



Rapport toetsing realisatiecijfers vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor aan de risicoplafonds Basisnet over de periode 1-4-2019 – 31-3-2020

Datum 9-7-2020
Versie RDS_20_K1
Periode: 1-4-2019 – 31-3-2020

Inhoud

1. Inleiding.....	2
2. Toetsing risicoruimte.....	3
2.1. Vergelijking overschrijding risicoplafonds met vorige periode	5
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	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 april 2019 tot en met 31 maart 2020. De omleidingsroutes van de Betuweroute voor het project 'derde spoor' zijn in dit rapport behandeld.

De volgende omleidingsroutes zijn beschouwd:

- De Brabanthroute: 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	Propan
B2	Toxisch gas	Ammoniak
B3	Chloor (toxisch gas)	Chloor
C3	Brandbare vloeistof	Pentane
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 het eerste kwartaal 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 2 2019 t/m kwartaal 1 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 vijf 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	74 (130)	207	184 (391)
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	9 (10)	42	82 (124)	183	202 (385)
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	0	9 (9)	137	-	284	87 (371)
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	8 (8)	0	103 (103)	147	209 (356)
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	5	1 (6)	21	-	157	145 (302)
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	0	39 (39)	54	89 (143)
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	0	27 (27)	32	96 (128)
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	17	15 (32)	135	16 (151)
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	0	10 (10)	45	-
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)	0	-	10	2 (12)	117	-
12.5	Venlo - Venlo Oost	0	-	179	-	334	55 (389)

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 (1-1-2019 t/m 31-12-2019) als in de huidige periode P_1 (1-4-2019 t/m 31-3-2020) sprake is van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond. Deze trajecten zijn rood gekleurd.
- **Nieuwe overschrijdingen**
De trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-1-2019 t/m 31-12-2019) geen sprake was van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond, maar in de huidige periode P_1 (1-4-2019 t/m 31-3-2020) wel. Deze trajecten zijn oranje gekleurd.
- **Geen overschrijding meer**
Trajecten waarop in de vorige realisatieperiode P_0 (1-1-2019 t/m 31-12-2019) sprake was van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond, maar in de huidige periode P_1 (1-4-2019 t/m 31-3-2020) 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



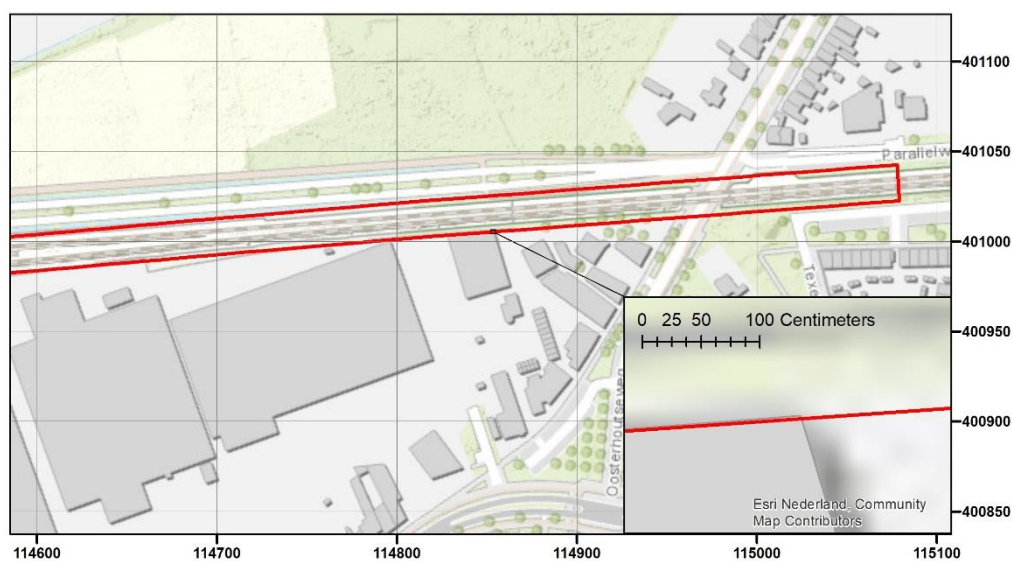
Tabel 3 geeft de trajecten weer die ook zijn genoemd in tabel 2. De realisatie risicoafstanden worden in tabel 3 vergeleken met de realisatieafstanden van de vorige periode. De risicoplafonds, uitgedrukt in afstanden vanaf het midden van het spoor, staan in de eerste deelkolom. In de tweede deelkolom staan de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de gerealiseerde vervoersstromen (1-4-2019 t/m 31-3-2020). In de derde deelkolom staan de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de voorgaande gerealiseerde vervoersstromen (1-1-2019 t/m 31-12-2019). 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	14	56	130	133	207	391	417
12.3	Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.	1	10	10	42	124	129	183	385	408
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)	0	9	9	137	-	-	284	371	388
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo	0	8	9	0	103	109	147	356	382
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.	5	6	6	21	-	-	157	302	323
30.9	Deventer Oost - Hengelo West	0	-	-	0	39	39	54	143	140
30.7	Deventer West - Deventer	0	-	-	0	27	27	32	128	127
30.8	Deventer - Deventer Oost	0	-	-	17	32	31	135	151	148
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost	0	-	-	0	10	9	45	-	-
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)	0	-	-	10	12	12	117	-	-
12.5	Venlo - Venlo Oost	0	-	-	179	-	-	334	389	410

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 Venlo via Tilburg 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 14 meter vanaf het midden van de spoorbundel. De overschrijding van het risicoplafond 10^{-6} is voor alle routes kleiner of gelijk in vergelijking met de voorgaande realisatieperiode. De plaatsgebonden risico 10^{-6} contour valt bij alle trajecten binnen 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 en in één geval over een object, Oosterhoutseweg 297 te Breda. De overschrijding ligt 3 cm over een hoek van het pand. Het pand heeft de bestemming Sport en hier mag conform het bestemmingsplan een sportschool met bijbehorende horeca aanwezig zijn. Het gaat hier om een beperkt kwetsbaar object. Onderstaande figuur toont de situatie. Op deze locatie is de berekende risicocontour 10^{-6} 10 meter vanaf het midden van de spoorbundel, gelijk aan het vorige realisatierapport.



3. Tussen Zevenbergschenhoek en Breda zijn twee trajecten waar een overschrijding van het risicoplafond 10^{-6} is verdwenen. Het gaat hier om trajecten met wisseltoeslag en breedtecategorie 1-24. Voor deze twee trajecten (120A en 120E) is de maatregel ATBvv meegenomen (zie tabel 7 in bijlage 4). Bij andere trajecten op deze route met wisseltoeslag en breedtecategorie 1-24 is dit niet het geval en is een aanhoudende overschrijding van het risicoplafond 10^{-6} .
4. De risicoruimtes van de routes worden voornamelijk overschreden door het vervoer van brandbare gassen (A) en zeer toxische vloeistoffen (D4). De risicoruimte 10^{-6} van de routes tussen Zevenbergschenhoek en Kaldenkirchen (D) worden voornamelijk overschreden door het vervoer van brandbare gassen (A) en brandbare vloeistoffen (C3).

5. De risicoruimte 10^{-8} van de route Venlo en Kaldenkirchen (D) wordt voornamelijk overschreden door het vervoer van zeer toxische 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.
6. Op de route Zutphen – Deventer wordt de risicoruimte 10^{-7} overschreden bij trajecten met wisseltoeslag. De risicoruimte 10^{-8} wordt hier niet overschreden. De risicoruimte 10^{-8} wordt nog wel overschreden bij trajecten zonder wisseltoeslag. Tabel 3 toont een toename van de 10^{-7} contour op deze route. Deze toename wordt voornamelijk veroorzaakt door de toename van transporten brandbare vloeistoffen (C3).
7. 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.
8. Op de Brabantroute (Zevenbergschenhoek– Duitse Grens via Tilburg en Venlo) is de overschrijding van alle risicoplafonds afgenomen of gelijk gebleven ten opzichte van de vorige realisatieperiode (zie tabel 3). De afname wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van vervoer van brandbaar gas (A) en zeer toxische vloeistof (D4).
9. Op de route tussen Zevenbergschehoek en Venlo en de route tussen Deventer en Hengelo vindt altijd een overschrijding plaats van tenminste één van de risicoplafonds.
10. In het tweede kwartaal van 2019 waren er transporten B3 (zeer toxische gassen) over Kijfhoek. Deze zijn over de Betuweroute en dus niet via één van de omleidingsroutes gegaan.

