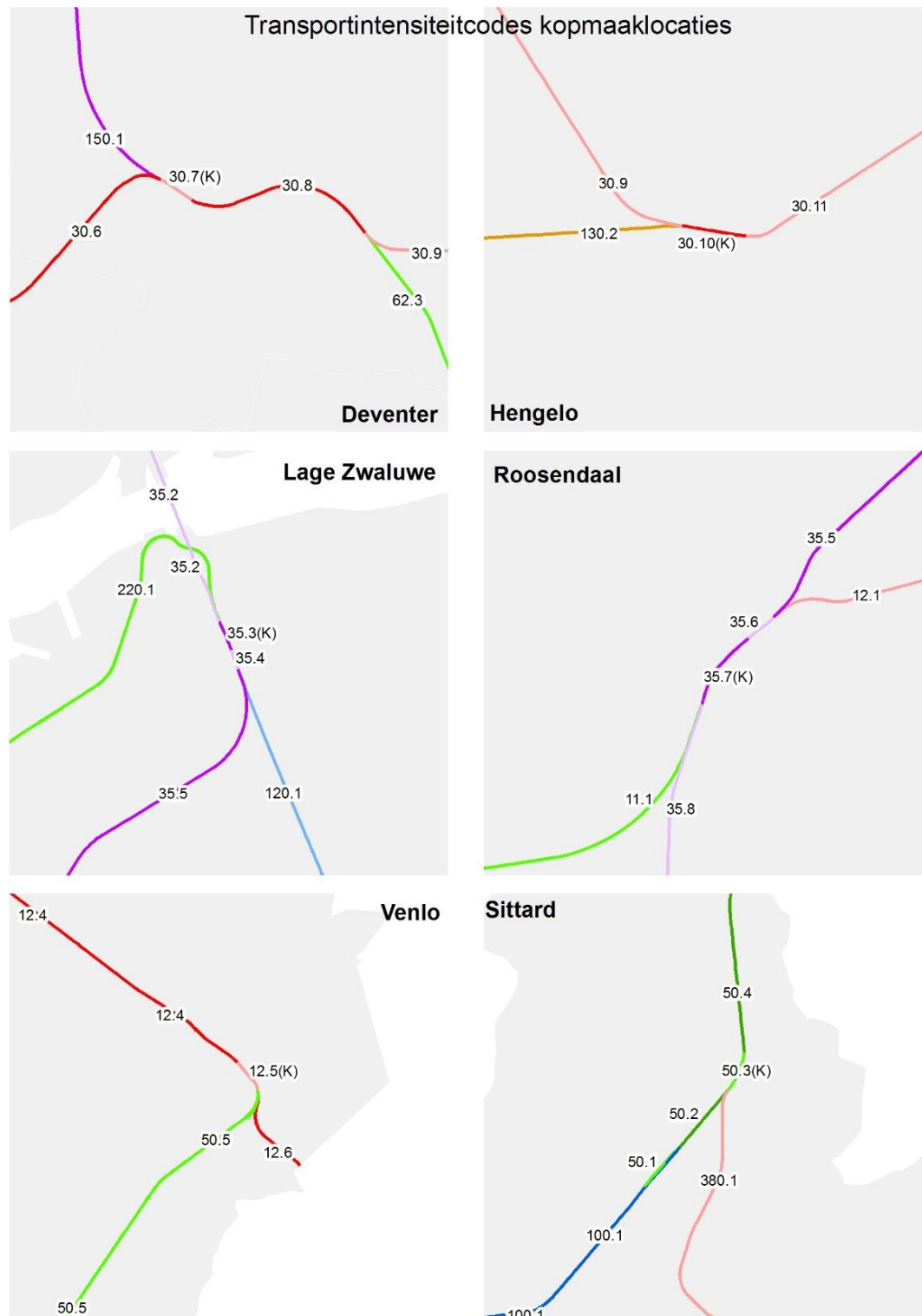
De figuren 21 en 22 tonen de routecodering (getal voor de '.') en transportintensiteitcodes (getal na de '.') die zijn gedefinieerd voor het Basisnet. Deze codes geven aan waar de Basisnet vervoershoeveelheden gelijk zijn. Over de route met code ##.6 gelden dus uniforme vervoershoeveelheden en over de navolgende route ##.7 hebben de vervoershoeveelheden een andere samenstelling. De routecodering vanaf 510 zijn niet verwerkt in deze figuren.



