



Rapport toetsing realisatiecijfers vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor aan de risicoplafonds Basisnet over de periode 1-10-2023 – 30-9-2024

Datum 13-12-2024
Versie RDS_24_K3
Periode: 1-10-2023 – 30-9-2024

Inhoud

1. Inleiding.....	2
2. Toetsing risicoruimte.....	4
2.1. Vergelijking overschrijding risicoplafonds met vorige periode	6
3. Realisatie	12
3.1. Vergelijking transportaantallen met Basisnet-aantallen.....	12
3.2. Vergelijking transportaantallen per kwartaal.....	19
4. Bijlagen	28
4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en Transportintensiteitscodes	28
4.2. Overzicht vervoerscijfers.....	32
4.3. Begrippenlijst	33
4.4. Bijlage extra maatregelen.....	34
4.4.1. Inleiding	34
4.4.2. Beschrijving maatregelen	35
4.4.3. Effectiviteit maatregelen	37
4.4.4. Referenties	40

1. Inleiding

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 oktober 2023 tot en met 30 september 2024. Uitsluitend de omleidingsroutes van de Betuweroute voor het project 'derde spoor' worden in dit rapport behandeld. Het gaat om de volgende omleidingsroutes:

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

ProRail heeft de realisatiecijfers over de beschouwde periode 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 wagenlijsten met daarop het vervoer gespecificeerd in UN-nummers. Uit praktische overwegingen zijn de stoffen ingedeeld in een beperkt aantal stofcategorieën 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

De risico's veroorzaakt door het vervoer van gevaarlijke stoffen in deze periode over de omleidingsroutes zijn berekend en waar deze hoger liggen dan de risicoplafonds is dit getoond in hoofdstuk 2. Alle realisaties, weergegeven in ketelwagenequivalenten, zijn weergegeven in hoofdstuk 3.

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. Voor de berekeningen is aangesloten bij het document Uitgangspunten Risicoberekeningen Basisnet Spoor, opgesteld in opdracht van en op te vragen bij het ministerie I&W (toen V&W). De berekeningen zijn uitgevoerd met de in ditzelfde document beschreven "speciale RBM II applicatie" die vanaf het begin gebruikt wordt voor alle berekeningen voor de Basisnettabel. De resultaten zijn hiermee één op één te vergelijken met de afstanden getoond 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 risico's berekend in dit rapport zijn inclusief de maatregelen Hotbox, ETCS, crashbuffers en deels ATBvv waar deze zijn toegepast in 2023 en de eerste drie kwartalen van 2024.¹ In de bijlage is toegelicht hoe deze maatregelen zijn verwerkt in de risicoberekeningen.

¹ De wijze waarop de maatregelen zijn meegenomen in de risicoberekeningen wordt verder behandeld in bijlage 4.4.

2. Toetsing risicoruimte

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

Toetsing kwartaal 4 2023 t/m kwartaal 3 2024 aan de risicoplafonds Basisnet in het kader van het derde spoor



Figuur 1: Toetsing van het gerealiseerde transport aan de risicoruimte

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 tussen haakjes de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de gerealiseerde vervoersstromen. Voor de haakjes is aangegeven met hoeveel meter de risicoplafonds worden overschreden. Het gaat hier dus om het verschil tussen het aantal meters van het risicoplafond en het aantal meters van het berekende risico. De volgorde van de trajecten is op mate van overschrijding. Per traject wordt alleen de hoogst geconstateerde overschrijding vermeld.

Uit tabel 2 en figuur 1 blijkt dat er vijf routes zijn waar de 10^{-6} afstand wordt overschreden.

Tabel 2. Basisnetafstanden en 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} afstanden		Maximale verschil met de risicoplafonds op basis van realisaties [m]					
BN-ID ²	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	16 (300)
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	9 (10)	42	53 (95)	183	123 (306)
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	8 (8)	0	36 (36)	147	124 (271)
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	1	8 (9)	56	51 (107)	207	83 (290)
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	0	32 (32)	54	40 (94)
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	0	16 (16)	32	29 (61)
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	17	11 (28)	135	-
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	0	9 (9)	45	-

² De ligging van elke route is weergegeven in bijlage 4.1.



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 (1-7-2023 t/m 31-6-2024) als in de huidige periode P_1 (1-10-2023 t/m 30-9-2024) sprake is van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond. Deze trajecten zijn rood gekleurd.
- **Nieuwe overschrijdingen**
De trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-7-2023 t/m 31-6-2024) geen sprake was van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond, maar in de huidige periode P_1 (1-10-2023 t/m 30-9-2024) wel. Deze trajecten zijn oranje gekleurd.
- **Geen overschrijding meer**
Trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-7-2023 t/m 31-6-2024) sprake was van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond, maar in de huidige periode P_1 (1-10-2023 t/m 30-9-2024) 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 periode. 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 (1-10-2023 t/m 30-9-2024). In de derde dekolom staan de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de voorgaande gerealiseerde vervoersstromen (1-7-2023 t/m 31-6-2024). 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 ³	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	300	324
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	10	11	42	95	101	183	306	332
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	8	10	0	36	58	147	271	299
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	1	9	10	56	107	108	207	290	299
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	-	0	32	36	54	94	110
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	-	0	16	21	32	61	79
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	-	17	28	30	135	-	-
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	-	0	9	10	45	-	-

³ De ligging van elke route is weergegeven in de bijlage 4.1.



Bijzonderheden

1. De overschrijdingen van het risicoplafond 10^{-6} tussen Tilburg en Kaldenkirchen (D) zijn alleen bij trajecten met wisseltoeslag en breedtecategorie 0-24. De berekende risicocontouren liggen maximaal 10 meter vanaf het midden van de spoorbundel. In de vorige realisatieberekeningen waren de berekende risicocontouren ook groter dan het risicoplafond 10^{-6} en lagen deze maximaal 11 meter vanaf het midden van de spoorbundel.
2. De berekende overschrijdingen van het risicoplafond 10^{-6} liggen in de meeste gevallen binnen de spoorbaan, in enkele gevallen over de naast de spoorbaan gelegen sloten of parallelle wegen. In het vorige realisatierapport lag deze overschrijding van het risicoplafond over een object, Oosterhoutseweg 297 te Breda. Deze overschrijding is in dit rapport opgeheven.
3. Op de trajecten met een overschrijding van het risicoplafond 10^{-6} is deze overschrijding in de alle gevallen kleiner dan of gelijk aan de overschrijding in het vorige kwartaal. Op deze trajecten is een afname te zien van het vervoer van brandbare gassen (A) en van het vervoer van brandbare vloeistoffen (C3).
4. De overschrijding van de risicoruimte 10^{-6} tussen Tilburg en Kaldenkirchen (D) wordt voornamelijk veroorzaakt door het vervoer van brandbare vloeistoffen (C3).
5. Op de beschouwde routes zijn bij meerdere routes de overschrijdingen van de risicoplafonds 10^{-6} en/of 10^{-7} opgeheven en zijn er geen routes waar een overschrijding bij is gekomen. Er is geen route waarbij de overschrijding van de risicoplafond 10^{-8} is opgeheven. Verder zijn alle bestaande overschrijdingen van de risicoplafonds afgenomen (zie tabel 3). Dit komt door een afname van het vervoer van brandbare gassen (A), brandbare vloeistoffen (C3), toxische vloeistoffen (D3) en zeer toxische vloeistoffen (D4).
6. Overschrijding van de risicoplafonds 10^{-8} risicoruimtes van de beschouwde routes worden voornamelijk veroorzaakt door het vervoer van brandbare gassen (A) en zeer toxische vloeistoffen (D4) en in beperkte mate veroorzaakt door het vervoer van toxische gassen (B2) en van het vervoer van toxische vloeistoffen (D3).
7. Op de route tussen Zevenbergschehoek en Kaldenkirchen (D) en de route tussen Deventer en Hengelo vindt vrijwel overal altijd een overschrijding plaats van tenminste één van de risicoplafonds.



