



Rapport toetsing realisatiecijfers vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor aan de risicoplafonds Basisnet over de periode 1-10-2019 – 30-9-2020

Datum 15-01-2021
Versie RDS_20_K3 v3
Periode: 1-10-2019 – 30-9-2020

Inhoud

1. Inleiding.....	2
2. Toetsing risicoruimte.....	3
2.1. Vergelijking overschrijding risicoplafonds met vorige periode	5
3. Realisatie	11
3.1. Vergelijking transportaantallen met Basisnet-aantallen	11
3.2. Vergelijking transportaantallen per kwartaal.....	18
4. Bijlagen	27
4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en Transportintensiteitscodes.....	27
4.2. Overzicht vervoerscijfers	31
4.3. Begrippenlijst.....	32
4.4. Bijlage extra maatregelen.....	33
4.4.1. Inleiding.....	33
4.4.2. Beschrijving maatregelen	34
4.4.3. Effectiviteit maatregelen.....	36
4.4.4. Referenties	39

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 2019 tot en met 30 september 2020. De omleidingsroutes van de Betuweroute voor het project 'derde spoor' zijn in dit rapport behandeld.

De volgende omleidingsroutes zijn beschouwd:

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

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 risico's berekend in dit rapport zijn inclusief de maatregelen Hotbox, ETCS, crashbuffers en deels ATBvv waar deze zijn toegepast in 2019 en de eerste drie kwartalen van 2020.¹ 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 2019 t/m kwartaal 3 2020 aan de risicoplafonds Basisnet in het kader van het derde spoor



Figuur 1: Toetsing van het gerealiseerde transport aan de risicoruimte

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

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.

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
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	1	9 (10)	56	54 (110)	207	104 (311)
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	8 (9)	42	64 (106)	183	131 (314)
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	0	8 (8)	137	-	284	26 (310)
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	7 (7)	0	86 (86)	147	135 (282)
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	0	33 (33)	54	68 (122)
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	0	19 (19)	32	68 (100)
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	17	12 (29)	135	2 (137)
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	0	8 (8)	45	-
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	5	-	21	-	157	52 (209)
12.5	Venlo - Venlo Oost	9	-	161	-	330	2 (332)

² De ligging van elke route is weergegeven in de 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 (1-7-2019 t/m 30-6-2020) als in de huidige periode P_1 (1-10-2019 t/m 30-9-2020) sprake is van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond. Deze trajecten zijn rood gekleurd.
- **Nieuwe overschrijdingen**
De trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-7-2019 t/m 30-6-2020) geen sprake was van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond, maar in de huidige periode P_1 (1-10-2019 t/m 30-9-2020) wel. Deze trajecten zijn oranje gekleurd.
- **Geen overschrijding meer**
Trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-7-2019 t/m 30-6-2020) sprake was van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond, maar in de huidige periode P_1 (1-10-2019 t/m 30-9-2020) 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 (1-10-2019 t/m 30-9-2020). In de derde dekolom staan de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de voorgaande gerealiseerde vervoersstromen (1-7-2019 t/m 30-6-2020). 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
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.	1	10	10	56	110	119	207	311	365
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	1	9	10	42	106	117	183	314	369
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	0	8	9	137	-	-	284	310	356
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	7	8	0	86	96	147	282	338
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	0	-	-	0	33	38	54	122	138
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	-	0	19	25	32	100	119
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	-	17	29	31	135	137	149
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	-	0	8	10	45	-	-
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	5	-	5	21	-	-	157	209	285
12.5	Venlo - Venlo Oost	9	-	-	161	-	-	330	332	374

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



Bijzonderheden

1. De overschrijdingen van het risicoplafond 10^{-6} tussen Breda en Eindhoven zijn bij trajecten met wisseltoeslag en breedtecategorie 1-24. 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 10 meter vanaf het midden van de spoorbundel. De overschrijding van het risicoplafond 10^{-6} is voor alle routes gelijk in vergelijking met de voorgaande realisatieperiode. De plaatsgebonden risico 10^{-6} contour valt bij alle trajecten binnen de spoorbundel.
2. Op alle trajecten met een overschrijding van het risicoplafond 10^{-6} is deze overschrijding afgenomen of gelijk gebleven in vergelijking met het vorige kwartaal. Het gaat hier in alle gevallen om trajecten geleken op de Brabandrouten. De afname wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van vervoer van brandbaar gas (A) en brandbare vloeistof (C3).
3. Tussen Zutphen en Deventer is een traject waarbij een overschrijding van het risicoplafond 10^{-7} is verdwenen. Het gaat hier om een traject zonder wisseltoeslag en breedtecategorie 1-24. Op deze route is nog wel een overschrijding van het risicoplafond 10^{-7} bij trajecten met wisseltoeslag.
4. Tussen Hengelo en Bad Bentheim (D) zijn trajecten waarbij een overschrijding van het risicoplafond 10^{-7} is verdwenen. Het gaat hier om trajecten zonder wisseltoeslag en breedtecategorie 1-24. Op deze route is nu geen traject met een overschrijding van het risicoplafond 10^{-7} .
5. In de figuren is te zien dat er tussen Eindhoven en Venlo twee trajecten zijn waar een overschrijding van het risicoplafond 10^{-6} is bijgekomen. Dit is het gevolg van wijzigingen in de gehanteerde infra. Uit tabel 3 blijkt dat de grootte van de overschrijding is afgenomen.
6. De risicoruimtes van de routes worden voornamelijk overschreden door het vervoer van brandbare gassen (A) en zeer giftige vloeistoffen (D4). De risicoruimte 10^{-6} van de routes tussen Breda en Kaldenkirchen (D) worden voornamelijk overschreden door het vervoer van brandbare gassen (A) en brandbare vloeistoffen (C3).
7. De risicoruimte 10^{-8} van de route Venlo en Kaldenkirchen (D) wordt voornamelijk overschreden door het vervoer van zeer giftige vloeistoffen (D4). De risicoruimte 10^{-7} wordt bij deze routes niet overschreden. Dit komt omdat de grootte van deze contour vooral wordt bepaald door het vervoer van brandbare gassen (A) welke op deze route lager zijn in vergelijking met het vervoersaantal A waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.
8. Op de route Zutphen – Hengelo vindt weinig transport van gevaarlijke stoffen plaats, in vergelijking met de vervoersaantallen waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd. Hier vindt geen overschrijding van de risicoplafonds plaats.
9. Op de route tussen Zevenbergschehoek en Venlo en de route tussen Deventer en Hengelo vindt vrijwel overal altijd een overschrijding plaats van tenminste één van de risicoplafonds. Uitzondering hierop is een traject bij Boxtel, hier wordt nu gerekend zonder wisseltoeslag, waar bij de basisnetberekeningen nog werd gerekend met wisseltoeslag.