Figuur 11. Transportintensiteitcodes Basisnet Spoor Noord-Nederland



Figuur 12. Transportintensiteitcodes Zuid-Nederland



Figuur 13. Locaties kopmaakttrajecten 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
11.1	Sloehaven - Roosendaal West	10300	5997	600	0	0	0	2700	16	600	0	300	1		
12.1	Roosendaal Oost - Breda aansl.	4350	7674	2500	190	0	0	1450	2314	50	6	50	11		
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	4350	8630	2500	542	0	0	5650	7542	3800	770	50	258		
12.3a	Tilburg aansl. - Boxtel	3650	6171	2300	343	0	0	4600	6805	3750	769	0	244		
12.3b	Boxtel - Eindhoven	3650	6676	2300	555	0	0	4600	7735	3750	950	0	269		
12.3c	Eindhoven - Tongelre aansl.	3650	6696	2300	579	0	0	4600	7735	3750	974	0	269		
12.4	Tongelre aansl. - Venlo	2150	4344	0	168	0	0	0	7439	0	172	0	269		
12.5	Venlo - Venlo Oost	26950	6795	7000	1998	0	0	3200	7590	5000	1391	0	269		
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	14550	5910	3500	1338	0	0	1600	7510	2500	965	0	269		
30.1	Barendrecht aansl. - Barendrecht vork 2	360	120	550	8	0	0	4400	141	750	66	0	3		
30.2	Barendrecht vork 2 - Breukelen aansl.	1440	362	910	24	0	0	6020	1375	1110	68	180	21		
30.3	Breukelen aansl. - Duivendrecht	2040	143	1110	0	0	0	8770	2061	1310	0	280	0		
30.4	Duivendrecht - Diemen	1440	143	910	0	0	0	5670	2061	1110	0	180	0		
30.5a	Diemen - Weesp	1440	143	910	0	0	0	6020	1149	1110	0	180	0		
30.5b	Weesp - Amersfoort	1440	143	910	4	0	0	6020	1142	1110	0	180	0		
30.5c	Amersfoort - Amersfoort Oost	1440	706	910	34	0	0	6020	1079	1110	0	180	0		
30.6	Amersfoort Oost - Deventer West	10	705	0	10	0	0	400	1078	0	0	0	0		
30.7	Deventer West - Deventer	10	706	0	186	0	0	900	1083	0	0	0	0		
30.8	Deventer - Deventer Oost	410	1594	400	186	0	0	1100	3116	100	0	100	1		
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	210	1134	200	186	0	0	1000	2096	50	0	50	1		
30.10	Hengelo West - Hengelo Oost	1920	1265	200	186	0	0	2000	2145	50	0	50	12		
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)	1900	1265	200	186	0	0	1900	2145	50	0	50	12		
35.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht	16560	3862	4760	1421	50	0	22220	7019	6810	885	1990	373		
35.2	Dordrecht - Moerdijk racc. aansl.	16560	3861	4760	1421	50	0	20220	5682	6810	885	1290	277		

