



## **ONGEVAL OP KETELBRUG**

*Vrachtwagen gaat door vangrail en  
valt in IJsselmeer op 23 juni 2000*

*Den Haag, december 2001*

De Eindrapporten van de Raad voor de Transportveiligheid zijn openbaar. Een ieder kan daarvan gratis een afschrift verkrijgen door schriftelijke bestelling bij Sdu Grafisch Bedrijf bv, Christoffel Plantijnstraat 2, Den Haag, telefax nr. 070 378 9744.  
Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Raad: [www.rvtv.nl](http://www.rvtv.nl).

# RAAD VOOR DE TRANSPORTVEILIGHEID

*De Raad voor de Transportveiligheid is een zelfstandig bestuursorgaan (ZBO) met een eigen rechtspersoonlijkheid dat bij wet is ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën van ongevallen en incidenten in alle transportsectoren te weten, de scheepvaart, de luchtvaart, het railvervoer en wegvervoer alsmede het buisleidingen transport. Het uitsluitend doel van dergelijk onderzoek is toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten van een en ander daartoe aanleiding geven daaraan veiligheidsaanbevelingen te verbinden. De organisatiestructuur bestaat uit een overkoepelende Raad voor de Transportveiligheid en daaronder een onderverdeling in Kamers per transportsector. Deze worden ondersteund door een staf van onderzoekers en een secretariaat.*

## SAMENSTELLING VAN DE RAAD EN DE KAMER WEGVERKEER

### Leden van de Raad voor de Transportveiligheid

voorzitter Mr. Pieter van Vollenhoven,

Mw. Mr. A.H. Brouwer-Korf  
F.W.C. Castricum  
Mr. D.M. Dragt  
J.A.M. Elias  
Mr. J.A.M. Hendriks  
Mr. E.R. Müller  
Ir. K. Nije  
Prof. Dr. U. Rosenthal  
Mw. Mr. E.M.A. Schmitz  
J. Stekelenburg  
Mr. A.M. Vrieze  
Prof. Dr. W.A. Wagenaar

### Leden van de Kamer Wegverkeer

voorzitter F.W.C. Castricum,

Ir. G. Blom  
Prof. Dr. Ir. R.E.C.M. van der Heijden  
Dr. M. Koornstra  
Ir. K. Nije  
Drs. H. Plasse  
Mw. Ir. I. Spapé  
Mr. J. Spee  
Drs. C. Wildervanck  
Prof. Dr. J.S.H.M. Wismans

#### Secretariaat:

secretaris-directeur : Mr. S.B. Boelens  
senior secretaris : Drs. J.H. Pongers

**Bezoekadres:** Prins Clauslaan 18  
2595 AJ Den Haag  
telefoon (+31) 070 333 7000  
Internet: <http://www.rvtv.nl>

#### Secretariaat:

secretaris: Mw. Drs. Th.M.H. van der Velden  
senior onderzoeker: Drs. J.R. Neef (†13-5-'01)  
senior onderzoeker: Ing. A. Sloetjes (na 1-10-'01)

**Postadres:** Postbus 95404  
2509 CK Den Haag  
telefax (+31) 070 333 7077/78

# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Feitelijke gegevens</b>	<b>9</b>
1.1 <i>Plaats en tijdstip</i>	9
1.2 <i>Toedracht</i>	9
1.3 <i>Locatie</i>	10
1.4 <i>Voertuigen</i>	13
1.5 <i>Betrokkenen</i>	15
1.6 <i>Omstandigheden</i>	16
1.7 <i>Eindsituatie en gevolgen</i>	16
1.8 <i>Gevolgbestrijding</i>	17
<b>2 Analyse</b>	<b>21</b>
2.1 <i>Relevante aspecten</i>	22
2.2 <i>Nadere beschouwing</i>	22
2.2.1 <i>Bewegingsverloop vrachtauto</i>	22
2.2.2 <i>Handelwijze bestuurder</i>	23
2.2.3 <i>Het voertuig</i>	24
2.2.4 <i>De weg</i>	24
2.2.5 <i>De weersomstandigheden</i>	27
2.2.6 <i>De vangrailconstructie</i>	27
2.3 <i>Soortgelijke ongevallen</i>	29
<b>3 Conclusies</b>	<b>33</b>
3.1 <i>Algemeen</i>	33
3.2 <i>Vermoedelijke oorzaken</i>	33
3.3 <i>Structurele veiligheidstekorten</i>	34
3.3.1 <i>Met betrekking tot het wegdek</i>	34
3.3.2 <i>Met betrekking tot de zijbermbeveiliging</i>	35
<b>4 Aanbevelingen</b>	<b>37</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>39</b>
<b>Bijlage 1: Literatuur</b>	39
<b>Bijlage 2: Tabellen</b>	41
<b>Bijlage 3: Tekeningen</b>	45

<b>Bijlage 4:</b> <i>Verantwoording onderzoek</i>	49
<b>Bijlage 5:</b> <i>Afkortingen- en woordenlijst</i>	51

## VOORWOORD

Het onderzoek dat voorligt is grotendeels uitgevoerd door Jan Neef, senior onderzoeker van de Kamer Wegverkeer van de Raad voor de Transportveiligheid (RvTV). Hij heeft zijn werk niet kunnen afmaken. Op zondagmiddag 13 mei van dit jaar is hij totaal onverwachts overleden. Zijn inzet, ook bij het onderzoek dat hier in het geding is, mag zeker niet onvermeld blijven.

De samenhangende ongevallen die zich in de vroege ochtend van 23 juni 2000 voordeden op de Ketelbrug hebben tot de conclusie geleid dat niet alleen de kans op een ongeval maar ook de mogelijke gevolgen ervan een belangrijke(re) rol zouden moeten spelen bij de beoordeling van de veiligheid van het wegennet. Het onderzoek laat zien dat op zich beperkte incidenten onder omstandigheden kunnen uitgroeien tot calamiteiten van een niet voorziene omvang. Dat geldt temeer, zo is gebleken, op plaatsen waar sprake is van een bundeling van transportassen op verschillende niveaus.

Het voorliggende onderzoek belicht diverse factoren die met het ongeluk verweven zijn. In het rapport wordt dan ook aandacht besteed aan het menselijk gedrag, het voertuig en de weginfrastructuur. De Raad koos ervoor om alleen die aspecten in aanbevelingen te vertalen die verband houden met de weginfrastructuur. Dit wordt ingegeven door de overtuiging dat in dit geval navolging van juist deze aanbevelingen het meeste 'rendement' oplevert waar het gaat om het terugbrengen van risico's en het verminderen van mogelijke effecten.

Den Haag, december 2001

Mr. Pieter van Vollenhoven  
Voorzitter van de Raad

Mr. S.B. Boelens  
Secretaris-Directeur

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pieter van Vollenhoven', written over a horizontal line.A handwritten signature in black ink, appearing to read 'S.B. Boelens', written over a horizontal line.



## Samenvatting

Op 23 juni 2000 is 's ochtends vroeg op de Ketelbrug een vrachtauto geslipt, door de rechter vangrail gereden en in het IJsselmeer terechtgekomen. Aansluitend is er een tweede ongeval gebeurd, maar dat is bij dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Zoals bij veel ongevallen speelden ook hier het gedrag van mensen, de toestand van de weg en de eigenschappen van voertuigen een beslissende rol. Het onderzoek heeft zich vooral toegespitst op de vangrailconstructie en de toestand van het wegdek.

Ten aanzien van het wegdek bleek er sprake te zijn van spoorvorming en een ontoelaatbaar lage stroefheid. Spoorvorming blijkt op bruggen en viaducten in zekere zin een algemeen probleem te zijn. Op dergelijke kunstwerken wordt namelijk, om het onderliggende beton of staal tegen de invloed van water en dooizouten te beschermen, een asfaltmengsel met een andere samenstelling gebruikt en dat gaat gepaard met een geringere weerstand tegen spoorvorming. De spoorvorming kan uiteraard binnen de perken worden gehouden, maar daartoe is dan vaker onderhoud aan het wegdek noodzakelijk. Bij dergelijk tussentijds onderhoud op de Ketelbrug is een onveilige situatie ontstaan. Er werd namelijk een oppervlaktebehandeling toegepast die er in de gegeven situatie toe leidde dat bij hoge buitentemperaturen de stroefheid van het wegdek in korte tijd ontoelaatbaar afnam. Stroefheid is met name van belang voor de remweg van voertuigen en dus voor de veiligheid op de weg. De werkzaamheden zijn in 1998 uitgevoerd en in de tussenliggende periode heeft zich de plotselinge vermindering van stroefheid twee keer voorgedaan; respectievelijk ongeveer één jaar en enkele dagen voor het ongeval.

Verder is gebleken dat de vangrailconstructie de onbeladen vrachtwagen niet tegen kon houden. De voorschriften voorzien daar ook niet in. Rijkswaterstaat ontwikkelt echter nieuwe normen, die voor kunstwerken strenger zijn dan voor de overige wegvakken. Deze normen zullen waarschijnlijk alleen gaan gelden voor autosnelwegen. Verder zullen ze bundelingen met vaar- of railwegen buiten beschouwing laten.

De Raad voor de Transportveiligheid doet naar aanleiding van het onderzoek de volgende aanbevelingen:

*(1) De minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen om voor bruggen en viaducten aanvullende richtlijnen op te stellen met betrekking tot de eigenschappen van de deklaag van rijkswegen, zowel voor aanleg als voor onderhoud en reparatie. Deze aanvullende richtlijnen zouden moeten waarborgen, dat de spoorvorming en stroefheidsvermindering (ook bij relatief hoge buitentemperaturen) beperkt blijven. Voor bruggen en viaducten waarvan de deklaag nog niet aan deze aanvullende eisen voldoet, dient een systeem te worden ontwikkeld voor het adequaat bewaken van en reageren op weersomstandigheden die een relatief snelle verslechtering van de spoorvorming en stroefheid tot gevolg kunnen hebben.*

*(2) De minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen te bevorderen dat alle wegbeheerders nieuwe richtlijnen ontwikkelen die ertoe leiden dat het kerend vermogen van zijbermbeveiligingen op zogenaamde kunstwerken wordt verbeterd. Deze nieuwe richtlijnen dienen voor zowel nieuwe als bestaande situaties te gelden en voor alle wegtypen.*





# 1 FEITELIJKE GEGEVENS

## 1.1 Plaats en tijdstip

Het ongeval vond plaats op 23 juni 2000 omstreeks 06.30 uur, op de noordwestelijke rijbaan van de autosnelweg A6 tussen Joure en Lelystad op de Ketelbrug.

## 1.2 Toedracht

Een vrachtauto die over de noordwestelijke rijbaan van de A6 reed, is tijdens het passeren van de Ketelbrug gaan slippen. Hierdoor reed de vrachtauto door de rechter vangrail en kwam in het IJsselmeer terecht. Vervolgens stopten meerdere automobilisten op de plek van het ongeval. Een aantal van hen is uitgestapt. Daarna is ook een bestelauto – die eveneens over de noordwestelijke rijbaan van de A6 reed – in een slip geraakt. Dat voertuig reed vervolgens één van de reeds uitgestapte automobilisten aan, waardoor beiden ongeveer op dezelfde plaats van de brug stortten en in het IJsselmeer terecht kwamen.



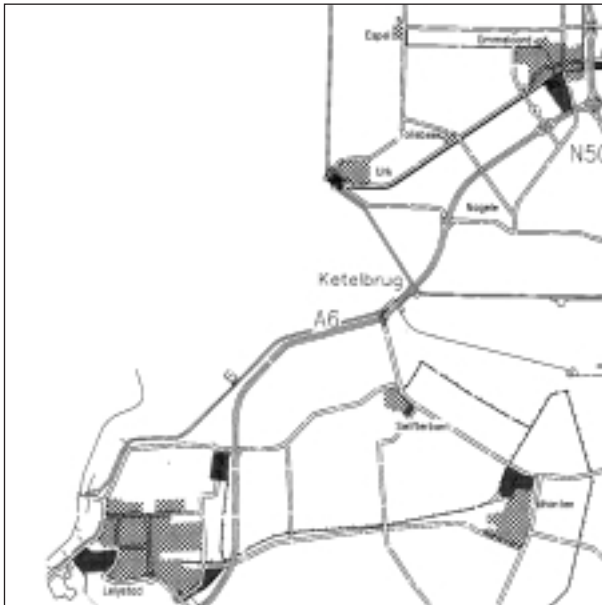
Figuur 1: Ketelbrug. In het midden van de foto is de opening in de zijvangrail en de brugleuning te zien, rechtsonder bij de pijler de vrachtauto in het water. Bron: KLPD – Politieluchvaartdienst.

De bestuurders van de vrachtauto en van de bestelauto en de twee passagiers van de bestelauto zijn na het ongeval uit het water gered. Zij raakten door het ongeval gewond. De uitgestapte automobilist die door de bestelauto was aangereden, is als gevolg van het ongeval overleden. Ondanks uitgebreide zoekacties werd zijn lichaam pas ongeveer een week later in het Ketelmeer vlakbij de brug gevonden.

