

**Auto & Motor
TECHNIEK**

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional



Kantelen vrachtauto's nader onderzocht

Stabiel over de weg

Gekantelde vrachtauto's veroorzaken grote economische schade. Zeker nu de wens bestaat om langere en zwaardere voertuigen toe te laten, is het verstandig eerst de kantelproblematiek onder de knie te krijgen. Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI) organiseerde een wetenswaardig symposium over de kantelstabiliteit van zware vrachtauto's. AMT was erbij.

Het kon natuurlijk niet uitblijven. Het vrachtvervoer over de weg heeft de laatste decennia zo'n enorme vlucht genomen, dat er door vrachtauto's ook meer brokken worden gemaakt. Dat blijkt bijvoorbeeld uit de vele filemeldingen als gevolg van een gekantelde vrachtauto. Berucht zijn hier de vaak scherpe afritten van de snelweg, waar chauffeurs regelmatig de snelheid verkeerd inschatten of onvoldoende rekening houden met de mate en/of wijze van belading (ligging zwaartepunt!). Gevolg: het voertuig gaat op zijn kant, met als resultaat grote economische schade, om over mogelijk ernstig letsel van de chauffeur nog maar niet te spreken! Welke mogelijkheden er zijn om

dat risico te verkleinen en in hoeverre de samenstelling van een vrachtautocombinatie invloed heeft op de stabiliteit ervan, waren de belangrijkste onderwerpen die op het door KIVI georganiseerde symposium aan de orde kwamen.

Wegtransport in cijfers

Laten we beginnen u het nodige cijfermateriaal over het wegtransport te verschaffen, zoals dat onder andere door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is verzameld. Overigens zijn daar niet alleen de kantelende vrachtauto's onderwerp van studie, maar ook de voors en tegens van het toelaten op de weg van langere en zwaardere vrachtauto's. Het cijfermateriaal heeft betrekking op de economie,

het milieu, de veiligheid en de doorstroming.

- Economie

Bij de jaarlijkse vervoersprestatie gaat het om een niet geringe 27 miljard tonkm binnenlands en 36 miljard tonkm grensoverschrijdend. De sector biedt in directe zin aan 120.000 mensen werk en de toegevoegde waarde bedraagt 12,5 miljard gulden, dat is 2 procent van het bruto nationaal product.

- Milieu

Naast de geluidsoverlast bracht het vrachtverkeer (incl. bestelauto's) 111 miljoen kg NO_x en 11 miljard kg CO₂ in het milieu. Bezien op de totale door de mens veroorzaakte uitstoot is de vrachtauto wat NO_x betreft voor 21 procent verantwoordelijk en wat CO₂ betreft

voor 6 procent (om dat laatste cijfer in het juiste kader van de broeikasproblematiek te plaatsen: de natuur zelf wordt volgens recente berekeningen voor 97 procent verantwoordelijk gehouden voor de totale CO₂-emissie; van de 3 procent waarvoor de mens verantwoordelijk is neemt het autoverkeer 10 procent voor zijn rekening, dat is dus 0,3 procent van het totaal).

- Veiligheid

Aan doden en gewonden eiste het Nederlandse wegverkeer in 1995 1334 resp. 51.000 slachtoffers (vrachtautochauffeurs 5 procent) en bij 18 procent van de ongevallen waren vrachtauto's betrokken. Doelstelling van het ministerie: in 2000 een kwart minder verkeers-

Jaarlijks kantelen er 60 tot 200 vrachtauto's op onze wegen. Het levert, naast lichamelijk letsel, aanzienlijke gevolgschade op. De files die er door ontstaan, hebben een gemiddelde lengte van 5 km. Er is een breed pakket van maatregelen nodig om het risico van kantelen aanmerkelijk te verkleinen.

slachtoffers dan in 1995...