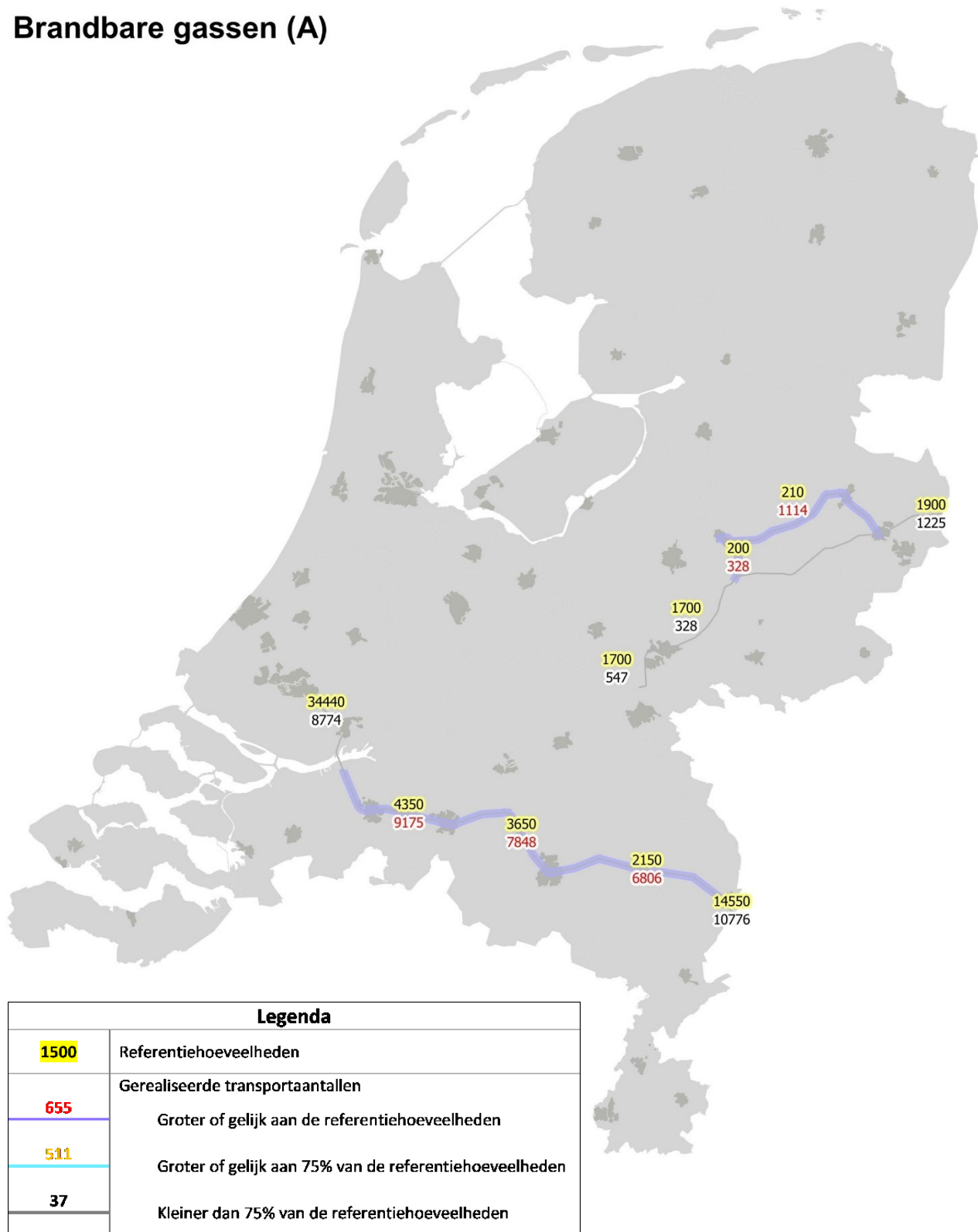
3. Realisatie

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 1-10-2019 t/m 30-9-2020 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

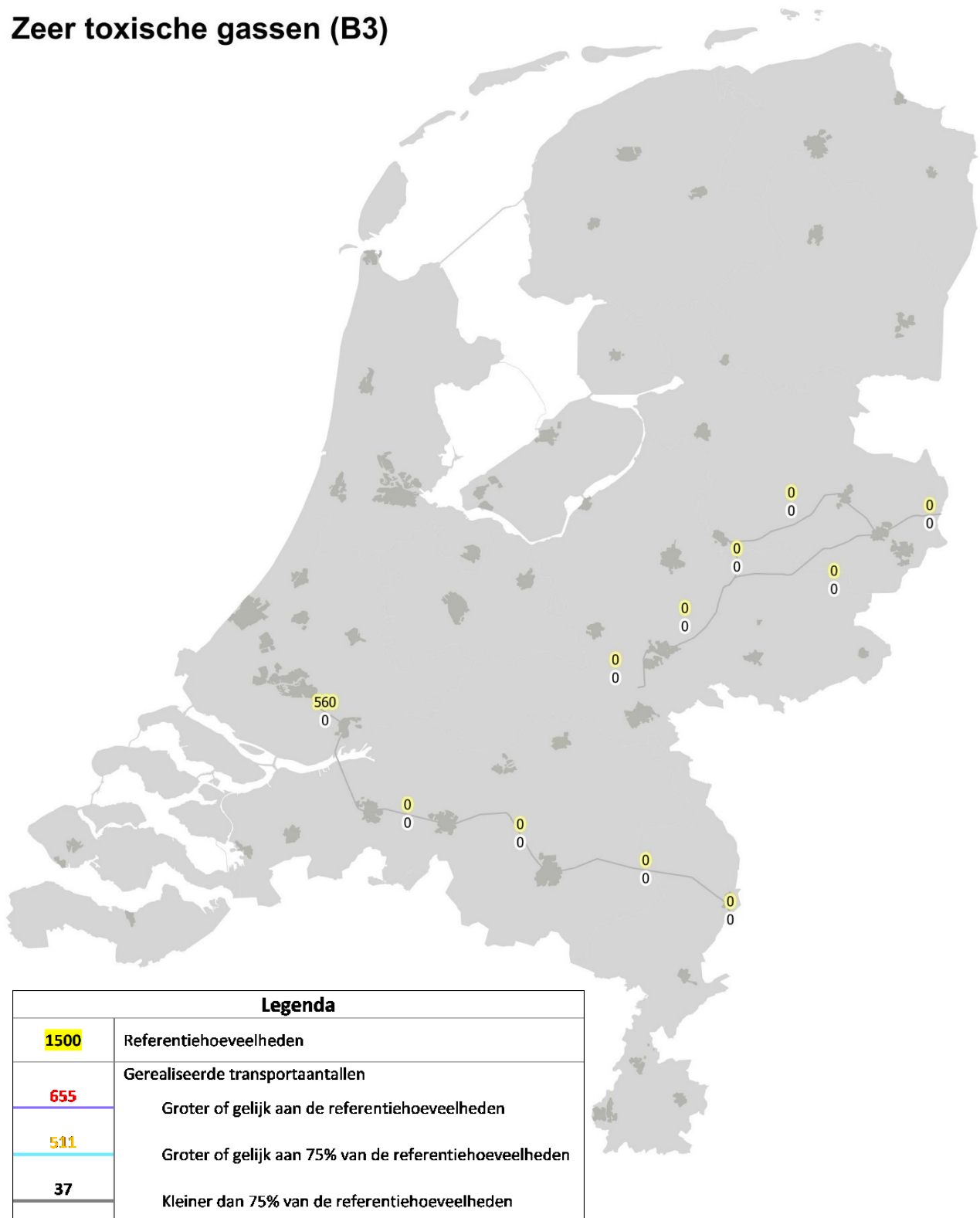
Toxische gassen (B2)



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

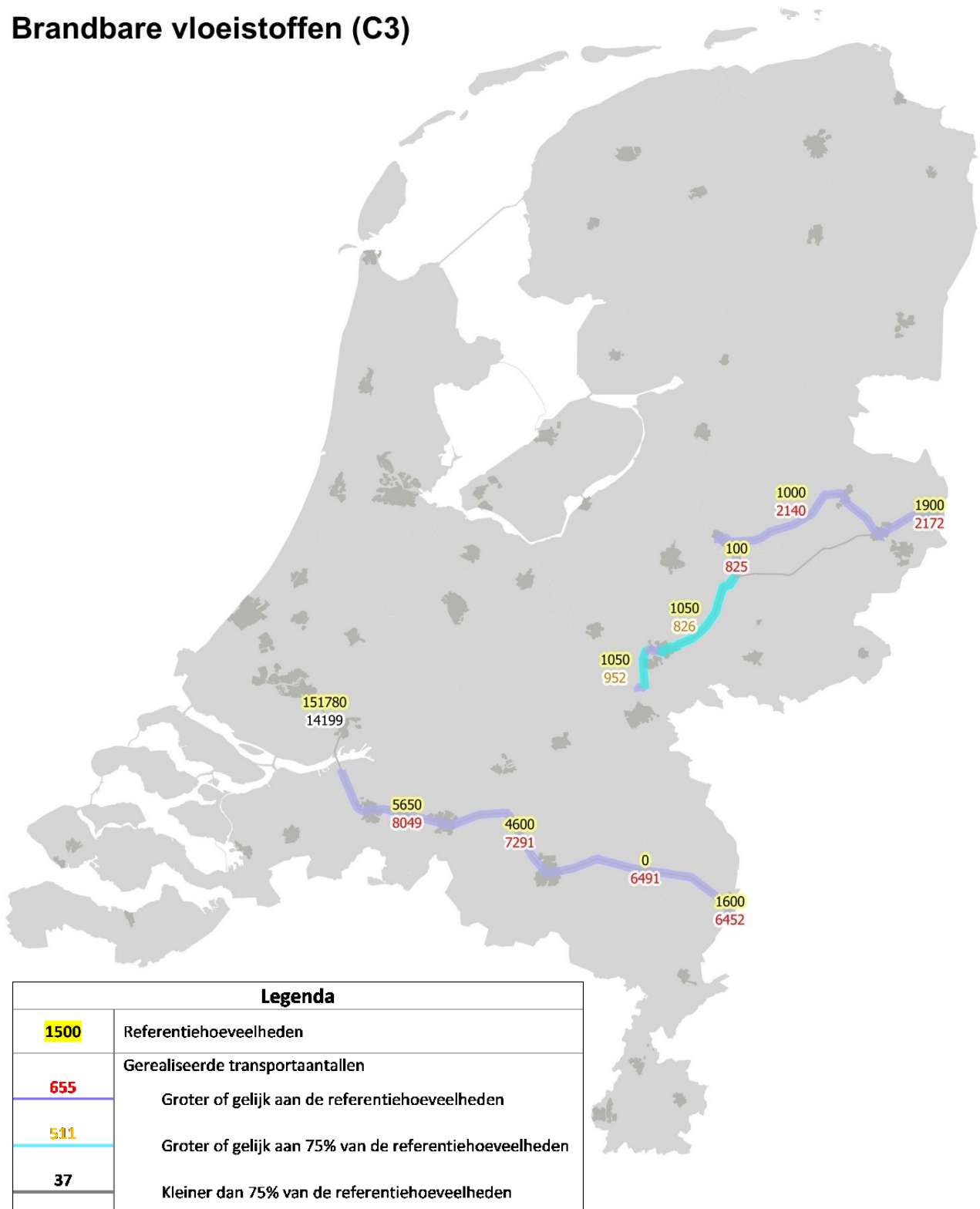
Figuur 6 : Transportgegevens stofcategorie B2

