



# **Rapport toetsing realisatiecijfers vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor aan de risicoplafonds Basisnet over de periode 1-10-2017 – 30-9-2018**

Datum 31-12-2018  
Versie RDS\_18\_K3  
Periode: 1-10-2017 – 30-9-2018

---

## **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 .....                                                        | 26 |
| 4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en Transportintensiteitscodes..... | 26 |
| 4.2. Overzicht vervoerscijfers .....                                     | 30 |
| 4.3. Begrippenlijst.....                                                 | 31 |
| 4.4. Bijlage extra maatregelen.....                                      | 32 |
| 4.4.1. Inleiding.....                                                    | 32 |
| 4.4.2. Beschrijving maatregelen.....                                     | 33 |
| 4.4.3. Effectiviteit maatregelen.....                                    | 35 |
| 4.4.4. Referenties .....                                                 | 37 |

## 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 2017 tot en met 30 september 2018. 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  | Pentaan       |
| 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 2017 en de eerste drie kwartalen van 2018.<sup>1</sup> In de bijlage is toegelicht hoe deze maatregelen zijn verwerkt in de risicoberekeningen.

<sup>1</sup> 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 2017 t/m kwartaal 3 2018 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 trajecten 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 <sup>-6</sup> , 10 <sup>-7</sup> en 10 <sup>-8</sup> afstanden |                                             | Maximale verschil met de risicoplafonds op basis van realisaties [m] |            |                     |            |                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| BN-ID <sup>2</sup>                                                                              | Naam                                        | PR 10 <sup>-6</sup>                                                  |            | PR 10 <sup>-7</sup> |            | PR 10 <sup>-8</sup> |            |
|                                                                                                 |                                             | Risico<br>plafond                                                    | Realisatie | Risico<br>plafond   | Realisatie | Risico<br>plafond   | Realisatie |
| 12.2                                                                                            | Breda aansl. - Tilburg aansl.               | 1                                                                    | 6 (7)      | 56                  | 55 (111)   | 207                 | 152 (359)  |
| 12.6                                                                                            | Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)              | 0                                                                    | 6 (6)      | 137                 | -          | 284                 | 63 (347)   |
| 12.4                                                                                            | Eindhoven aansl. - Venlo                    | 0                                                                    | 3 (3)      | 0                   | 92 (92)    | 147                 | 197 (344)  |
| 12.3                                                                                            | Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.           | 6                                                                    | 2 (8)      | 38                  | 88 (126)   | 186                 | 179 (365)  |
| 30.9                                                                                            | Deventer Oost - Hengelo West                | 0                                                                    | -          | 0                   | 20 (20)    | 47                  | 103 (150)  |
| 30.8                                                                                            | Deventer - Deventer Oost                    | 0                                                                    | -          | 17                  | 10 (27)    | 135                 | 38 (173)   |
| 30.7                                                                                            | Deventer West - Deventer                    | 0                                                                    | -          | 9                   | 1 (10)     | 17                  | 72 (89)    |
| 120.1                                                                                           | Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.    | 5                                                                    | -          | 21                  | -          | 157                 | 103 (260)  |
| 62.3                                                                                            | Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost | 0                                                                    | -          | 0                   | -          | 45                  | 65 (110)   |
| 12.5                                                                                            | Venlo - Venlo Oost                          | 0                                                                    | -          | 179                 | -          | 334                 | 33 (367)   |

<sup>2</sup> 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  $P_0$  (1-7-2017 t/m 30-6-2018) als in de huidige periode  $P_1$  (1-10-2017 t/m 30-9-2018) sprake is van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond. Deze trajecten zijn rood gekleurd.
- **Nieuwe overschrijdingen**  
De trajecten waarop in de vorige realisatieperiode  $P_0$  (1-7-2017 t/m 30-6-2018) geen sprake was van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond, maar in de huidige periode  $P_1$  (1-10-2017 t/m 30-9-2018) wel. Deze trajecten zijn oranje gekleurd.
- **Geen overschrijding meer**  
Trajecten waarop in de vorige realisatieperiode  $P_0$  (1-7-2017 t/m 30-6-2018) sprake was van overschrijding van het desbetreffende risicoplafond, maar in de huidige periode  $P_1$  (1-10-2017 t/m 30-9-2018) 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 (1-10-2017 t/m 30-9-2018). In de derde dekolom staan de afstanden tot de berekende risicocontouren op basis van de voorgaande gerealiseerde vervoersstromen (1-7-2017 t/m 30-6-2018). De volgorde van de trajecten is net als in tabel 2, op mate van overschrijding. Per traject wordt alleen de hoogst geconstateerde overschrijding vermeld van de huidige realisatie. Van trajecten waar de risicoplafonds worden overschreden zijn de realisatieafstanden gekleurd: toename van de overschrijding (rood) en gelijk blijven of afname van de overschrijding (geel).

| Tabel 3. Basisnetafstanden en $10^{-6}$ , $10^{-7}$ en $10^{-8}$ afstanden huidig en voorgaand |                                             | Vergelijking plaatsgebonden risicocontouren met vorige realisatie en Basisnetafstanden [m] |            |                       |                |            |                       |                |            |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|----------------|------------|-----------------------|----------------|------------|-----------------------|
| BN-ID <sup>3</sup>                                                                             | 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                                                                                          | 7          | 6                     | 56             | 111        | 110                   | 207            | 359        | 329                   |
| 12.6                                                                                           | Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)              | 0                                                                                          | 6          | 2                     | 137            | -          | -                     | 284            | 347        | 314                   |
| 12.4                                                                                           | Eindhoven aansl. - Venlo                    | 0                                                                                          | 3          | -                     | 0              | 92         | 93                    | 147            | 344        | 325                   |
| 12.3                                                                                           | Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.           | 6                                                                                          | 8          | -                     | 38             | 126        | 126                   | 186            | 365        | 344                   |
| 30.9                                                                                           | Deventer Oost - Hengelo West                | 0                                                                                          | -          | -                     | 0              | 20         | 20                    | 47             | 150        | 143                   |
| 30.8                                                                                           | Deventer - Deventer Oost                    | 0                                                                                          | -          | -                     | 17             | 27         | 25                    | 135            | 173        | 166                   |
| 30.7                                                                                           | Deventer West - Deventer                    | 0                                                                                          | -          | -                     | 9              | 10         | 10                    | 17             | 89         | 60                    |
| 120.1                                                                                          | Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.    | 5                                                                                          | -          | -                     | 21             | -          | -                     | 157            | 260        | 207                   |
| 62.3                                                                                           | Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost | 0                                                                                          | -          | -                     | 0              | -          | -                     | 45             | 110        | 95                    |
| 12.5                                                                                           | Venlo - Venlo Oost                          | 0                                                                                          | -          | -                     | 179            | -          | -                     | 334            | 367        | 334                   |

<sup>3</sup> De ligging van elke route is weergegeven in de bijlage 4.1.

### Bijzonderheden

1. De overschrijding van de risicoruimte  $10^{-6}$  bij Tilburg wordt veroorzaakt door een verschil in breedtecategorie in de huidige situatie en de situatie zoals deze was toen de Basisnet spoor tabel werd gemaakt. In de basisnettabel is uitgegaan van breedte 25-49 meter met PR  $10^{-6}$  contour op 1 meter (zie basisnettabel traject 12V) waar dit in de huidige situatie breedte 1-24 meter is waardoor de plaatsgebonden risico  $10^{-6}$  contour op 6 meter vanaf het midden van de doorgaande sporen ligt. De plaatsgebonden risico  $10^{-6}$  contour valt binnen de spoorbundel bij het station Tilburg.
2. De nieuwe overschrijdingen van het risicoplafond  $10^{-6}$  tussen Boxtel en Venlo is bij trajecten met wisseltoeslag en breedtecategorie 1-24. De berekende risicocontouren liggen maximaal 8 meter vanaf het midden van de spoorbundel. In de vorige realisatieberekeningen waren de berekende risicocontouren kleiner dan het risicoplafond  $10^{-6}$ . De plaatsgebonden risico  $10^{-6}$  contour valt bij alle trajecten binnen de spoorbundel.
3. Tussen Breda en Eindhoven is één traject waar geen van de risicoruimtes wordt overschreden. Het gaat hier om een traject bij Rijen waar bij de basisnetberekeningen rekening is gehouden met wisseltoeslag. De wissels zijn afgelopen kwartaal weggehaald waardoor ook de wisseltoeslag niet meer van toepassing is.
4. De nieuwe overschrijding van het risicoplafond  $10^{-8}$  tussen Venlo Oost en Kaldenkirchen (D) is bij het traject zonder wisseltoeslag en breedtecategorie kleiner dan 25. De berekende risicocontouren ligt maximaal 6 meter verder dan het risicoplafond. In de vorige realisatieberekeningen waren de berekende risicocontouren kleiner dan het risicoplafond  $10^{-8}$ .
5. 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 route Venlo Oost en Kaldenkirchen (D) worden voornamelijk overschreden door het vervoer van brandbare vloeistoffen (C3).
6. Op de route Zutphen – Hengelo vindt weinig transport van gevaarlijke stoffen plaats, in vergelijking met de vervoersaantallen waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.
7. 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, met uitzondering van het traject genoemd in punt 3.
8. In vergelijking met het vorige realisatierapport (realisatie 2018 K2) zijn er twee routes (12.3 en 12.4) met een nieuwe  $10^{-6}$  overschrijding en één route (12.6) met een nieuwe  $10^{-8}$  overschrijding. Het gaat hier om de routes tussen Boxtel en Venlo en de route tussen Venlo Oost en Kaldenkirchen (D).