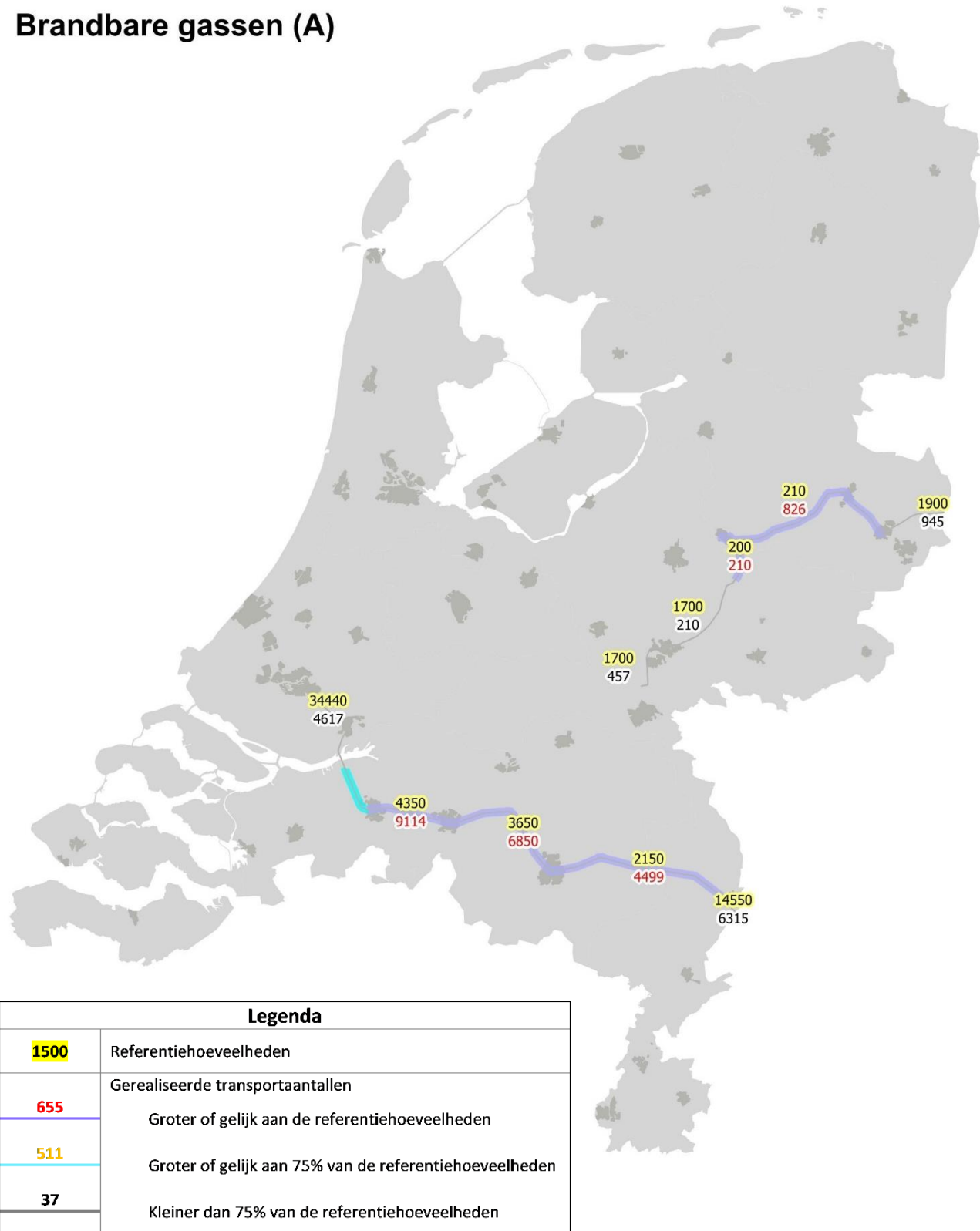
3. Realisatie

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 over de periode 1-10-2023 t/m 30-9-2024 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.

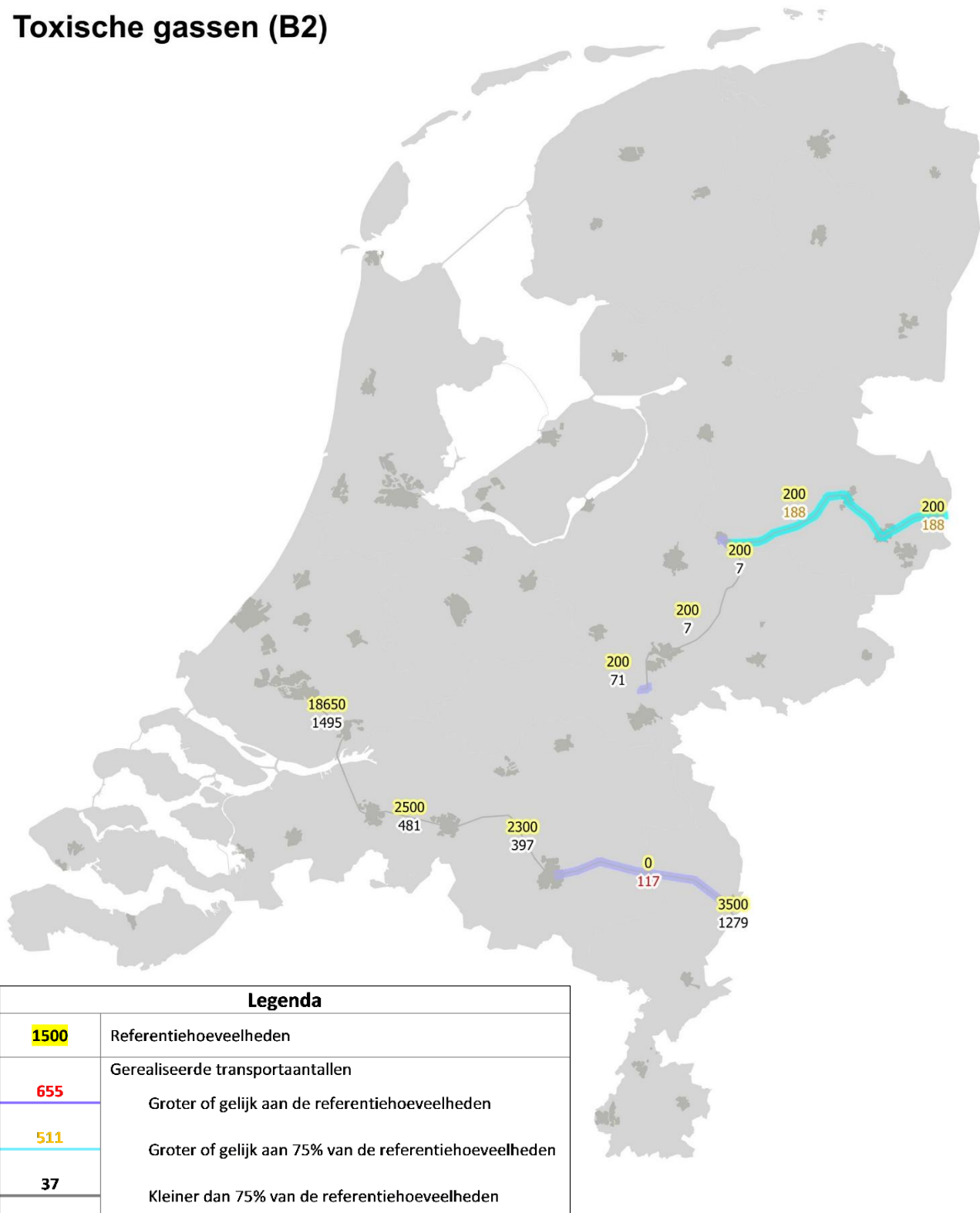
De gerealiseerde transporten per traject zijn opgenomen in bijlage 4.2.

Brandbare gassen (A)



Figuur 5: Transportgegevens stofcategorie A

Toxische gassen (B2)