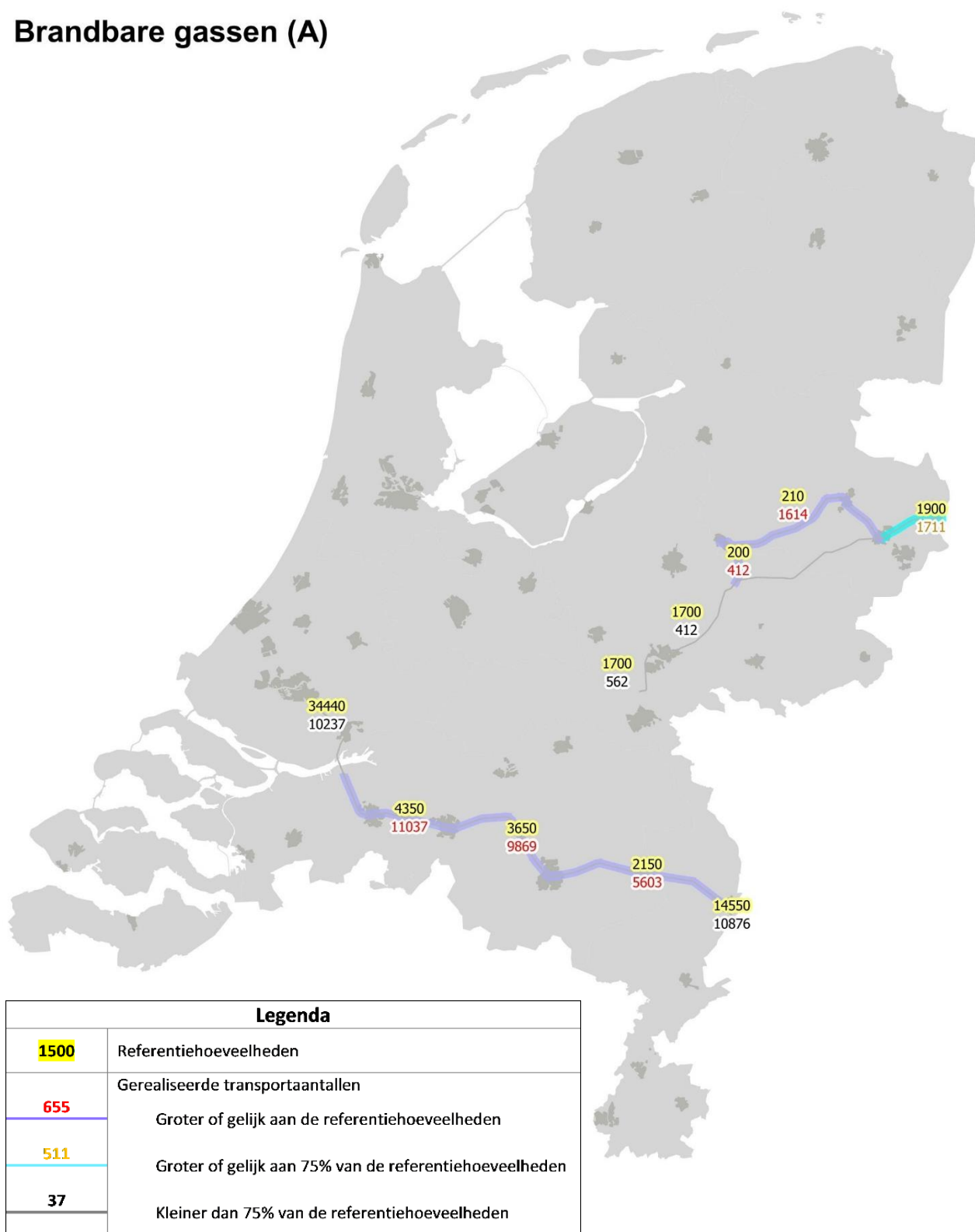
3. Realisatie

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 1-4-2019 t/m 31-3-2020 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.

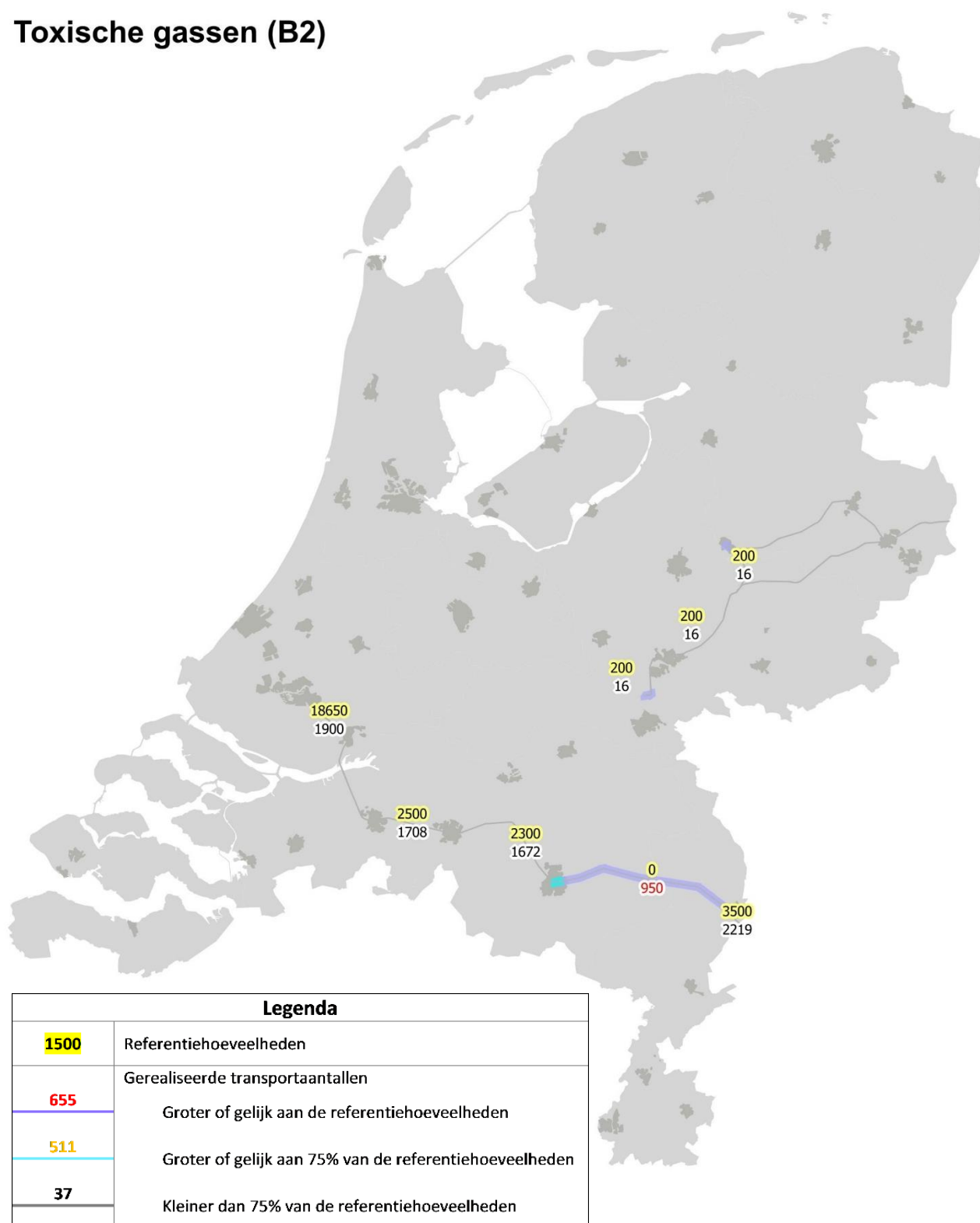
De gerealiseerde transporten per traject zijn opgenomen in bijlage 4.2.