### 1.3 Locatie

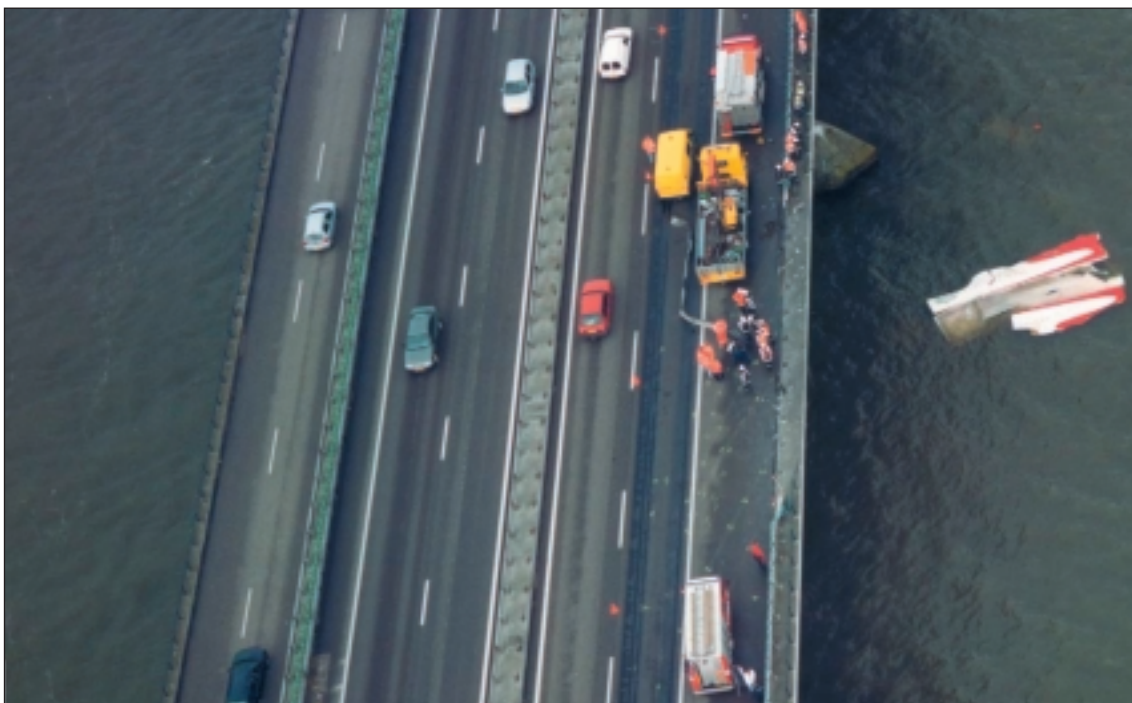
#### *Functie en inrichting van de weg*

Het deel van rijksweg A6 waar het ongeluk plaatsvond, bevindt zich tussen Joure en Lelystad. De weg vormt een belangrijke 'stroomweg' tussen het noordelijk deel van ons land en de Randstad.



De Ketelbrug is (exclusief de landdelen) ongeveer 770 meter lang en het wegdek bevindt zich op het hoogste punt ongeveer 15 meter boven het water. In het middengedeelte van de brug bevindt zich een beweegbare brugklep, die voor de scheepvaart wordt bediend.

Figuur 2a – Ketelbrug en omgeving



Figuur 2b: Bovenaanzicht gedeelte Ketelbrug waar het ongeval plaatsvond. Rechts naast de brug is een deel van de vrachtauto te zien. Bron: KLPD - Politieluchtvaartdienst.

De Ketelbrug heeft twee rijbanen die elk zijn verdeeld in twee rijstroken en een vluchtstrook. Aan de zuidoostelijke kant van de brug ligt een parallelweg met twee rijstroken.

De beide rijstroken van de noordwestelijke rijbaan ter hoogte van de brug zijn 3,50 meter breed. De vluchtstrook is 4,25 meter breed. De vluchtstrook is van de rijbaan gescheiden door een ononderbroken streep.

Aan beide zijden van de noordwestelijke rijbaan is een vangrail geplaatst. Aan de linkerzijde (in de rijrichting gezien) is dit een zogenaamde middenbermbeveiliging en aan de rechterzijde een zijbermbeveiliging. Naast de zijbermbeveiliging bevindt zich een looppad, dat ongeveer 20 centimeter hoger ligt dan het wegdek, ongeveer 1 meter breed is en voorzien is van een brugleuning.



Figuur 3: Linkerfoto: de overgang naar het verhoogde betonnen gedeelte met daarop de zijvangrail, gezien tegen de rijrichting in.

Rechterfoto: de brugleuning die op het verhoogde betonnen gedeelte is aangebracht, gezien tegen de rijrichting in. Bron: politie Flevoland-Noord.

De zijvangrail is van het type VP 1R 200-45<sup>1</sup>, heeft een hoogte van 50 centimeter en is alleen aan de verkeerszijde van een zogenaamde 'plank' voorzien. De vangrailconstructie bevat verticale stijlen van het type HE100B, die rondom op voetplaten zijn gelast.

<sup>1</sup> Dit is een eenzijdig uitgebouwd rail met een liggerbreedte van 45 centimeter en een stijlfstand van 200 cm. De diagonalen zijn rechts uitgevoerd.

De voetplaten zijn met ankers aan de brug vastgeschroefd. Zowel de vangrail als de ongeveer 90 centimeter hoge brugleuning zijn bevestigd op een 20 centimeter hoge betonnen schampkant, die aansluit op de vluchtstrook. Op de vangrailconstructie is een antiverblindingscherm gemonteerd.

#### *Verkeersmaatregelen*

De maximumsnelheid op de rijksweg ter hoogte van de brug is voor personenauto's 120 kilometer per uur en voor vrachtauto's 80 kilometer per uur. Op de linkerrijstrook van de noordwestelijke rijbaan geldt een breedtebeperking voor voertuigen tot maximaal 2,3 meter.

#### *Aard en toestand van het wegdek*

Het wegdek bestaat uit dicht-asfalt-beton (DAB). Op de ongevalplaats, met name ter hoogte de rechterrijstrook, was het wegdek slecht. In het rijspoor van de rechterrijstrook was namelijk sprake van een 'vetgeslagen' oppervlak<sup>2</sup>, waren relatief veel en ook grote gaten en spoorvorming van betekenis<sup>3</sup>.



Figuur 4: Het vetgeslagen oppervlak, de spoorvorming en de gaten in het wegdek van de rechterrijstrook ter hoogte van de ongevalsplaats. Bron: politie Flevoland-Noord.

#### *Beheer, grondgebied en onderhoud*

De Directie IJsselmeergebied van Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het beheer en het onderhoud van de Ketelbrug. Dit geldt voor zowel het kunstwerk als het wegdek op de brug.

De brug behoort (afgezien van het noordelijke landgedeelte) tot het grondgebied van de gemeente Dronten. Met het oog op de aanrijtijden is echter besloten om bij ongevallen op de noordwestelijke rijbaan van de brug (tot aan de afrit Lelystad-Noord) de brandweer van de Noordoostpolder te alarmeren. Bij ongevallen op de zuidoostelijke rijbaan (tot aan de afrit Urk/Nagele) wordt wel de brandweer van Dronten gealarmeerd.

<sup>2</sup> Bij een vertgeslagen wegdek is – als gevolg van opstuwing – een laag bitumen over de stenen gevormd. De stenen zijn hierdoor niet meer of nog slechts beperkt zichtbaar.

<sup>3</sup> De kwalificatie 'spoorvorming van betekenis' wordt gehanteerd als de gemiddelde diepte van de sporen over een lengte van 100 meter tussen 12 en 17 millimeter is gelegen ( zie ook tabel 3 van bijlage 2).

In de periode tussen september 2000 en december 2003 wordt de Ketelbrug grondig opgeknapt. De opleggingen – de brugdelen waarmee de brug op de pijlers rust – worden vernieuwd, de brugconstructie wordt versterkt, het wegdek en het wegmeubilair (zoals leuning en slagbomen) worden gerenoveerd.

#### *Verkeersintensiteit*

In 1999 reden gemiddeld per werkdag 33.285 voertuigen over de Ketelbrug, waarvan ongeveer 16% vrachtverkeer. De intensiteit was het hoogst in de periode van mei tot oktober en het laagst in de maanden van december tot maart. Op vrijdagen was de intensiteit 12% hoger dan op andere werkdagen, terwijl tijdens de weekenden de intensiteit lager was dan op werkdagen.

#### *Eerdere ongevallen*

Op de Ketelbrug hebben op een wegvak van 2,6 kilometer in de periode van begin 1990 tot en met het derde kwartaal van 2000 (een periode van bijna 11 jaar) 178 ongevallen plaatsgevonden. Daarbij was in twee gevallen sprake van ongevallen met dodelijke afloop, terwijl bij 17 ongevallen personen gewond zijn geraakt. Bij deze ongevallen raakten in totaal 28 personen gewond en zijn drie personen overleden. Bij de overige 159 ongevallen ontstond alleen materiële schade.

Bij 19 van de genoemde 178 ongevallen was een vrachtauto betrokken. Bij 50 ongevallen was het niet droog (regen, mist, sneeuw, hagel). Van deze ongevallen vonden er 35 plaats bij duisternis of schemer. In 75 van de 178 ongevallen ging het om een kop/staart-aanrijding en in 60 gevallen om een botsing met een vast object. Alleen bij het ongeval waarover in dit rapport wordt gesproken, zijn voertuigen van de brug gestort. In tabel 1-4 in bijlage 2 staat voor de periode 1990 tot en met 2000 een vergelijking tussen de ongevallen op de Ketelbrug met ongevallen in het algemeen en ongevallen op wegen waar met een snelheid van 100 of 120 kilometer mag worden gereden. Hieruit blijkt dat de Ketelbrug niet afwijkt van vergelijkbare wegen, behalve bij kop/staart botsingen. Die botsingen komen vaker voor op de Ketelbrug dan op andere plaatsen. Dit is te verwachten gelet op de bedienbare brugklep.

Het risicocijfer voor de Ketelbrug bedraagt 0,11 slachtoffers per miljoen voertuigkilometers. Dit is hoger dan het gemiddelde risicocijfer voor autosnelwegen (0,07 in 1996).

## *1.4 Voertuigen*

### *Vrachtauto*

De vrachtauto die bij het ongeval van 23 juni 2000 was betrokken, is een trekker/oplegger-combinatie. Zowel de trekker als de oplegger met koelwagenopbouw zijn twee-assig.



Figuur 5: De trekker, nadat deze was geborgen. Bron: politie Flevoland-Noord.



Figuur 6: De oplegger, nadat deze was geborgen. Bron: politie Flevoland-Noord.

De achteras van de trekker is voorzien van 'dubbellucht' en op de beide assen van de oplegger zijn supersingle banden gemonteerd. De achterste as is een – door middel van kabels – gestuurde as. De oplegger was vrijwel onbeladen; de totale massa van de vrachtauto bedroeg ongeveer 15.000 kg. De vrachtwagencombinatie beschikte niet over ABS.

Zoals in figuur 5 en 6 is te zien, raakten de trekker en de oplegger zwaar beschadigd. In tabel 1 van bijlage 2 is nadere informatie over de trekker en oplegger opgenomen.

#### *Bestelauto*

De betrokken bestelauto is een Toyota Hi-Ace 2.4 D (uitgevoerd als personenbus). De massa van de bestelauto bedraagt ongeveer 1750 kg en er waren inclusief de bestuurder 3 inzittenden.



Figuur 7: De rechterzijde van de bestelauto. Bron: KLPD-LVBT.



Figuur 8: De linkerzijde van de bestelauto. Bron: KLPD-LVBT.

Zoals te zien is in figuur 7 en 8, raakte ook de bestelauto zeer zwaar beschadigd.

## 1.5 Betrokkenen

In de vrachtauto bevond zich alleen de bestuurder, een 25-jarige man. Hij was omstreeks 06:05 uur (ongeveer 25 minuten vóór het ongeval plaatsvond) vertrokken vanuit zijn woonplaats Ens in de Noordoostpolder. De chauffeur was op weg naar Aalsmeer om daar op de veiling bloemen te laden. Deze rit maakte hij iedere dinsdag- en vrijdagochtend; hij kende het betreffende traject dus goed.

De bestelauto werd bestuurd door een 28-jarige man. Hij was met twee collega's vanuit Friesland onderweg naar Almere om daar te gaan werken in de bouw.

De persoon die bij het ongeval is omgekomen, was een 51-jarige man. Hij was één van de eerste automobilisten die – nadat de vrachtauto van de brug was gestort – op de

ongevallocatie uitstapte om poolshoogte te nemen. Terwijl hij zich buiten zijn voertuig bevond, reed de bestelauto hem aan. Dit gebeurde vlakbij de opening in de vangrail en de brugleuning die de vrachtauto had veroorzaakt.

## 1.6 Omstandigheden

Op het tijdstip van het ongeval was het licht en (vrijwel) droog; de temperatuur bedroeg ongeveer 14° C en er was laaghangende bewolking. Het zicht was in het algemeen goed (meer dan 10 kilometer), maar tijdens buien was het zicht slechts 6 tot 10 kilometer. Rond het ongevaltijdstip regende het af en toe. Omstreeks 06:15 uur (ongeveer een kwartier voordat het ongeval plaatsvond) was er veel neerslag ter hoogte van de ongevalplaats. In korte tijd viel ongeveer 2 millimeter regen. Op ongeveer 10 meter hoogte stond een matige wind (windkracht 4) uit het zuidzuidwesten: de windsnelheid bedroeg gemiddeld 7 meter per seconde, terwijl de maximale waarde – tijdens windstoten – ongeveer 12 meter per seconde bedroeg.

## 1.7 Eindsituatie en gevolgen

Over de eindsituatie en de gevolgen van het ongeval wordt het volgende opgemerkt:

- a) De vrachtauto is door de zijvangrail en de brugleuning van de noordwestelijke rijbaan gereden. Als gevolg daarvan is de vangrail over een lengte van ongeveer 20 meter losgeraakt. Ongeveer 14,5 meter van deze 20 meter is blijven hangen aan de zuidwest-zijde van de opening, het overige deel is in het water gevallen. De verticale stijlen van zowel de vangrail als de brugleuning zijn losgebrosen van de voetplaten (zie figuur 9).