Figuur 6 : Transportgegevens stofcategorie B2

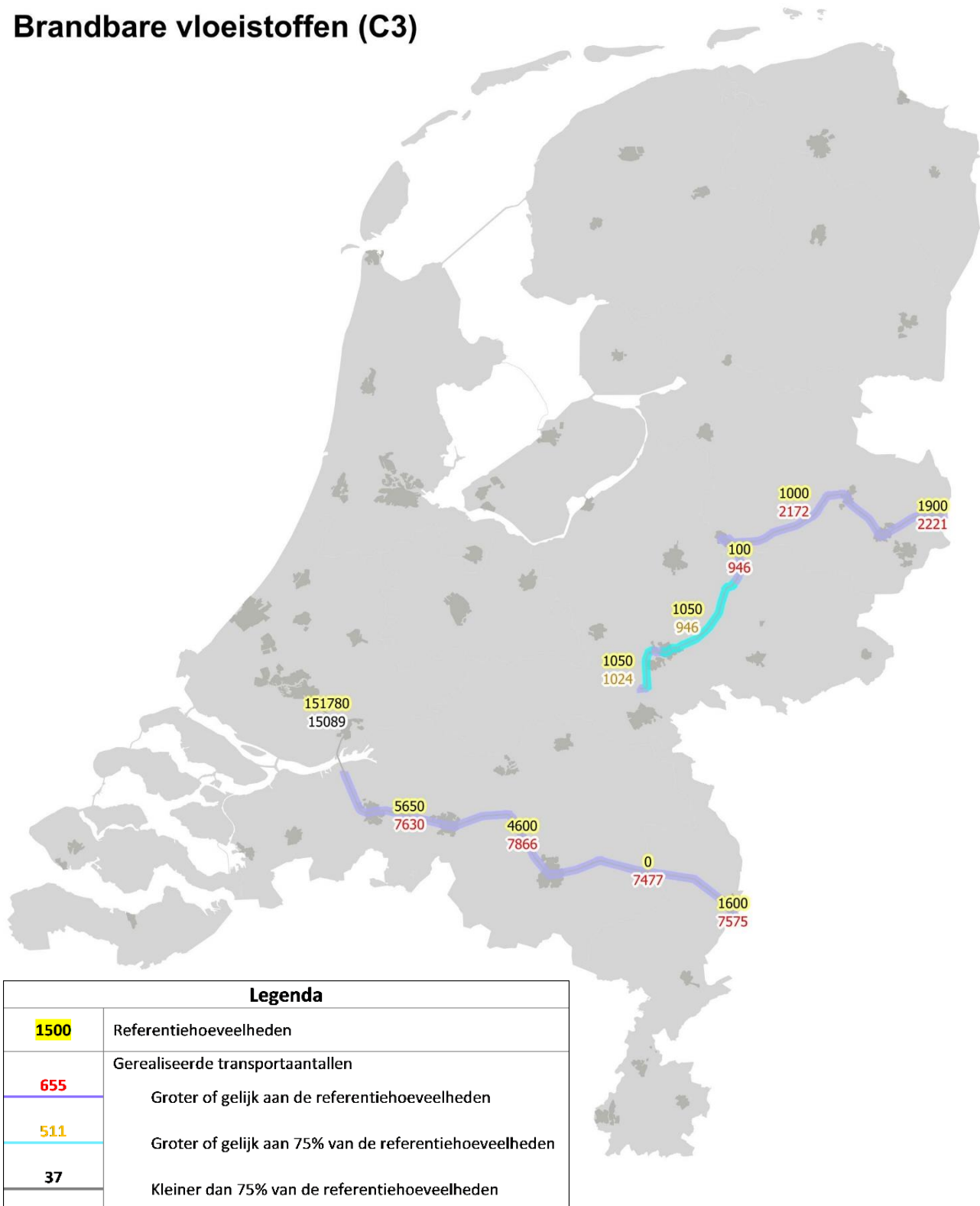
Zeer toxische gassen (B3)



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

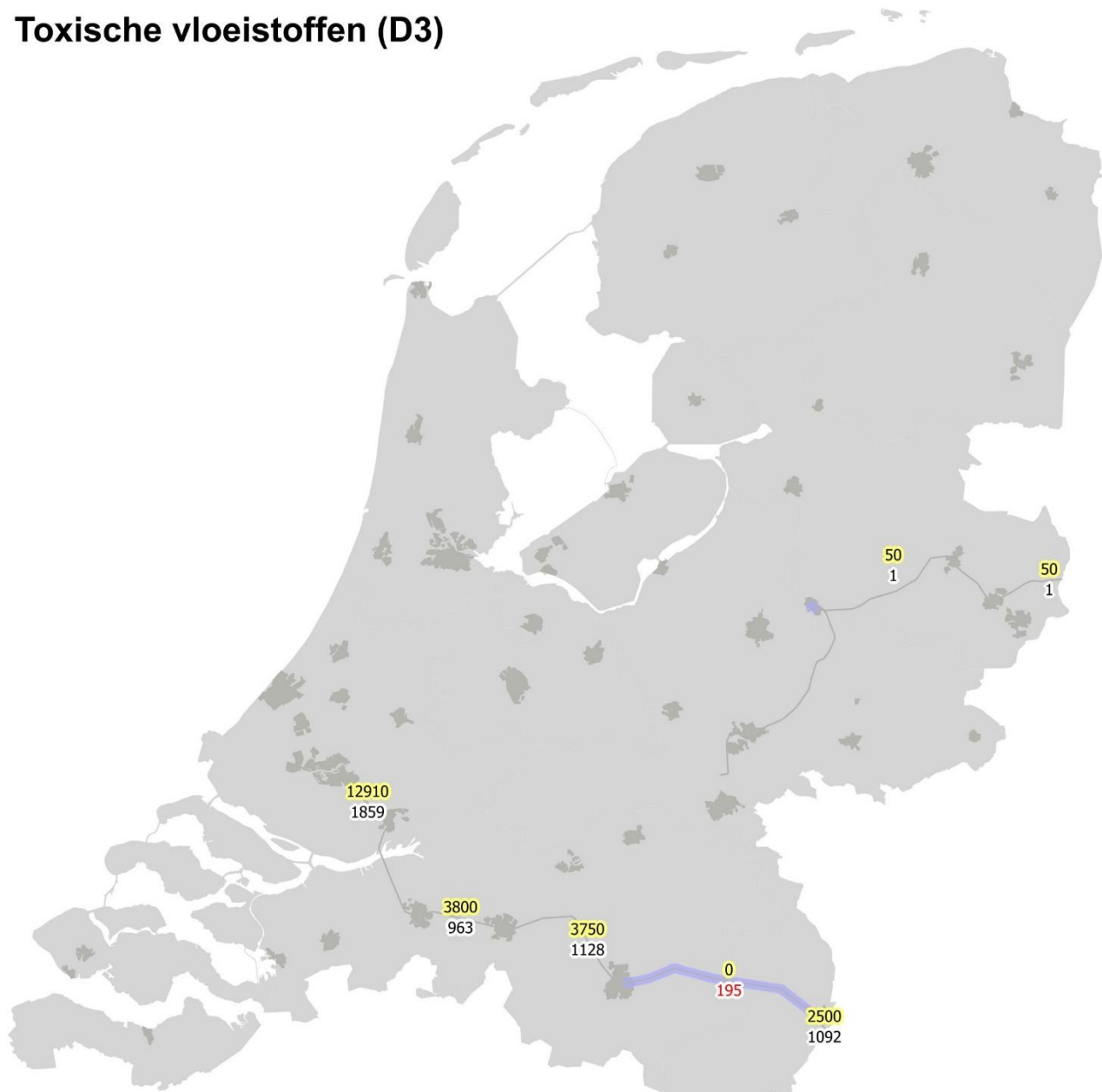
Figuur 7 : Transportgegevens stofcategorie B3

Brandbare vloeistoffen (C3)



Figuur 8 : Transportgegevens stofcategorie C3

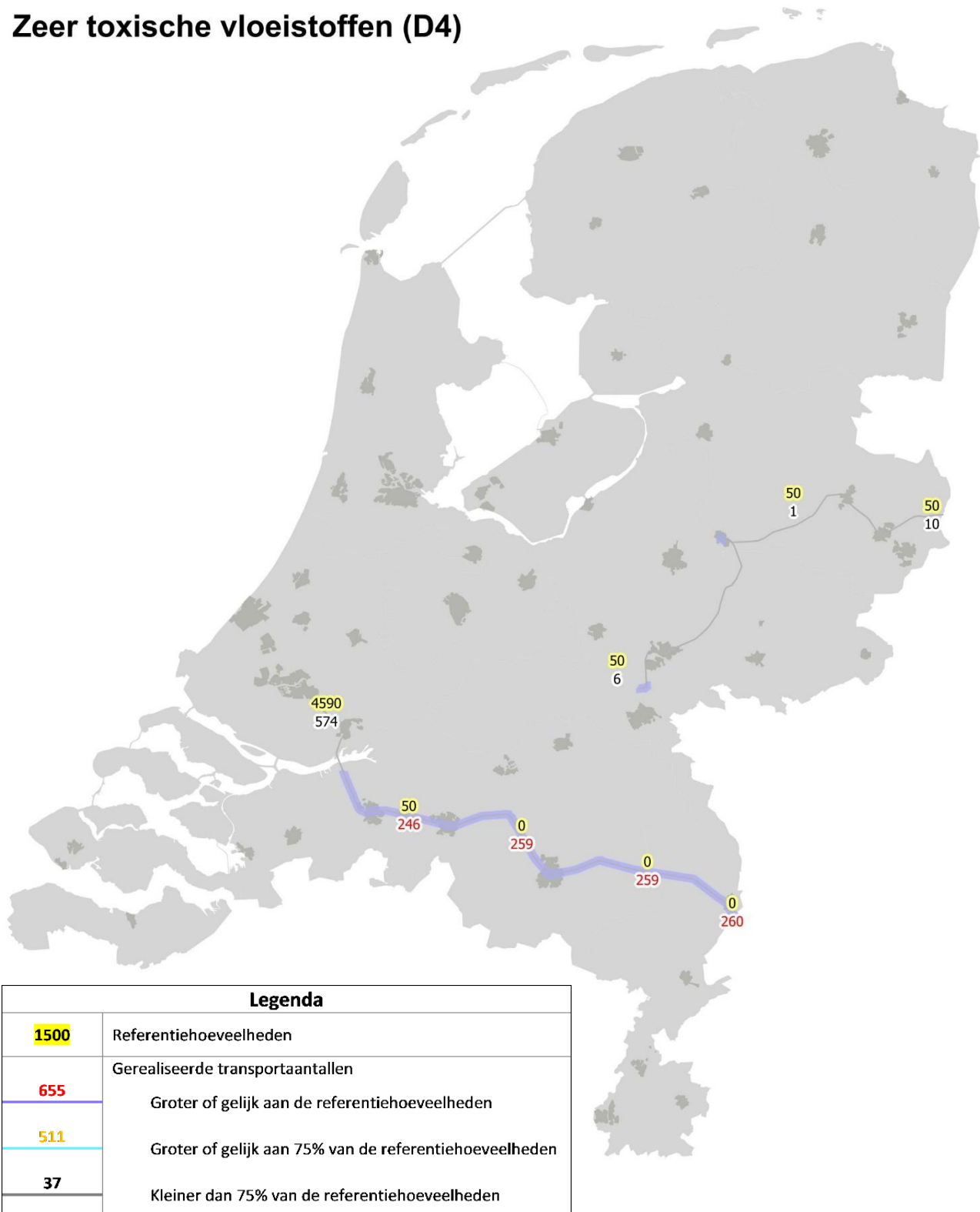
Toxische vloeistoffen (D3)