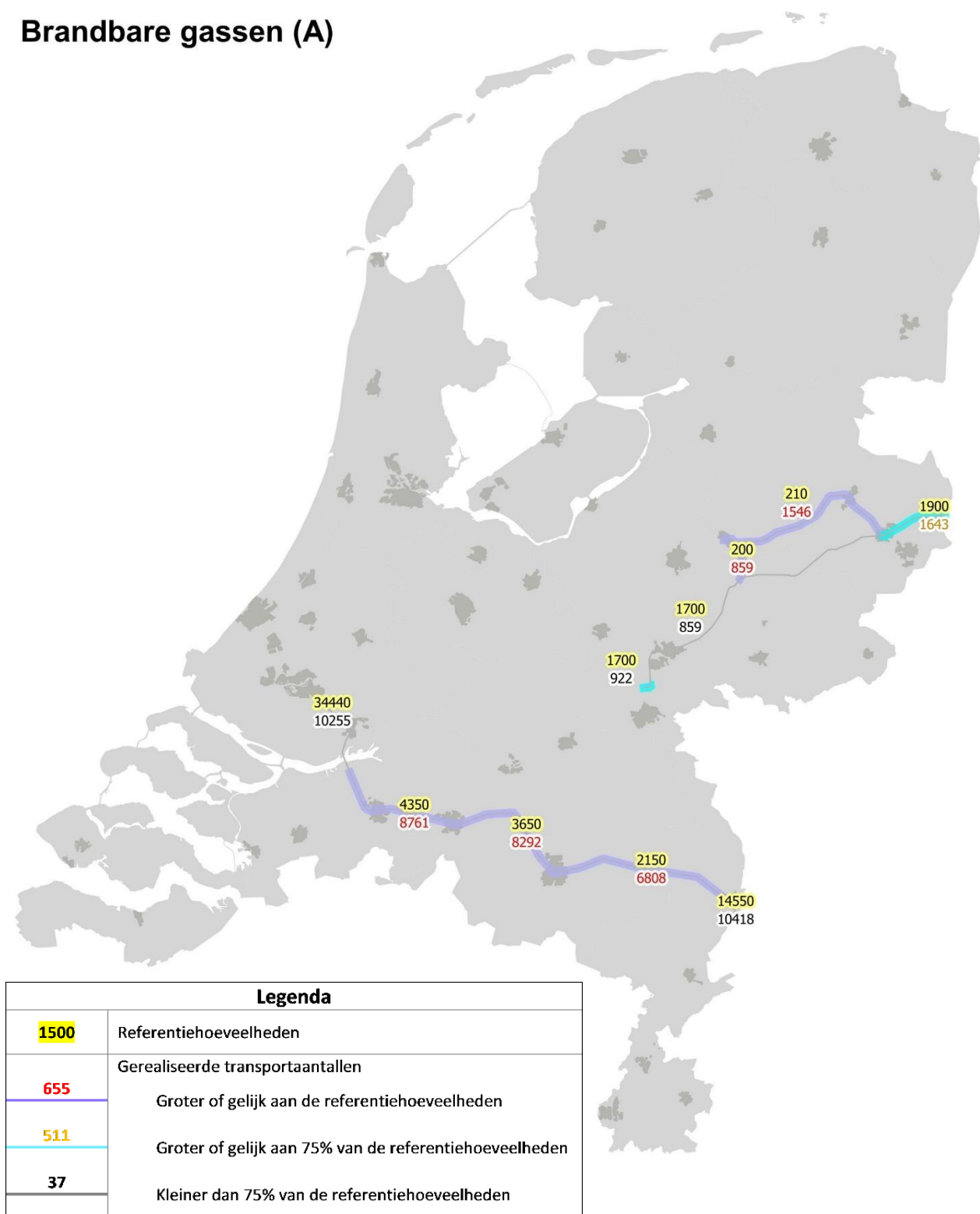
### 3. Realisatie

#### 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 1-10-2017 t/m 30-9-2018 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.

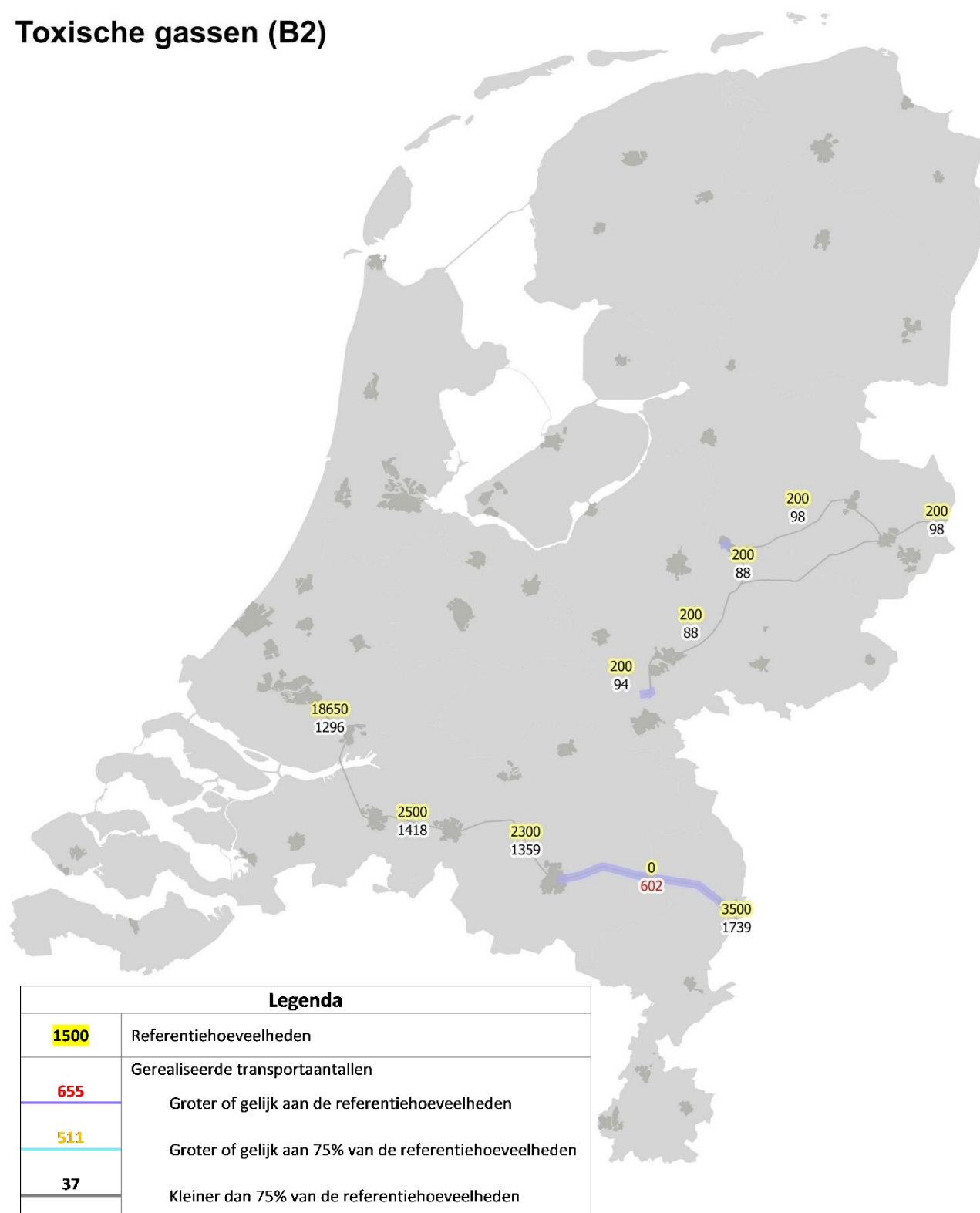
De gerealiseerde transporten per traject zijn opgenomen in bijlage 4.2.