Zeer toxische gassen (B3)



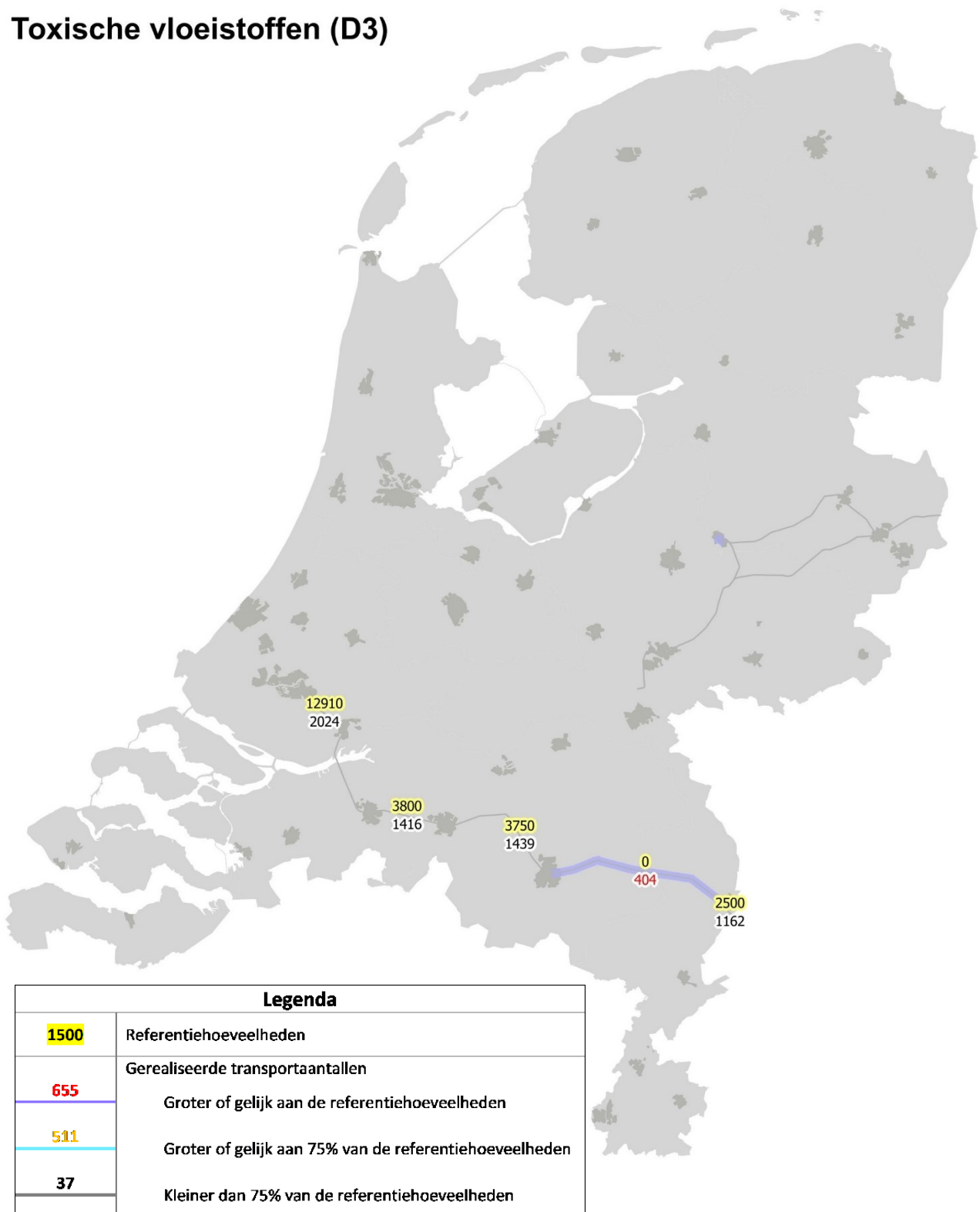
Figuur 7 : Transportgegevens stofcategorie B3

Brandbare vloeistoffen (C3)



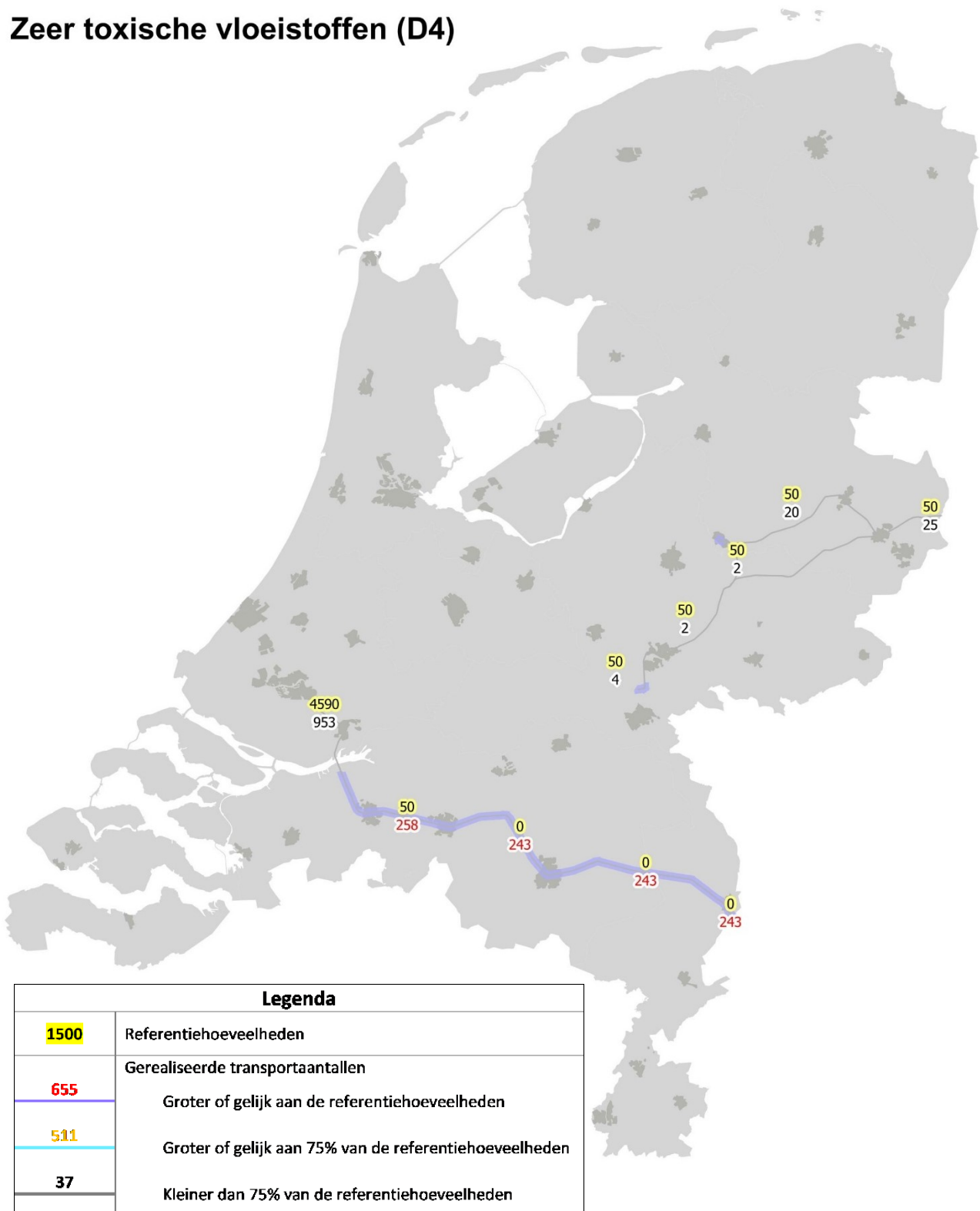
Figuur 8 : Transportgegevens stofcategorie C3