- Doorstroming
20 procent van de totaal 14.800 files (economische schade 1,5 miljard gulden!) wordt door ongevalen veroorzaakt. Het aandeel van de vrachtauto's in die files bedraagt slechts 8 procent. Een laag percentage, want transporteurs mijden zoveel mogelijk het rijden in de spits. Doelstelling van het ministerie: verbetering van de doorstroming, maar hoe werd niet vermeld. Blijkbaar wordt verwacht dat het straks met rekeningrijden vanzelf wel goed komt!

Plannen overheid

Kijken we nu naar het overheidsbeleid ter beperking van het kantelen van vrachtauto's, dan wordt gedacht aan optionele ECE stabiliteitseisen aan bussen en toekomstige eisen aan statische stabiliteit. Op het punt van de dynamische stabiliteitseisen zou ons land een voortrekkersrol spelen. Wat de infrastructuur betreft, behoort aanpak van gevaarlijke bochten, bijvoorbeeld door het treffen van snelheidsverlagende maatregelen, tot de mogelijkheden, of het ontwikkelen van waarschuwingssystemen voor de chauffeur. Tevens zou het gedrag van de laatste onderzocht moeten worden want, alle technische verbeteringen aan de vrachtauto ten spijt, de mens achter het stuur is nog steeds verantwoordelijk voor de meeste bedrijfsauto-ongevallen.

Tenslotte ziet het ministerie wel de voordelen van langere en zwaardere vrachtauto's, zoals minder ritten, minder emissies en lagere transportkosten, maar onderzocht zal nog moeten worden in hoeverre het huidige wegennet met zijn talloze hindernissen (minirotondes, spoorwegovergangen,



kruisingen, scherpe bochten etc.) dergelijke kolossen fysiek wel kan hebben, uiteraard ook zonder nadelige gevolgen voor de verkeersveiligheid. Er is zo wel een aantal rijomstandigheden te bedenken dat moeilijker zal worden, zoals het invoegen en inhalen, manoeuvreren, optrekken en remmen.

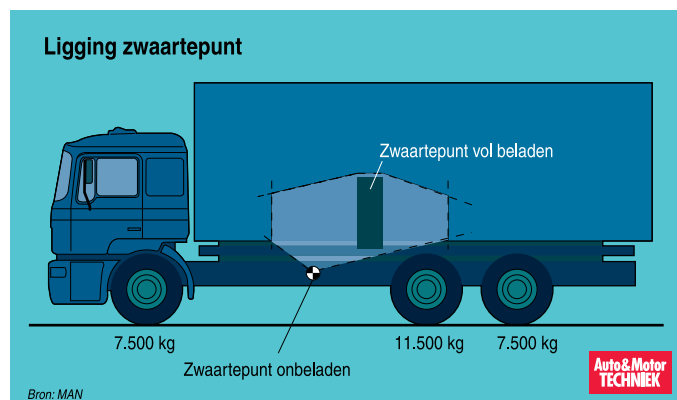
Als randvoorwaarden ten aanzien van de stabiliteit werden opgegeven: dynamische rijproeven op de testbaan (verandering van rijbaan), elimineren van gevaarlijke bochten en een speciale training van de chauffeur met het accent op de voertuigstabiliteit.

Er is de bereidheid om een proef te nemen, mits aan een aantal

voorwaarden wordt voldaan zoals maximum gewicht en lengte 60 ton respectievelijk 25,25 m, inhaalverbod, alleen toelaten tot bepaalde snelwegtrajecten, bepaalde eisen aan het voertuig en aanvullende opleiding van de chauffeur.

Kantelen voorkomen

In opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat voerde de afdeling Voertuigdynamica van TNO Wegtransportmiddelen een onderzoek uit naar het kantelen van zware vrachtauto's en vracht-autocombinaties. Dit om omvang, oorzaken en gevolgen ervan vast te kunnen stellen en vervolgens aanbevelingen te kunnen doen om het euvel te bestrijden.



De stippellijn geeft aan waarbinnen het zwaartepunt zich kan bevinden, afhankelijk van de toelaatbare asbelastingen voor en achter.