## Brandbare gassen (A)



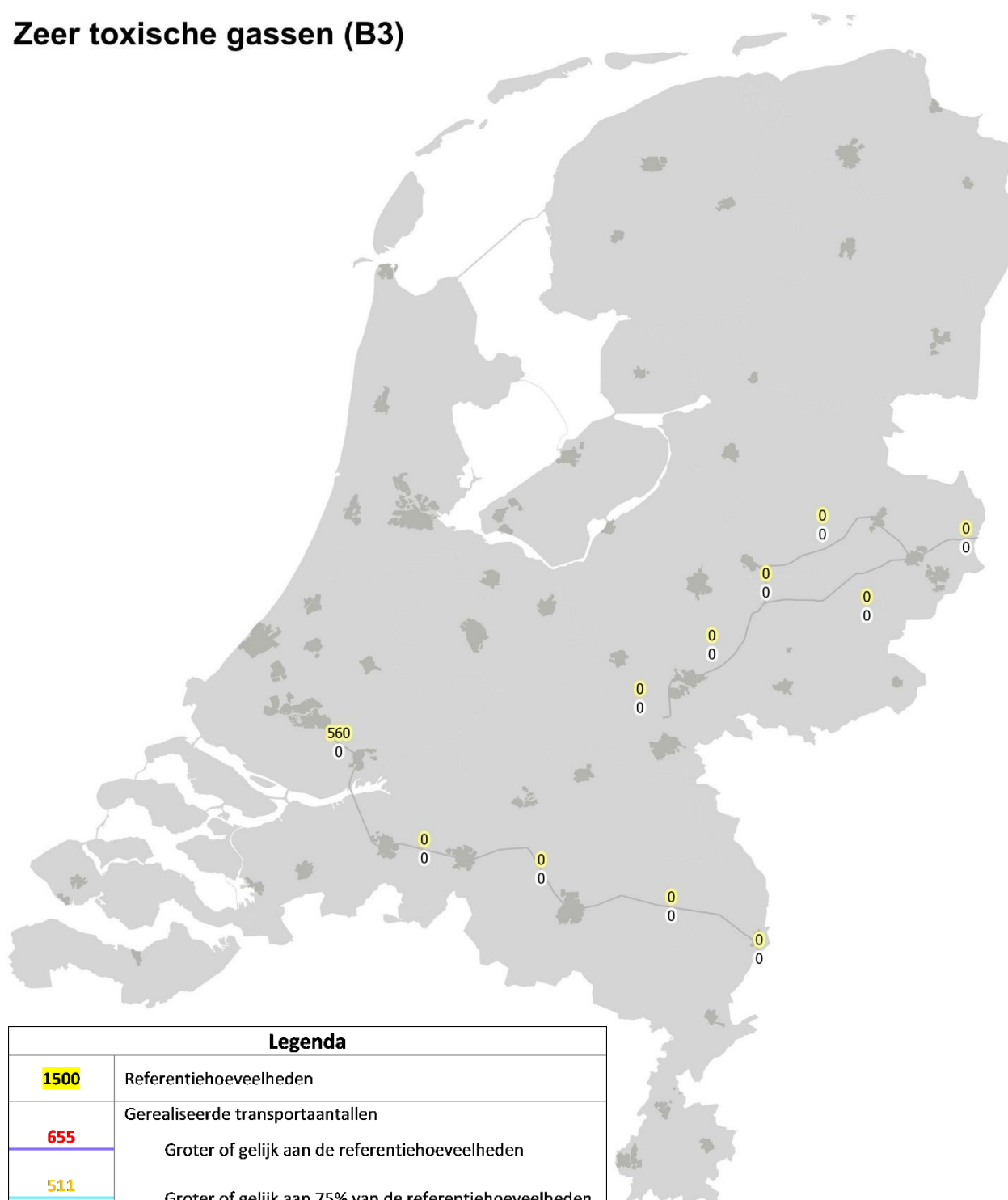
Figuur 5: Transportgegevens stofcategorie A

## Toxische gassen (B2)



Figuur 6 : Transportgegevens stofcategorie B2

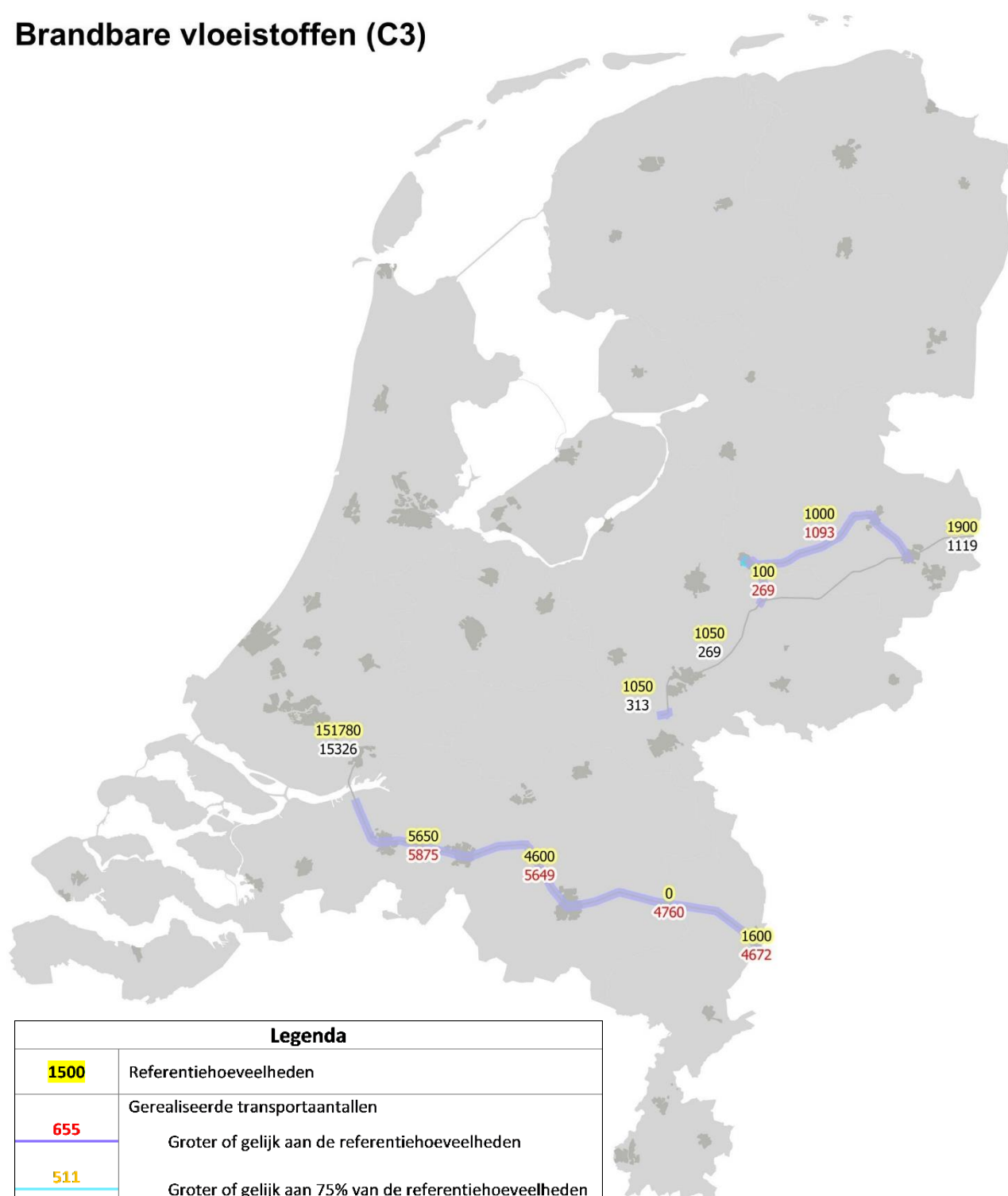
## Zeer toxische gassen (B3)