Brandbare gassen (A)



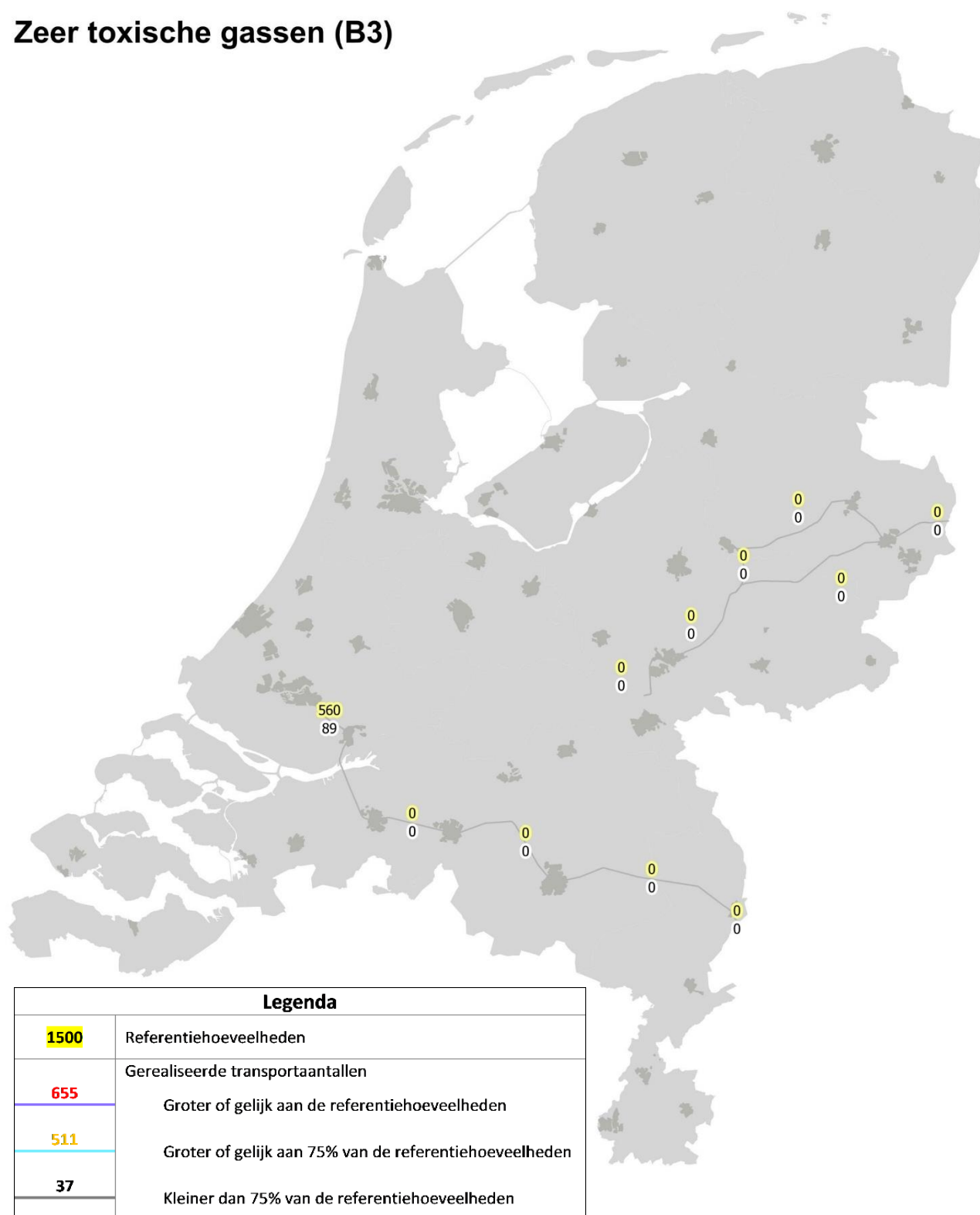
Figuur 5: Transportgegevens stofcategorie A

Toxische gassen (B2)



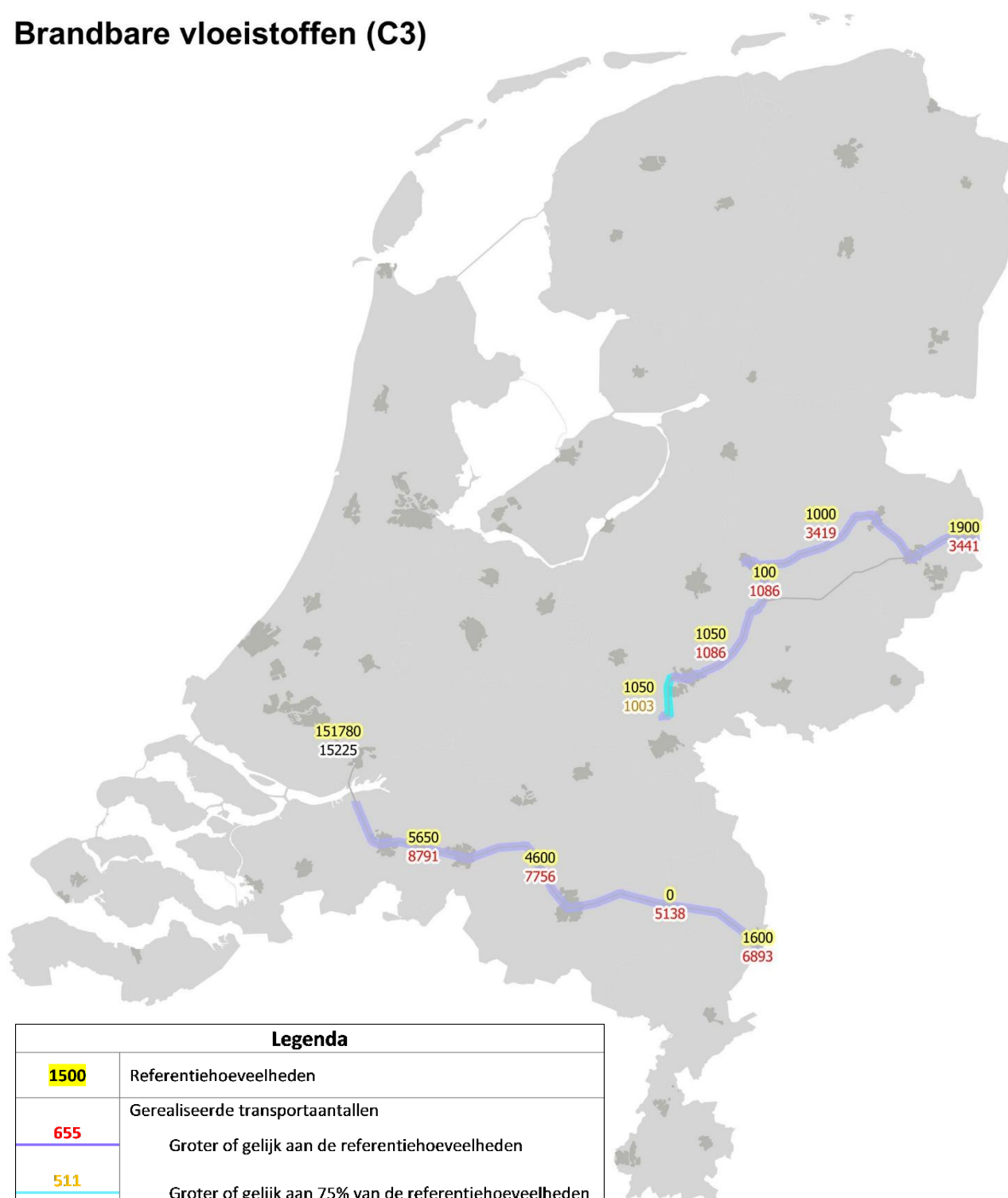
Figuur 6 : Transportgegevens stofcategorie B2

Zeer toxische gassen (B3)



Figuur 7 : Transportgegevens stofcategorie B3

Brandbare vloeistoffen (C3)