Figuur 9

- b) Ook de bestelauto en de aangereden automobilist zijn – via de reeds ontstane opening in de zijvangrail en brugleuning – van de brug gevallen en in het water terechtgekomen.
- c) Door het ongeval raakten de vrachtwagencombinatie (trekker en oplegger) en de bestelauto zeer zwaar beschadigd, zie de figuren 5 t/m 8. In dit verband kan verder het volgende worden opgemerkt:
- De linkerbanden en achterveren van de trekker raakten defect en de brandstoftank en uitlaat zijn losgeraakt. Van de oplegger zijn met name de opbouw, de linkerband van de voorste as en de bevestiging van het reservewiel ernstig beschadigd. Verder braken meerdere strengen van de besturingskabel van de achterste as;
  - Van de bestelauto zijn vooral de linker- en de achterzijde ernstig beschadigd. Verder gingen beide voorbanden kapot en brak het linkerachterwiel af;
  - Op de vrachtauto werden op diverse plaatsen blauwe verfsporen aangetroffen, die vrijwel zeker zijn veroorzaakt door contact met de brugleuning.
- d) Door het ongeval kwamen de beide bestuurders, de twee passagiers in de bestelauto en de aangereden automobilist naast de brug in het water terecht. De beide bestuurders en de twee passagiers raakten gewond en konden uit het water worden gered.



De uitgestapte automobilist is waarschijnlijk door de aanrijding met de bestelauto overleden. Ondanks uitgebreide zoekacties werd zijn lichaam pas na ongeveer een week gevonden in het Ketelmeer ter hoogte van de ongevalplaats.

- e) Op het wegdek werden meerdere bandensporen aangetroffen. Deze liepen min of meer boogvormig in de richting van de opening die in de zijvanrail en brugleuning was ontstaan (zie figuur 10 en de tekening van bijlage 3).



Figuur 10 : De ongevallocatie, gezien in de rijrichting van de betrokkenen. Op deze foto is het laatste deel van de aangetroffen bandensporen en de opening in de zijvanrail en brugleuning te zien. Bron: politie Flevoland-Noord.

## 1.8 *Gevolgbestrijding*

### *Melding*

De eerste melding van het ongeval kwam om 06:27 uur binnen. Direct daarop spoeden twee politiemensen zich naar de ongevalplaats en werden duikers gealarmeerd. Om 06:33 uur meldde een omstander dat zich vlakbij de middelste brugpijler drie personen in het water bevonden.

### *Berging slachtoffers en voertuigen*

De bestuurder van de vrachtauto wist, nadat hij te water raakte, uit de cabine te ontsnappen. Hij klampte zich vervolgens vast aan een drijvend reservewiel dat van één van de voertuigen was losgeraakt. Ook de drie inzittenden van de bestelauto kwamen op eigen kracht uit het voertuig en klampten zich eveneens aan het reservewiel vast. De politie slaagde erin om samen met omstanders één van de inzittenden van de bestelauto uit het water te hijsen. De andere drenkelingen werden omstreeks 06:45 uur door een reddingsboot in veiligheid gebracht. De slachtoffers zijn met vier verschillende ambulances overgebracht naar ziekenhuizen in de regio. Een vijfde ambulance is bij de brug gebleven in verband met de duik- en bergingswerkzaamheden.

De uitgestapte en aangereden automobilist dreef -in eerste instantie nog even zichtbaar vanaf de brug- in het water. Toen de reddingsboten ter plaatse kwamen, was hij echter al onder water verdwenen. Het dreggen naar zijn lichaam werd bemoeilijkt doordat er lege bloemenkarretjes, afkomstig uit de vrachtauto, op de bodem van het IJsselmeer

lagen. De zoekactie heeft, ondanks de inschakeling van speurhonden en een onderwatercamera, een week geduurd. Het stoffelijk overschot van de vermiste man werd uiteindelijk gevonden bij de dijk aan de kant van het IJsselmeer tussen de brug en de eerste windmolen.

De berging van de bestelbus werd rond 10:10 uur voltooid, de berging van de vrachtwagen om 13:45 uur.



Figuur 11: Berging van de voertuigen. Bron: ANP.

### *Coördinatie hulpverlening*

Een uur na het ongeval (omstreeks 07:30 uur) was het Coördinatieteam Plaats Incident (CTPI) operationeel. Om het halfuur kwam het CTPI bijeen in de container van de brandweer om de werkzaamheden op elkaar af te stemmen.<sup>4</sup> Het CTPI bestond uit officieren van dienst van de regiopolitie, de brandweer, de GGD en het dienstkringhoofd van Rijkswaterstaat.

Ruim twee uur na het ongeval, om 08:50 uur, arriveerden twee helikopters om te helpen zoeken naar de vermiste persoon. Om 09:00 uur kwam ook een politieboot, de P92, ter plaatse. De politieboot kreeg van het kustwachtcentrum de taak om op te treden als commandant ter plaatse (on scene commander; OSC) voor de opsporing en redding van de vermiste persoon. Daartoe werden alle vaartuigen die bij de hulpverlening waren betrokken en de beide helikopters aan de betreffende politieboot gekoppeld. Als vaartuigen werden ingezet: vier schepen van Rijkswaterstaat, een boot van de brandweer, een boot van de regiopolitie, twee reddingsboten en drie boten van een bergingsbedrijf.

<sup>4</sup> Van 10:00 uur tot 12:00 uur was dit eenmaal per uur.

### *Tijdelijke (verkeers-)maatregelen*

Om 10:40 uur werd scheepvaart weer op de ongevallocatie toegestaan; tot 15:00 uur begeleidde Rijkswaterstaat alle schepen.

Omstreeks 15:10 uur werden de werkzaamheden voor het plaatsen van een tijdelijke geleidebarrier voor de opening in de zijvanrail voltooid. De brugleuning werd in eerste instantie 'gesloten' met behulp van een aantal geleidebakens en een daartussen gespannen touw. Daarna kon het verkeer weer twee rijstroken gebruiken. Drie dagen na het ongeval is besloten om de snelheidslimiet ter plaatse te verlagen tot 90 kilometer per uur. Daartoe werden ter hoogte van hectometerpaal 98.1 zowel links als rechts van de rijbaan de borden '90' geplaatst.



Figuur 12: Tijdelijke afscherming van de opening in de zijvanrail en de brugleuning. Bron: politie Flevoland-Noord.



## 2 ANALYSE

### 2.1 *Relevante aspecten*

Bij het verkeersongeval op 23 juni 2000 op de Ketelbrug was er eigenlijk sprake van twee afzonderlijke ongelukken die zeer kort na elkaar op dezelfde locatie plaatsvonden. Bij het eerste ongeval ging het om een vrachtauto die, tijdens het passeren van een brug, in een slip kwam en aansluitend door de zijvanrail ging en in het water stortte. Bij dit ongeval werd de vrachtauto zwaar beschadigd en raakte de bestuurder gewond. Vervolgens zijn meerdere automobilisten op de ongevalplaats gestopt en een aantal van hen is ook uitgestapt.

Het feit dat meerdere voertuigen en personen op de snelweg stilstonden, vormde de aanleiding voor het tweede ongeval. Hierbij ging het om een bestelautobestuurder die zodanig op deze situatie reageerde dat ook zijn voertuig ging slippen en dat hij één van de uitgestapte automobilisten aanreed. Vervolgens raakte hij van de weg en stortte ook naar beneden. Als gevolg van het tweede ongeval is de uitgestapte en aangereden automobilist om het leven gekomen, zijn de inzittenden van de bestelauto gewond geraakt en werd de bestelauto volledig vernield.

Omdat het tweede ongeval kan worden gezien als een direct gevolg van het eerste, is ervoor gekozen om het onderzoek vooral te richten op het eerste ongeval. Gelet op de globale toedracht van dat eerste ongeval is verder besloten om het onderzoek met name toe te spitsen op enerzijds *het feit dat de vrachtauto in een slip is geraakt* en anderzijds *het feit dat de vrachtauto door de zijvanrail is gebroken*.

Over het slippen van de vrachtauto wordt in algemene zin het volgende opgemerkt:

- Het in een slip raken van een voertuig wordt meestal – zeker bij een geleed voertuig zoals de betrokken trekker/oplegger-combinatie – ingeleid doordat de bestuurder een stuur- en/of remmanoeuvre uitvoert;
- Of een voertuig door een bepaalde stuur- en/of remmanoeuvre wel of niet in een slipbeweging terechtkomt, is – naast de intensiteit van de betreffende bestuurdershandeling(en) – enerzijds afhankelijk van de voertuigeigenschappen die de koersstabiliteit van het voertuig bepalen en anderzijds van de factoren die de wrijving bepalen tussen banden en wegdek. Verder is met name ook voor het verdere verloop van een ingezette slipbeweging van belang, bij welke snelheid het voertuig in een slip raakt.

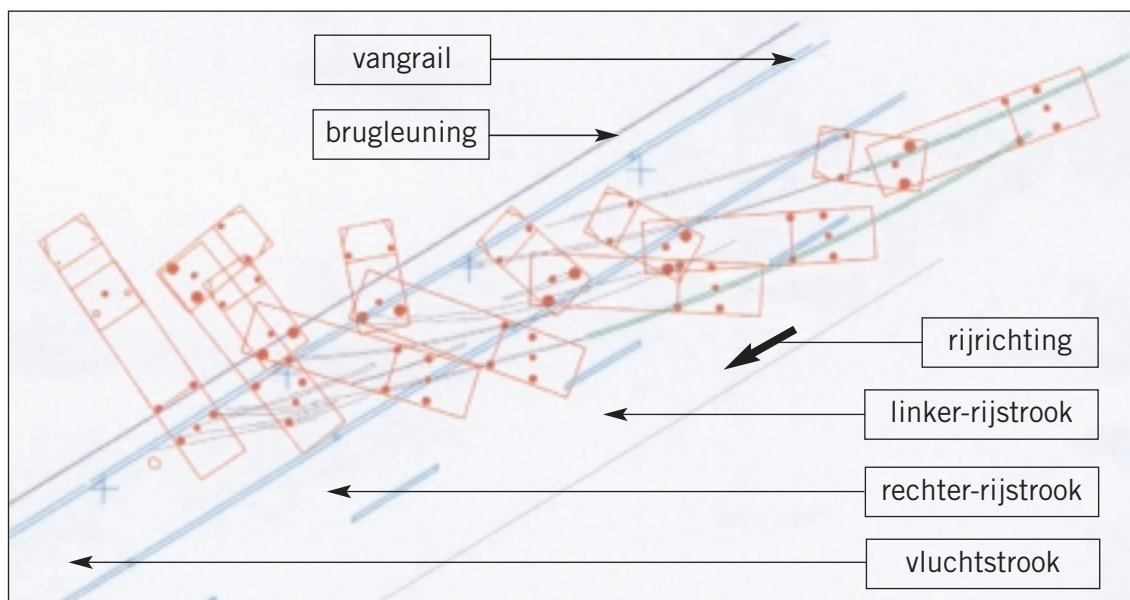
De volgende aspecten zijn relevant voor het feit dat de vrachtauto door de zijvanrail is gebroken:

- De massa, snelheid en de bewegingsrichting van het voertuig bij het begin van de botsing bepalen de krachtsinwerking die bij een botsing op de vangrailconstructie wordt uitgeoefend. Als het – zoals bij het ongeval op 23 juni 2000 – om een geleed voertuig gaat, is ook de onderlinge positie van de verschillende voertuigdelen op het moment van de botsing van belang;
- Het kerend vermogen van een vangrailconstructie wordt bepaald door enerzijds de constructieve uitvoering (van zowel de vangrail zelf als de ‘bevestiging’ ervan) en door anderzijds de eigenschappen van het wegdek of, zoals in dit geval, de betreffende delen van de brug.

## 2.2 Nadere beschouwing

### 2.2.1 Bewegingsverloop vrachtauto

Uit de aangetroffen bandensporen (zie figuur 10) is gebleken, dat het bewegingsverloop van de vrachtauto is geweest zoals aangegeven in figuur 13.



Figuur 13: In deze tekening is het bewegingsverloop van de vrachtauto weergegeven, zoals dat gereconstrueerd is uit de bandensporen. Bron: politie Flevoland-Noord.

Uit de bandensporen blijkt dat de combinatie bij het begin van de spooraftekening al zo scheef op de rijbaan stond dat de trekker en het voorste deel van de oplegger zich op de rechterrijstrook bevonden en het achterste deel van de oplegger op de linkerrijstrook.

Over de wijze waarop het voertuig tegen de vangrail terecht is gekomen, kan uit het gereconstrueerde bewegingsverloop het volgende worden afgeleid:

- Toen de vrachtauto tegen de vangrail botste, bedroeg de hoek tussen de bewegingsrichting van het voertuig en de vangrail bijna 20 graden;
- Voorafgaand aan de botsing met de vangrail was er al sprake van 'scharen'. De trekker bevond zich toen reeds (onder een hoek van ongeveer 45 graden) schuin naar rechts vóór de oplegger. Het scharen van de combinatie is door de botsing met de vangrail versterkt;
- Op het moment van de botsing met de vangrail was er ook een hoek van ongeveer 20 graden en naar links gericht tussen de lengteas van de oplegger en de bewegingsrichting van de combinatie.

Uit analyse van het geldende registratieblad uit de tachograaf van de vrachtauto is het volgende gebleken:

- Toen de vrachtwagen de brug naderde, reed hij iets minder dan 90 kilometer per uur;
- Vlak voor de botsing met de vangrail is de vrachtautosnelheid afgenomen tot iets meer dan 80 kilometer per uur, waarbij sprake was van een relatief zeer geringe vertraging;
- Bij het begin van de botsing met de vangrail reed de vrachtauto ongeveer 80 kilometer per uur.