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 9 : Transportgegevens stofcategorie D3

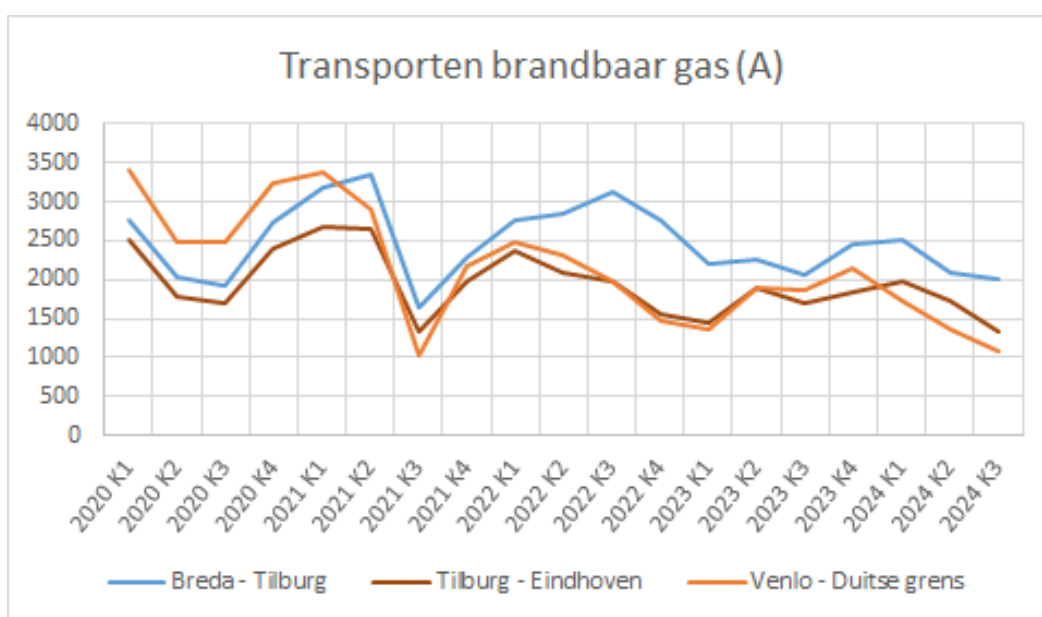
Zeer toxische vloeistoffen (D4)



Figuur 10 : Transportgegevens stofcategorie D4

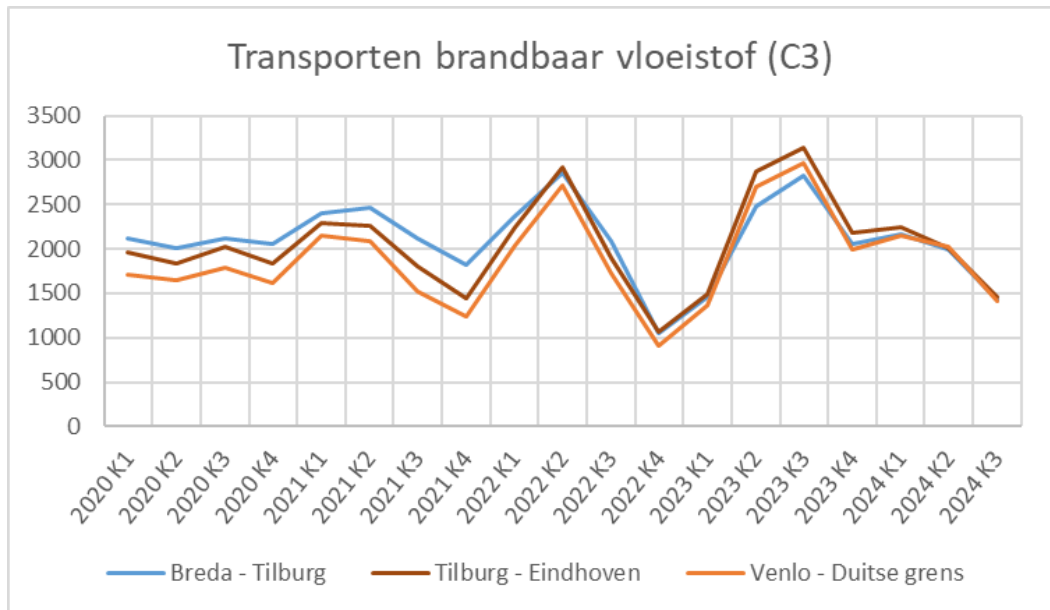
3.2. Vergelijking transportaantallen per kwartaal

In deze paragraaf worden de realisaties per stofcategorie vanaf het eerste kwartaal 2020 per kwartaal met elkaar vergeleken. Het verloop van het transport van brandbare gassen over de Brabantroute is weergegeven in figuur 11. Uit de figuur blijkt dat het transport van brandbare gassen tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en de Duitse grens is afgenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en de Duitse grens lager is dan hetzelfde kwartaal van het vorige jaar. Dit zorgt dan ook voor een afname van de realisatie over vier kwartalen gezien vergeleken met vorig kwartaal.



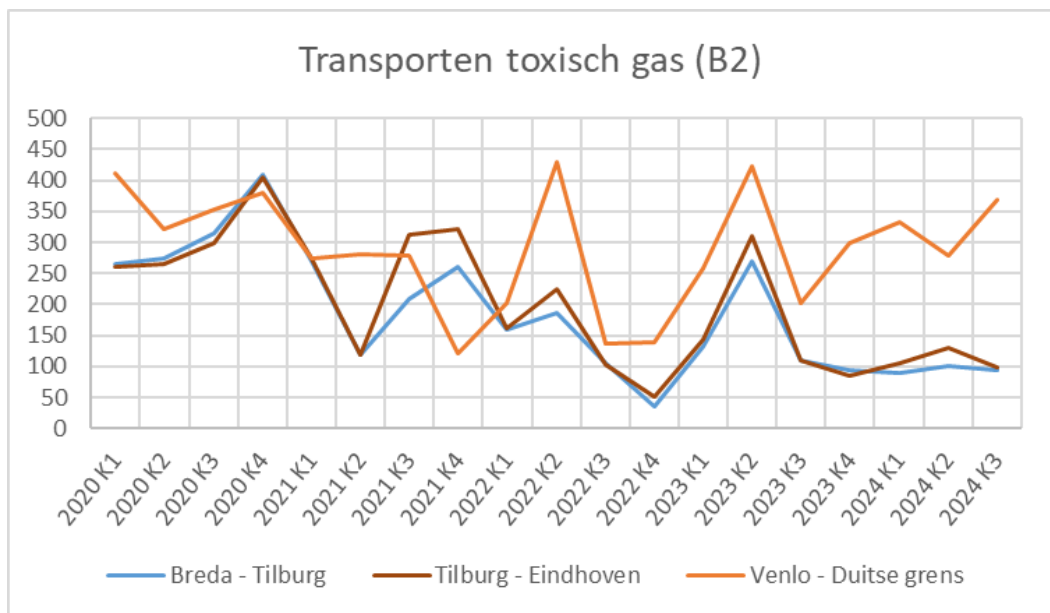
Figuur 11. Verloop van het aantal transporten met brandbare gassen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo (Brabantroute)

Figuur 12 toont het vervoer van C3 (brandbare vloeistoffen) over de Brabantroute. Uit de figuur blijkt dat het vervoer van brandbare vloeistoffen tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en de Duitse grens in het derde kwartaal van 2024 is afgenomen ten opzichte van het vorige kwartaal. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en de Duitse grens is afgenomen in vergelijking met hetzelfde kwartaal van het vorige jaar. Dit zorgt er dan ook voor dat er een afname is van de realisatie over vier kwartalen gezien vergeleken met vorig kwartaal. De vervoersaantallen C3 over het jaar gezien op de route tussen Breda en Duitse grens zijn hoger ten opzichte van de aantallen waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.