Toxische vloeistoffen (D3)



Figuur 9 : Transportgegevens stofcategorie D3

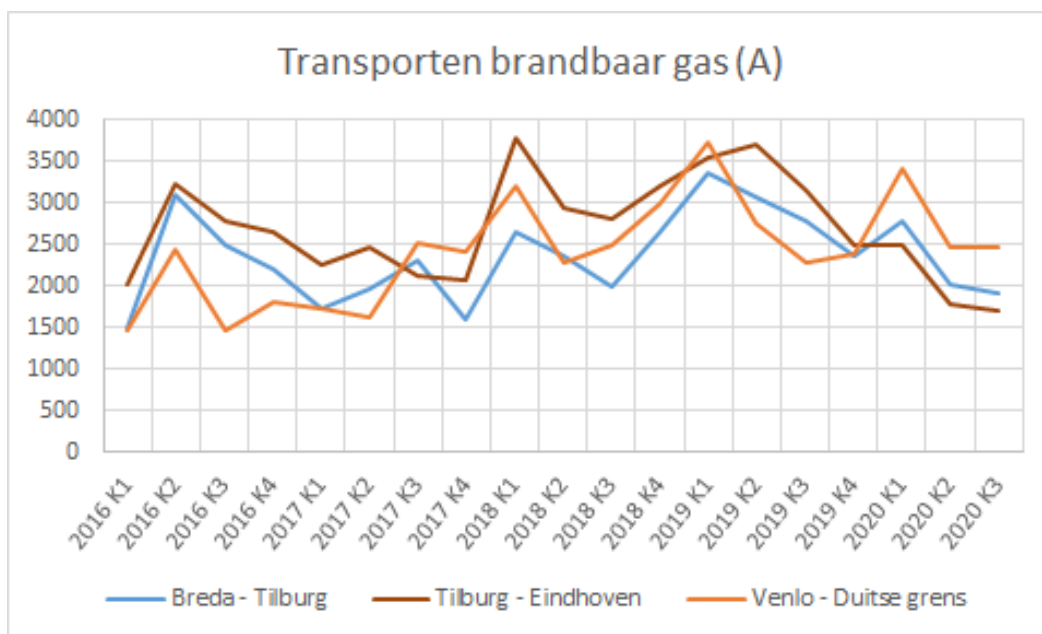
Zeer toxische vloeistoffen (D4)



Figuur 10 : Transportgegevens stofcategorie D4

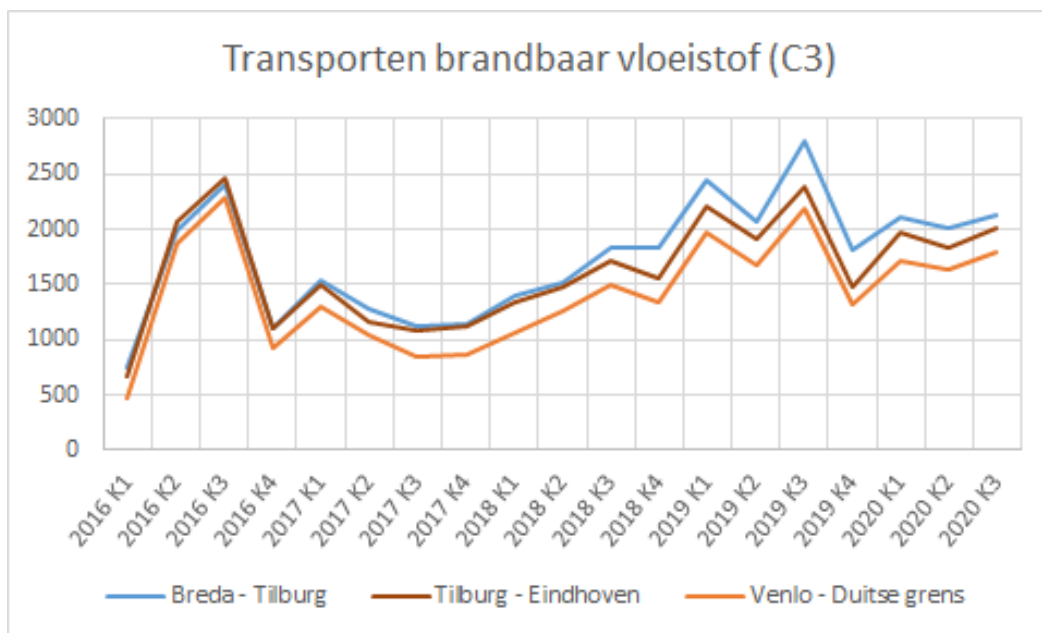
3.2. Vergelijking transportaantallen per kwartaal

In deze paragraaf worden de realisaties per stofcategorie vanaf het eerste kwartaal 2016 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 is afgenomen en tussen Venlo en de Duitse grens gelijk is gebleven ten opzichte van het voorgaande kwartaal. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie tussen Breda en Eindhoven 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.



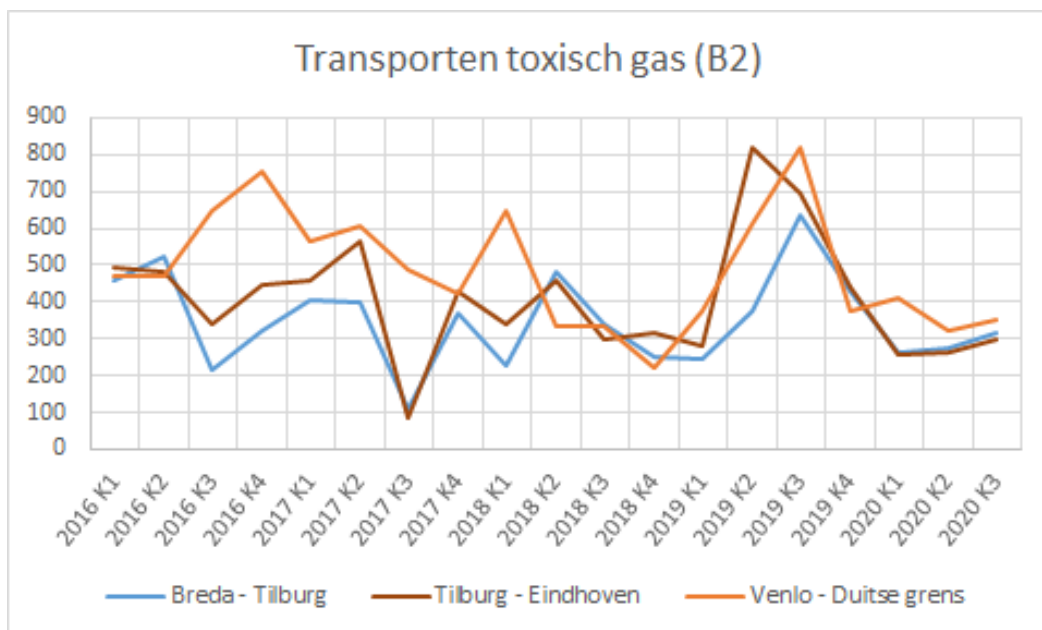
Figuur 11. Verloop van het aantal transporten met brandbare gassen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo (Brabantroute)

Figuur 12 toont het vervoer van C3 (brandbare vloeistof) over de Brabantroute. Uit de figuur blijkt dat het vervoer van brandbare vloeistoffen in het derde kwartaal van 2020 is toegenomen ten opzichte van het vorige kwartaal. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie tussen Breda en Eindhoven 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. De vervoersaantallen C3 over het jaar gezien op de route tussen Breda en Duitse grens zijn wel hoger ten opzichte van de aantallen waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.