### 2.2.2 *Handelwijze bestuurder*

De chauffeur was vanaf 20 januari 1999 (dat is ongeveer anderhalf jaar voor het ongeval plaatsvond) bevoegd tot het besturen van vrachtauto's. Ongeveer vanaf dat moment was hij parttime in dienst bij een bloemengroothandel. Voor dat bedrijf reed hij gemiddeld 1 à 2 keer per week op en neer van Friesland naar de bloemenveiling in Aalsmeer. Daarnaast was hij in de betreffende periode bezig met het opstarten van een eigen bedrijf. Het jaarkilometrage van de bestuurder bedroeg ongeveer 20.000 kilometer. Hij reed op 23 juni 2000 ongeveer negen maanden met de betreffende trekker/oplegger-combinatie. Op het moment van het ongeval stond hij niet onder tijdsdruk. Er werd van hem alleen verwacht dat hij omstreeks 6:00 uur uit Ens vertrok; er was geen deadline voor het tijdstip waarop hij bij de veiling in Aalsmeer zou moeten arriveren.

Over de handelingen die de vrachtautobestuurder bij nadering van de ongevalplaats heeft verricht, is de beschikbare informatie beperkt tot hetgeen de vrachtautobestuurder zelf en een automobilist (die de vrachtauto kort vóór het ongeval heeft ingehaald) hebben opgemerkt. Verder is informatie beschikbaar over het eerder beschreven bewegingsverloop van de vrachtauto.

De verklaring van de vrachtautobestuurder kan als volgt worden samengevat:

- Bij nadering en oprijden van de brug reed hij met een snelheid van ongeveer 80 kilometer per uur op de rechter rijstrook;
- Het regende zodanig dat hij enkele kilometers voor de brug zijn ruitenwissers van de interval- naar de continustand heeft geschakeld;
- Bij nadering van de ongevalplaats had hij de indruk dat veel verkeer op de linkerrijstrook – mede gelet op de weersomstandigheden en de spoorvorming op de brug – te snel reed;
- Zijn vrachtauto is via de linker rijstrook ingehaald door een personenauto die vervolgens relatief kort voor de vrachtauto naar rechts is gegaan en meteen daarna vertraagde;
- Zijn zicht op voornoemde personenauto werd door opspattend water belemmerd;
- Hij 'liet daarna het gas los' en stuurde naar links;
- Vervolgens merkte hij dat de combinatie ging schuiven, tegen de zijvanrail terechtkwam en naar beneden viel.

De bestuurder van de personenauto die de vrachtwagen inhaalde, meldde zich naar aanleiding van een oproep in de media bij de politie. Zijn lezing komt op het volgende neer:

- Er was relatief veel vrachtverkeer en daarom reed hij vrijwel continu over de linker rijstrook;
- Het wegdek was wel nat, maar het regende nauwelijks;
- Bij nadering van de ongevalplaats reed hij met een snelheid van 100 à 110 kilometer per uur;
- Hij passeerde vlakbij het hoogste punt van de brug de betrokken vrachtauto;
- Hij stuurde terug naar de rechterrijstrook zonder daarbij de vrachtauto te hinderen. Vervolgens reed hij door zonder 'het gas los te laten' of anderszins te vertragen;
- Hij zag via de binnenspiegel dat de vrachtauto van de weg raakte en reageerde hierop door zijn voertuig – nog vóór het beweegbare deel van de brug – op de vluchtstrook stil te zetten;
- Daarna is hij achteruit via de vluchtstrook naar de ongevalplaats gereden en zag vervolgens het tweede ongeval met de bestelauto plaatsvinden.

De beide verklaringen spreken elkaar op onderdelen tegen. Het is niet vast komen te staan hoe de beide voertuigen zich exact hebben bewogen voorafgaand aan het scharen van de vrachtwagencombinatie. In de vorige paragraaf is vermeld hoe het bewegingsverloop van de vrachtwagencombinatie was vanaf het scharen. Dit bewegingsverloop vanaf het scharen is als uitgangspunt voor het onderzoek gehanteerd.

### 2.2.3 *Het voertuig*

De onderstaande gegevens over de vrachtauto zijn relevant:

- De oplegger was vrijwel onbeladen; er stond alleen een aantal lege bloemenkarren in. Op grond hiervan is vastgesteld dat de totale massa van de trekker-oplegger combinatie ongeveer 15 ton bedroeg;
- De politie onderzocht kort na het ongeval (voor zover dat vanwege de ontstane schade mogelijk was) of de vrachtauto op het moment van het ongeval technisch gezien in orde was. Er zijn geen relevante afwijkingen of mankementen geconstateerd;
- De achterste van de twee assen van de oplegger wordt mechanisch (d.w.z. door middel van een kabel) gestuurd. De politie kon door schade aan de oplegger niet meer controleren of de betreffende kabel voorafgaand aan het ongeluk voldoende 'gespannen' was<sup>5</sup>;
- De tabellen 1.2 en 1.3 van bijlage 2 geven de profieldiepte weer van de banden van de trekker en de oplegger. Gelet op de geldende regelgeving<sup>6</sup>, was deze voldoende.

### 2.2.4 *De weg*

De vrachtwagen raakte in een slip bij regenachtig weer. Factoren die de stroefheid, de drainagecapaciteit en de vlakheid van het wegdek bepalen, zijn dan ook belangrijk.

#### *Stroefheid*

De stroefheid van een wegdek is een maat voor de maximale wrijvingskrachten die daarop met voertuigbanden haalbaar zijn. Een minder stroeve weg leidt tot langere remwegen voor voertuigen. Omdat deze wegdekeigenschap in het algemeen in de loop der tijd verandert door weers- en verkeersomstandigheden worden periodiek stroefheidmetingen uitgevoerd. In tabel 2 van bijlage 2 staat welke criteria in dit verband worden gehanteerd.

Na het ongeval is geconstateerd dat het wegdek met name op het rijspoor van de rechterrijstrook, er relatief glad uitzag en ook zo aanvoelde. Er was sprake van een zogenaamde 'bitumenspiegel' of 'vetgeslagen wegdek'. Dit betekent dat het oppervlak plaatselijk vrijwel uitsluitend uit bitumen bestond en er niet of nauwelijks nog steenslag zichtbaar was.

De wegbeheerder heeft de volgende informatie verstrekt over de stroefheid van de weg:

- In 1998 is op het betreffende weggedeelte, over de volle breedte van de rechterrijstrook, een nieuwe slijtlaag aangebracht (bestaande uit met steenslag afgestrooid bitumen). Dit betrof reparatiemaatregelen in afwachting van grootschalig onderhoud in 2001 en 2002.

<sup>5</sup> Bij de jaarlijkse APK-keuring wordt ook de spanning c.q. speling van dergelijk stuurkabels gecontroleerd. Er zijn echter in dit verband geen specifieke voorschriften. Bij de controle wordt doorgaans gekeken naar de mate waarin de betreffende kabels 'doorhangen'. Ook kan een zogenaamde 'lane-change test' worden uitgevoerd waarbij met een bepaalde snelheid van rijstrook wordt gewisseld en wordt beoordeeld in hoeverre de gestuurde as(sen) goed op de stuurmanoeuvre reageert (reageren).

<sup>6</sup> Voor vrachtauto's/bedrijfsauto's met een toegestane massa van meer dan 3500 kg zijn in het voertuigreglement geen bepalingen opgenomen voor het profiel van de banden. Voor dergelijke voertuigen is in dit verband alleen bepaald, dat de banden respectievelijk geen beschadigingen mogen vertonen waarbij het karkas zichtbaar is, geen uitstulpingen mogen vertonen en alleen mogen zijn opengesneden als zulks op de band is aangegeven (artikel 5.3.27 van het voertuigreglement).



- Enige tijd daarna bleek dat de slijtlaag plaatselijk vetgeslagen was. Dit is volgens de wegbeheerder veroorzaakt doordat er een aantal dagen daarvoor sprake was van relatief hoge buitenluchttemperaturen. De betreffende bitumenspiegel werd weggenomen door het wegdek af te strooien met zout en brekerzand.
- In juni 2000, enkele dagen voor het ongeval plaatsvond, is geconstateerd dat het wegdek plaatselijk opnieuw was vetgeslagen. Dit was volgens de wegbeheerder wederom het gevolg van enkele relatief warme zomerdagen.
- Op 14 juli 2000 (ongeveer 3 weken na het ongeval) heeft de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) van Rijkswaterstaat stroefheidsmetingen verricht.<sup>7</sup> Daarbij bleek dat de stroefheid aanmerkelijk minder was dan volgens de geldende richtlijnen gewenst is<sup>8</sup>. De wegbeheerder heeft daarop (ter hoogte van hectometerpaal 99.1) een waarschuwingsbord 'slipgevaar' geplaatst. Aansluitend is de rechterrijstrook behandeld met hoge druk waterstralen. Uit nieuwe stroefheidsmetingen kort daarna door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde bleek dat de stroefheid wel weer het gewenste niveau had.<sup>9</sup>



Figuur 14: Het vetgeslagen rijspoor op de rechter rijstrook. Bron: RvTV.

Uit aanvullende informatie van de dienst Weg- en Waterbouwkunde is gebleken dat de betreffende oppervlaktebehandeling is uitgevoerd in combinatie met het wegfrozen van zogenaamde opstaande 'ruggen' van de rijsporen. Dit heeft een relatief groot risico van falen opgeleverd. De betreffende oppervlaktebehandeling heeft er in de gegeven situatie immers toe geleid, dat daarna de stroefheid van het wegdek als gevolg van vetslaan in korte tijd ontoelaatbaar is afgenomen. Dit verschijnsel heeft plaatsgevonden onder invloed van weliswaar hoge maar niet extreme buitenluchttemperaturen. Verder kan nog worden opgemerkt, dat de maatregelen die naar aanleiding van het ongeval zijn uitgevoerd (met hoge druk waterstralen) geen structurele verbetering hebben betekend. Een structurele verbetering wordt verwacht bij het groot onderhoud aan de brug.

<sup>7</sup> Zie bijlage 3, tekening 4 voor een weergave van de organisatie van Rijkswaterstaat en diensten.

<sup>8</sup> De gemiddelde waarde bedroeg slechts 0,29 (zie bijlage 2: tabel 2).

<sup>9</sup> De gemiddelde waarde bedroeg toen 0,45 (zie bijlage 2: tabel 2).

### *Vlakheid - spoorvorming*

Met name op de rechterraijstrook was ter hoogte van de ongevalplaats (zie figuren 4 en 10) sprake van relatief forse spoorvorming. Die spoorvorming kan op twee manieren een rol hebben gespeeld bij het slippen van de vrachtauto. Enerzijds kan de koersstabiliteit van de voertuigcombinatie nadelig zijn beïnvloed en anderzijds kan een grotere waterlaagdikte op het wegdek zijn ontstaan. Dit laatste kan het wrijvingsproces tussen de banden en het wegdek nadelig hebben beïnvloed. Met name bij 'gelede' voertuigen zoals de betreffende vrachtwagen is deze factor bepalend. Bovendien was de oplegger voorzien van supersingle banden<sup>10</sup> en een gestuurde as, waardoor er een grotere kans op slippen was.

Over de spoorvorming op het betreffende weggedeelte kan verder het volgende worden opgemerkt:

- Elke twee jaar wordt het gehele rijkswegennet op vlakheid/spoorvorming gemeten voor de onderhoudsplanning. Met de verkregen meetwaarden wordt voorspeld wanneer de zogenaamde onderhoudsgrenswaarde wordt bereikt zodat tijdig maatregelen kunnen worden voorbereid. Het beleid is erop gericht het overschrijden van de grenswaarde te voorkomen;
- De diepte van het rijspoor wordt bepaald door per gemeten dwarsprofiel de afstand te berekenen tussen het laagst gemeten punt van een rijspoor en een referentielijn (die de hoogst gelegen punten aan weerszijden van een rijspoor verbindt). De gemiddelde rijspoordiepte (uitgedrukt in millimeter per hectometervak) wordt vervolgens uitgerekend en in een tabel gepresenteerd.  
Volgens een richtlijn die in 1987 is opgesteld, dienen verbeteringsmaatregelen te worden uitgevoerd als over een wegvak van 100 meter de gemiddelde rijspoordiepte 18 millimeter of meer bedraagt<sup>11</sup>. Onderhoudsmaatregelen zijn ook nodig als over een aaneengesloten lengte van ten minste 50 meter de gemiddelde rijspoordiepte 23 millimeter of meer bedraagt. Deze normen gelden voor alle wegvakken inclusief kunstwerken.
- Een reguliere meting door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde op 16 februari 1999 (ruim een jaar voor het ongeval plaatsvond) gaf aan dat de rijspoordiepte op het betreffende wegvak (tussen de hectometerpalen 98.6 en 98.3) tussen 11 en 14 millimeter bedroeg<sup>12</sup>. Over een lengte van 16 meter werd de toplaag als onvoldoende gekwalificeerd: dit betrof 8 meter met een gemiddelde rijspoordiepte van 18 tot 20 millimeter en 8 meter met een gemiddelde diepte van 21 tot 23 mm. Omdat voornoemde meetwaarden niet normoverschrijdend zijn, is de wegbeheerder naar aanleiding daarvan niet overgegaan tot (aanvullende) maatregelen;
- Op 23 juni 2000 (direct na het ongeval) heeft de politie op verzoek van de Raad voor de Transportveiligheid de spoorvorming ter hoogte van de ongevalplaats opgemeten. Daarbij is geconstateerd dat toen op die plaats de diepte van het linker-spoor ongeveer 10 millimeter en die van het rechterspoor ongeveer 12,5 millimeter bedroeg<sup>13</sup>. Deze waarden liggen beneden de onderhoudsgrenswaarde.