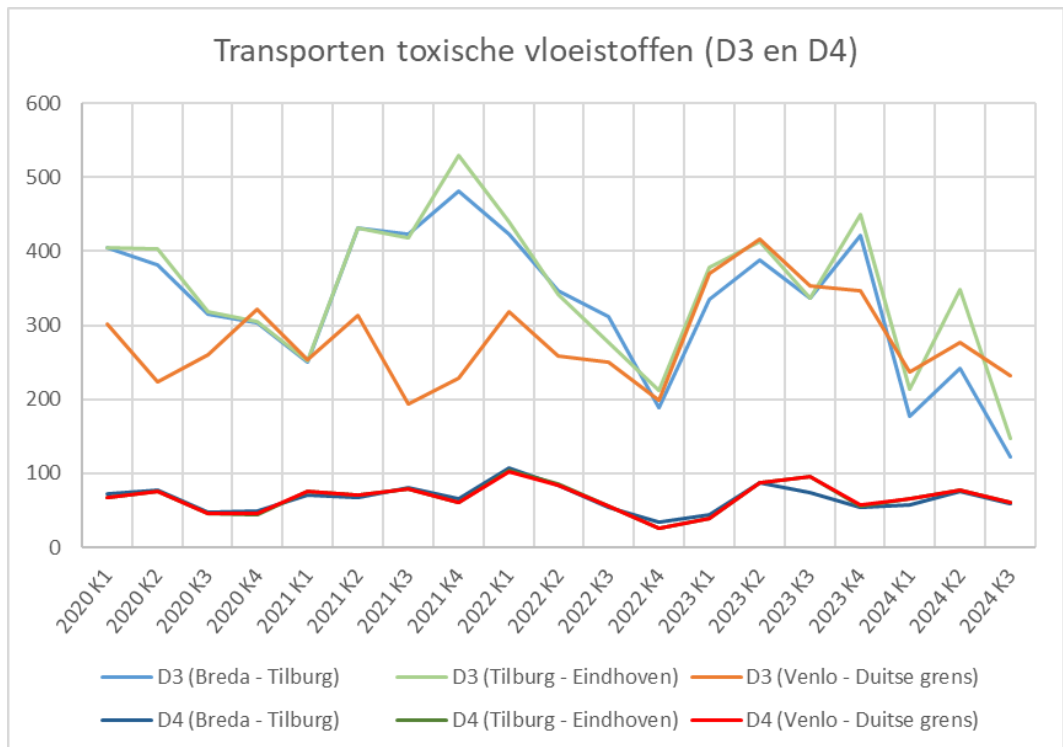
Figuur 12. Verloop van het aantal transporten met brandbare vloeistoffen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

Figuur 13 toont het vervoer van B2 (toxische gassen) over de Brabantroute. Uit de figuur blijkt dat het transport van B2 tussen Breda en Eindhoven het laatste kwartaal is afgenomen en tussen Venlo en de Duitse grens is toegenomen in vergelijking met het voorgaande kwartaal. Het transport van B2 tussen Breda en Eindhoven is het derde kwartaal van 2024 lager dan hetzelfde kwartaal het jaar ervoor. Dit zorgt dan ook voor een afname van de realisatie over vier kwartalen gezien vergeleken met vorig kwartaal op deze routes. Het transport van B2 tussen Venlo en de Duitse grens is het derde kwartaal van 2024 juist hoger dan hetzelfde kwartaal het jaar ervoor. Dit zorgt dan hier dan ook voor een toename van de realisatie over vier kwartalen gezien vergeleken met vorig kwartaal op deze route. Het vervoer van B2 is kleiner dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (zie figuur 6, uitgezonderd tussen Eindhoven en Venlo).



Figuur 13. Verloop van het transporten met toxische gassen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

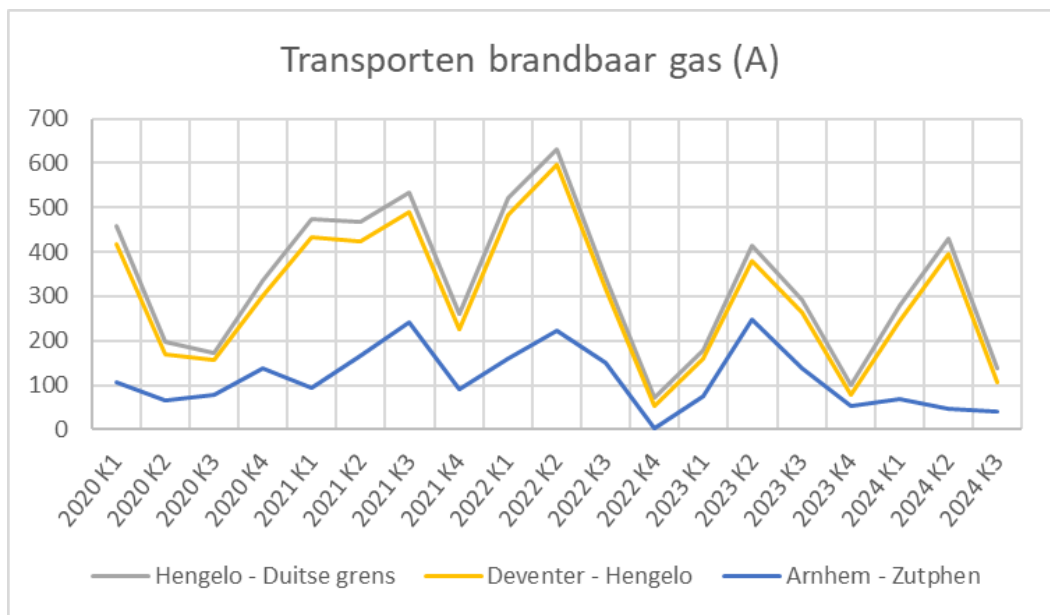
Figuur 14 toont het vervoer van D3 (toxische vloeistoffen) en D4 (zeer toxische vloeistoffen) over de Brabantroute. Uit dit figuur blijkt dat het transport van D3 het laatste kwartaal afneemt tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en de Duitse grens. Het vervoer van D4 is afgenomen ten opzichte van het vorige kwartaal op de routes tussen Breda en de Duitse grens. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie van D3 lager is tussen Breda en de Duitse grens dan hetzelfde kwartaal van het vorige jaar. Dit zorgt dan ook voor een afname van de realisatie over vier kwartalen gezien vergeleken met vorig kwartaal. Voor het vervoer van D4 is hetzelfde te zien, ook hier is de realisatie over vier kwartalen gezien gedaald vergeleken met het vorig realisatierapport.