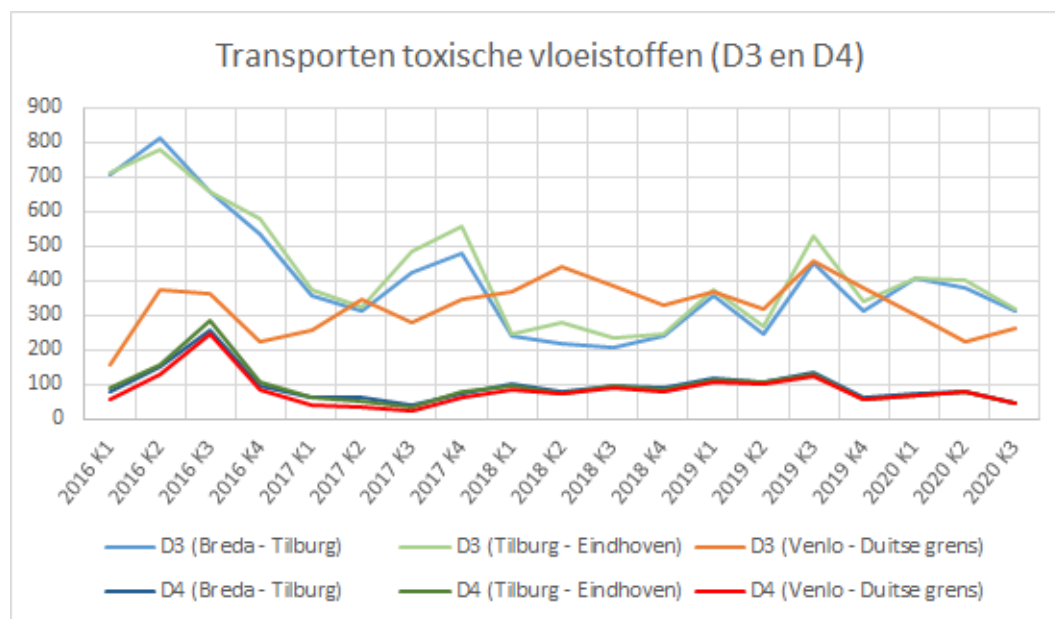
Figuur 12. Verloop van het aantal transporten met brandbare vloeistoffen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

Figuur 13 toont het vervoer van B2 (toxisch gas) over de Brabantroute. Uit de figuur blijkt dat het transport van B2 tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitse grens het laatste kwartaal is gestegen in vergelijking met het voorgaande kwartaal. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie 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. Het vervoer van B2 is kleiner dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (zie figuur 6, uitgezonderd tussen Eindhoven en Venlo).



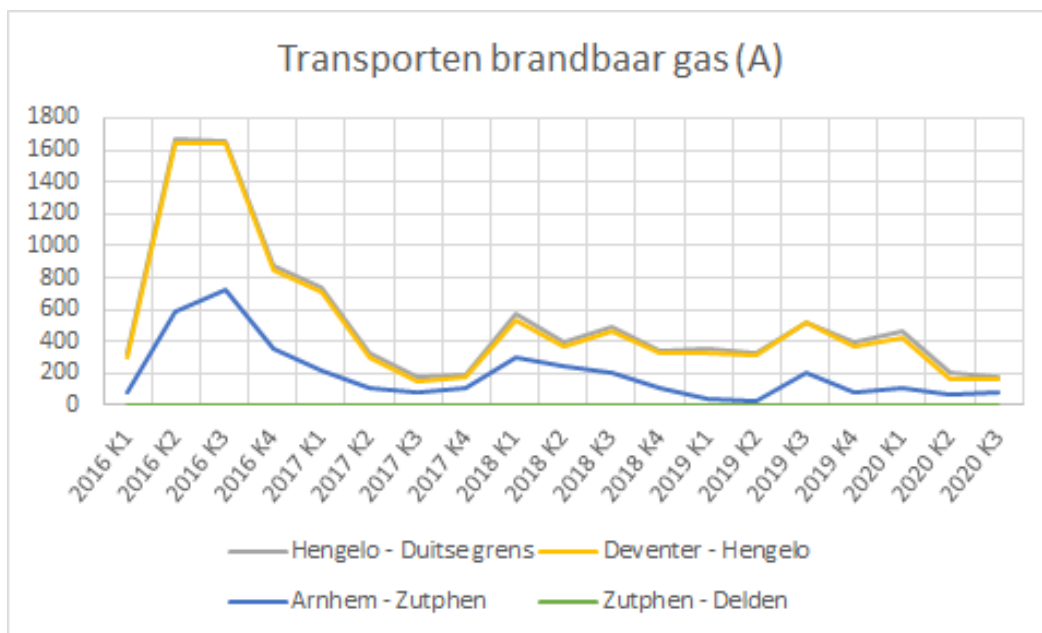
Figuur 13. Verloop van het transporten met toxische gassen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

Figuur 14 toont het vervoer van D3 (toxische vloeistof) en D4 (zeer toxische vloeistof) over de Brabantroute. Uit dit figuur blijkt dat het transport van D3 het laatste kwartaal afneemt tussen Breda en Eindhoven en toeneemt tussen Venlo en de Duitse grens. Het vervoer van D4 is gedaald ten opzichte van het vorige kwartaal op alle beschouwde routes. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie van zowel D3 als D4 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 14. Verloop van het aantal transporten met toxische vloeistoffen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

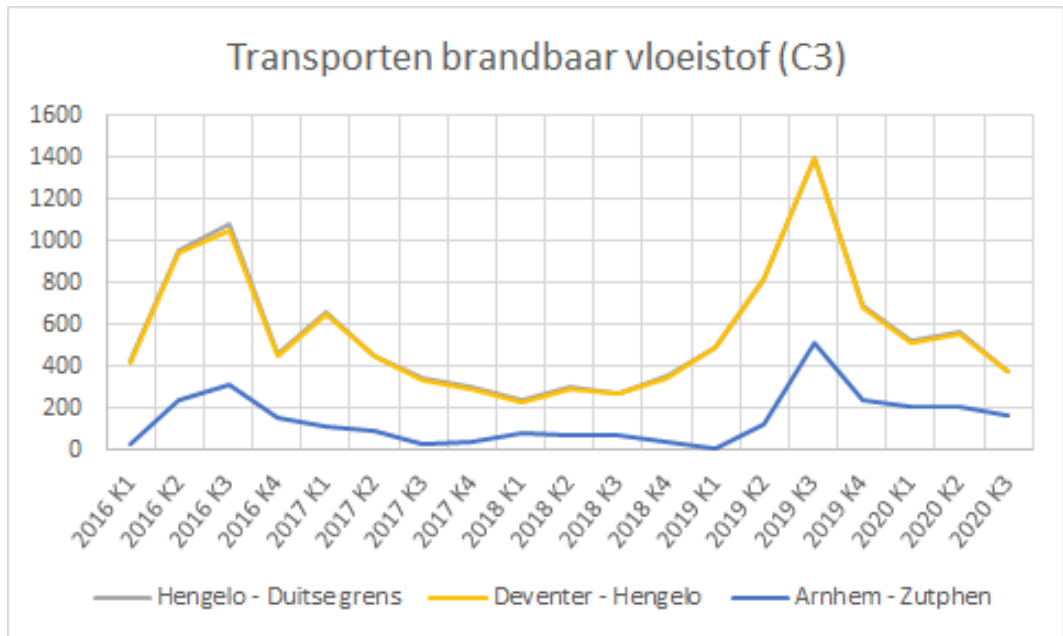
Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens (figuur 15) is het vervoer van brandbare gassen (A) ongeveer gelijk gebleven in vergelijking met het vorige kwartaal. Ook op de route Arnhem – Zutphen is het vervoer van brandbare gassen het laatste kwartaal ongeveer gelijk gebleven. De route Zutphen – Delden wordt sporadisch gebruikt voor het vervoer van deze gevaarlijke stoffen. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie van brandbare gassen 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.