<sup>10</sup> De betreffende supersingle-banden waren circa 42 centimeter breed. Ze waren daarmee smaller dan de betreffende rijsporen (45 tot 50 centimeter breed). Als gevolg daarvan kan een dergelijke oplegger gaan slingeren tussen de beide hoge kanten van de sporen, wat – zeker als er sprake is van één of meerdere gestuurde assen – ertoe kan leiden dat de oplegger 'uit het spoor springt'. Een dergelijke gang van zaken kan bij het ongeval een rol hebben gespeeld bij het gaan slippen van de vrachtauto.

<sup>11</sup> Zie bijlage 2: tabel 3. In de ons omringende landen gelden overigens vergelijkbare normen.

<sup>12</sup> Rijkswaterstaat gaat uit van een gemiddelde waarde van 11 mm.

### *Drainagecapaciteit*

De Ketelbrug is voorzien van zogenaamd Dicht-Asfalt-Beton (DAB). Dit materiaal heeft geen drainagecapaciteit. Met andere woorden: het regenwater moet over het wegdek wegstromen omdat het niet of nauwelijks via holle ruimtes in het wegdek kan worden afgevoerd (zoals bij Open-Asfalt-Beton en Zeer-Open-Asfalt-Beton wel het geval is). Door Rijkswaterstaat worden hoge eisen gesteld aan de waterdichtheid van het wegdek op bruggen en viaducten. Deze hoge eisen aan de waterdichtheid zijn bedoeld om te voorkomen dat het beton/staal van de onderliggende constructie door water en dooizouten wordt aangetast. Vanwege die eisen wordt bij het aanbrengen van de deklaag op bruggen en viaducten een enigszins hoger bitumengehalte gehanteerd. Het gevolg daarvan is echter niet alleen een afname van het percentage holle ruimte maar tevens minder weerstand tegen vervorming. Dit neveneffect heeft op haar beurt een sterkere neiging tot spoorvorming tot gevolg. Bovendien heeft het hogere bitumengehalte volgens de Dienst Weg- en Waterbouwkunde theoretisch een iets grotere kans op vet slaan, maar dit zou in de praktijk nauwelijks voorkomen.

### *2.2.5 De weersomstandigheden*

Kort voor en mogelijk ook nog op het tijdstip van het ongeval regende het. Volgens het KNMI was er in de omgeving van de ongevalplaats zware regenval waarbij in korte tijd 2 millimeter regen viel.

Volgens de wegbeheerder is – zoals hierboven reeds opgemerkt – het ‘vetgeslagen’ rijspoor op de rechterrijstrook veroorzaakt doordat het enkele dagen voor 23 juni 2000 zeer warm weer was. Uit de informatie van het KNMI<sup>14</sup> blijkt dat in juni 2000 op 5 dagen de buitentemperatuur meer dan 25° C bedroeg; op 19 en 20 juni bedroeg de maximum temperatuur zelfs meer dan 30° C. Deze hoge temperaturen kunnen als bijzondere omstandigheid worden aangemerkt, aangezien het Nederlandse dagmaximum in juni gemiddeld ongeveer 20° C bedraagt.

### *2.2.6 De vangrailconstructie*

#### *Constructie en sterkte*

Relevante gegevens over de constructie en sterkte van de betreffende vangrailconstructie zijn:

- De vangrailconstructie was ongeveer 30 jaar oud. Het ging om het zogenaamde stijve geleiderailtype VP 1R 200-45 (met HE100B stijlen en een strip aan de achterzijde). Verder was een tweeregelige leuning aangebracht naast het inspectiepad;
- De Bouwdienst van Rijkswaterstaat geeft aan dat de constructie weliswaar was verouderd, maar dat deze voldeed aan de eisen voor de prestatieklasse<sup>15</sup> ‘hoog kerend vermogen H2’ (zie bijlage 2: tabellen 6.1 en 6.2). Van de vangrailconstructie die momenteel in ons land langs autosnelwegen gangbaar is, wordt verondersteld dat het prestatieniveau valt in de klasse ‘hoog kerend vermogen H2’.<sup>16</sup>
- De Bouwdienst van Rijkswaterstaat meent verder dat de betreffende constructie naar verwachting een klasse stijver is dan het middelstijve type (VLP 1 DL 133-60), dat volgens de richtlijnen eigenlijk zou moeten zijn geplaatst.

<sup>13</sup> Zie bijlage 2: tabel 4.

<sup>14</sup> Zie bijlage 2: tabel 5.

### *Voorschriften*

In de eerdergenoemde Europese normen staat niet omschreven welke prestatieklasse in een bepaalde wegsituatie dient te worden toegepast. Iedere lidstaat bepaalt dit afzonderlijk.

In ons land geldt voor autosnelwegen de CROW<sup>17</sup>-richtlijn 'Veilige inrichting van bermen'. Hierin is aangegeven waaraan de afschermingvoorzieningen moeten voldoen. In die richtlijn wordt echter geen onderscheid gemaakt voor kunstwerken in het algemeen of ongelijkvloerse kruisingen van autosnelwegen met andere transportassen – zoals spoorlijnen en waterwegen – in het bijzonder.

Dat betekent dat op bruggen en viaducten dezelfde vangrailconstructie wordt voorgeschreven als bij het overige deel van de autosnelwegen, te weten de prestatieklasse 'hoog kerend vermogen H2'. Voor deze prestatieklasse geldt dat de constructie een botsproef moet kunnen doorstaan waarbij een voertuig met een massa van 13.000 kg onder een hoek van 20 graden en met een snelheid van 70 kilometer per uur tegen de vangrail botst.

Ook niet-autosnelwegen kunnen ongelijkvloers kruisen met autosnelwegen en andere transportassen en daardoor risico's met zich brengen. Voor niet-autosnelwegen geldt de RONA (Richtlijnen voor het ontwerp van niet-autosnelwegen). In de RONA is vastgesteld dat op kunstwerken een beveiliging moet worden geplaatst zoals een geleidebarrier, geleiderail, obstakelbeveiliger of leuning. Deze beveiliging moet voorkomen dat uit koers geraakte voertuigen op de andere transportas terecht kunnen komen. Ook in die richtlijnen is niet aangegeven welke constructie of prestatieklasse er in specifieke situaties zoals bruggen moet worden toegepast.

In 2001 heeft de Bouwdienst van Rijkswaterstaat via het rapport Veiligheidsniveaus voertuigkeringen aanbevelingen gedaan voor de prestatieklassen per wegtype. Die aanbevelingen zijn gebaseerd op risicoberekeningen waarbij de kans op vervolgongevallen bij doorbreking van de voertuigkering is meegenomen. In die aanbevelingen – die bij het verschijnen van dit rapport nog niet zijn bekrachtigd door het hoofdkantoor van Rijkswaterstaat – wordt geadviseerd om op kunstwerken zijbermbeveiligingen met 'zeer hoog kerend vermogen H4' te plaatsen<sup>15</sup>. De aanbevelingen zullen naar verwachting alleen gaan gelden voor nieuw te realiseren kunstwerken; bestaande voorzieningen zullen pas worden aangepast bij reguliere vervanging. Verder gelden ze alleen voor autosnelwegen en niet voor de overige wegtypen en alleen voor wegen in beheer bij Rijkswaterstaat en niet voor alle overige wegen. In het rapport komen de meest voorkomende kunstwerken in ons wegennet aan de orde. De Bouwdienst gaat niet in op

15 Het Comité Européen de Normalisation (CEN) heeft ook normen opgesteld voor afschermingvoorzieningen. Deze normen (CEN 1317/1+2), die het Nederlandse Normalisatie instituut in mei 1998 heeft vastgesteld, komen er o.a. op neer dat voor het kerend vermogen van een vangrailconstructie verschillende prestatieklassen zijn gedefinieerd die proefondervindelijk (door middel van een botstest) moeten worden aangetoond. Genoemde normen gelden voorlopig alleen voor nieuwe, nog niet eerder in Nederland toegepaste voorzieningen.

16 Op basis van botsproeven met de betreffende constructies en met vergelijkbare constructies in o.a. Frankrijk, Duitsland en Engeland wordt verondersteld dat de gangbare vangrailconstructie in de prestatieklasse 'hoog kerend vermogen H2' valt. Rijkswaterstaat is overigens nog doende deze veronderstelling nader te toetsen. In 2001 is een rapport verschenen waarin met behulp van simulaties is gekeken of een aantal vangrailtypen inderdaad van H2 niveau is. Dit bleek niet zonder meer het geval. Tijdens een full scale test op 5 november 2001 bleek dat het geteste vangrailtype niet bestand was tegen een botsing door een bus van 13 ton bij een snelheid van 70 km en een inrijhoek van 20 graden.

17 CROW: Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek. CROW is het kenniscentrum op het gebied van wegen en verkeer.

vangrailconstructies bij ongelijkvloerse kruisingen van wegen met andere transportassen zoals spoorlijnen, waterwegen, etcetera.

### 2.3 *Soortgelijke ongevallen*

Ook uit andere ongevallen is gebleken dat aan ongelijkvloerse kruisingen van wegen met andere transportassen zeer grote risico's kunnen zijn verbonden. Een voorbeeld hiervan is het ernstige ongeluk dat in februari 2001 nabij Selby in Engeland plaatsvond. Bij dat ongeval is een passagierstrein op een tegemoetkomende goederentrein gebotst doordat een personenauto vlakbij een viaduct op het spoor terecht was gekomen. Daardoor werd een keten van gebeurtenissen in gang gezet die uiteindelijk resulteerde in een catastrofale transportramp (met meer dan 70 doden en ernstig gewonden).

Bij de onderstaande ongevallen was de afloop weliswaar minder catastrofaal, maar ze laten wel zien dat ook in ons land ongelijkvloerse kruisingen van wegen met andere transportassen niet altijd afdoende beschermd zijn.

- a) In juni 1997 botste een vrachtauto op een viaduct over de spoorlijn Winterswijk-Zutphen bij Lievelede frontaal op een personenauto die op de verkeerde weghelft terecht was gekomen. Door die aanrijding verloor de vrachtautobestuurder de controle over zijn voertuig. Als gevolg hiervan raakte het voertuig uit koers en brak door de brugleuning heen. Er was geen vangrail aanwezig. De vrachtauto is niet op de spoorlijn gevallen, maar op de rand van het viaduct blijven hangen (zie figuur 15).

<sup>18</sup> Voor vangrailconstructies in de prestatieklasse 'zeer hoog kerend vermogen H4' geldt dat ze een botsproef moeten kunnen doorstaan, waarbij een voertuig met een massa van 38.000 kg met een snelheid van 65 kilometer per uur onder een hoek van 20 graden tegen de vangrail botst.



Figuur 15: De eindpositie van de vrachtauto. Bron: Politie Noord- en Oost-Gelderland.

- b) In maart 1998 verloor op het Terbregseplein bij Rotterdam een vrachtwagenbestuurder de controle over zijn voertuig. Zijn vrachtauto ging vervolgens door de vangrail en viel naar beneden. Het voertuig kwam nét naast de (12 meter lager gelegen) spoorbaan Rotterdam-Utrecht terecht. De bestuurder raakte ernstig gewond (zie figuur 16).



Figuur 16: De eindpositie van de vrachtauto. Bron: ANP.

In juni 1998 raakte een vrachtautocombinatie op de A16 ter hoogte van het Terbregseplein bij Rotterdam in een slip en brak vervolgens door de zijvangrail en de brugleuning. De combinatie bleef op de rand van het viaduct steken, waardoor de trekker (aan de koppelingspen) boven de spoorlijn kwam te hangen (zie figuur 17).



Figuur 17: De vrachtauto is op de rand van het viaduct blijven steken. Bron: ANP.

In augustus 1998 stortte op de A2 bij Vinkeveen een met gevaarlijke stoffen geladen vrachtauto van een vijf meter hoog viaduct. De combinatie ging eerst door de vangrail van de middenbermbeveiliging heen en vervolgens (op de andere rijbaan) door die van de zijbermbeveiliging. De combinatie kwam uiteindelijk in het onderliggende kanaal terecht (zie figuur 18).



Figuur 18: De eindpositie van het voertuig naast de brug in het kanaal. Bron: ANP.

In april 2001 brak een terreinauto op een viaduct over de A1 bij Hilversum door de brugleuning. Het voertuig bleef steken op de rand van het viaduct en kwam niet op de onderliggende snelweg terecht. Er was geen vangrail aanwezig (zie figuur 19).





## 3 CONCLUSIES

### 3.1 Algemeen

Het onderzoek concentreerde zich op het eerste deel van het tweeledige ongeval. Dit eerste deel omvatte “een vrachtauto die op een brug in een slip is geraakt en vervolgens, na de zijvanrail te hebben doorschreden, in het onderliggende water is gevallen”. De kans dat een dergelijk ongeval plaatsvindt is relatief klein. Bedacht moet echter worden dat dergelijke ongevallen tot vervolgongevallen kunnen leiden die op hun beurt catastrofale gevolgen kunnen hebben. Als een voertuig van een ongelijkvloerse kruising over een andere weg, een spoorlijn of een waterweg (waarvan er in ons land relatief veel voorkomen) naar beneden valt, dan kan dat immers direct of indirect extreem ernstige consequenties hebben.