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	5157	5960	1422	50	0	26660	6076	8010	886	1890	420				
35.4	Lage Zwaluwe - Zevenbergschenhoek aansl.	20020	2886	5960	1421	50	0	24940	5409	8010	884	1890	249				
35.5	Zevenbergschenhoek aansl. - Roosendaal Oost	19020	1926	4960	1052	50	0	20340	182	4260	112	1890	1				
35.6	Roosendaal Oost - Roosendaal	23370	9600	6160	1242	50	0	21790	2495	4310	118	1940	12				
35.7	Roosendaal - Roosendaal West	23370	9623	6160	1242	50	0	21790	2496	4310	118	1940	12				
35.8	Roosendaal West - Essen (B)	13070	3602	5560	1226	50	0	19090	2443	3710	118	1640	11				
40.1	Weesp - Zwolle	1430	1	910	380	0	0	5620	1	1110	0	180	0				
40.2	Zwolle - Zwolle Oost	1430	2	910	468	0	0	6620	2	1110	0	180	0				
40.3	Zwolle Oost - Herfte aansl.	1430	0	910	204	0	0	6120	0	1110	0	180	0				
40.4	Herfte aansl. - Haren aansl.	1430	0	910	204	0	0	5620	0	1110	0	180	0				
40.5	Haren aansl. - Groningen Oost	350	0	550	198	0	0	4000	0	750	0	0	0				
40.6	Groningen Oost - Sauwerd	2100	0	550	200	200	0	12750	0	750	0	0	0				
40.7	Sauwerd - Delfzijl	2100	0	550	200	200	0	9850	0	750	0	0	0				
40.8	Delfzijl - Delfzijl Industrierrein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
50.1	Lutterade racc. DSM - Lutterade	15900	4041	3500	1581	0	0	6200	744	5500	1651	0	0				
50.2	Lutterade - Sittard aansl.	18900	4202	7000	1581	0	0	6600	744	5500	1683	0	0				
50.3	Sittard aansl. - Sittard	21570	4242	7000	1606	0	0	6600	1144	5500	1721	0	0				
50.4	Sittard - Roermond	13900	3864	3500	1581	0	0	6200	311	5500	1596	0	0				
50.5	Roermond - Venlo Oost	12400	1510	3500	1170	0	0	1600	15	2500	794	0	0				
61.1	Tilburg aansl. - Vught	700	2448	200	96	0	0	1050	740	50	1	50	15				
62.1	Elst noordwestboog - Ressen Noord	1000	326	0	0	0	0	0	910	0	0	0	0				
62.2	Ressen Noord - Zutphen Twentekanaal aansl.	1700	681	200	50	0	0	1050	1097	50	1	50	7				
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	200	428	200	0	0	0	100	1020	50	0	50	0				
64.1	Den Bosch Diezebrug aansl. - Ressen Noord	700	355	200	50	0	0	1050	188	50	1	50	7				
71.1a	Breukelen - Utrecht Noord	600	0	200	0	0	0	2750	1099	200	0	100	0				
71.1b	Utrecht Noord - Lunetten	600	782	200	42	0	0	2750	1737	200	68	100	22				
71.1c	Lunetten - Betuweroute Meteren	600	770	200	42	0	0	2750	1615	200	68	100	22				
75.1	Betuweroute aansl. Noord - Betuweroute Meteren	600	0	200	18	0	0	2750	628	200	0	100	0				
100.1	Lutterade - Visé (B)	3000	161	3500	0	0	0	400	0	0	32	0	0				
110.1	Eindhoven - Roermond	1500	2352	2300	411	0	0	4600	296	3750	802	0	0				
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	1000	960	2300	369	0	0	4600	5227	3750	772	0	248				