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

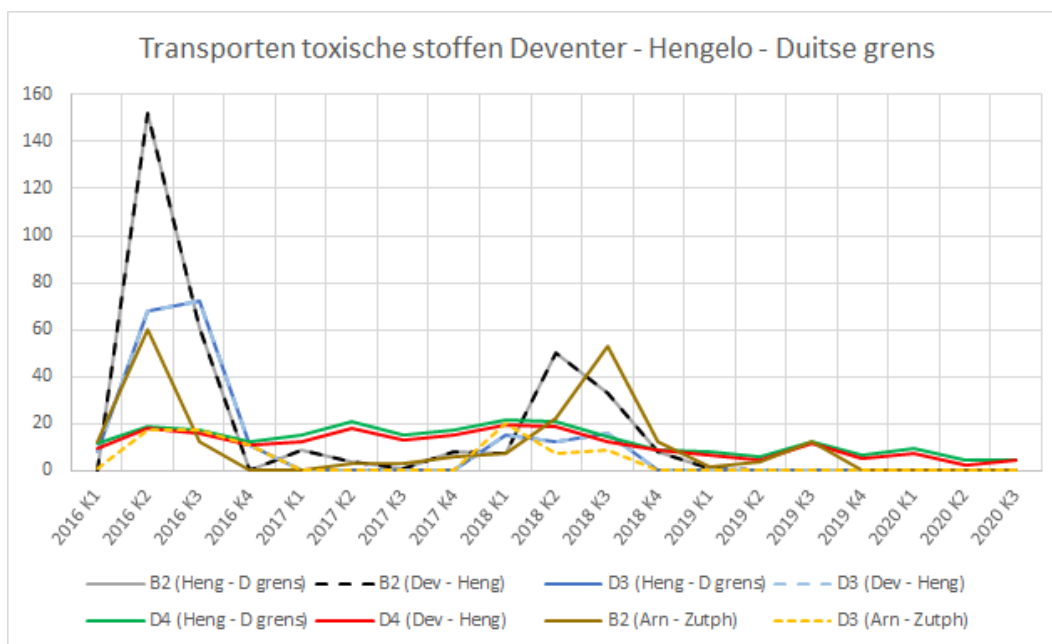
Sinds 2014 heeft slechts in één kwartaal transport van gevaarlijke stoffen plaatsgevonden over de route Zutphen – Delden, te weten 20 ketelwagenequivalenten brandbare vloeistoffen (C3). Omdat er in de overige kwartalen geen enkel transport van gevaarlijke stoffen was, is deze route verder niet meer weergegeven in de navolgende figuren.

Figuur 16 toont het vervoer van C3 (brandbare vloeistof) over de routes Deventer – Hengelo – Duitse Grens en Arnhem - Zutphen. Uit de figuur blijkt dat het transport van brandbare vloeistoffen over de routes Deventer – Hengelo – Duitse Grens is afgenomen in het afgelopen kwartaal. Ook over de route Arnhem - Zutphen is het transport van brandbare vloeistoffen afgenomen. Ook is in de figuur te zien dat de realisatie van brandbare vloeistoffen ruim 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 route tussen Arnhem en Zutphen zijn de vervoersaantallen C3 over het jaar gezien lager 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 de vervoersaantallen van B2, 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

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 en tussen Venlo en Duitse grens gelijk gebleven ten opzichte van het voorgaande kwartaal. Het aantal transporten over de routes tussen Breda en Eindhoven is het laatste kwartaal lager dan in het derde kwartaal van 2019 waardoor de jaarintensiteiten lager zijn in vergelijking met het vorige monitoringsrapport.
- Het transport van brandbare vloeistoffen (C3) op de Brabantroute is het laatste kwartaal toegenomen ten opzichte van het vorige kwartaal. Het aantal transporten over deze routes is het laatste kwartaal lager dan in het derde kwartaal van 2019 waardoor de jaarintensiteiten lager zijn in vergelijking met het vorige monitoringsrapport.
- Op de Brabantroute is het transport van toxische gassen (B2) tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitse grens in het derde kwartaal van 2020 toegenomen in vergelijking met het voorgaande kwartaal (zie figuur 13). Het aantal transporten over de route tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitse grens is het laatste kwartaal lager dan in het derde kwartaal van 2019 waardoor de jaarintensiteiten lager zijn in vergelijking met het vorige monitoringsrapport.
- Het aantal transporten met de stofcategorie D3 (toxische vloeistoffen)(figuur 14) is tussen Breda en Eindhoven afgenomen en tussen Venlo en Duitsland toegenomen. Het transport van D4 is gedaald ten opzichte van de voorgaande kwartalen. Het aantal transporten over de route tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitse grens is het laatste kwartaal lager dan in het derde kwartaal van 2019 waardoor de jaarintensiteiten lager zijn in vergelijking met het vorige monitoringsrapport.
- Uit figuur 14 (toxische vloeistoffen Brabantroute) is op te maken dat het transport van D4 (zeer toxische vloeistoffen) tussen Venlo en de Duitse grens gerelateerd is aan het transport tussen Breda en Eindhoven. Ook blijkt uit dit figuur dat dit niet geldt voor het transport van D3 (toxische vloeistoffen).
- Op de route tussen Deventer – Hengelo – Duitse grens is het transport van brandbare gassen (A) in het derde kwartaal van 2020 gelijk gebleven 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 neemt het transport van brandbare vloeistoffen (C3) af in het derde kwartaal van 2020 ten opzichte van het voorgaande kwartaal (zie figuur 16). Het aantal transporten over deze route is het laatste kwartaal ruim lager dan in het derde kwartaal van 2019 waardoor de jaarintensiteiten lager zijn in vergelijking met het vorige monitoringsrapport.
- Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens neemt het transport van zeer toxische vloeistoffen (D4) toe in het derde kwartaal van 2020 ten opzichte van het voorgaande kwartaal (zie figuur 17). Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens is het derde kwartaal van 2020 nauwelijks vervoer van toxische gassen (B2) en toxische vloeistoffen (D3). Op deze route is het transport van toxische gassen (B2) nu één en toxische vloeistoffen (D3) nu nul over het jaar gezien. De hoeveelheid transporten van de 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 2020 toegenomen 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. Het transport van toxische gassen (B2) en toxische vloeistoffen (D3) is in het laatste kwartaal van 2019 en de eerste drie kwartalen van 2020 nul.