| 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

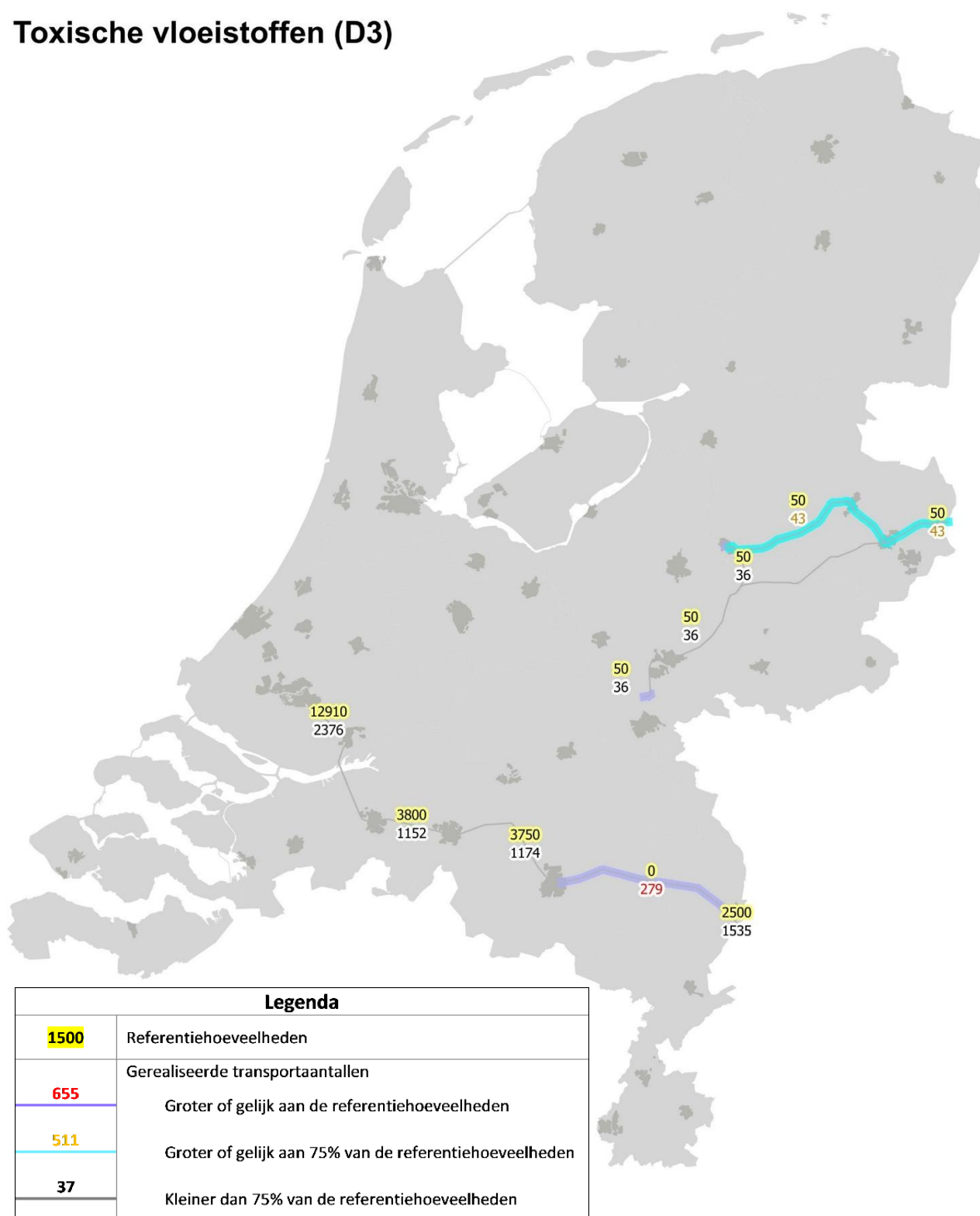
## Brandbare vloeistoffen (C3)



| 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          |

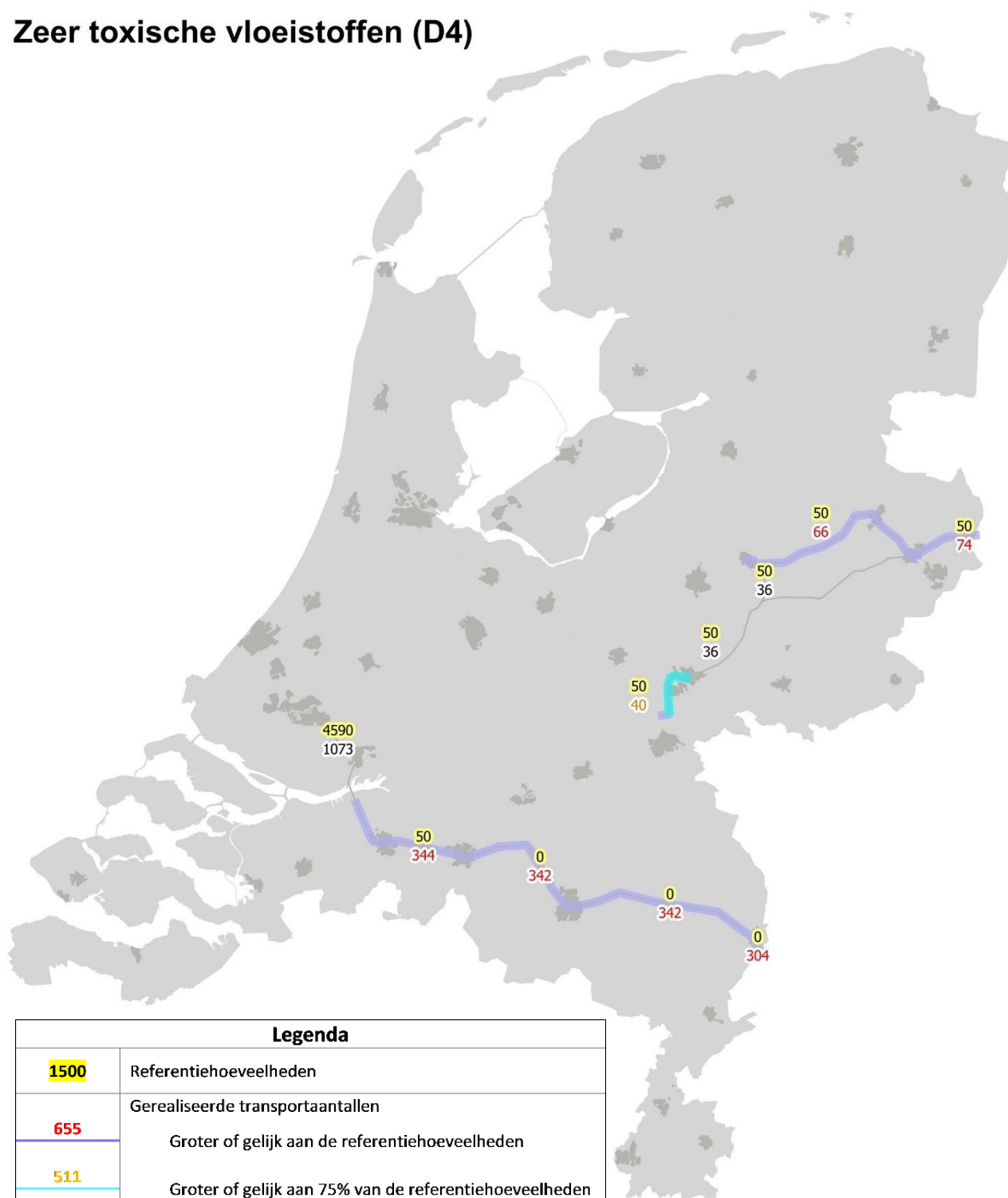
Figuur 8 : Transportgegevens stofcategorie C3

## Toxische vloeistoffen (D3)



Figuur 9 : Transportgegevens stofcategorie D3

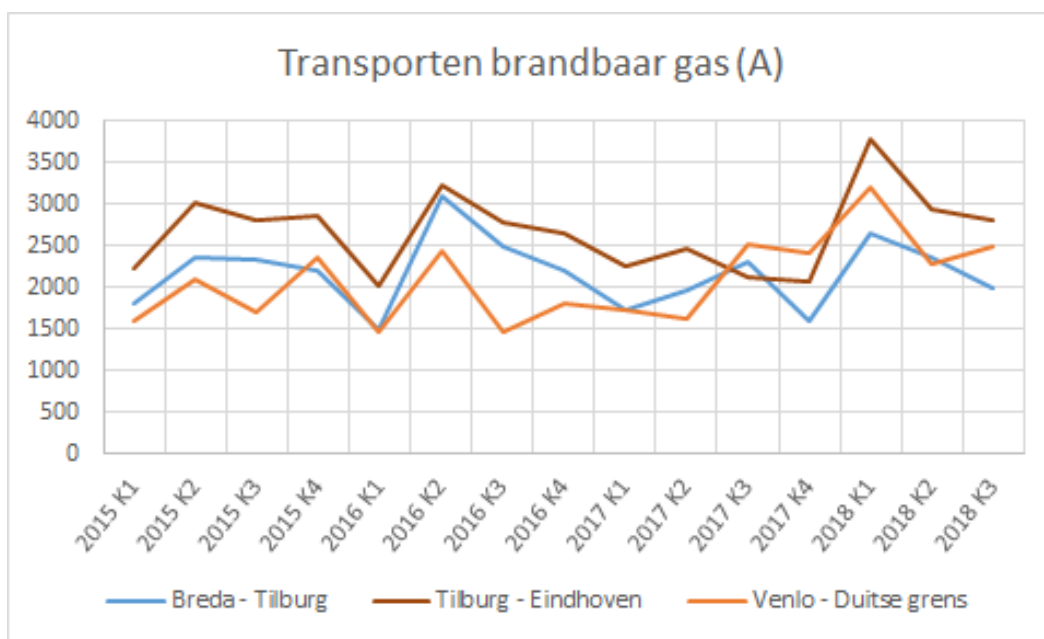
## Zeer toxische vloeistoffen (D4)