Figuur 14. Verloop van het aantal transporten met toxische vloeistoffen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo



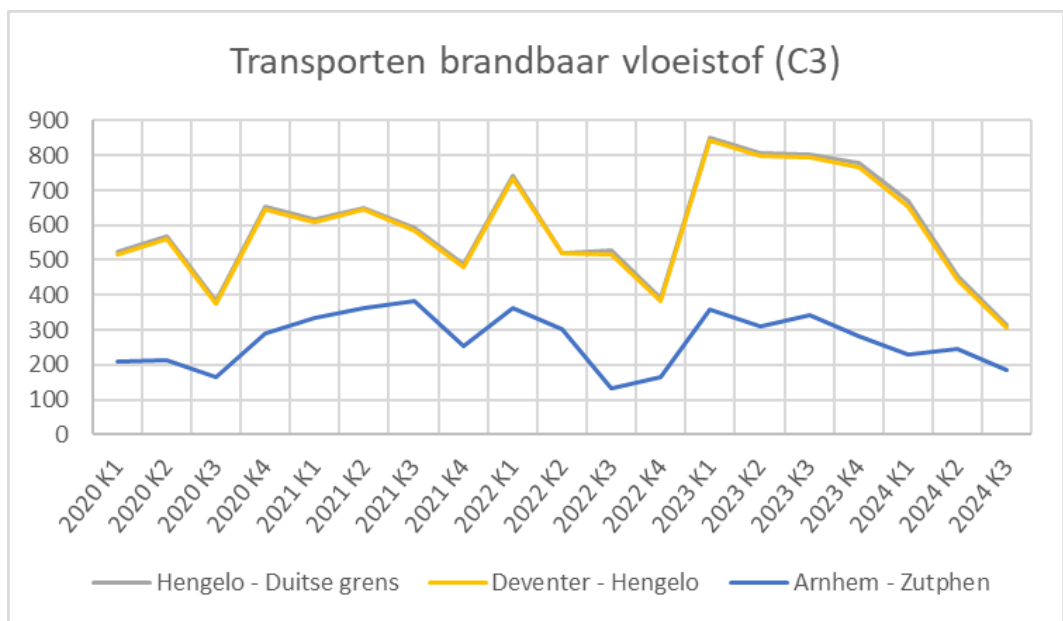
Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens (figuur 15) is het vervoer van brandbare gassen (A) gedaald in vergelijking met het vorige kwartaal. Ook op de route Arnhem – Zutphen is het vervoer van brandbare gassen het laatste kwartaal gedaald in vergelijking met het vorige kwartaal. In de figuur is te zien dat de realisatie van brandbare gassen lager is dan in hetzelfde kwartaal van het vorige jaar op de routes Deventer – Hengelo – Duitse grens en op de route Arnhem – Zutphen. Het vervoer van brandbare gassen is daarmee lager op de routes Deventer – Hengelo – Duitse grens en de route Arnhem – Zutphen over vier kwartalen gezien vergeleken met vorig kwartaal voor deze routes.



Figuur 15. Verloop van het aantal transporten met brandbare gassen per kwartaal tussen Arnhem, Deventer en Hengelo

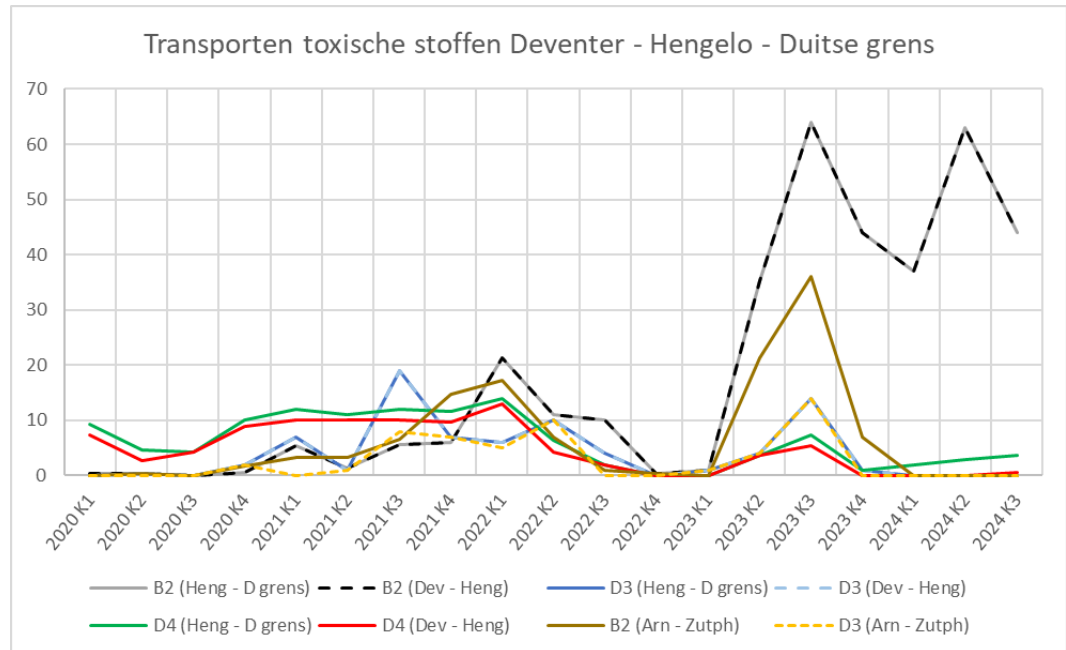


Figuur 16 toont het vervoer van C3 (brandbare vloeistoffen) over de routes Deventer – Hengelo – Duitse Grens en Arnhem - Zutphen. Uit de figuur blijkt dat het transport van brandbare vloeistoffen over de routes Deventer – Hengelo – Duitse Grens is afgenomen in vergelijking met het voorgaande kwartaal. Ook over de route Arnhem - Zutphen is deze afgenomen in het afgelopen kwartaal. In de figuur is te zien dat de realisatie van brandbare vloeistoffen over de routes Deventer – Hengelo – Duitse Grens en Arnhem - Zutphen lager is dan hetzelfde kwartaal van het vorige jaar. Dit zorgt dan ook voor een afname van de realisatie over vier kwartalen gezien vergeleken met vorig kwartaal voor de beschouwde routes. Op de beschouwde routes zijn de vervoersaantallen C3 over het jaar gezien hoger ten opzichte van de aantallen waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (zie figuur 8).



Figuur 16. Verloop van het aantal transporten met brandbare vloeistoffen per kwartaal tussen Deventer – Hengelo – Duitse grens en Arnhem - Zutphen

Figuur 17 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 het transport van toxische gassen (B2) het laatste kwartaal is afgenomen. Verder blijkt dat de vervoersaantallen van D3 en D4 minder is dan 10 ketelwagenequivalenten per kwartaal in de afgelopen vier kwartalen. De vervoershoeveelheden B2, D3 en D4 over het jaar gezien zijn kleiner dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (zie figuren 6, 9 en 10).



Figuur 17. Verloop van het aantal transporten met toxische stoffen per kwartaal tussen Deventer – Hengelo – Duitse grens

De cijfers in de figuren van hoofdstuk 3.1 (figuren 5 t/m 10) zijn de jaartotalen. In onderstaande conclusies is alleen gekeken naar de kwartaaltotalen. Het kan zijn dat het kwartaaltotaal toeneemt, maar het jaartotaal afneemt. Dit komt omdat het kwartaaltotaal dan lager is dan het kwartaaltotaal van hetzelfde kwartaal een jaar eerder.

Uit de bovenstaande analyse is het volgende te concluderen:

- Op de routes tussen Breda en Eindhoven is het transport van brandbare gassen (A) het laatste kwartaal afgenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal (zie figuur 11). Ook het transport van brandbare gassen (A) tussen Venlo en Duitse grens is afgenomen.
- Op de routes tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitse grens is het transport van brandbare vloeistoffen (C3) het laatste kwartaal afgenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal. De transportaantallen op deze routes zijn lager dan die van hetzelfde kwartaal een jaar eerder (zie figuur 12).
- Op de Brabantroute is het transport van toxische gassen (B2) tussen Tilburg en Eindhoven in het derde kwartaal van 2024 afgenomen in vergelijking met het voorgaande kwartaal (zie figuur 13). Tussen Venlo en de Duitse grens is deze juist toegenomen.
- Het aantal transporten met de stofcategorie D3 (toxische vloeistoffen) is tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitsland afgenomen (figuur 14). Het aantal transporten met de stofcategorie D4 (zeer toxische vloeistoffen) is tussen Breda en Eindhoven en Venlo en Duitsland ook afgenomen. De transportaantallen D3 op deze routes zijn lager dan die van hetzelfde kwartaal een jaar eerder. Voor de transportaantallen D4 geldt hetzelfde, deze zijn lager dan die van hetzelfde kwartaal een jaar eerder.
- Figuur 14 toont het vervoer van D3 (toxische vloeistoffen) en D4 (zeer toxische vloeistoffen) over de Brabantroute. Het vervoer van D4 met de tijd is voor trajecten Breda-Tilburg, Tilburg - Eindhoven, en Venlo - Duitse grens, nagenoeg identiek. Het vervoer van D3 met de tijd is voor de trajecten Breda-Tilburg, Tilburg - Eindhoven vergelijkbaar, terwijl het vervoer van D3 over het traject Venlo - Duitse grens hier echter van afwijkt tussen 2020 en het laatste kwartaal van 2022 en vanaf het laatste kwartaal van 2023. Dit wordt veroorzaakt door een dominerende transportstroom D3 van Limburg richting Duitsland, via Venlo in deze periodes.
- Op de route tussen Deventer – Hengelo – Duitse grens is het transport van brandbare gassen (A) in het derde kwartaal van 2024 afgenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal. De vervoershoeveelheden tussen Deventer en Hengelo zijn over het jaar gezien, hoger dan de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.
- Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens is het transport van brandbare vloeistoffen (C3) in het derde kwartaal van 2024 gedaald ten opzichte van het voorgaande kwartaal (zie figuur 16).
- Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens is het transport van toxische gassen (B2) is gedaald en het transport van zeer toxische vloeistoffen (D4) is gestegen in het derde kwartaal van 2024 ten opzichte van het voorgaande kwartaal (zie figuur 17). Het transport van toxische vloeistoffen (D3) is juist tussen Deventer en Hengelo en tussen Hengelo en de Duitse grens 0 ketelwagenequivalenten gebleven. Op deze route is het transport van toxische gassen (B2) nu 188 over het jaar gezien. Ook de hoeveelheid transporten van de toxische vloeistoffen (D3) en zeer toxische vloeistoffen (D4) tussen Deventer en Duitsland is over het jaar gezien lager dan de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (zie figuur 10).
- Op de route tussen Arnhem en Zutphen is het transport van brandbare gassen (A) in het derde kwartaal van 2024 afgenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal. Op deze route zijn de vervoershoeveelheden over het jaar gezien lager dan de hoeveelheden waarop