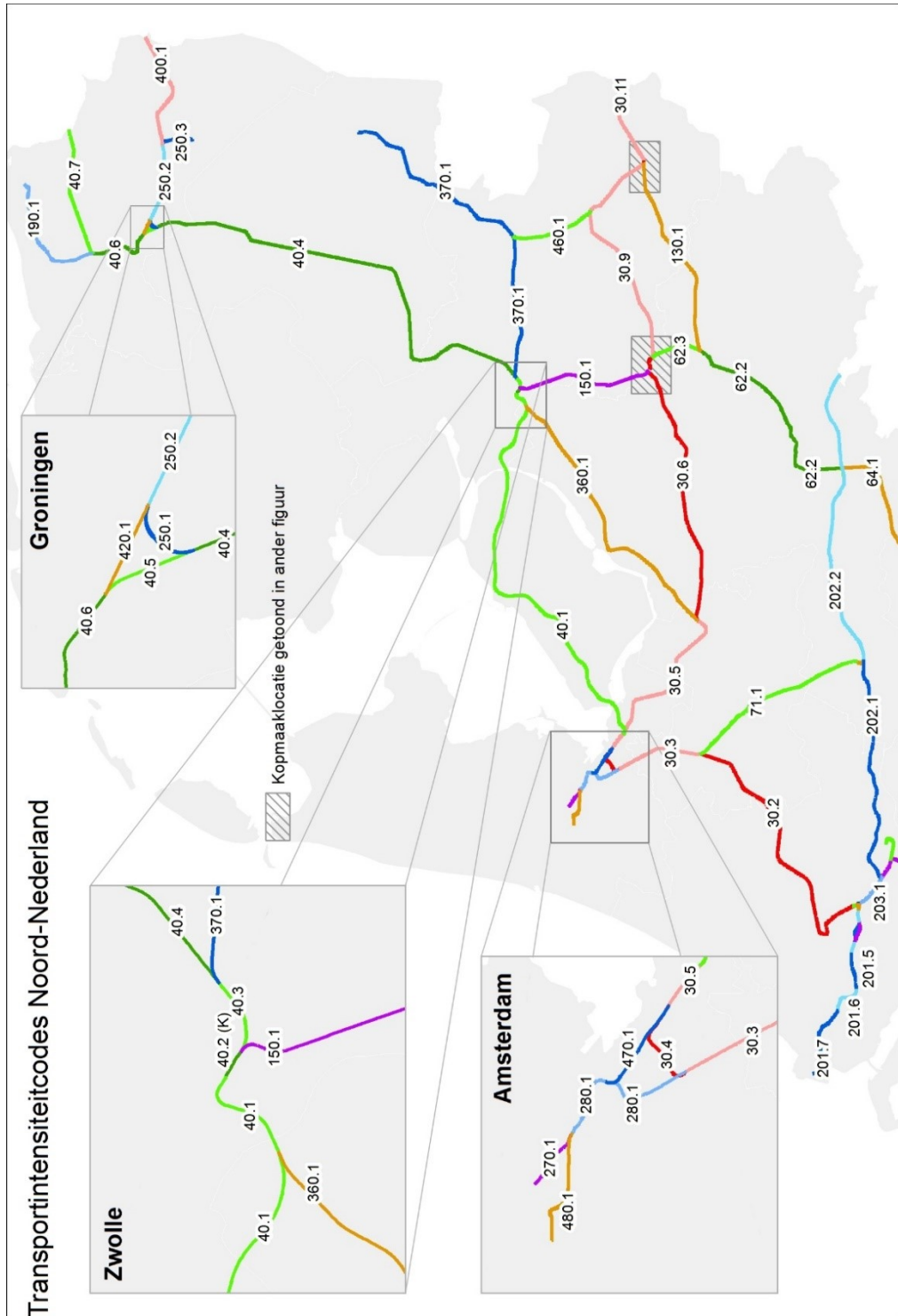
- Op de route Zutphen – Delden zijn de vervoershoeveelheden over het jaar gezien kleiner dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (allen 0). Op deze route worden de risicoplafonds dan ook niet overschreden.



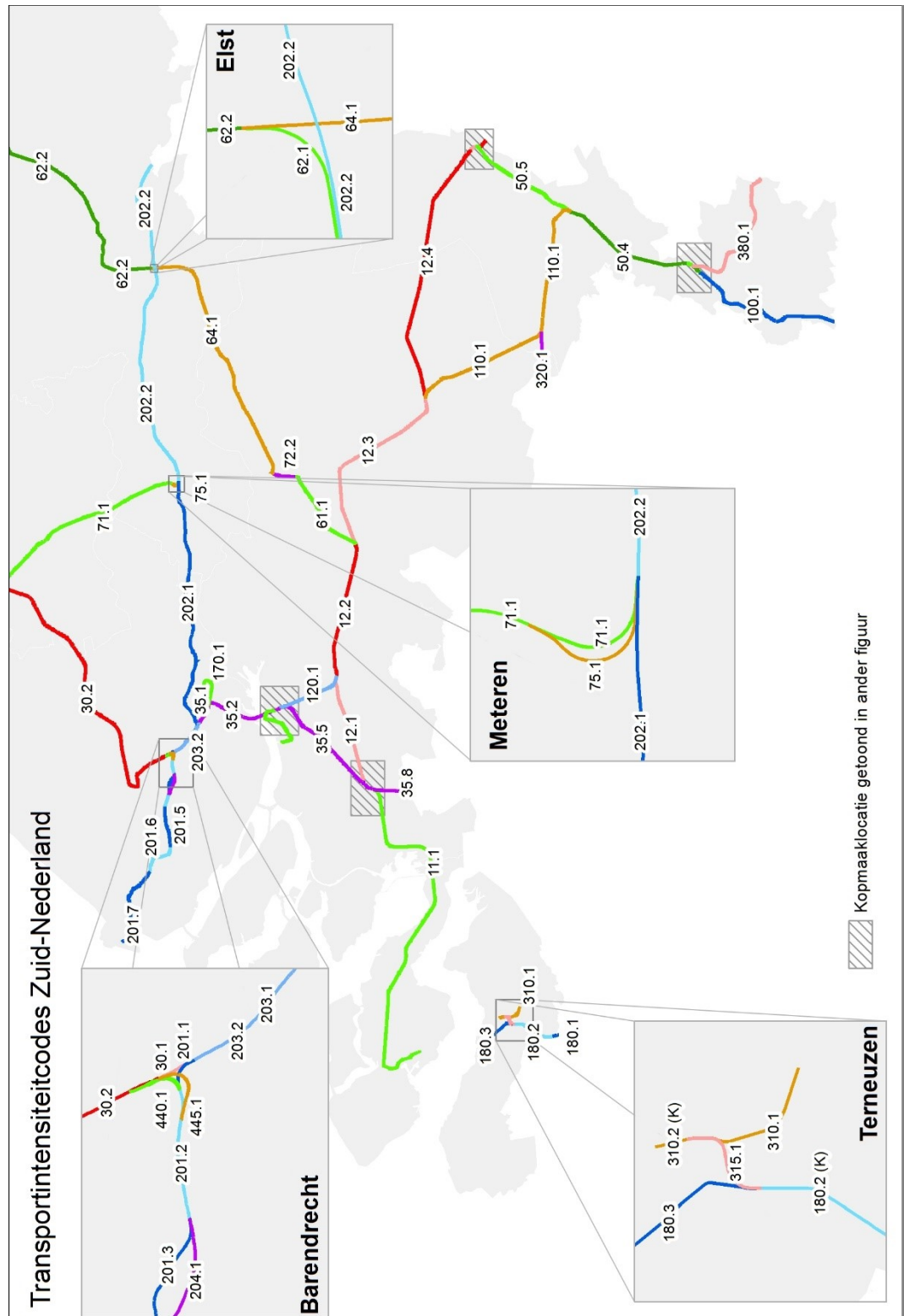
4. Bijlagen

4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en Transportintensiteitscodes