Figuur 10 : Transportgegevens stofcategorie D4

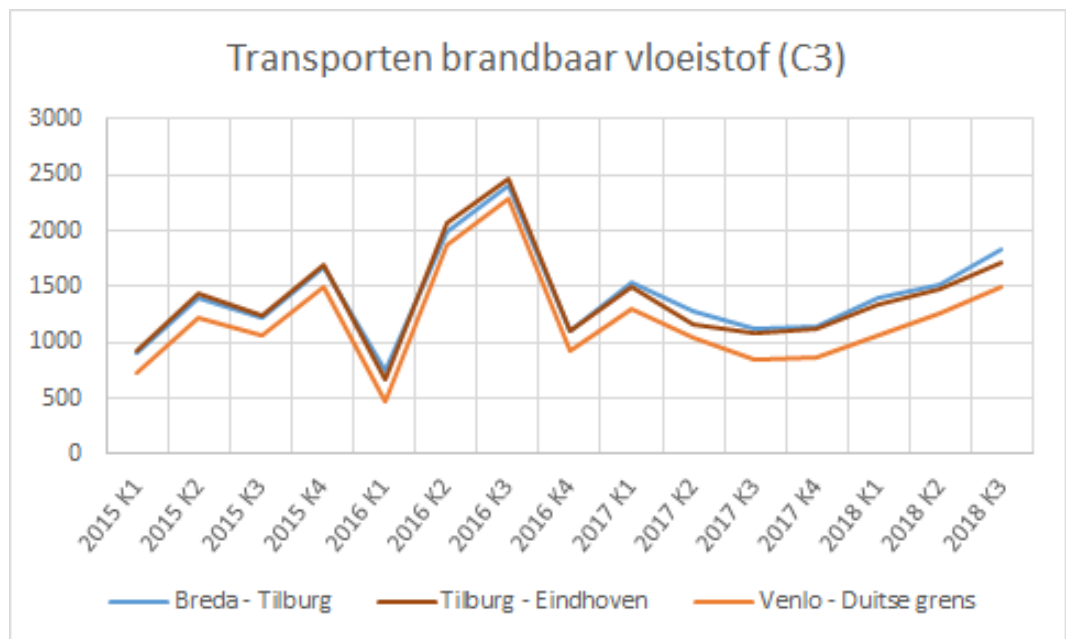
### 3.2. Vergelijking transportaantallen per kwartaal

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 het laatste kwartaal is afgenomen en tussen Venlo en de Duitse grens is toegenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal.



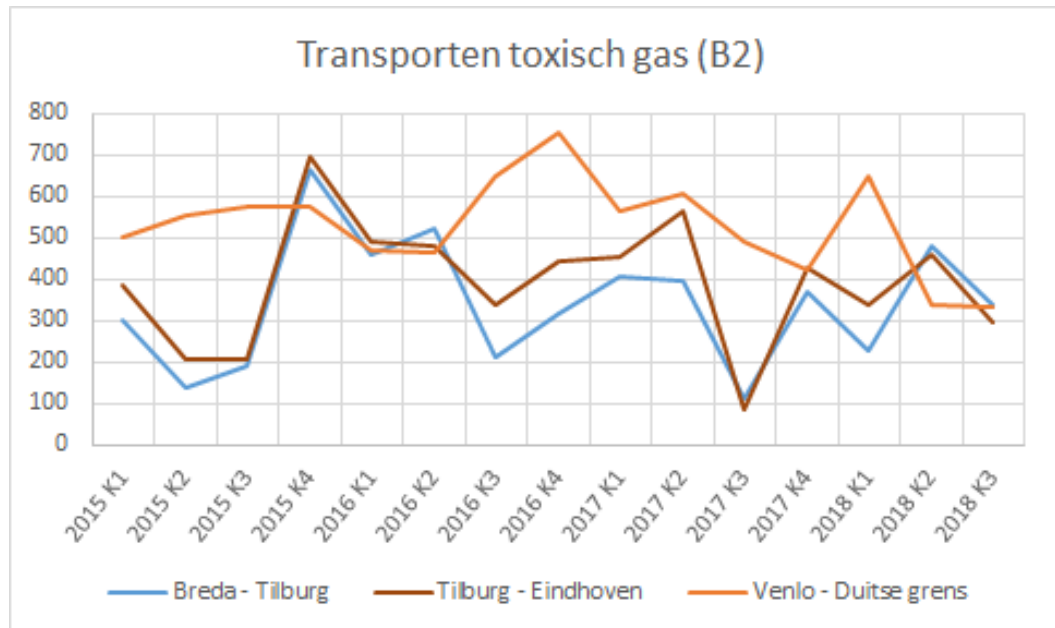
Figuur 11. Verloop van het aantal transporten met brandbare gassen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo (Brabantroute)

Figuur 12 toont het vervoer van C3 (brandbare vloeistof) over de Brabantroute. Uit de figuur blijkt dat het waargenomen vervoer van brandbare vloeistoffen in het derde kwartaal van 2018 is toegenomen ten opzichte van de vorige vier kwartalen. De vervoersaantallen C3 over het jaar gezien op de route tussen Breda en Eindhoven zijn iets hoger ten opzichte van de aantallen waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.



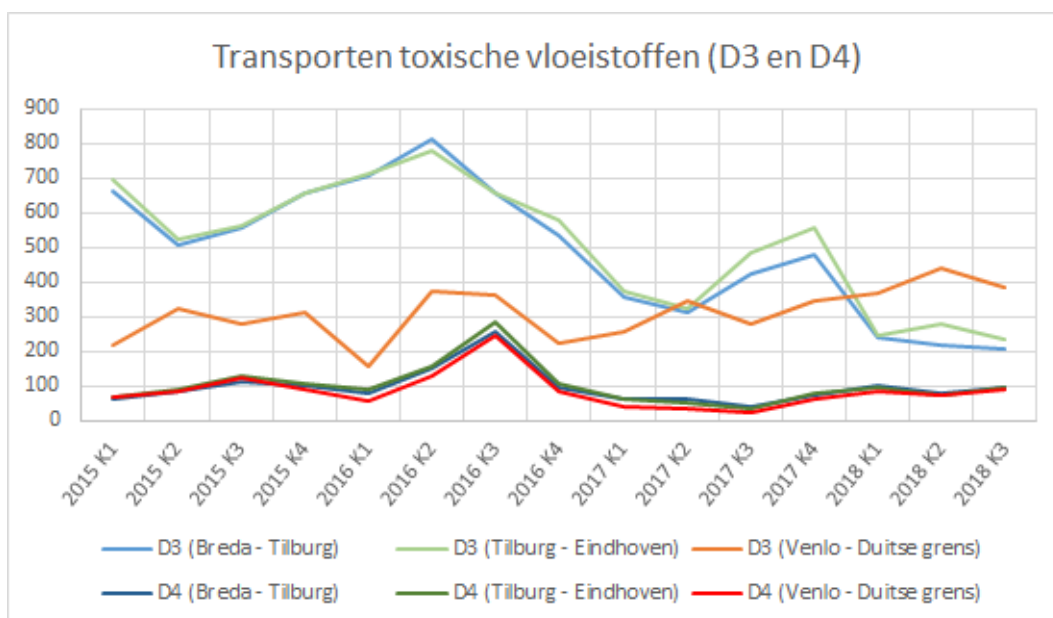
Figuur 12. Verloop van het aantal transporten met brandbare vloeistoffen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

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 tussen Venlo en de Duitse grens is ongeveer gelijk gebleven ten opzichte van 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).



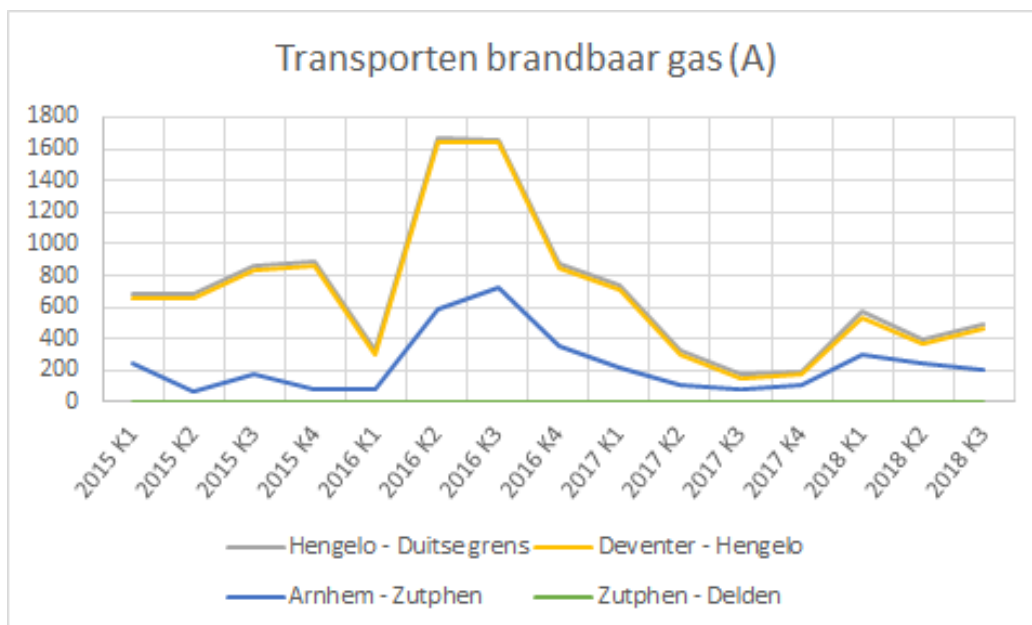
Figuur 13. Verloop van het transporten met toxische gassen per kwartaal tussen Breda, Eindhoven en Venlo