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

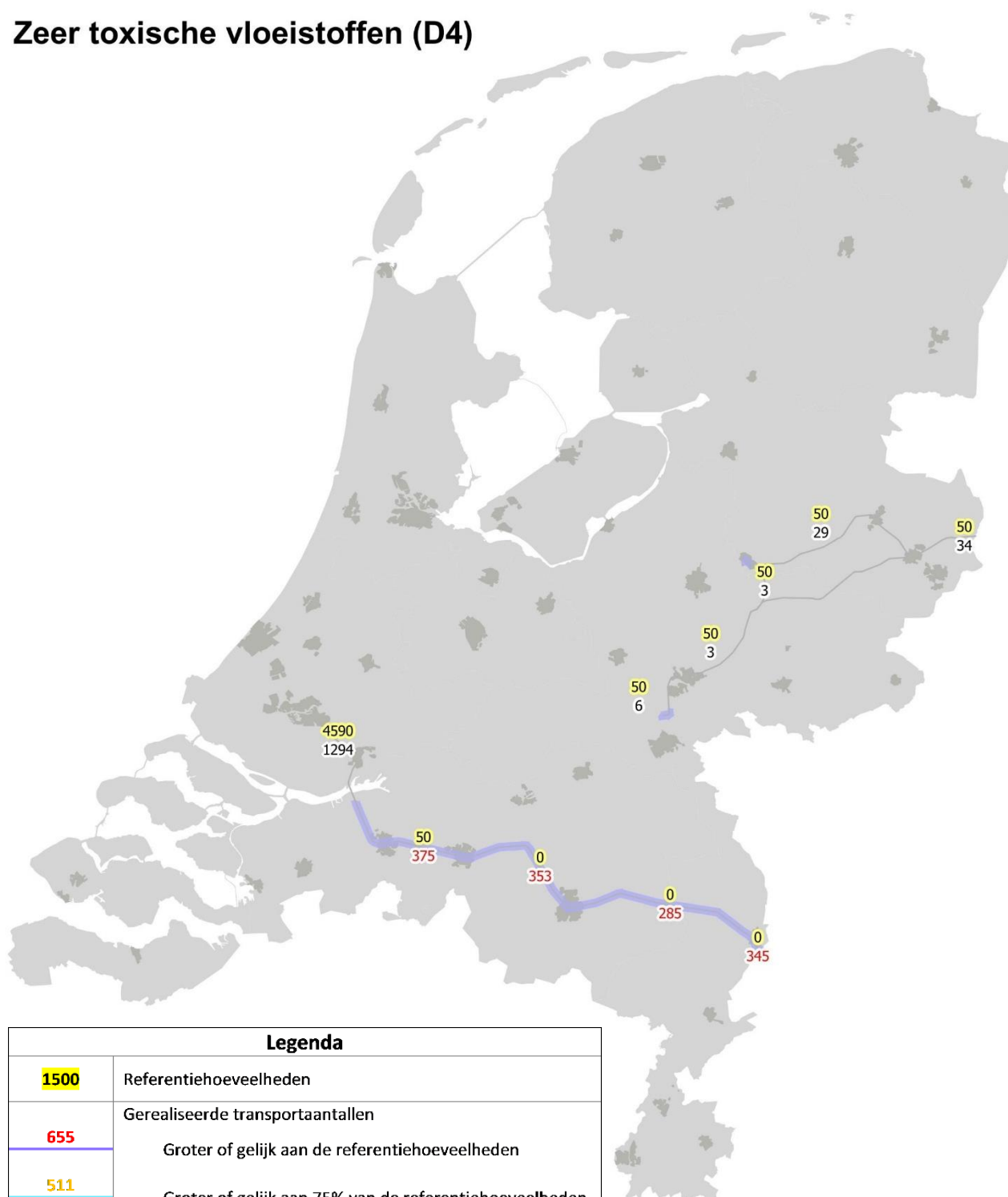
Figuur 8 : Transportgegevens stofcategorie C3

Toxische vloeistoffen (D3)



Figuur 9 : Transportgegevens stofcategorie D3

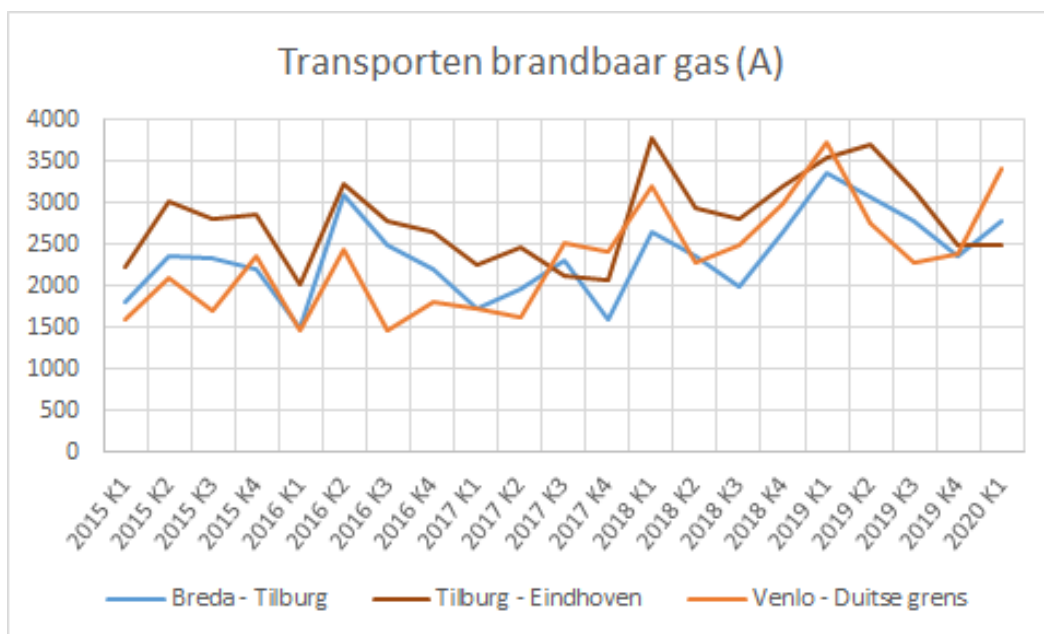
Zeer toxische vloeistoffen (D4)



Figuur 10 : Transportgegevens stofcategorie D4

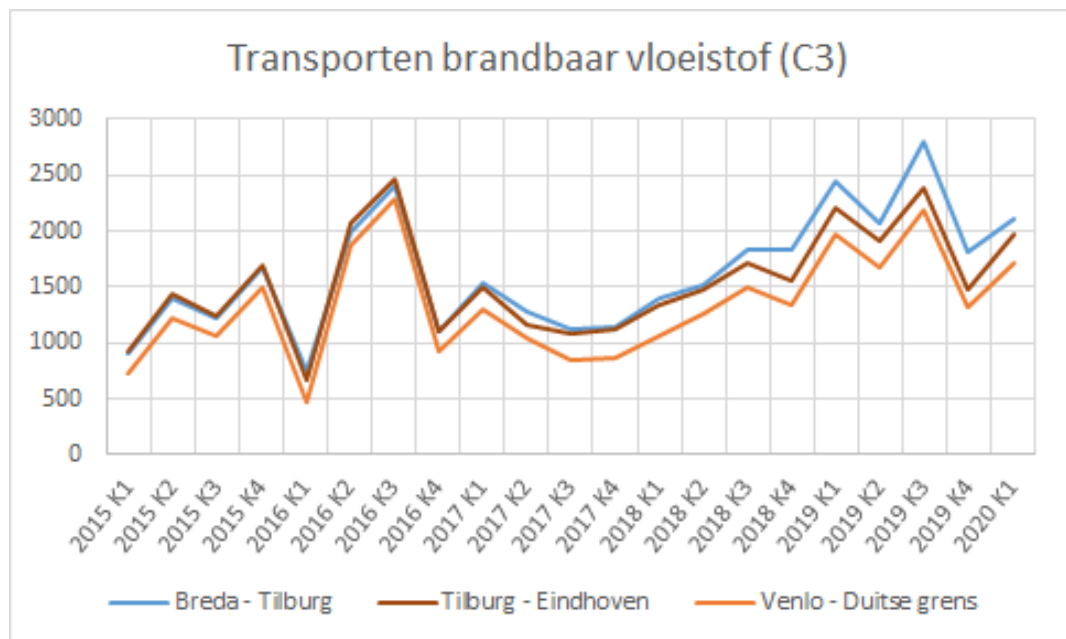
3.2. Vergelijking transportaantallen per kwartaal

In deze paragraaf worden de realisaties per stofcategorie vanaf het eerste kwartaal 2015 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 toegenomen ten opzichte van 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.