Het onderzochte deel van het ongeval roept de volgende twee vragen op: waardoor is de vrachtauto in een slip geraakt en hoe heeft het kunnen gebeuren dat het voertuig op een ongelijkvloerse kruising door de zijberm-beveiliging (vanrail) ging en in het onderliggende water terechtkwam.

### 3.2 Vermoedelijke oorzaken

Uit het onderzoek is gebleken, dat waarschijnlijk de volgende factoren hebben bijgedragen tot het ontstaan en de gevolgen van het ongeval.

#### *Gedragsgebonden factoren*

Het is niet precies duidelijk geworden waardoor de vrachtauto in een slip is geraakt. Waarschijnlijk is de slipbeweging ingeleid doordat de bestuurder op zeker moment een, althans voor de betreffende situatie en omstandigheden, te abrupte stuur- en/of remmanoeuvre heeft uitgevoerd. De beschikbare informatie geeft namelijk op geen enkele wijze aanleiding om te veronderstellen dat het slippen van de vrachtauto door een andere oorzaak (in de vorm van bijvoorbeeld een klapband, heftige rukwinden, of iets dergelijks) is ingeleid.

Als meest voor de hand liggende reden voor de betreffende rem/stuurmanoeuvre(s) kan op haar beurt worden genoemd, dat de vrachtauto kort voor het ongeval werd ingehaald door een personenauto die vervolgens relatief kort voor de vrachtauto is gaan rijden en/of aansluitend snelheid heeft verminderd.

De vrachtautobestuurder heeft zijn snelheid niet of nauwelijks verminderd bij het naderen van de brug. Ter hoogte van de brug – met name op de rechterrijstrook – was echter sprake van relatief diepe rijsporen die vol met water stonden.

#### *Voertuiggebonden factoren*

Ten aanzien van de vrachtauto waren er meerdere ongunstige factoren:

- het ging om een “geleed” voertuig in de vorm van een trekker/oplegger-combinatie;
- waarvan de oplegger vrijwel onbeladen was en bovendien was uitgerust met super-single banden en een door kabels gestuurde achteras.

Voor zover achteraf nog kon worden nagegaan, verkeerde het voertuig ten tijde van het ongeval technisch gezien in voldoende staat van onderhoud.

### *Weersgebonden factoren*

De weersomstandigheden waren ongunstig. Kort voor en mogelijk ook nog tijdens het ongeval heeft het fors geregend. Het gevolg daarvan was, dat er zich relatief veel water op het wegdek bevond.

Kort voor het ongeval was het gedurende een aantal dagen relatief erg warm. Dat laatste is van belang omdat die hoge temperaturen er waarschijnlijk toe hebben geleid dat de stroefheid van het wegdek plaatselijk sterk was afgenomen.

### *Plaatsgebonden factoren*

Bij het slippen van de vrachtauto heeft waarschijnlijk ook de toestand van het wegdek een rol gespeeld: ter hoogte van de ongevalplaats was er namelijk sprake van respectievelijk ontoereikende stroefheid en spoorvorming van betekenis.

De vrachtauto kon van de brug raken omdat de constructie van de zijvanrail niet bestand was tegen een botsing als de onderhavige. Het betrof echter geen uitzonderlijke situatie, in die zin dat het om een vrijwel onbeladen vrachtauto ging die met een snelheid van ongeveer 80 kilometer per uur en onder een hoek van minder dan 20 graden tegen de vanrail terecht is gekomen.

### *Bestuurlijke factoren*

Uit het onderzoek is gebleken dat er in de geldende voorschriften zowel ten aanzien van de vlakheid en stroefheid van het wegdek als het kerend vermogen van de zijbermbeveiliging geen specifieke eisen zijn opgenomen voor ongelijkvloerse kruisingen van een weg over een andere transportas. Alleen Rijkswaterstaat, één van de wegbeheerders, heeft eisen in ontwikkeling voor de voertuigkeringen op kunstwerken.

## **3.3 Structurele veiligheidstekorten**

### *3.3.1 Met betrekking tot het wegdek*

Ter hoogte van de ongevalplaats bleek het wegdek van de rechter rijstrook onvoldoende stroef te zijn en tevens aanmerkelijke spoorvorming te vertonen. Beide aspecten kunnen een rol hebben gespeeld bij het ontstaan en/of het verloop van de slippende beweging van de vrachtauto. In dit verband kan het volgende worden opgemerkt.

- a) Zowel ten aanzien van de spoorvorming als de stroefheid zijn geen specifieke eisen van toepassing op kunstwerken als bruggen en viaducten. Dit ondanks het feit dat op die plaatsen extra gevaren verbonden zijn aan het uit koers raken van voertuigen.
- b) Bruggen en viaducten met een deklaag van asfaltbeton zijn voor wat betreft spoorvorming vanwege de volgende drie redenen extra kritisch:
  - Om te voorkomen dat het beton/staal van de onderliggende constructie door water en dooizouten wordt aangetast, worden voor bruggen en viaducten hoge eisen gesteld aan de waterdichtheid van het wegdek. Dat komt onder andere tot uiting in de relatief hoge eisen die Rijkswaterstaat stelt aan het maximaal toelaatbare percentage holle ruimte in de deklaag. Vanwege die eisen wordt bij het aanbrengen van de deklaag op bruggen en viaducten een enigszins hoger bitumengehalte gehanteerd. Het gevolg daarvan is echter niet alleen een afname van het percentage holle ruimte maar tevens minder weerstand tegen vervorming. Dit neveneffect

heeft op haar beurt een sterkere neiging tot spoorvorming tot gevolg. Het hogere bitumengehalte heeft volgens de Dienst Weg- en Waterbouwkunde theoretisch een iets hogere kans op vet slaan, maar dit zou in de praktijk nauwelijks voorkomen.

- Bij bruggen en viaducten is in die zin sprake van een extra ongunstige situatie, dat onder zomerse omstandigheden op dergelijke kunstwerken door het ontbreken van de “ondergrond” de temperatuur van het wegdek relatief hoog oploopt.
- In het onderzochte geval zal dit effect overigens nog versterkt zijn door het feit dat het om een brug gaat die – met name in het zomerseizoen – regelmatig wordt geopend ten behoeve van de scheepvaart. Dit heeft tot gevolg dat er op de brug relatief vaak sprake is van stilstaande c.q. remmende of optrekkende voertuigen.

c) Kort na het ongeval heeft Rijkswaterstaat metingen uitgevoerd. Daaruit bleek dat het wegdek niet meer voldeed aan de voorschriften voor stroefheid. Ter hoogte van de rijsporen in de rechter rijstrook was namelijk sprake van een vetgeslagen oppervlak. Volgens de wegbeheerder is deze situatie voornamelijk ontstaan doordat er kort voor het ongeval tijdens een drietal dagen sprake is geweest van een relatief hoge buitentemperatuur (van 25 tot meer dan 30 graden Celsius).

In dit verband moet allereerst worden geconstateerd, dat de ongeveer twee jaar eerder uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden – gelet op het vet slaan – tot een onacceptabel resultaat hebben geleid. Bij die werkzaamheden is een oppervlaktebehandeling toegepast die in de gegeven situatie ertoe leidde dat bij hoge buitentemperaturen de stroefheid van het wegdek in korte tijd ontoelaatbaar afnam. Los daarvan werpt zich de vraag op, waarom de betreffende warme dagen geen aanleiding zijn geweest voor de wegbeheerder om tijdig adequate maatregelen te treffen. Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn het verbeteren van de wegdekstroefheid en/of het afsluiten van de rechterrijstrook c.q. het waarschuwen van het verkeer. Geconstateerd kan worden dat hetzelfde verschijnsel (dat wil zeggen het plaatselijk vet slaan van het wegdek als gevolg van hoge buitentemperaturen) zich een jaar eerder ook heeft voorgedaan. Daaruit is kennelijk onvoldoende lering getrokken. De behandeling van het wegdek na het ongeval met hoge druk waterstralen heeft in deze situatie geen verandering gebracht. Een structurele verbetering wordt verwacht bij het groot onderhoud aan de brug in 2001 en 2002.

### 3.3.2 *Met betrekking tot de zijbermbeveiliging*

Allereerst moet worden vastgesteld, dat in de huidige voorschriften geen specifieke eisen zijn opgenomen voor het kerend vermogen van de zijbermbeveiligingen op kunstwerken als bruggen en viaducten.

Ook kan worden opgemerkt dat het bij het onderhavige ongeval niet om een zeer uitzonderlijke situatie ging. Het betrof een vrijwel onbeladen vrachtauto die met een snelheid van ongeveer 80 kilometer per uur en onder een hoek van minder dan 20 graden tegen de vangrail terecht is gekomen. Bovendien kan worden geconstateerd dat de zijbermbeveiliging op de ongevalplaats niet wezenlijk afwijkt van hetgeen op dergelijke kunstwerken gebruikelijk is. Met andere woorden: voor zover bruggen en viaducten wel van zijvangrails zijn voorzien moet er rekening mee worden gehouden dat de tot nu toe gebruikelijke constructies niet toereikend zijn om ook een uit koers geraakte vrachtauto, autobus of ander relatief zwaar voertuig effectief te kunnen opvangen.



## 4 AANBEVELINGEN

De Raad voor de Transportveiligheid is van mening dat er in het Nederlandse wegennet plaatsen zijn te onderscheiden, waar – ter voorkoming van catastrofale ongevallen – extra veiligheidswaarborgen moeten worden gecreëerd om te voorkomen dat voertuigen van de weg raken en vervolgens op een andere transportbaan terechtkomen. Daarbij valt primair te denken aan ongelijkvloerse kruisingen in het hoofdwegennet of van het hoofdwegennet met (belangrijke) spoor- of waterwegen, maar ook aan plaatsen waar wegen van een lagere orde over een dergelijke transportbaan gaan.

Uiteraard zijn ook andere aspecten dan de veiligheid van belang voor beoordeling van de bedoelde situaties. Bij die afweging moet echter naar het oordeel van de Raad, zeker op plaatsen waar het uit koers raken van een voertuig direct of indirect tot catastrofale gevolgen kan leiden, relatief veel gewicht worden toegekend aan het veiligheidsaspect.

Om die reden doet de Raad, naar aanleiding van de in hoofdstuk 3 gesignaleerde veiligheidstekorten, de volgende aanbevelingen:

### **(1) Richtlijnen m.b.t. spoorvorming en stroefheid**

*De minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen om voor bruggen en viaducten aanvullende richtlijnen op te stellen met betrekking tot de eigenschappen van de deklaag van rijkswegen, zowel voor aanleg als voor onderhoud en reparatie. Deze aanvullende richtlijnen zouden moeten waarborgen, dat de spoorvorming en stroefheidsvermindering (ook bij relatief hoge buitenluchttemperaturen) beperkt blijven.*

*Voor bruggen en viaducten waarvan de deklaag nog niet aan deze aanvullende eisen voldoet, dient een systeem te worden ontwikkeld voor het adequaat bewaken van en reageren op weersomstandigheden die een relatief snelle verslechtering van de spoorvorming en stroefheid tot gevolg kunnen hebben.*

Toelichting:

De Raad is van oordeel dat het op bruggen en viaducten extra van belang is om te voorkomen dat voertuigen uit koers raken. Daarom dient ook bij uitzonderlijke weersomstandigheden gewaarborgd te zijn dat de weg voldoende vlak en stroef is. Dit geldt onverkort voor ‘tussentijdse’ onderhoudswerkzaamheden zoals op de Ketelbrug waren uitgevoerd.

Bruggen en viaducten met een wegdek uit asfaltbeton zijn in die zin extra gevoelig voor bepaalde weersomstandigheden, dat het bij zomerse omstandigheden kan voorkomen dat in relatief korte tijd de spoorvorming aanmerkelijk toeneemt en/of (bij daarvoor gevoelige toplagen) de stroefheid (door vet slaan van het oppervlak) plotseling drastisch vermindert. Van de wegbeheerder mag worden verwacht dat dergelijke situaties en omstandigheden op structurele wijze worden bewaakt en dat er in voorkomende gevallen tijdig adequate maatregelen worden getroffen.

## **(2) Kerend vermogen van zijbermbeveiligingen**

De minister van Verkeer en Waterstaat wordt aanbevolen te bevorderen dat alle wegbeheerders nieuwe richtlijnen ontwikkelen die ertoe leiden dat het kerend vermogen van zijbermbeveiligingen op zogenaamde kunstwerken wordt verbeterd. Deze nieuwe richtlijnen dienen voor zowel nieuwe als bestaande situaties te gelden en voor alle wegtypen.

Toelichting:

Bij de huidige richtlijnen van CROW en de huidige interne richtlijnen van Rijkswaterstaat met betrekking tot zijbermbeveiligingen wordt geen onderscheid gemaakt tussen wegen in het algemeen en kunstwerken als bruggen en viaducten. Bij toekomstige interne richtlijnen van Rijkswaterstaat – één van de wegbeheerders- krijgen kunstwerken in rijksautosnelwegen waarschijnlijk wel een aparte status. Naar het oordeel van de Raad moet het kerend vermogen van de zijbermbeveiligingen op alle bruggen en viaducten afgestemd zijn op het relatief grote risico dat verbonden is aan het op die plaats van de weg raken van een voertuig. Bij de beoordeling van risico's zouden niet alleen ongelijkvloerse kruisingen van alle wegen – dus niet alleen autosnelwegen in beheer van het Rijk- met andere wegen, maar ook met vaar- en spoorwegen moeten worden betrokken. Daarbij zouden zowel de nu reeds door de Bouwdienst van Rijkswaterstaat meegewogen kans op een vervolgongeval, als de ernst van een dergelijk vervolgongeval een rol moeten spelen.