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 afneemt tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en de Duitse grens. Het vervoer van D4 is 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

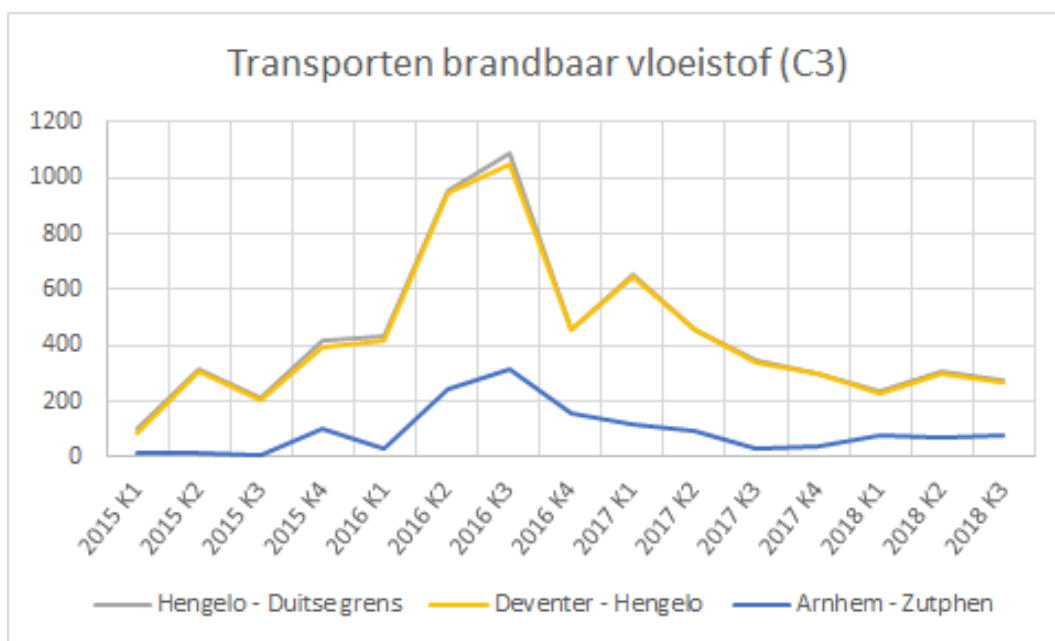
Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens (figuur 15) is een toename van het vervoer van brandbare gassen te zien in het laatste kwartaal. Op de route Arnhem – Zutphen is het vervoer van brandbare gassen het laatste kwartaal afgenomen. De route Zutphen – Delden wordt sporadisch gebruikt voor het vervoer van deze gevaarlijke stoffen.



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

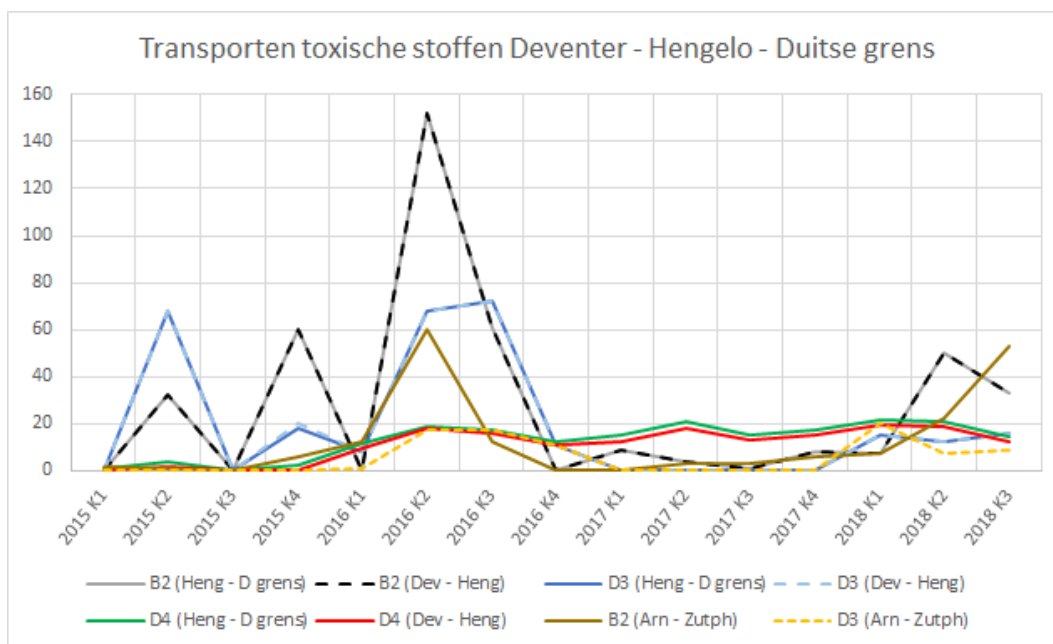
Sinds 2014 heeft slechts in één kwartaal transport van gevaarlijke stoffen plaatsgevonden over de route Zutphen – Delden, te weten 20 ketelwagenequivalenten brandbare vloeistoffen (C3). Omdat er in de overige kwartalen geen enkel transport van gevaarlijke stoffen was, is deze route verder niet meer weergegeven 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 route Deventer – Hengelo – Duitse Grens is afgenomen in het afgelopen kwartaal. Over de route Arnhem - Zutphen is juist een toename te zien. 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 vierde kwartaal van 2017 en het tweede kwartaal van 2018. De vervoershoeveelheden over het jaar gezien op de route Arnhem – Zutphen zijn kleiner dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (zie figuur 8).



Figuur 16. Verloop 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 D3 en D4 minder is dan 25 ketelwagenequivalenten per kwartaal in de afgelopen vier kwartalen. De vervoershoeveelheden B2 en D3 over het jaar gezien zijn kleiner dan de vervoershoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd (zie figuren 6 en 9).



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:

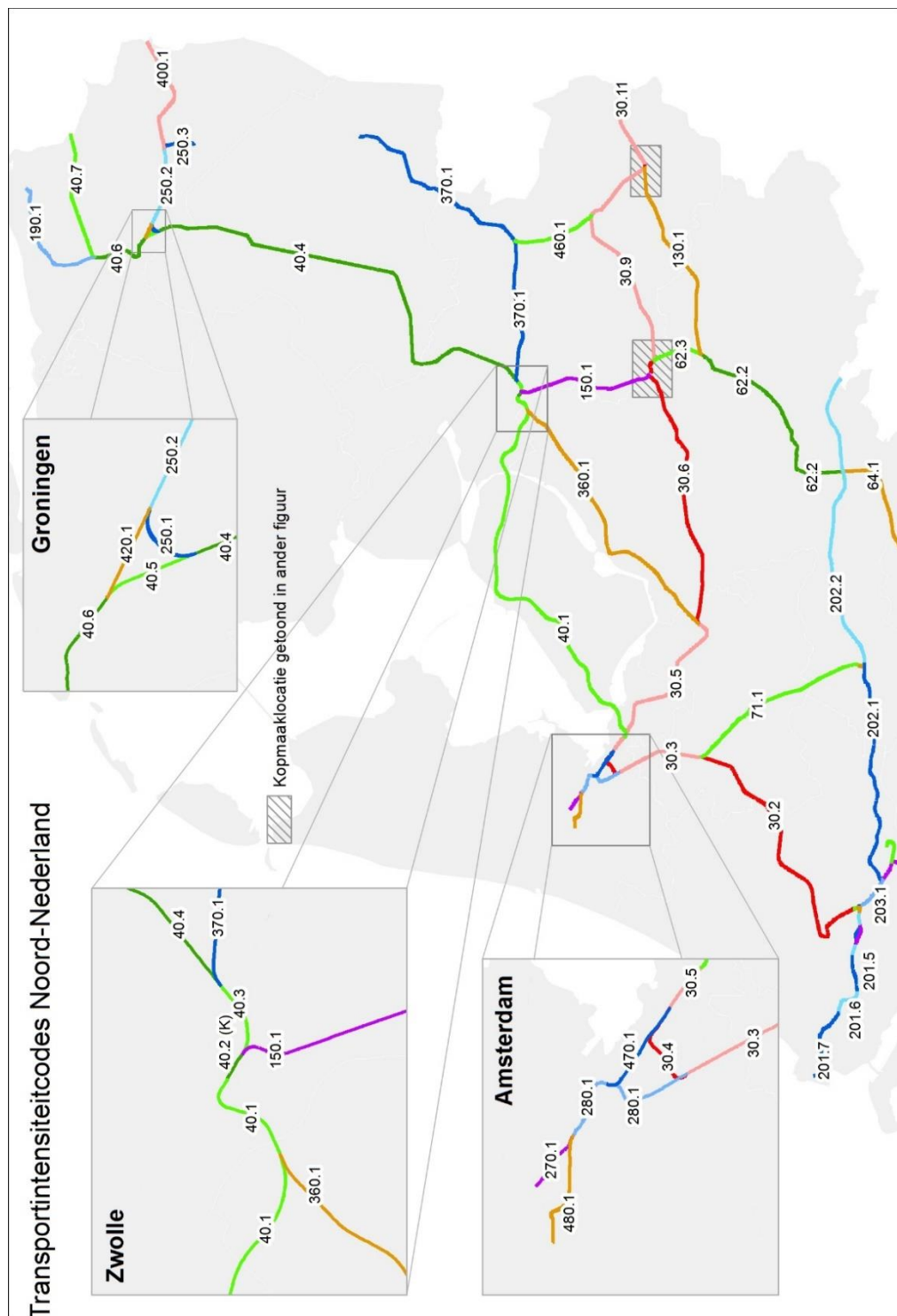
- Op de route tussen Breda en Eindhoven is het transport van brandbare gassen (A) in het derde kwartaal van 2018 afgenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal. Op de route tussen Venlo en de Duitse grens is het transport van brandbare gassen (A) juist toegenomen ten opzichte van het voorgaande kwartaal.
- Het transport van brandbare vloeistoffen (C3) op de Brabantroute is de laatste vier kwartalen aan het toenemen.
- Op de Brabantroute is het transport van toxische gassen (B2) tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitsland in het derde kwartaal van 2018 afgenomen in vergelijking met het voorgaande kwartaal (zie figuur 13). Op de route tussen Venlo en Duitsland is het transport licht afgenomen. Op de route tussen Venlo en Duitsland is dit kwartaal het minste B2 vervoer geweest in vergelijking met alle voorgaande kwartalen.
- Het aantal transporten met de stofcategorie D3 (toxische vloeistoffen)(figuur 14) is tussen Breda en Eindhoven en tussen Venlo en Duitsland afgenomen. Het transport van D4 is toegenomen ten opzichte van de voorgaande kwartalen.
- Uit figuur 14 (toxische vloeistoffen Brabantroute) is op te maken dat het transport van D3 (toxische vloeistoffen) tussen Venlo en de Duitse grens niet gerelateerd is aan het transport tussen Breda en Eindhoven. Ook blijkt uit dit figuur dat het tegenovergestelde geldt voor het transport van D4 (zeer toxische vloeistoffen).
- Op de route tussen Deventer – Hengelo – Duitse grens is het transport van brandbare gassen (A) in het derde kwartaal van 2018 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 derde kwartaal van 2018 ten opzichte van het voorgaande kwartaal (zie figuur 16). De hoeveelheid transporten van brandbare vloeistoffen (C3) over de route Deventer – Hengelo is over het jaar gezien hoger dan de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd.
- Op de route Deventer – Hengelo – Duitse grens neemt het transport van toxische gassen (B2) en zeer toxische vloeistoffen (D4) af in het derde kwartaal van 2018 ten opzichte van het voorgaande kwartaal (zie figuur 17). Op deze route is het transport van toxische vloeistoffen (D3) juist toegenomen. De hoeveelheid transporten van de zeer toxische vloeistoffen (D4) is over het jaar gezien hoger 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 2018 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. Ook voor alle toxische stofcategorieën zijn de vervoershoeveelheden over het jaar gezien lager dan de hoeveelheden waarop de risicoplafonds zijn gebaseerd. Het transport van toxische gassen (B2), brandbare vloeistoffen (C3) en toxische vloeistoffen (D3) is echter in het derde kwartaal van 2018 toegenomen ten opzichte van de voorgaande kwartalen.
- 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.