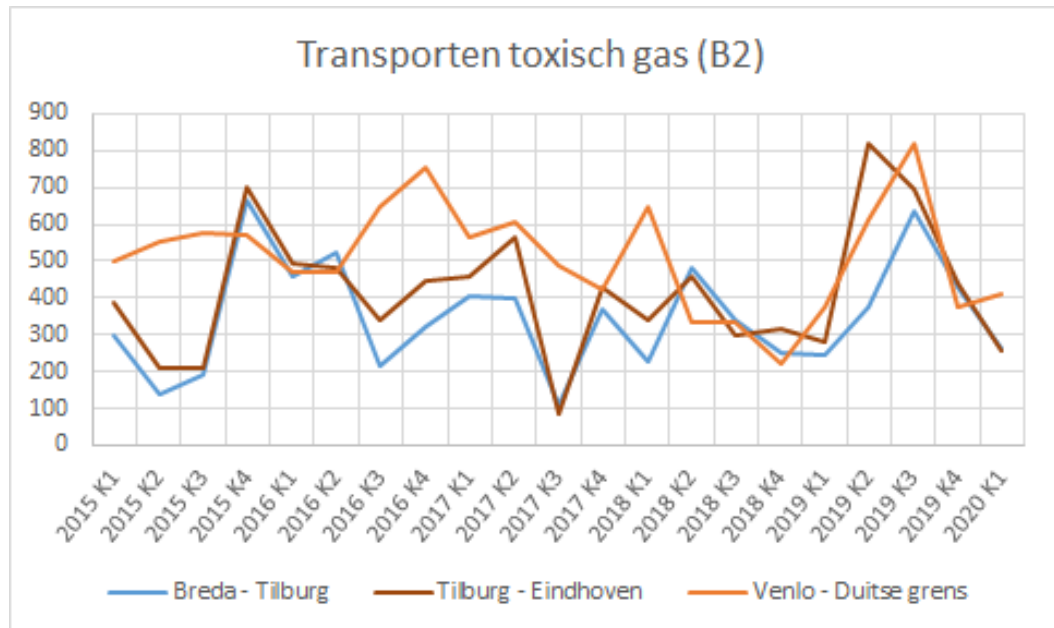
Figuur 11. Verloop van het aantal transporten met brandbare gassen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo (Brabantroute)

Figuur 12 toont het vervoer van C3 (brandbare vloeistof) over de Brabantroute. Uit de figuur blijkt dat het vervoer van brandbare vloeistoffen in het eerste kwartaal van 2020 is toegenomen ten opzichte van het vorige 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.



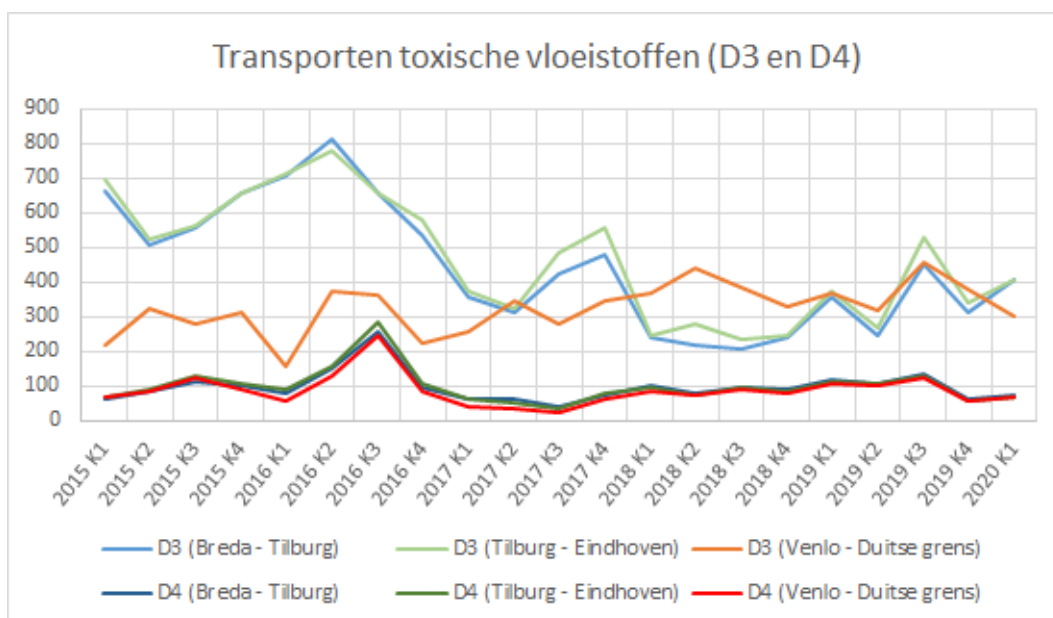
Figuur 12. Verloop van het aantal transporten met brandbare vloeistoffen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

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



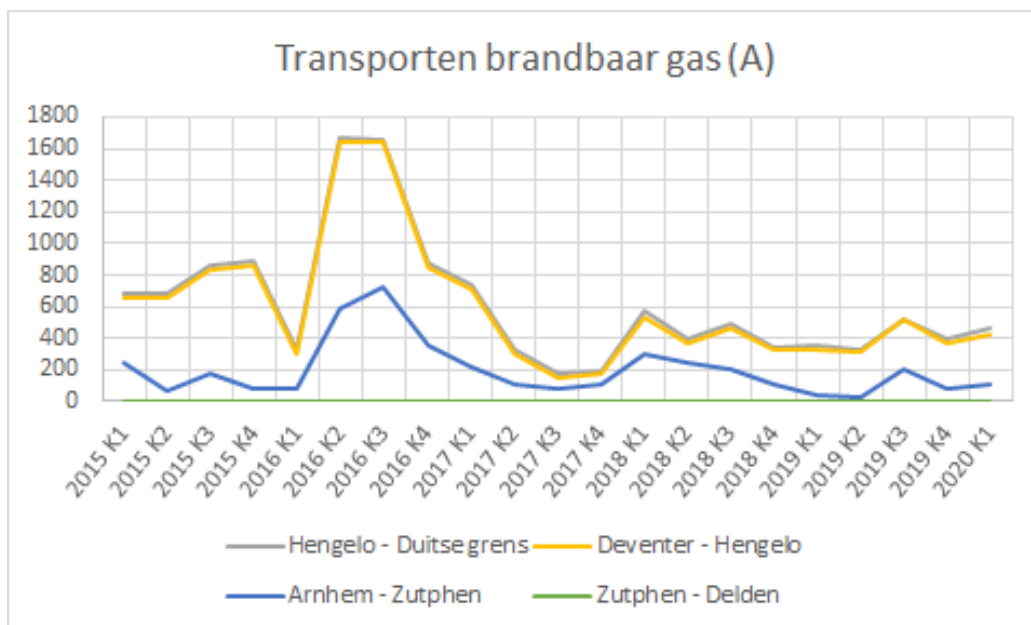
Figuur 13. Verloop van het transporten met toxische gassen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

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 toeneemt tussen Breda en Eindhoven en afneemt tussen Venlo en de Duitse grens. Het vervoer van D4 is licht gestegen ten opzichte van het vorige kwartaal op alle beschouwde routes.