## **BIJLAGE 1:** *LITERATUUR*

**CROW (1999)** *Veilige inrichting van bermen. Richtlijnen voor het ontwerpen van auto-snelwegen.* Ede: **CROW.**

**CROW (2000)** *Zwaarbelaste verhardingen. Infoblad Asphaltverhardingen.* Ede: **CROW (nr. 1).**

**CROW (2000)** *Commentaarrronde herziene richtlijnen niet-autosnelwegen.* Ede: **CROW.**

**DWW (2000)** *Meetrapport Dwarsonvlakheid.* Delft: **DWW (rapportnummer 2000-62).**

**DWW (2000)** *Meetrapport Stroefheid 86% slip nat 50 km/h.* Delft: **DWW (rapportnummer 2000-63).**

**Ellmers U. (2000)** *Schutzplankenunfälle; Ergebnisse aus Kollisionsversuchen.* Berlin: **EVU Jahrestagung.**

**Oldenburger, R.H. e.a. (1988)** *Toelaatbaar rijspoor verlaagd tot 17 mm.* In: **Wegen 62 (1988) 6: 4-9.**

**Politie Flevoland district Noord (2001)** *Proces-verbaal.* Emmeloord/Dronten (nummer **2000030497-OD).**

**RWS (1997)** *Toetsing veilige inrichting bermen. Het stellen van prioriteiten bij beheer en onderhoud: Prioberm.* Apeldoorn: **Bouwdienst.**

**RWS (2001)** *Veiligheidsniveaus voertuigkeringen. Aanbevelingen voor gewenste veiligheidsniveaus van voertuigkeringen voor diverse wegsituaties.* Apeldoorn: **Bouwdienst.**

**Swaan, P. van der (1987)** *Onderzoek naar het remgedrag van vrachtwagenbanden.* Delft: **TU Delft, Transporttechnologie (rapportnummer 87.3VT2298)**

**Tromp, J.P.M. (1987)** *Rijsporen en golven in het wegdek. Invloed van wegdekschade op de verkeersveiligheid bij natte wegdekken.* Leidschendam: **Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV (rapportnummer R-87-25).**

**Tromp, J.P.M. (1984)** *Wegdekstroefheid en verkeersongevallen. Een onderzoek naar het verband tussen wegdekstroefheid en het relatieve aantal verkeersongevallen op verschillende typen en vormen wegen buiten de bebouwde kom in de provincie Noord-Brabant.* Leidschendam: **Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV (rapportnummer R-84-19).**





**BIJLAGE 2:**  
**TABELLEN**

	<b>Trekker</b>	<b>Oplegger</b>
Merk	Scania	H.T.F.
Type	P93 M 4x2 AS 65115 E	HZCT – 32 (koelwagen)
Datum toelating	03-01-1992	24-07-1990
Wielbasis	310 cm	790 cm
Breedte	250 cm	255 cm
Massa ledig voertuig	6310 kg	7980 kg
Maximum massa voertuig	18000 kg	32000 kg
Maximum last vooras	6500 kg	12000 kg
Maximum last achteras	11500 kg	20000 kg
Maximum te trekken massa	37690 kg	nvt
Maximum massa samenstel	44000 kg	nvt
Laadvermogen	nvt	24020 kg
Afstand voorzijde – koppeling	388 cm	
Afstand koppeling – achterzijde	1012 cm	
Bijzonderheden	Enkele achteras Banden: dubbel lucht	Twee assen Achterste as kabelbesturing Banden: supersingles

Tabel 1-1: Gegevens van de trekker/oplegger-combinatie.

<b>Band(en)</b>	<b>Vooras</b>	<b>Achteras</b>
Bandbreedte	295 mm	295 mm (dubbel lucht)
Rechterband(en)	3,5 – 5 – 5 mm	Buitenwiel: 2 – 3 - 6,5 mm Binnenwiel: 0 – 2,2 – 7 mm
Linkerband(en)	2,5 – 5 – 5 mm	Binnenwiel: 0 – 2,2 - 7,5 mm Buitenwiel: 9,5 - 4 – 7 mm

Tabel 1-2: Profieldiepte van de banden van de trekker (per band van buiten naar binnen)

<b>Band(en)</b>	<b>Voorste as (niet gestuurd)</b>	<b>Achterste as (gestuurd)</b>
Bandbreedte (mm)	425 (supersingel)	425 (supersingel)
Rechterband	8 – 9 – 8 mm	7,5 – 8 – 9,5 mm
Linkerband	>10 – 9,5 - >10 mm	2,2 – 4 – 3,2 mm

Tabel 1-3: Profieldiepte van de banden van de oplegger (per band van buiten naar binnen)

1990-2000						
	Ketelbrug	%	>100 km/h	%	alle wegen	%
Totaal	178	100	212012	100	3224748	100
Dodelijk	2	1%	1432	1%	12292	0%
Letsel	17	10%	25403	12%	432178	13%
Schade	159	89%	185177	87%	2770278	86%
Vrachtauto	19	11%	26915	13%	242056	8%
Niet droog	50	28%	57302	27%	715452	22%
Duisternis / schemer	35	20%	67867	32%	817560	25%
Kop/staart	75	42%	72053	34%	554026	17%
Vast object	60	34%	58542	28%	392762	12%

Tabel 1-4: aantallen en aandelen ongevallen Ketelbrug vergeleken

Stroefheid	Maatregel(en)
0,45 en hoger	Opgenomen in meerjarenplanning verhardingsonderhoud
0,44 t/m 0,38	Opgenomen in meerjarenplanning verhardingsonderhoud
0,37 en lager	Plaatsen waarschuwborden en treffen verbeteringsmaatregelen (vast onderhoud)

Tabel 2: Waardering stroefheid door DWW

Rijspoordiepte	Kwalificatie	Toelichting
≤ 5mm	Goed	Vrijwel geen rijspoordiepte
6 – 11 mm	Voldoende	Enige rijspoordiepte
12 – 17 mm	Matig	Rijspoordiepte van betekenis; planning en begroting van onderhoud
18 – 23 mm	Onvoldoende	Onderhoud is op korte termijn vereist
≥24 mm	Slecht	Achterstallig onderhoud; onderhoud is direct vereist

Tabel 3: Waardering rijspoordiepte door DWW

Rijspoor	Breedte	Links	Diepste	Rechts	Rechts (+150 mm)
Linker rijspoor	45 cm	0 mm	-10 mm	0 mm	0 mm
Rechter rijspoor	50 cm	0 mm	-5 mm	+7,5 mm	0 mm

Tabel 4: Meetwaarden m.b.t. rijspoordiepten (meting door LVBT op 23 juni 2000)

Datum	Temp.	Datum	Temp.	Datum	Temp.	Datum	Temp.
1 juni	18,2°C	7 juni	15,3°C	13 juni	19,1°C	19 juni	31,9°C
2 juni	19,7°C	8 juni	22,1°C	14 juni	19,3°C	20 juni	32,2°C
3 juni	23,4°C	9 juni	28,9°C	15 juni	18,2°C	21 juni	25,7°C
4 juni	20,5°C	10 juni	19,3°C	16 juni	16,7°C	22 juni	19,3°C
5 juni	15,7°C	11 juni	19,3°C	17 juni	21,5°C	23 juni	19,3°C
6 juni	14,3°C	12 juni	20,2°C	18 juni	27,4°C	24 juni	16,6°C

Tabel 5: Maximum dagtemperatuur in juni 2000 (bron: KNMI)

Omschrijving prestatieklasse	Klasse	Botsproefcondities (zie 6-2)
Laag kerend vermogen (tijdelijke situaties)	T1	TB 21
	T2	TB 22
	T3	TB 41 en TB 21
Normaal kerend vermogen	N1	TB 31
	N2	TB 32 en TB 11
Hoog kerend vermogen	H1	TB 42 en TB 11
	H2	TB 51 en TB 11
	H3	TB 61 en TB 11
Zeer hoog kerend vermogen	H4a	TB 71 en TB 11
	H4b	TB 81 en TB 11

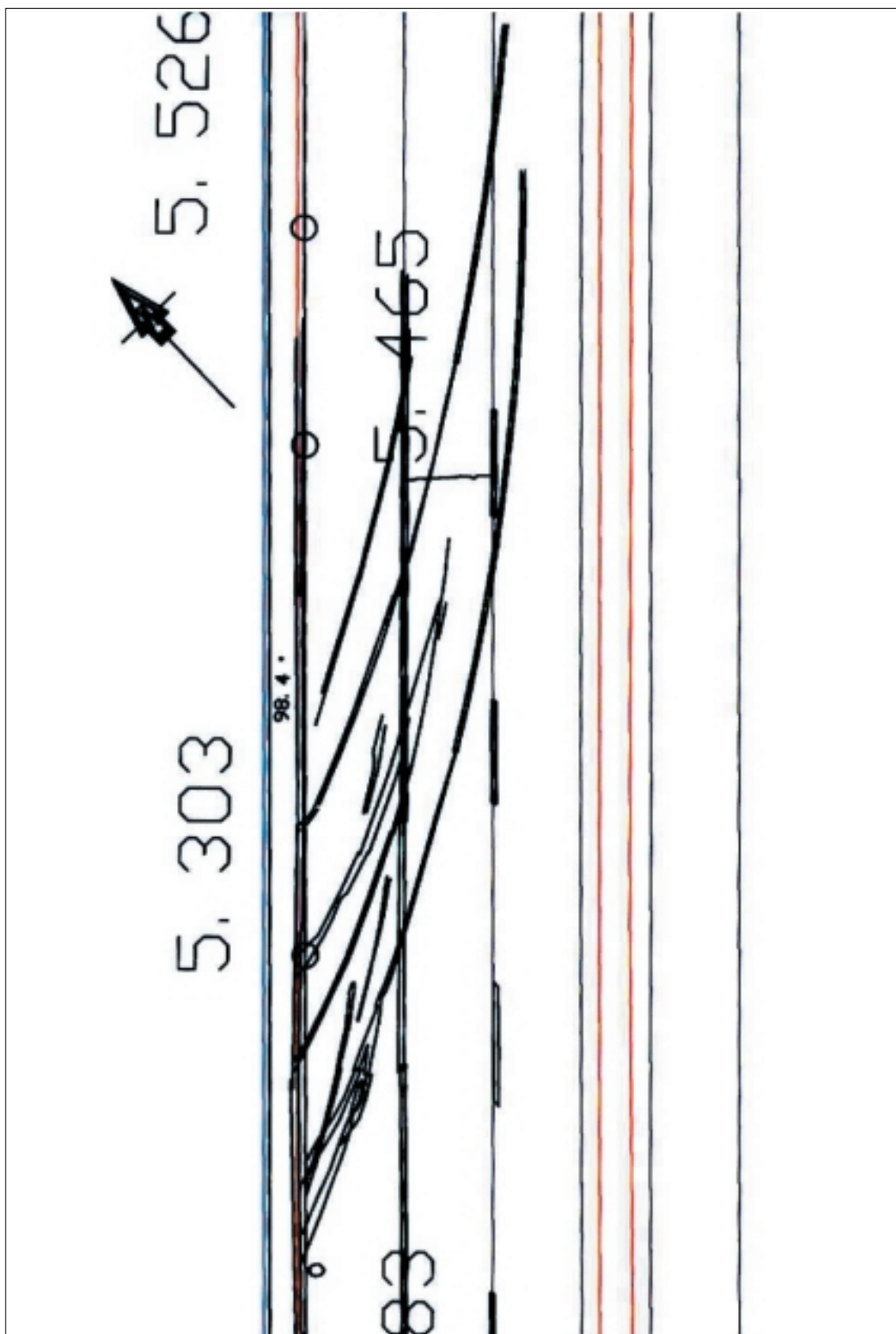
Tabel 6-1: Prestatieklassen geleiderailconstructies

Test	Voertuigtype	Botssnelheid (km/uur)	Inrijhoek (°)	Voertuigmassa (kg)
TB 11	Personenauto	100	20	900
TB 21	Personenauto	80	8	1300
TB 22	Personenauto	80	15	1300
TB 31	Personenauto	80	20	1500
TB 32	Personenauto	110	20	1500
TB 41	Vrachtauto	70	8	10000
TB 42	Vrachtauto	70	15	10000
TB 51	Autobus	70	20	13000
TB 61	Vrachtauto	80	20	16000
TB 71	Vrachtauto	65	20	30000
TB 81	Gelede vrachtauto	65	20	38000

Tabel 6-2: Botsproefcondities geleiderailconstructies (NEN-EN 1317, mei 1998)