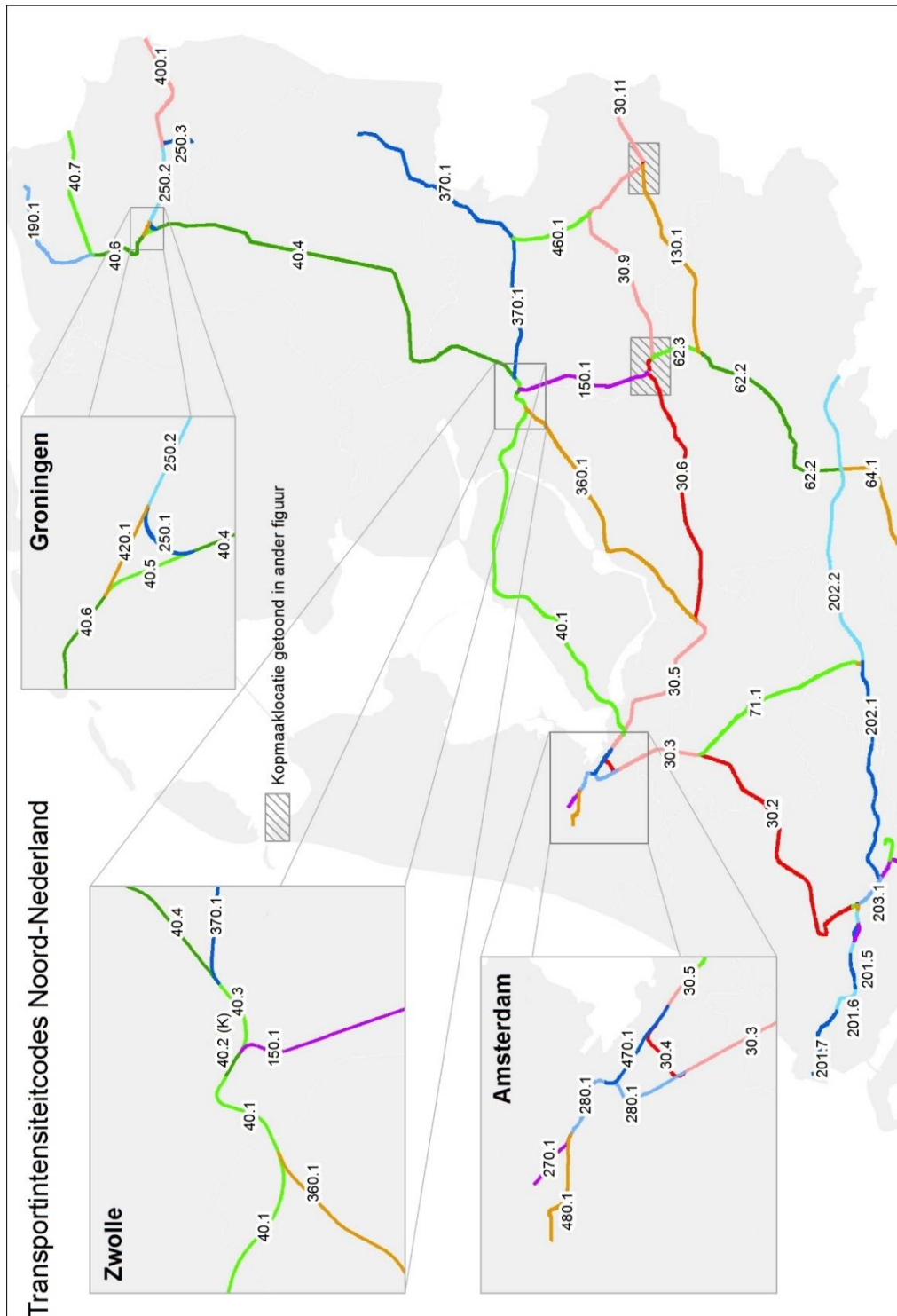
de risicoplafonds zijn gebaseerd. Dit geldt ook voor alle andere stofcategorieën, met uitzondering van het transport van brandbare vloeistoffen (C3). Op deze route wordt geen van de risicoplafonds overschreden.



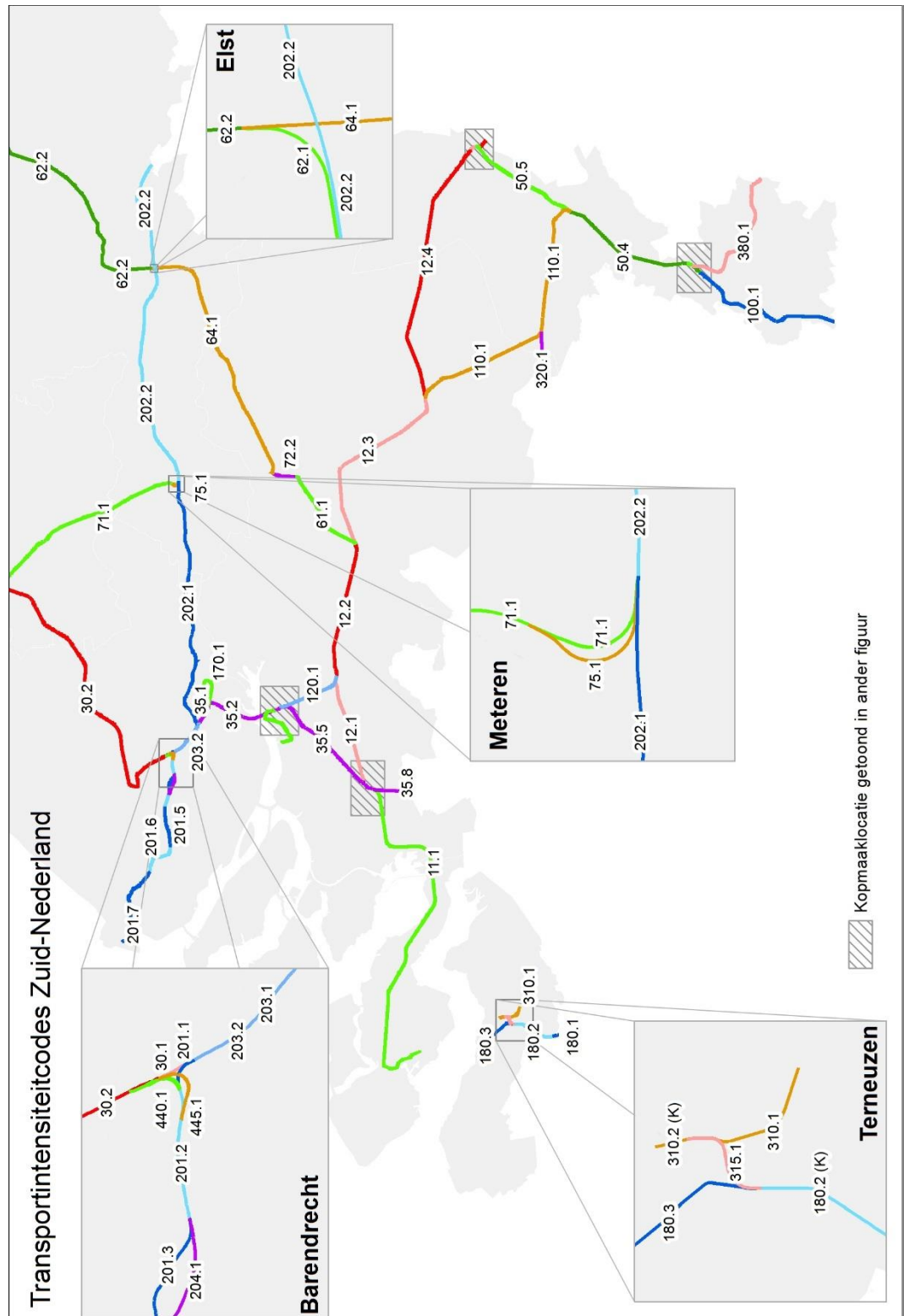
4. Bijlagen

4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en Transportintensiteitscodes