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

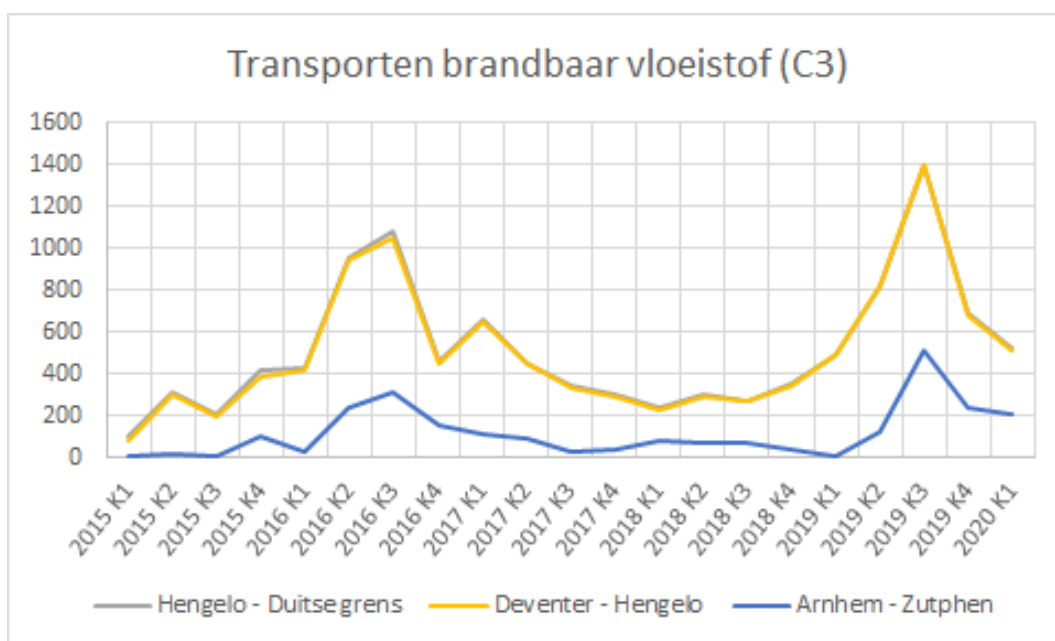
Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens (figuur 15) is het vervoer van brandbare gassen gestegen in vergelijking met het vorige kwartaal. Ook op de route Arnhem – Zutphen is het vervoer van brandbare gassen het laatste kwartaal toegenomen. De route Zutphen – Delden wordt sporadisch gebruikt voor het vervoer van deze gevaarlijke stoffen.



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

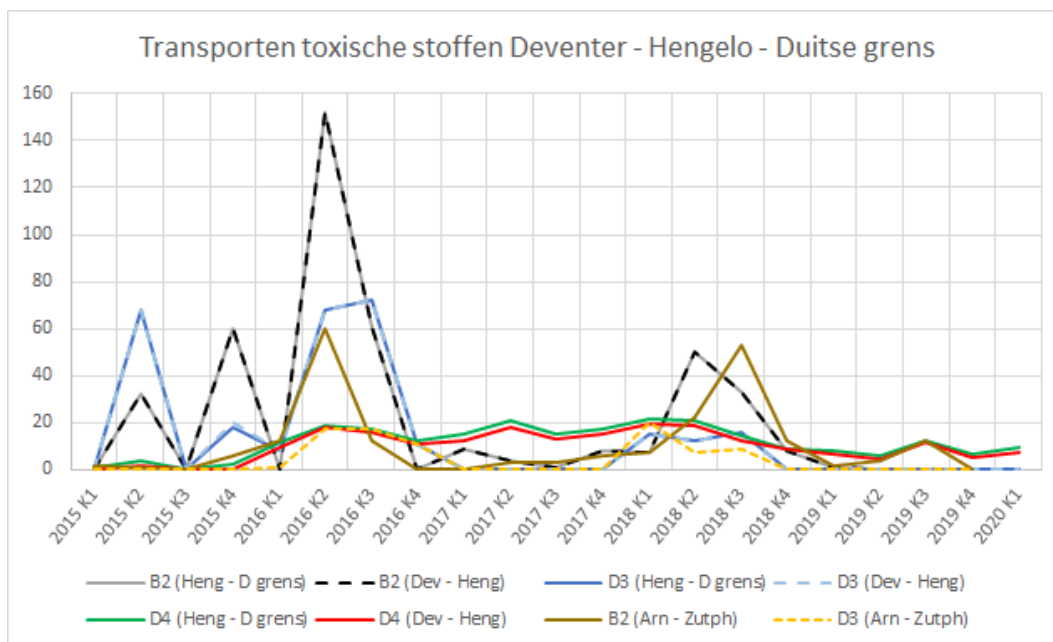
Sinds 2014 heeft slechts in één kwartaal transport van gevaarlijke stoffen plaatsgevonden over de route Zutphen – Delden, te weten 20 ketelwagenequivalenten brandbare vloeistoffen (C3). Omdat er in de overige kwartalen geen enkel transport van gevaarlijke stoffen was, is deze route verder niet meer weergegeven 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 en Arnhem - Zutphen is afgenomen in het afgelopen kwartaal. De vervoershoeveelheden over het jaar gezien zijn groter dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd voor de route Deventer – Hengelo (zie figuur 8). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de relatief hoge vervoersaantallen in het derde kwartaal van 2019. De vervoershoeveelheden over het jaar gezien op de route Arnhem – Zutphen zijn groter dan de vervoershoeveelheden 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 20 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). De 16 transporten B2 tussen Zutphen en Deventer gaan via Zwolle naar Delfzijl.



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 en tussen Venlo en Duitse grens is het transport van brandbare gassen (A) het laatste kwartaal toegenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal. Het aantal transporten over de routes tussen Breda en Eindhoven is het laatste kwartaal lager dan in het eerste 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 eerste 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 in het eerste kwartaal van 2020 afgenomen in vergelijking met het voorgaande kwartaal (zie figuur 13). Het aantal transporten over de routes tussen Venlo en Duitse grens is het laatste kwartaal hoger dan in het vierde kwartaal van 2019 waardoor de jaarintensiteiten hoger zijn in vergelijking met het vorige monitoringsrapport.
- Het aantal transporten met de stofcategorie D3 (toxische vloeistoffen)(figuur 14) is tussen Breda en Eindhoven toegenomen en tussen Venlo en Duitsland afgenomen. Het transport van D4 is licht gestegen ten opzichte van de voorgaande kwartalen.
- 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 eerste kwartaal van 2020 toegenomen 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 eerste kwartaal van 2020 ten opzichte van de voorgaande kwartalen (zie figuur 16). Het aantal transporten over deze route is het laatste kwartaal hoger dan in het eerste kwartaal van 2019 waardoor de jaarintensiteiten hoger 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 eerste kwartaal van 2020 ten opzichte van het voorgaande kwartaal (zie figuur 17). Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens is het eerste kwartaal van 2020 geen vervoer van toxische gassen (B2) en toxische vloeistoffen (D3). Op deze route is het transport van toxische gassen (B2) 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 eerste 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, met uitzondering van brandbare vloeistoffen (C3). Het transport van brandbare vloeistoffen (C3) is in het eerste kwartaal van 2020 afgenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal, maar is hoger dan in het eerste kwartaal van 2019. Het transport van toxische gassen (B2) is in het laatste kwartaal van 2019 en eerste kwartaal van 2020 nul.

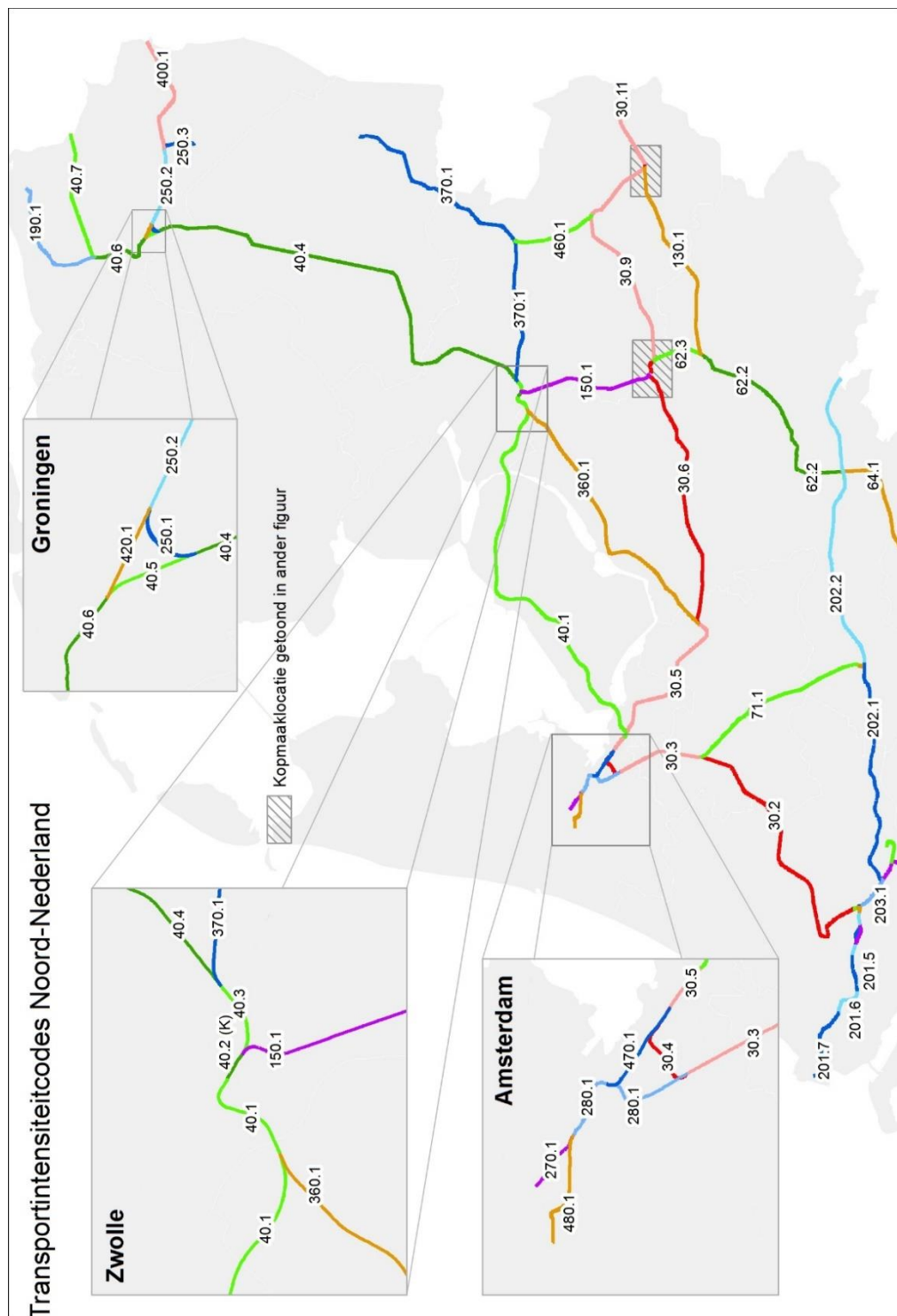
- Op de route Zutphen – Delden zijn de vervoershoeveelheden over het jaar gezien kleiner dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (allen 0). Op deze route worden de risicoplafonds dan ook niet overschreden.