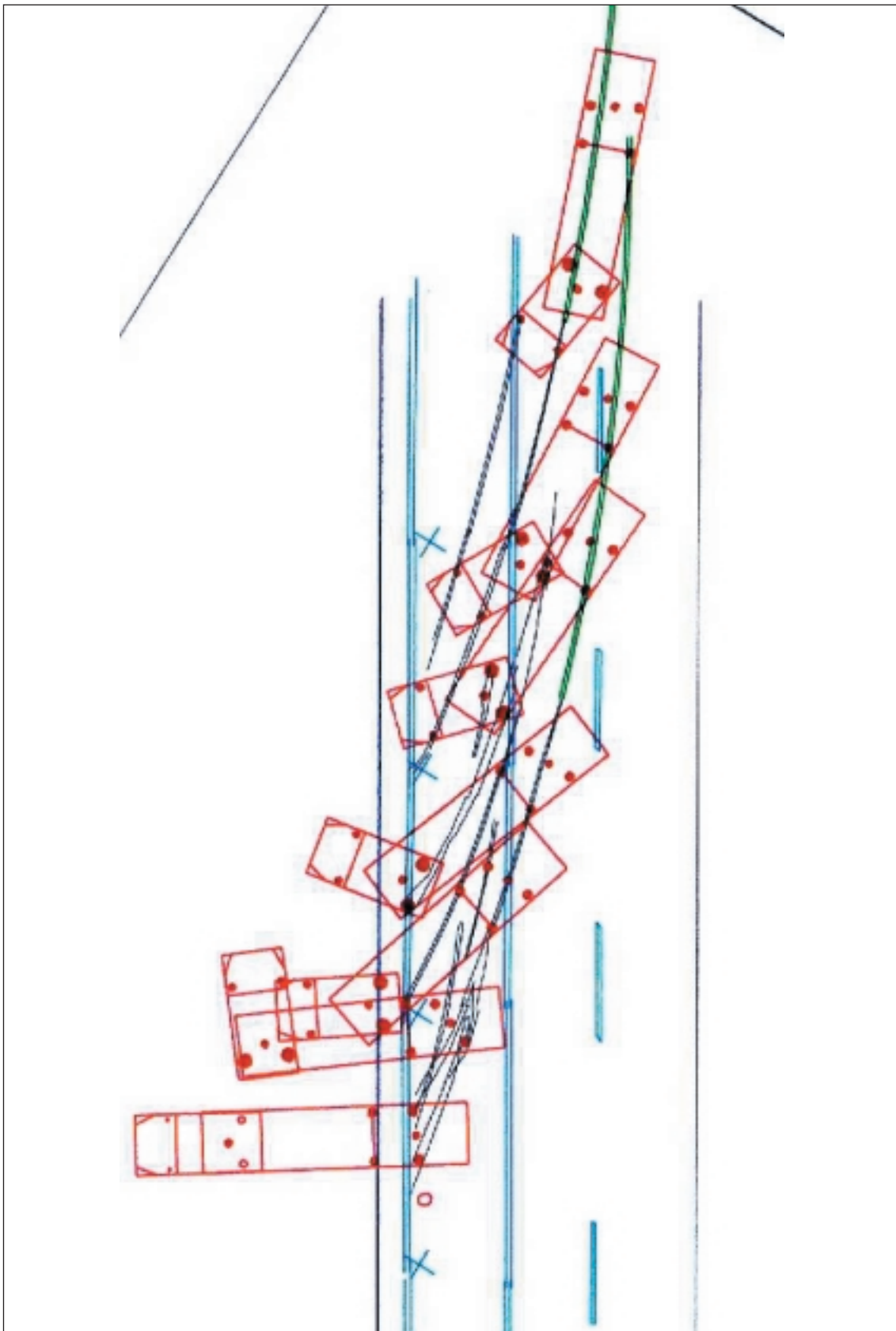


**BIJLAGE 3:**  
*TEKENINGEN*

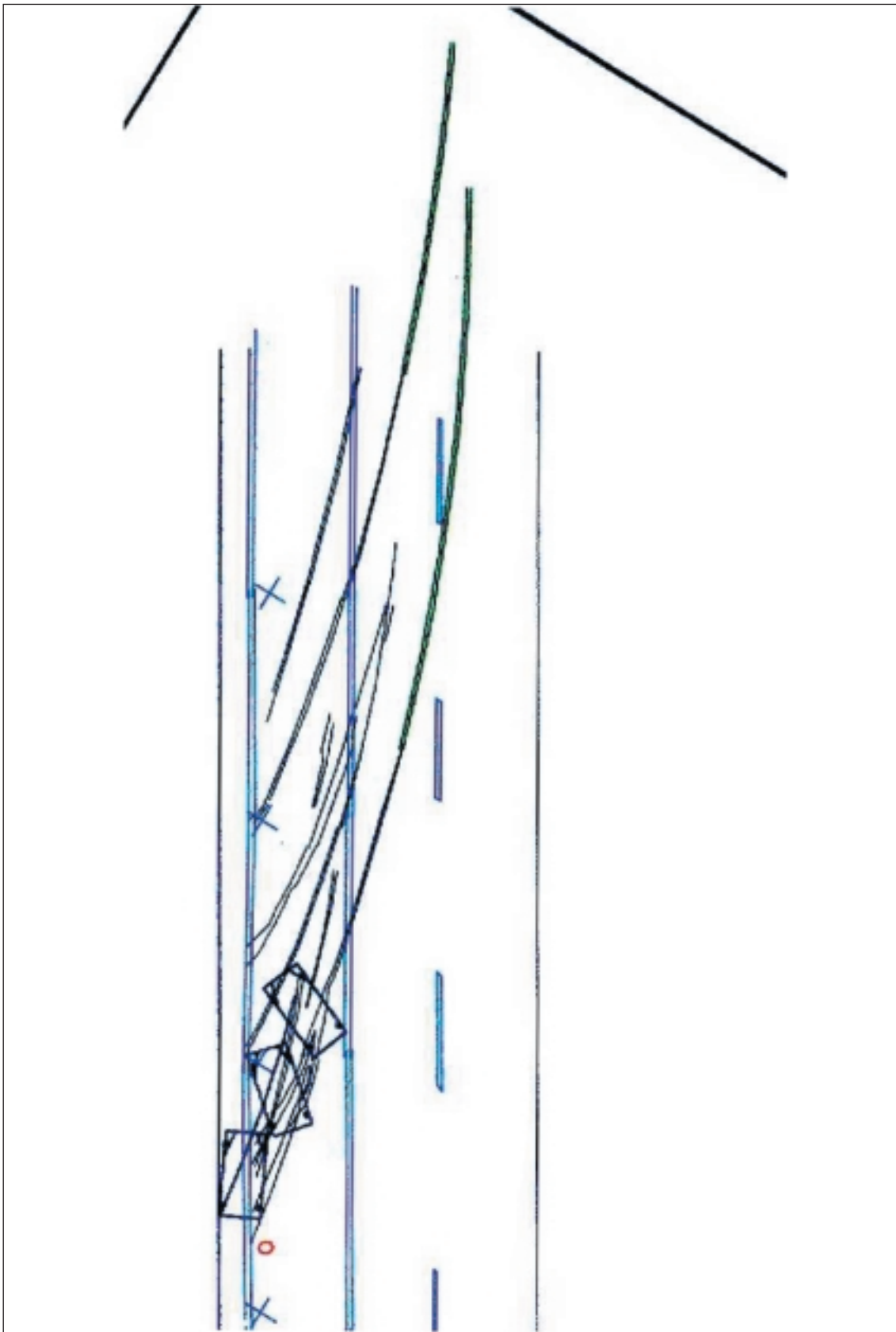


Tekening 1: In deze tekening zijn de bandensporen weergegeven die op het wegdek werden aangetroffen.

Bron: KLPD-LVBT.

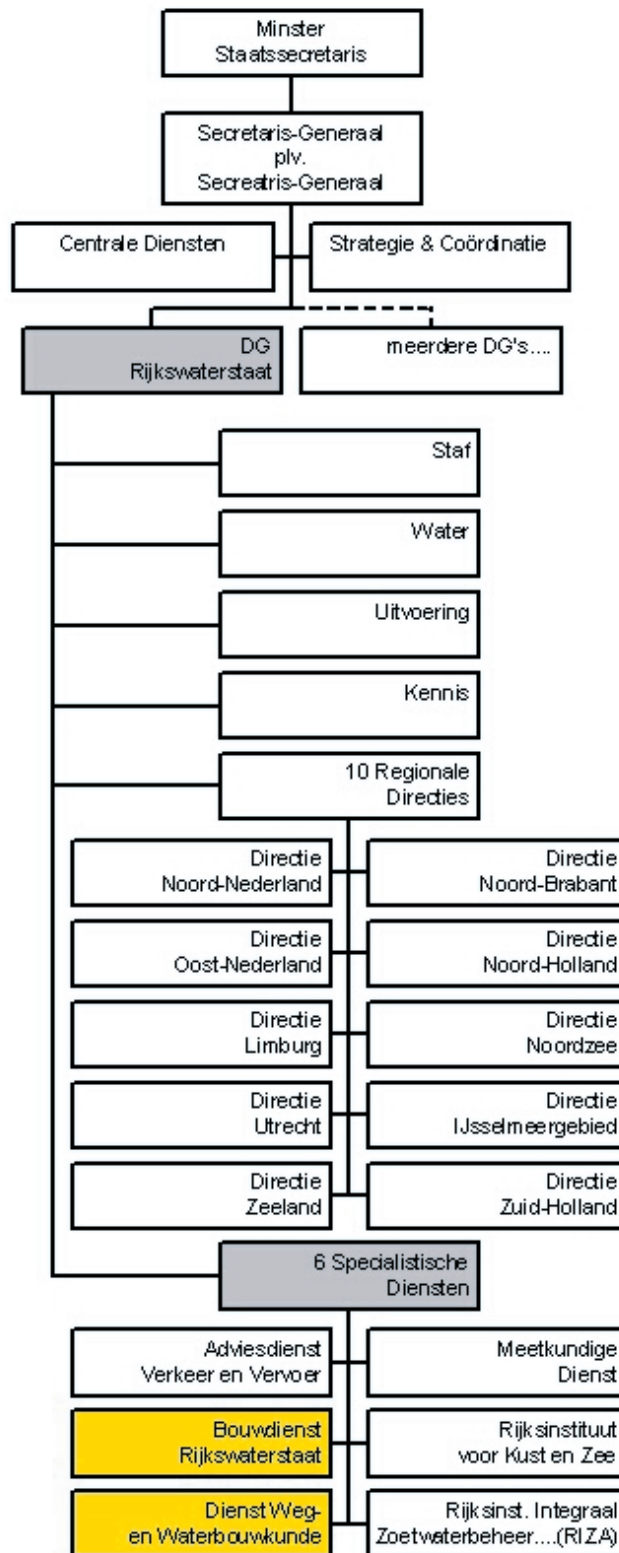


Tekening 2: In deze tekening is het bewegingsverloop van de vrachtauto weergegeven (zoals dat gereconstrueerd is aan de hand van de aangetroffen bandensporen). Bron: politie Flevoland-Noord.



Tekening 3: In deze tekening is het bewegingsverloop van de bestelauto weergegeven (zoals dat is afgeleid uit de bandensporen). Bron: politie Flevoland-Noord.

Organigram DG Rijkswaterstaat van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Tekening 4: Organigram van het ministerie van Verkeer en Waterstaat.



## **BIJLAGE 4:**

### *VERANTWOORDING ONDERZOEK*

Het onderzoek werd verricht door medewerkers van de Raad voor de Transportveiligheid onder supervisie van de Kamer Wegverkeer. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens verstrekt door de politie, regio Flevoland. Het Landelijk Verkeers Bijstands Team (LVBT) van het KLPD heeft op de ongevalslocatie metingen verricht en daarover gerapporteerd ten behoeve van het onderzoek. Tevens zijn interviews gehouden met diverse betrokken partijen. Ingevolge artikel 58 van de wet Raad voor de Transportveiligheid is commentaar gevraagd van diverse betrokken instanties op het concept-rapport. Het begrip 'betrokkene' is in dit geval wat breder opgevat dan in de wet is aangegeven.

Commentaar is verkregen van de wegbeheerder Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebieden, de Bouwdienst van Rijkswaterstaat, de bestuurder van de vrachtwagen, de regionale politie en VBW Asphalt. De bestuurder van de personenauto, de bestuurder van de bestelbus, de RDW en het CROW hebben afgezien van de mogelijkheid tot het geven van commentaar. Naar aanleiding van de commentaarronde is nadere informatie verkregen van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat.



## BIJLAGE 5:

### AFKORTINGEN- EN WOORDENLIJST

<b>ABS</b>	Anti-Blokkeer Systeem (van de remmen van een voertuig).
<b>ANP</b>	Algemeen Nederlands Persbureau.
<b>APK</b>	Algemene periodieke keuring van voertuigen (bedrijfs- en personenvoertuigen).
<b>AVV</b>	Adviesdienst Verkeer en Vervoer, onderdeel van het ministerie van Verkeer en Waterstaat onder meer verantwoordelijk voor de verkeersongevallenregistratie.
<b>Bitumenspiegel</b>	Zie vetslaan.
<b>CROW</b>	Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek, Kenniscentrum op het gebied van wegen en verkeer.
<b>DAB</b>	Dicht Asfalt Beton
<b>Geleiderail</b>	Constructie bedoeld om voertuigen die uit koers raken op te vangen (zie figuur 2).
<b>KLPD</b>	Korps Landelijke PolitieDiensten.
<b>Kop/staart-botsing</b>	Botsing tussen twee voertuigen in dezelfde rijrichting waarbij de achterligger met de voorzijde tegen de achterzijde van de voorligger rijdt.
<b>LVBT</b>	Landelijk Verkeers Bijstands Team, onderdeel van het KLPD gericht op technische verkeersongevallenanalyse.
<b>Plank</b>	Het horizontale deel van een geleiderailconstructie, waar het op te vangen voertuig tegenaan rijdt (zie figuur 2).
<b>Rijkswaterstaat</b>	Onderdeel van het ministerie van Verkeer en Waterstaat verantwoordelijk voor beheer van rijkswegen en - vaarwegen.
<b>Stroefheid</b>	Maat voor de maximale wrijvingskrachten die met voertuigbanden haalbaar zijn op een wegdek.
<b>Vangrail</b>	Zie geleiderail.
<b>Vetslaan</b>	Toestand van een uit asfaltbeton bestaand wegdek, waarbij het oppervlak vrijwel uitsluitend uit bitumen bestaat en er niet of nauwelijks nog steenslag zichtbaar is.

**ZOAB**

Zeer Open Asfalt Beton.

**Zijbermbeveiliging**

Geleiderail of barrier, bedoeld om voertuigen die in de zijberm dreigen te raken op te vangen cq. te keren/tegen te houden.