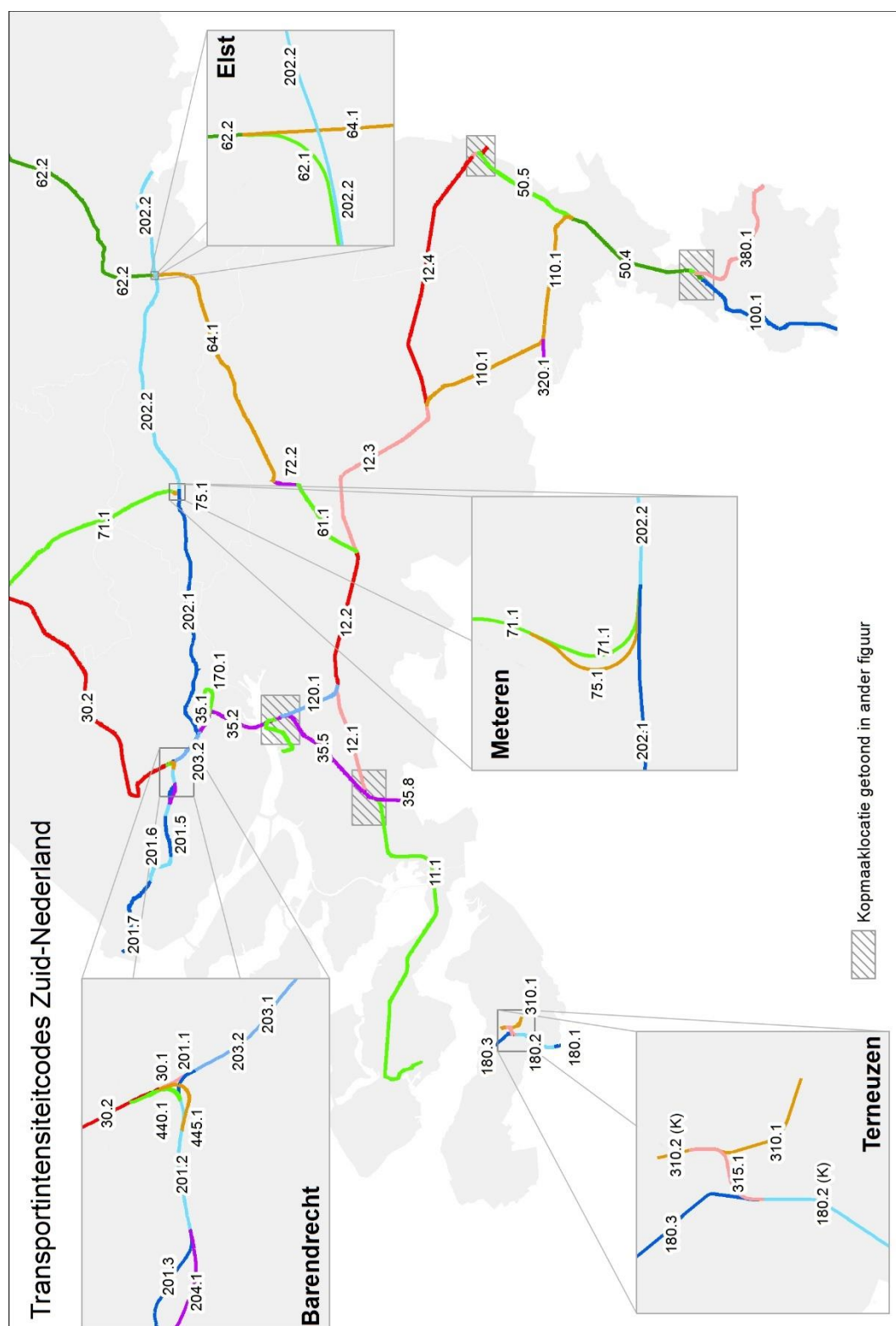
## 4. Bijlagen

### 4.1. Overzicht Basisnet Routecodering en Transportintensiteitscodes

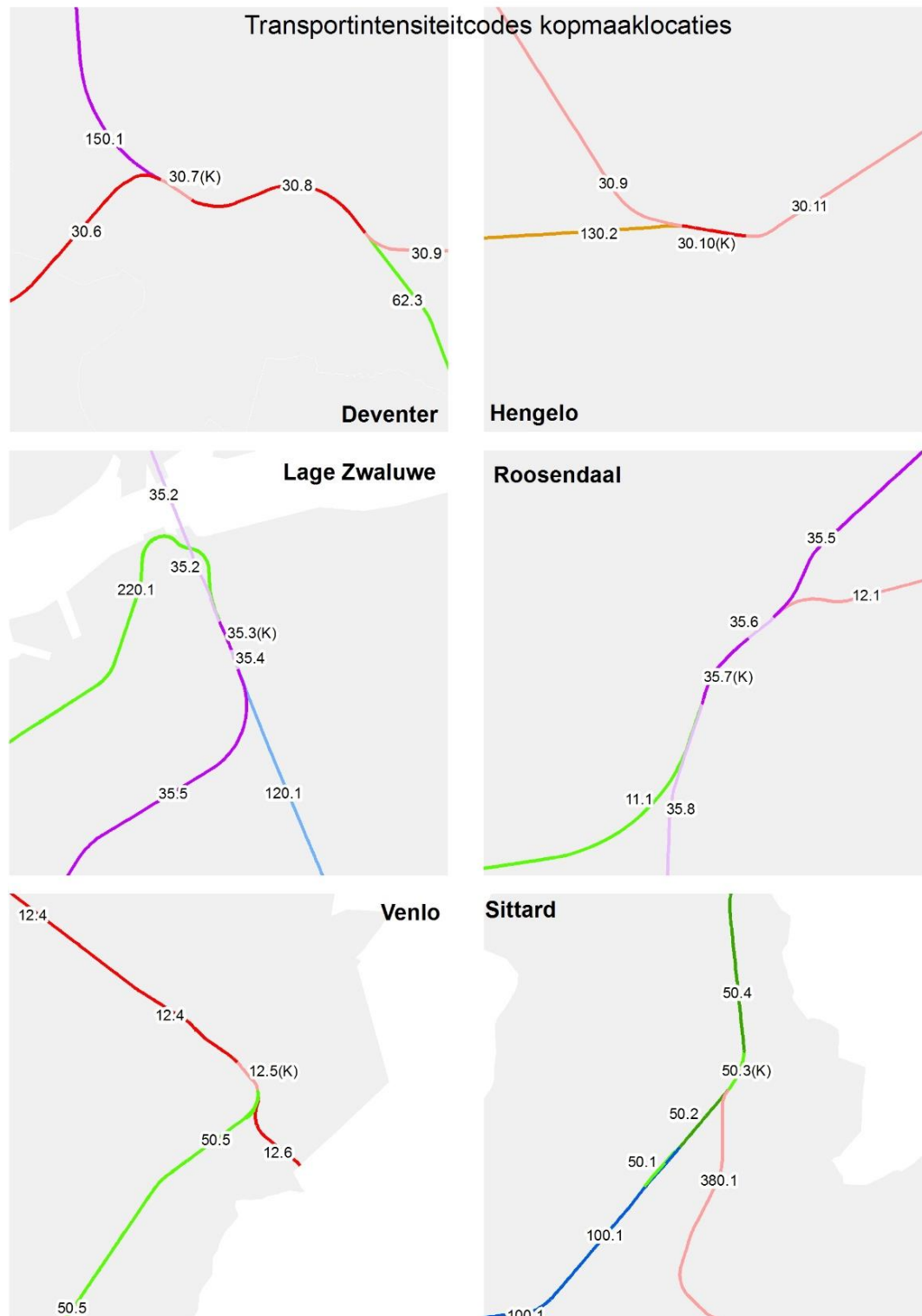
De figuren 18 en 19 tonen de routecodering (getal voor de '.') en transportintensiteitscodes (getal na de '.') die zijn gedefinieerd voor het Basisnet. Deze codes geven aan waar de basisnet vervoershoeveelheden gelijk zijn. Over de route met code ##.6 gelden dus uniforme vervoershoeveelheden en over 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 kopmaakttrajecten 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. 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 <sup>-6</sup>                                                          |                                             | Overschrijding 10 <sup>-7</sup> | Overschrijding 10 <sup>-8</sup> |       | 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  | 8761  | 2500  | 1418 | 0   | 0  | 5650   | 5875  | 3800  | 1152 | 50   | 344  |  |
| 12.3                                                                                     | Tilburg aansl. - Eindhoven aansl.           |                                 |                                 | 3650  | 8292  | 2300  | 1359 | 0   | 0  | 4600   | 5649  | 3750  | 1174 | 0    | 342  |  |
| 12.4                                                                                     | Eindhoven aansl. - Venlo                    |                                 |                                 | 2150  | 6808  | 0     | 602  | 0   | 0  | 0      | 4760  | 0     | 279  | 0    | 342  |  |
| 12.5                                                                                     | Venlo - Venlo Oost                          |                                 |                                 | 26950 | 13978 | 7000  | 2823 | 0   | 0  | 3200   | 4811  | 5000  | 2655 | 0    | 306  |  |
| 12.6                                                                                     | Venlo Oost - Kaldenkirchen (D)              |                                 |                                 | 14550 | 10418 | 3500  | 1739 | 0   | 0  | 1600   | 4672  | 2500  | 1535 | 0    | 304  |  |
| 30.7                                                                                     | Deventer West - Deventer                    |                                 |                                 | 10    | 673   | 0     | 96   | 0   | 0  | 900    | 908   | 0     | 13   | 0    | 30   |  |
| 30.8                                                                                     | Deventer - Deventer Oost                    |                                 |                                 | 410   | 2405  | 400   | 186  | 0   | 0  | 1100   | 1376  | 100   | 79   | 100  | 101  |  |
| 30.9                                                                                     | Deventer Oost - Hengelo West                |                                 |                                 | 210   | 1546  | 200   | 98   | 0   | 0  | 1000   | 1093  | 50    | 43   | 50   | 66   |  |
| 30.10                                                                                    | Hengelo West - Hengelo Oost                 |                                 |                                 | 1920  | 1644  | 200   | 98   | 0   | 0  | 2000   | 1120  | 50    | 43   | 50   | 74   |  |
| 30.11                                                                                    | Hengelo Oost - Bad Bentheim (D)             |                                 |                                 | 1900  | 1643  | 200   | 98   | 0   | 0  | 1900   | 1119  | 50    | 43   | 50   | 74   |  |
| 35.1                                                                                     | Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht            |                                 |                                 | 16560 | 9397  | 4760  | 1642 | 50  | 0  | 22220  | 7714  | 6810  | 1293 | 1990 | 670  |  |
| 35.2                                                                                     | Dordrecht - Moerdijk racc. aansl.           |                                 |                                 | 16560 | 9397  | 4760  | 1642 | 50  | 0  | 20220  | 5860  | 6810  | 1293 | 1290 | 375  |  |
| 35.3                                                                                     | Moerdijk racc. aansl. - Lage Zwaluwe        |                                 |                                 | 21660 | 10071 | 5960  | 1686 | 50  | 0  | 26660  | 6342  | 8010  | 1293 | 1890 | 435  |  |
| 35.4                                                                                     | Lage Zwaluwe - Zevenbergschenhoek aansl.    |                                 |                                 | 20020 | 8738  | 5960  | 1686 | 50  | 0  | 24940  | 5540  | 8010  | 1293 | 1890 | 326  |  |
| 62.1                                                                                     | Elst noordwestboog - Ressen Noord           |                                 |                                 | 1000  | 779   | 0     | 42   | 0   | 0  | 0      | 225   | 0     | 35   | 0    | 35   |  |
| 62.2                                                                                     | Ressen Noord - Zutphen Twentekanaal aansl.  |                                 |                                 | 1700  | 922   | 200   | 94   | 0   | 0  | 1050   | 313   | 50    | 36   | 50   | 40   |  |
| 62.3                                                                                     | Zutphen Twentekanaal aansl. - Deventer Oost |                                 |                                 | 200   | 859   | 200   | 88   | 0   | 0  | 100    | 269   | 50    | 36   | 50   | 36   |  |
| 120.1                                                                                    | Zevenbergschenhoek aansl. - Breda aansl.    |                                 |                                 | 1000  | 1393  | 2300  | 1208 | 0   | 0  | 4600   | 4831  | 3750  | 1053 | 0    | 270  |  |
| 130.1                                                                                    | Zutphen Twentekanaal aansl. - Delden        |                                 |                                 | 1700  | 0     | 200   | 0    | 0   | 0  | 1050   | 0     | 50    | 0    | 50   | 0    |  |
| 130.2                                                                                    | Delden - Hengelo West                       |                                 |                                 | 1910  | 101   | 200   | 0    | 0   | 0  | 1100   | 28    | 50    | 0    | 50   | 8    |  |
| 203.1                                                                                    | Kijfhoek aansl. Zuid - Kijfhoek             |                                 |                                 | 16560 | 9397  | 4760  | 1642 | 50  | 0  | 22220  | 7708  | 6810  | 1293 | 1990 | 670  |  |
| 203.2                                                                                    | Kijfhoek - Barendrecht aansl.               |                                 |                                 | 34440 | 10255 | 18650 | 1296 | 560 | 0  | 151780 | 15326 | 12910 | 2376 | 4590 | 1073 |  |

### 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 risico in het hoofdrapport is rekening gehouden met een aantal maatregelen die in 2015 al waren genomen, maar die voor 2015 niet bij de monitoringsberekeningen is 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 toegepast:

- 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 situatie geldt, gecompenseerd wordt met de risicoreductie door aangebrachte en aan te brengen ATBvv.
- Ad 3. Voor de Betuweroute is 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%; 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%; 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 II
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

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 II

*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.

#### ATBv

*Uit [1]: ATBv controleert de snelheid van de trein en grijpt ook bij snelheden onder 40 km/uur in door een koppeling met het remsysteem. ATBv 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 II                      | 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 II

Voor het bepalen van de ligging van ETCS level II 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 initiële faalfrequenties al naar beneden aangepast.

Op trajecten waar zowel ETCS level II 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

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

<sup>4</sup> Trajectnummering komt overeen met Bijlage D van Protocol overdracht transportstromen

| Tabel 7. Lijst trajecten ATBvv |                   |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Traject <sup>4</sup>           | 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