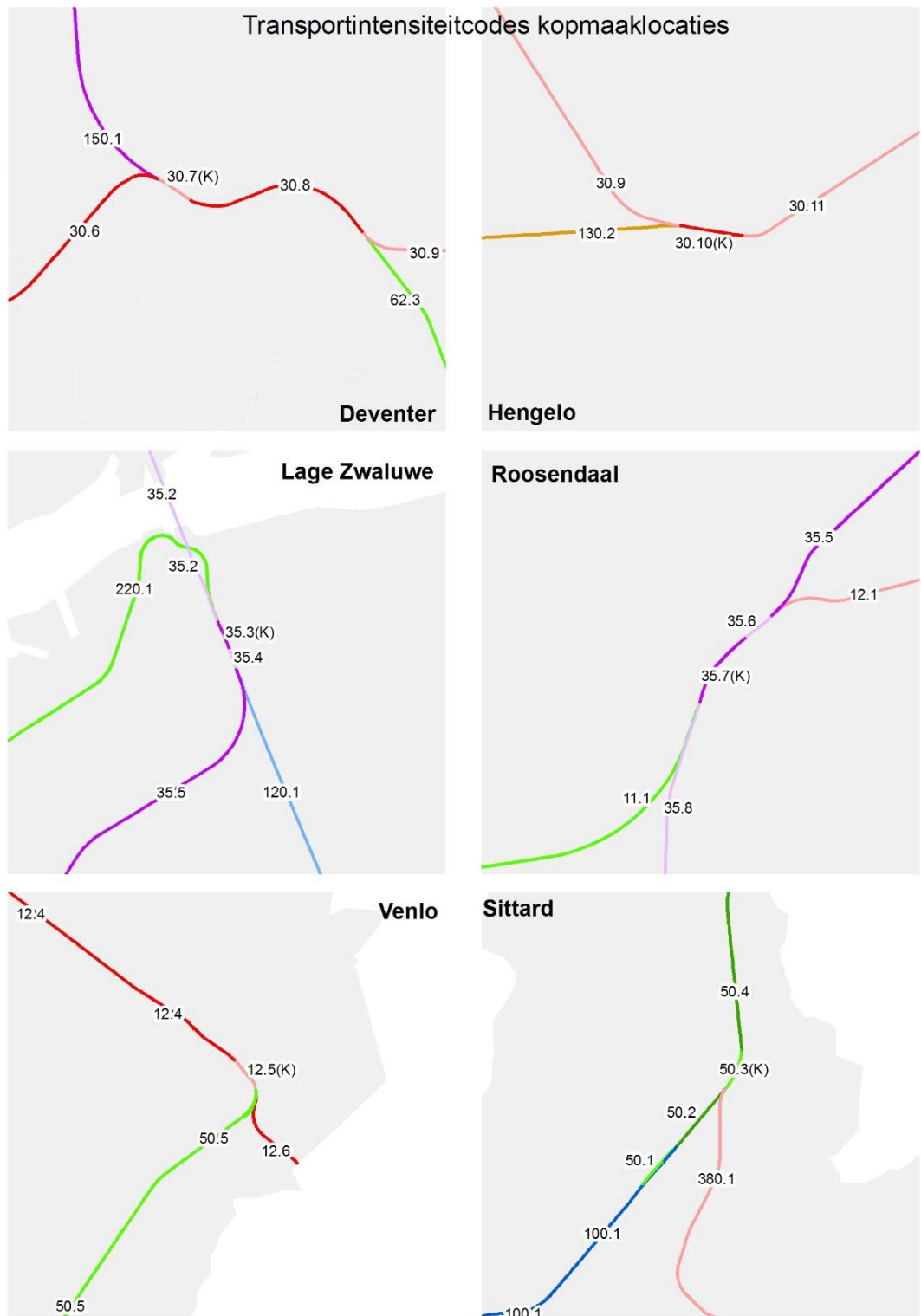
De figuren 18 en 19 tonen de routecodering (getal voor de '.') en transportintensiteitscodes (getal na de '.') die zijn gedefinieerd voor het Basisnet. Deze codes geven aan waar de basisnet vervoershoeveelheden gelijk zijn. Over de route met code ##.6 gelden dus uniforme vervoershoeveelheden en over de navolgende route ##.7 hebben de vervoershoeveelheden een andere samenstelling.



Figuur 18. Transportintensiteitcodes Basisnet Spoor Noord-Nederland



Figuur 19. Transportintensiteitscodes Basisnet Spoor Zuid-Nederland



Figuur 20. Locaties kopmaaktrajecten behorende bij figuren 18 en 19



4.2. Overzicht vervoerscijfers

In tabel 4 zijn alle beschouwde trajecten opgenomen waar vervoer van gevaarlijke stoffen over kan plaatsvinden. Alle transportwaarden van het basisnet en de gerealiseerde intensiteiten zijn weergegeven in ketelwagenequivalenten. In kolom R (Realisatie) gaat het steeds om de hoeveelheden van de laatste vier kwartalen bij elkaar opgeteld. 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} afstand (rood), van de 10^{-7} afstand (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
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	4350	9114	2500	481	0	0	5650	7630	3800	963	50	246				
12.3a	Tilburg aansl. - Boxtel	3650	6440	2300	266	0	0	4600	6856	3750	961	0	233				
12.3b	Boxtel - Eindhoven	3650	6850	2300	397	0	0	4600	7866	3750	1128	0	259				
12.3c	Eindhoven - Tongelre aansl.	3650	6886	2300	421	0	0	4600	7870	3750	1160	0	259				
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	2150	4499	0	117	0	0	0	7477	0	195	0	259				
12.5	Venlo - Venlo Oost	26950	7525	7000	2036	0	0	3200	7665	5000	1644	0	260				
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	14550	6315	3500	1279	0	0	1600	7575	2500	1092	0	260				
30.7	Deventer West - Deventer	10	609	0	181	0	0	900	1232	0	1	0	0				
30.8	Deventer - Deventer Oost	410	1076	400	195	0	0	1100	3118	100	1	100	1				
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	210	826	200	188	0	0	1000	2172	50	1	50	1				
30.10	Hengelo West - Hengelo Oost	1920	945	200	188	0	0	2000	2221	50	1	50	10				
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)	1900	945	200	188	0	0	1900	2221	50	1	50	10				
35.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht	16560	3738	4760	1317	50	0	22220	7001	6810	991	1990	400				
35.2	Dordrecht - Moerdijk racc. aansl.	16560	3738	4760	1317	50	0	20220	5574	6810	991	1290	282				
35.3	Moerdijk racc. aansl. - Lage Zwaluwe	21660	5091	5960	1318	50	0	26660	5979	8010	992	1890	425				
35.4	Lage Zwaluwe - Zevenbergschenhoek aansl.	20020	2636	5960	1317	50	0	24940	5280	8010	990	1890	237				
62.1	Elst noordwestboog - Ressen Noord	1000	131	0	7	0	0	0	838	0	0	0	0				
62.2	Ressen Noord - Zutphen Twentekanaal aansl.	1700	457	200	71	0	0	1050	1024	50	0	50	6				
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	200	210	200	7	0	0	100	946	50	0	50	0				
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	1000	807	2300	308	0	0	4600	5088	3750	886	0	235				
203.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Kijfhoek	16560	3738	4760	1317	50	0	22220	7001	6810	991	1990	400				
203.2	Kijfhoek - Barendrecht aansl.	34440	4617	18650	1495	560	0	151780	15089	12910	1859	4590	574				

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. Bijlage 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 werkafpraak 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: 56% ($1-0.75*0.80*0.90$). Deze risicoreductie van 56% 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 per maatregel 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 stof categorieën 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 ⁴	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 Trajectnummering komt overeen met Bijlage D van Protocol overdracht transportstromen



4.4.4. Referenties

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