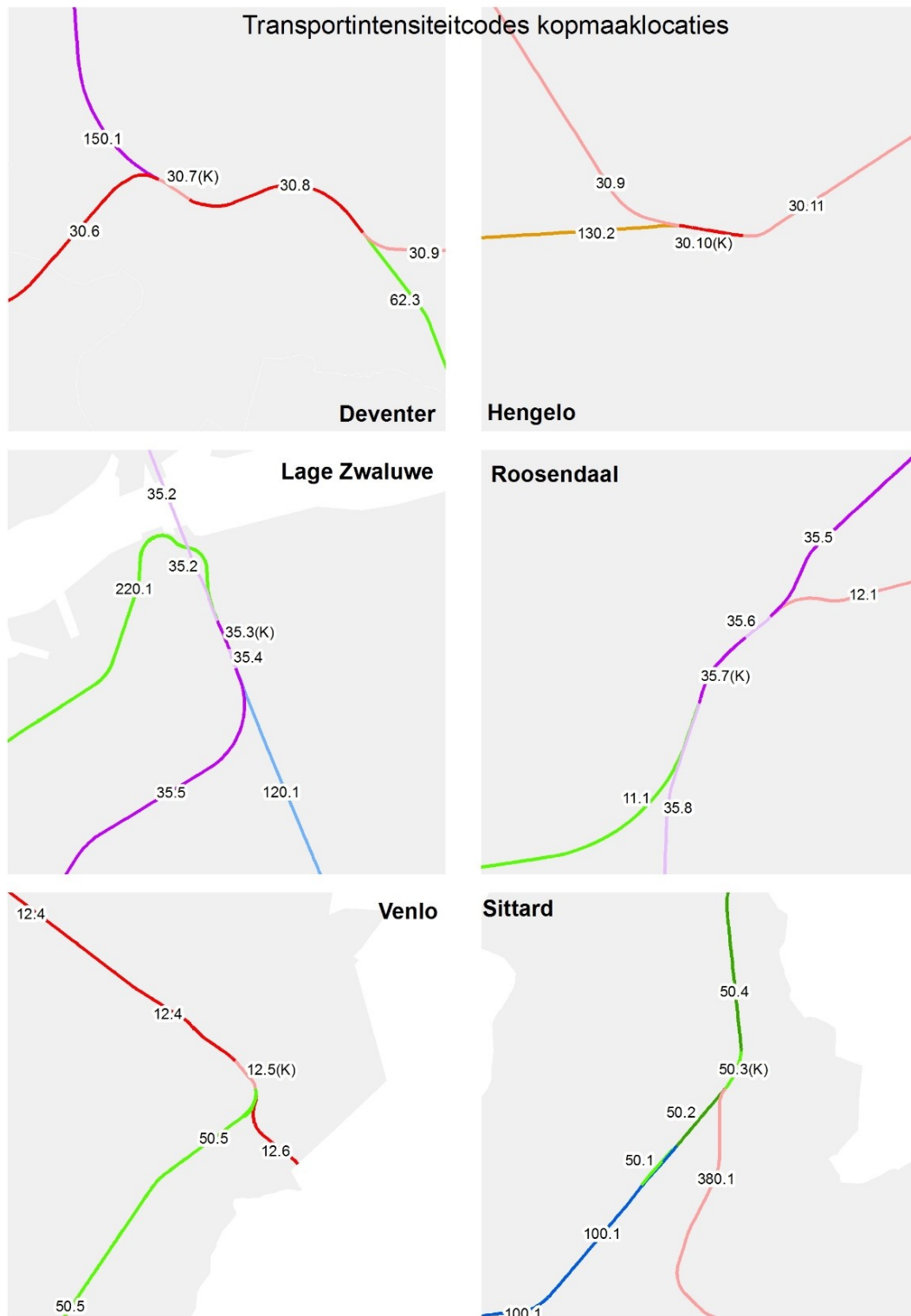
De figuren 18 en 19 tonen de routecodering (getal voor de '.') en transportintensiteitscodes (getal na de '.') die zijn gedefinieerd voor het Basisnet. Deze codes geven aan waar de basisnet vervoershoeveelheden gelijk zijn. Over de route met code ##.6 gelden dus uniforme vervoershoeveelheden en over 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	9175	2500	1284	0	0	5650	8049	3800	1416	50	258				
12.3a	Tilburg aansl. - Boxtel	3650	7713	2300	1227	0	0	4600	6659	3750	1407	0	237				
12.3b	Boxtel - Eindhoven	3650	7848	2300	1249	0	0	4600	7291	3750	1439	0	243				
12.3c	Eindhoven - Tongelre aansl.	3650	8476	2300	1263	0	0	4600	7291	3750	1467	0	243				
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	2150	6806	0	633	0	0	0	6491	0	404	0	243				
12.5	Venlo - Venlo Oost	26950	14664	7000	2292	0	0	3200	6540	5000	1891	0	244				
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	14550	10776	3500	1464	0	0	1600	6452	2500	1162	0	243				
30.7	Deventer West - Deventer	10	788	0	0	0	0	900	1335	0	0	0	18				
30.8	Deventer - Deventer Oost	410	1523	400	1	0	0	1100	3041	100	0	100	24				
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	210	1114	200	1	0	0	1000	2140	50	0	50	20				
30.10	Hengelo West - Hengelo Oost	1920	1229	200	1	0	0	2000	2172	50	0	50	25				
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)	1900	1225	200	1	0	0	1900	2172	50	0	50	25				
35.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht	16560	8856	4760	1438	50	0	22220	8290	6810	1168	1990	710				
35.2	Dordrecht - Moerdijk racc. aansl.	16560	8851	4760	1438	50	0	20220	6548	6810	1168	1290	535				
35.3	Moerdijk racc. aansl. - Lage Zwaluwe	21660	10331	5960	1439	50	0	26660	7275	8010	1189	1890	829				
35.4	Lage Zwaluwe - Zevenbergschenhoek aansl.	20020	7406	5960	1437	50	0	24940	6001	8010	1188	1890	254				
62.1	Elst noordwestboog - Ressen Noord	1000	207	0	0	0	0	0	763	0	0	0	3				
62.2	Ressen Noord - Zutphen Twentekanaal aansl.	1700	547	200	0	0	0	1050	952	50	0	50	4				
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	200	328	200	0	0	0	100	825	50	0	50	2				
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	1000	1075	2300	574	0	0	4600	5397	3750	1040	0	229				
130.1	Zutphen Twentekanaal aansl. - Delden	1700	0	200	0	0	0	1050	0	50	0	50	0				
130.2	Delden - Hengelo West	1910	121	200	0	0	0	1100	32	50	0	50	5				
203.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Kijfhoek	16560	8850	4760	1438	50	0	22220	8189	6810	1168	1990	708				
203.2	Kijfhoek - Barendrecht aansl.	34440	8774	18650	1436	560	0	151780	14199	12910	2024	4590	953				

4.3. Begrippenlijst

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

4.4. 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. ATBv (deels)

Hierbij is aangesloten bij communicatie tussen het RIVM en het ministerie van I en M. De maatregelen hotbox en ATBv 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.

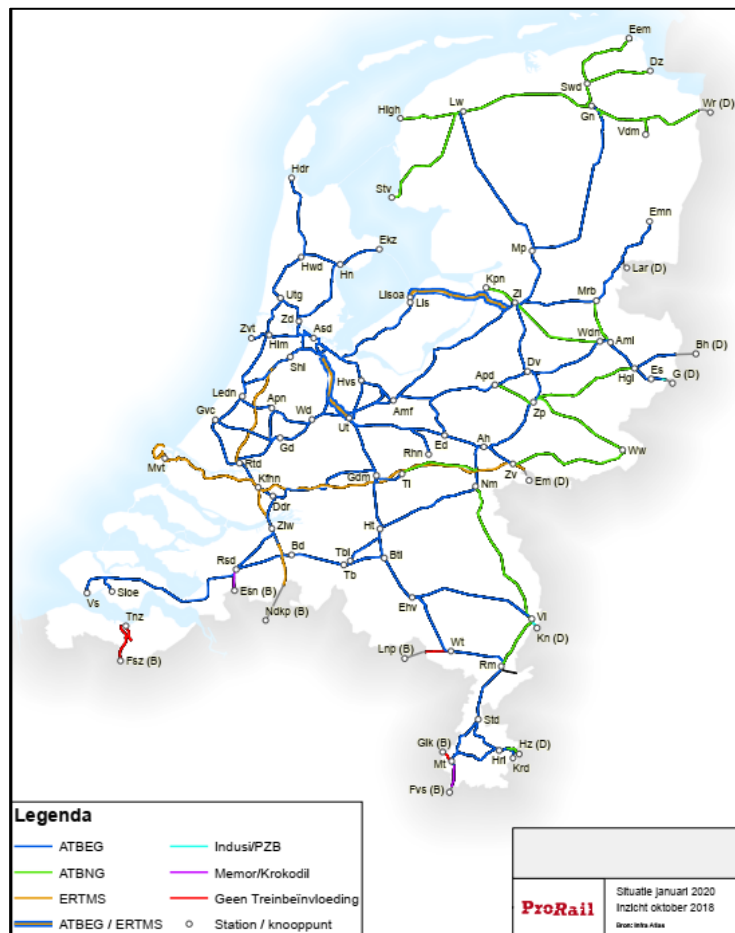
Opklimbeveiliging is nu standaard voorgeschreven conform het RID voor een aantal stofsoorten (bijzondere bepaling bij RID tank TE25).

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-signaal) 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

hoofdzak 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

Tabel 6. Verdeling verplichting/geen verplichting buffers per stofcategorie			
Stofcategorie	Verplichting	Aantal	Percentage
	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 vervolfactoren 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 dekkinggraad 75%. De kansreductie is alleen meegenomen in de standaard situaties. Hieronder volgt de lijst met trajecten en de dekkinggraad die in de berekening zijn meegenomen.

Tabel 7. Lijst trajecten ATBvv		
Traject ⁴	Dekkinggraad [%]	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.

⁴ Trajectnummering komt overeen met Bijlage D van Protocol overdracht transportstromen

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