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
130.1	Zutphen Twentekanaal aansl. - Delden	1700	0	200	0	0	0	1050	0	50	0	50	0	50	0		
130.2	Delden - Hengelo West	1910	131	200	0	0	0	1100	49	50	0	50	11				
150.1	Deventer West - Zwolle Oost	0	1	0	176	0	0	500	1	0	0	0	0	0	0		
170.1	Dordrecht - Industriegebied De Staart	0	1	0	0	0	0	2000	1337	0	0	700	96				
180.1	Zelzate (B) - Sas van Gent	4600	2599	1160	165	0	0	3250	185	910	249	80	0				
180.2	Sas van Gent - Sluiskil aansl.	4600	2599	2160	173	0	0	3250	293	910	249	80	0				
180.3	Sluiskil aansl. - Sluiskil racc. Dow Chemical	4600	2599	660	4	0	0	3250	239	910	249	80	0				
190.1	Sauwerd - Roodeschool	0	0	0	0	0	0	2900	0	0	0	0	0				
201.1	Barendrecht aansl. - Barendrecht vork	34630	1490	17720	1492	580	0	1E+05	16300	5695	1420	4760	349				
201.2	Barendrecht vork - Waalhaven Zuid Oost	35150	1341	17470	1476	540	0	1E+05	16396	11390	1419	2455	367				
201.3	Waalhaven Zuid Oost - Waalhaven Zuid West	17080	814	9010	19	280	0	67070	5335	5870	9	2530	236				
201.4	Waalhaven Zuid West - Pernis	33130	663	17470	1471	540	0	1E+05	12743	11390	1415	4910	203				
201.5	Pernis - Botlek	32680	630	18120	1471	560	0	1E+05	12177	11820	1324	5100	148				
201.6	Botlek - Europoort	38120	1438	29120	2619	0	0	1E+05	10500	9990	312	4590	193				
201.7	Europoort - Maasvlakte	39700	0	9700	0	0	0	1E+05	1	10660	0	4900	0				
202.1	Kijfhoek - Betuweroute Meteren	50920	2801	6240	344	730	0	1E+05	9000	6380	452	3920	260				
202.2	Betuweroute Meteren - Emmerich (D)	50850	4675	6580	630	700	0	1E+05	10101	6720	567	4060	271				
203.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Kijfhoek	16560	3862	4760	1421	50	0	22220	7019	6810	885	1990	373				
203.2	Kijfhoek - Barendrecht aansl.	34440	4860	18650	1431	560	0	2E+05	15036	12910	1602	4590	550				
204.1	Waalhaven Zuid Oost - Waalhaven Zuid West	33130	528	17470	1458	540	0	1E+05	11187	11390	1410	4910	131				
205.1	Maasvlakte - Yangtzehaven Noord	39700	818	9700	1460	0	0	1E+05	3002	10660	163	4900	156				
206.1	Maasvlakte Noordwesthoek - Yangtzehaven Zuid	39700	3	9700	0	0	0	1E+05	139	10660	0	4900	0				
220.1	Moerdijk racc. - Moerdijk racc. aansl.	1500	1173	0	0	0	0	1040	374	0	1	0	97				
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	496	200	0	100	0				
280.1	Duivendrecht - Amsterdam Singelgracht	600	0	200	0	0	0	3450	1491	200	0	100	0				
310.1	Axel aansl. - Terneuzen Zuidzijde aansl.	100	0	1500	169	0	0	200	49	400	0	20	0				
310.2	Terneuzen Zuidzijde aansl. - Terneuzen	200	0	3000	221	0	0	400	52	800	0	40	0				
315.1	Terneuzen Zuidzijde aansl. - Sluiskil aansl.	100	0	1500	169	0	0	200	54	400	0	20	0				

Tabel 4. De transportwaarden van het Basisnet (BN) en de gerealiseerde intensiteiten (R)

[illegible]

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
505.1	De Kragge Aansluiting - De Kragge	0	0	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	0	0
506.2	kopmaak terneuzen	0	0	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	0	0
601.2	Haarlem - Noordelijke splitsing	0	0	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	0	0
602.1	Radarweg aansluiting - Hemtunnel aansluiting	0	0	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	0	0
602.3	Hemtunnel Aansluiting - Zaandam	0	0	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	0	0
603.2	Uitgeest - Beverwijk	0	0	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	0	0
604.1	Zaandam - Hoorn Aansluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
604.2	Hoorn Aansluiting - Hoorn	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
606.1	Rotterdam CS - Delfshavense Schiebrug Aansluiting	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
606.3	Schiedam - Delft	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
606.5	Den Haag Hollands Spoor - Leiden	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
606.7	Zuidelijke splitsing - Noordelijke splitsing	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
609.1	Haarlem - Zandvoort	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
611.1	Moordrecht Aansluiting - Alphen aan de Rijn	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
612.2	Leiden - Alphen aan de Rijn	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
613.2	Den Haag Hollands Spoor - Binckhorst	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	21	0	0	0	0	0	0

Tabel 4. De transportwaarden van het Basisnet (BN) en de gerealiseerde intensiteiten (R)

[illegible]

Tabel 4. De transportwaarden van het Basisnet (BN) en de gerealiseerde intensiteiten (R)

[illegible]

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).
Route	Transportroute met een eigen nummer in de Regeling Basisnet
Routedeel	Deel van de route met identieke transportwaarden van het basisnet
Traject	Deel van de route met identieke spooreigenschappen (wisseltoeslag, breedtecategorie en snelheid)

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 werkafspraken 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% ($1 - 0.75 \cdot 0.80 \cdot 0.90$). 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% ($1 - 0.75 \cdot 0.80$). 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 Basisnetrekenschema 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 spoor situaties 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