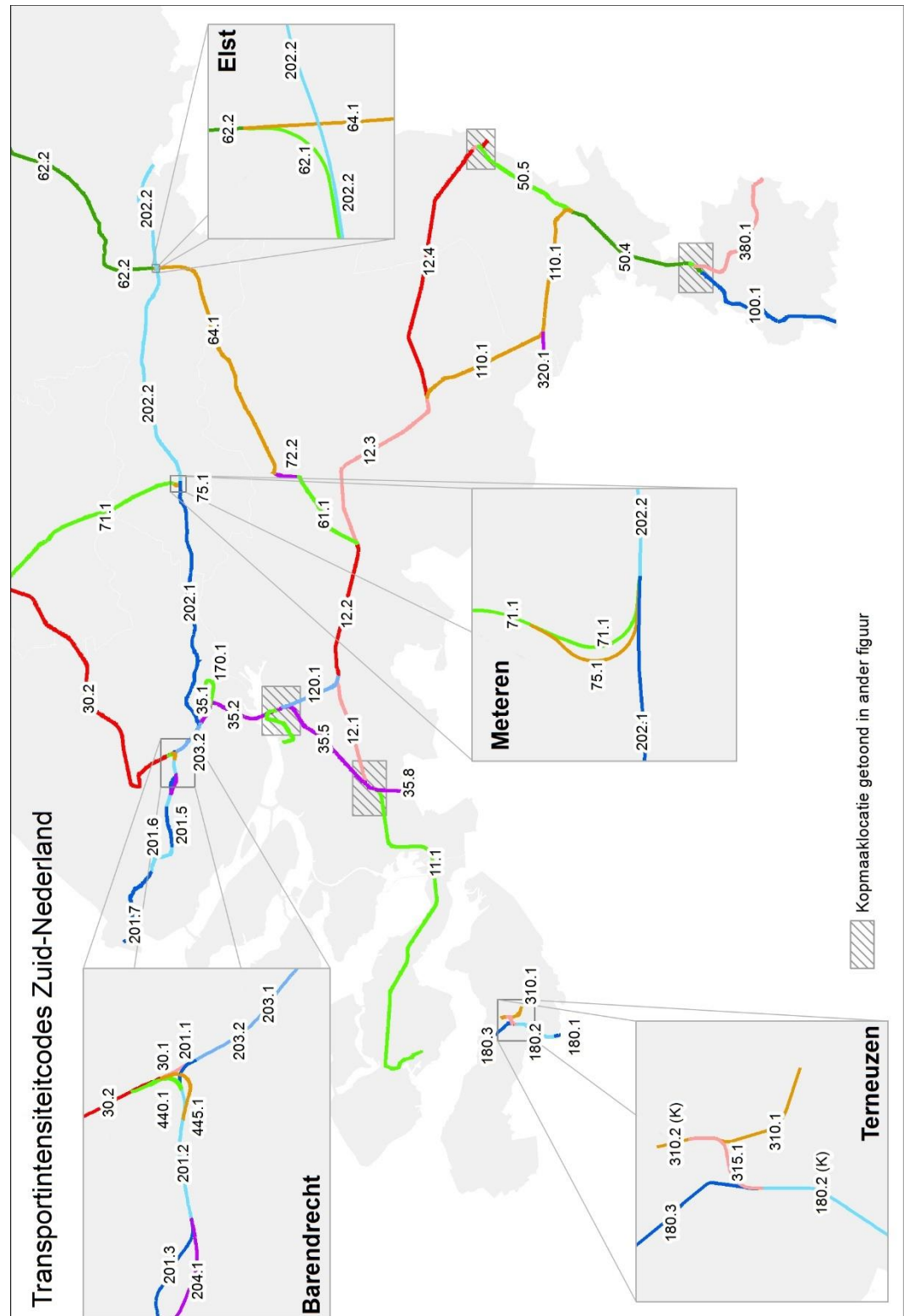
4. Bijlagen

4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en Transportintensiteitscodes

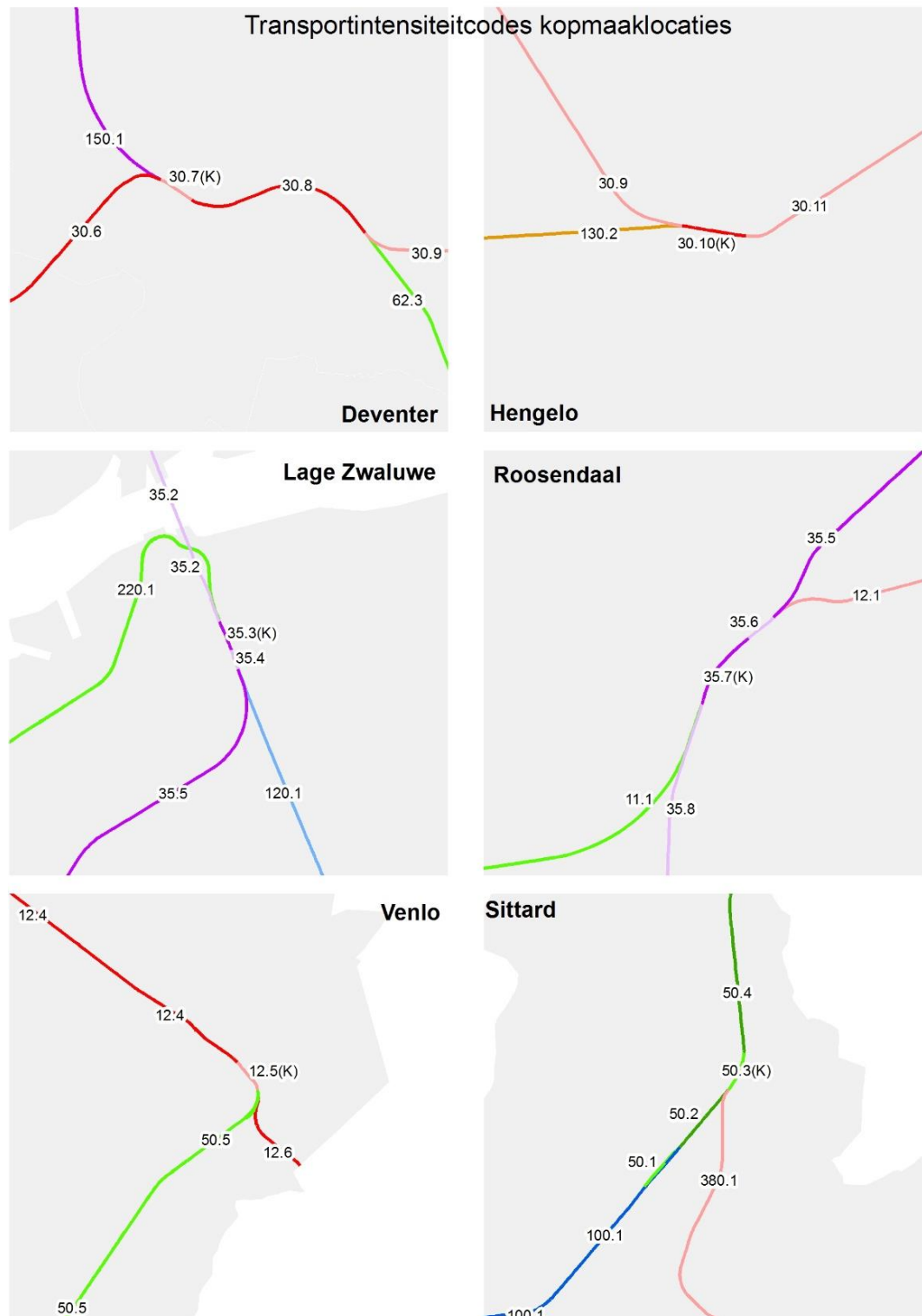
De figuren 18 en 19 tonen de routecodering (getal voor de '.') en transportintensiteitscodes (getal na de '.') die zijn gedefinieerd voor het Basisnet. Deze codes geven aan waar de basisnet vervoershoeveelheden gelijk zijn. Over de route met code ##.6 gelden dus uniforme vervoershoeveelheden en over 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	A		B2		B3		C3		D3		D4	
BN-ID	Naam		BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R	BN	R
12.2	Breda aansl. - Tilburg aansl.		4350	11037	2500	1708	0	0	5650	8791	3800	1410	50	375
12.3a	Tilburg aansl. - Boxtel		3650	9781	2300	1671	0	0	4600	7345	3750	1415	0	347
12.3b	Boxtel - Eindhoven		3650	9869	2300	1672	0	0	4600	7756	3750	1416	0	353
12.3c	Eindhoven - Tongelre aansl.		3650	11871	2300	2208	0	0	4600	7732	3750	1542	0	353
12.4	Eindhoven aansl. - Venlo		2150	5603	0	950	0	0	0	5138	0	415	0	285
12.5	Venlo - Venlo Oost		26950	13980	7000	3340	0	0	3200	7002	5000	2386	0	346
12.6	Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)		14550	10876	3500	2219	0	0	1600	6893	2500	1452	0	345
30.7	Deventer West - Deventer		10	1207	0	18	0	0	900	2378	0	0	0	26
30.8	Deventer - Deventer Oost		410	2082	400	18	0	0	1100	4606	100	0	100	32
30.9	Deventer Oost - Hengelo West		210	1614	200	0	0	0	1000	3419	50	0	50	29
30.10	Hengelo West - Hengelo Oost		1920	1721	200	0	0	0	2000	3442	50	0	50	35
30.11	Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)		1900	1711	200	0	0	0	1900	3441	50	0	50	34
35.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht		16560	9989	4760	1704	50	0	22220	10021	6810	1192	1990	899
35.2	Dordrecht - Moerdijk racc. aansl.		16560	9988	4760	1704	50	0	20220	7647	6810	1192	1290	675
35.3	Moerdijk racc. aansl. - Lage Zwaluwe		21660	11443	5960	1708	50	0	26660	8430	8010	1191	1890	958
35.4	Lage Zwaluwe - Zevenbergschenhoek aansl.		20020	8589	5960	1700	50	0	24940	7062	8010	1189	1890	395
62.1	Elst noordwestboog - Ressen Noord		1000	345	0	2	0	0	0	817	0	3	0	4
62.2	Ressen Noord - Zutphen Twentekanaal aansl.		1700	562	200	16	0	0	1050	1086	50	3	50	6
62.3	Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost		200	412	200	16	0	0	100	1086	50	0	50	3
120.1	Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.		1000	1449	2300	1021	0	0	4600	6531	3750	989	0	331
130.1	Zutphen Twentekanaal aansl. - Delden		1700	0	200	0	0	0	1050	0	50	0	50	0
130.2	Delden - Hengelo West		1910	118	200	0	0	0	1100	24	50	0	50	6
203.1	Kijfhoek aansl. Zuid - Kijfhoek		16560	9984	4760	1704	50	0	22220	9712	6810	1189	1990	896
203.2	Kijfhoek - Barendrecht aansl.		34440	10237	18650	1900	560	89	151780	15225	12910	1875	4590	1294

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 ⅓ 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 werkafsprake gemaakt dat de hogere faalfrequentie die voor deze situaties geldt, gecompenseerd wordt met de risicoreductie door aangebrachte en aan te brengen ATBvv.
- Ad 3. Voor de Betuweroute is de faalfrequentie verlaagd met 25% voor ATBvv en 20% voor hotbox detectie. Daarop komt een reductie van 10% voor waardering van de effecten van ETCS level II. Totale reductie: 56% ($1 - 0.75 \cdot 0.80 \cdot 0.90$). 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% ($1 - 0.75 \cdot 0.80$). 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.

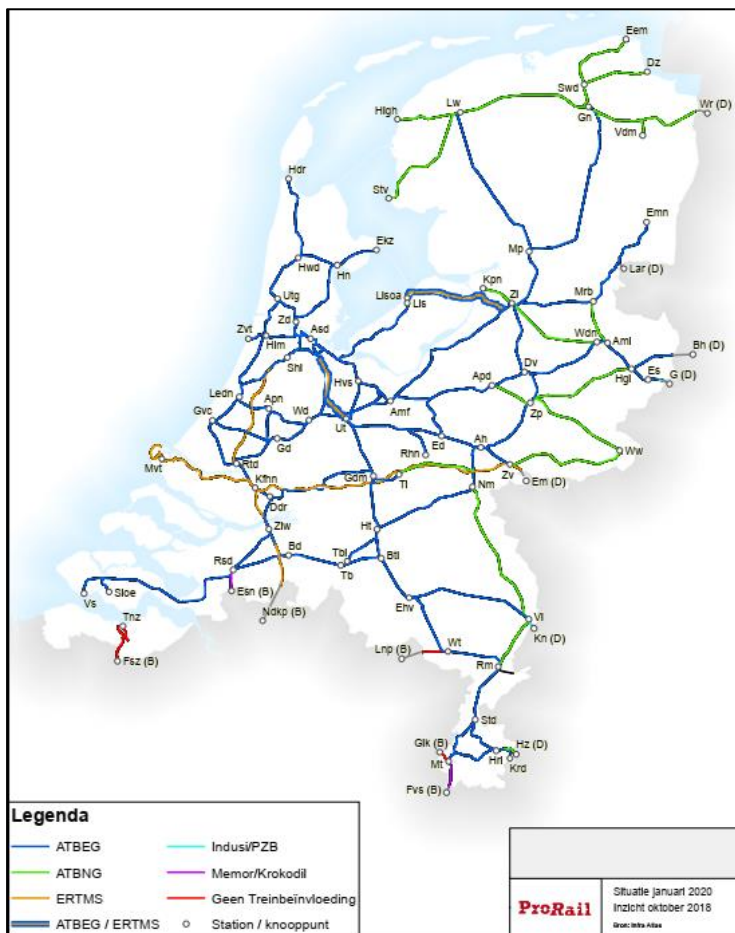
Opklimbeveiliging is nu standaard voorgeschreven conform het RID voor een aantal stofsoorten (bijzondere bepaling bij RID tank TE25).

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 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 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 ⁴	Dekkingsgraad [%]	Meegenomen factor
12A.1	79	0.079
12K.1	75	0.075
12L.1	75	0.075
12N.2a	100	0.1

⁴ Trajectnummering komt overeen met Bijlage D van Protocol overdracht transportstromen

Tabel 7. Lijst trajecten ATBvv		
Traject ⁴	Dekkingsgraad [%]	Meegenomen factor
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