Een goede belading is cruciaal voor een stabiel rijgedrag. Met name de positie van het zwaartepunt speelt een belangrijke rol. Elektronische systemen die de chauffeur informeren over de ligging van het zwaartepunt zijn in ontwikkeling.

De omvang van het kantelprobleem is moeilijk na te gaan omdat kantelgevallen niet bij de ongevalregistratie in Heerlen apart vermeld blijken te worden! Hetzelfde geldt voor de talloze dossiers bij de verzekeringsmaatschappijen. Navraag bij vervoerders en politie leverde gelukkig wél wat op, op grond waarvan kan worden geconcludeerd dat gemiddeld één keer per week een vrachtauto op de snelwegen en de afritten kantelt en twee keer per week gerekend op alle wegen. De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) houdt het echter op 60 tot 200 kantelgevallen per jaar, met in negen gevallen een dodelijke afloop.

De oorzaken van kantelen zijn vooral een te hoge bochtsnelheid, plotselinge uitwijkmanoeuvre, concentratieverlies van de chauffeur, in de berm raken, storm met zware windstoten of combinaties van genoemde oorzaken. De leeftijd van de chauffeur blijkt hier geen rol te spelen, de mate van belading uiteraard des te meer. Ook

ligt het voor de hand te veronderstellen dat het hoge comfort van de moderne vrachtautocabine het verkeer inschatten van de rijnsnelheid in de hand kan werken, met name bij de beëindiging van een snelwegtraject.

In één op de zeven kantelgevallen is er sprake van al dan niet dodelijk letsel, de feitelijke schade en de gevolgschade zijn hoog en de gemiddelde lengte en duur van de files die erdoor ontstaan bedraagt 5 km, respectievelijk 2 uur.

Als aanbevelingen worden de volgende zaken genoemd: onderzoek naar rijgedrag en training van chauffeurs, het laatste ook met rij-simulator, aangeven van advies-snelheden voor vrachtauto-chauffeurs op borden vóór afritten en andere gevaarlijke bochten en opstelling van regelgeving voor kantelstabiliteit en belading. Ook

Dynamische kanteltests, compleet met het uitvoeren van koersveranderingen, zijn met name wenselijk voor tankwagens. Het klotseffect van de lading kan de stabiliteit in gevaar brengen.

verbetering van wegen (bochten!) en van de voertuigen, het laatste door middel van een kantelwaarschuwing in de cabine en actieve rolstabilisatie. Wenselijk is om naast de statische kanteltest (veilig, goedkoop, eenvoudig, nauwkeurig maar geeft een te rooskleurig beeld), ook een dynamische test in te voeren, dus met rijdende auto. Dat laatste in een stationaire situatie, rijdend in een cirkel (geen stuurbewegingen), maar liefst ook met het uitvoeren van koersveranderingen omdat alleen zo de realiteit het best kan worden nagebootst (slingereffect!).

Allereerst zouden tankwagens met gevaarlijke stoffen (klotseffect!) voor de laatste test in aanmerking moeten komen, zo snel mogelijk gevolgd door alle overige zware wegvoertuigen en dat mede met behulp van computersimulatieprogramma's. Bijvoorbeeld met MADYMO, het computermodel voor een trekker met oplegger, te gebruiken voor simulatie van de ISO dubbele uitwijkproef en dit met vaste, schuivende, hangende



De statische kanteltest heeft zijn voordelen, zoals eenvoud, lage kosten, nauwkeurigheid, hoge reproduceerbaarheid en veiligheid, maar de test toont wel een rooskleurig beeld ten opzichte van de dynamische test (met rijdend voertuig).

en vloeibare lading.

TNO Wegtransportmiddelen heeft inmiddels op initiatief van de overheid een werkgroep samengesteld, om gedurende drie jaar een studie te doen naar de stabiliteitsproblemen bij zware vrachtauto's en aan de hand daarvan in een eindrapport tot aanbevelingen te kunnen komen. Onder andere met betrekking tot verbetering van de kantelstabiliteit, het opstellen van

de vereiste testcriteria en simulatieprincipes en het selecteren van de categorie vrachtauto's, waar het hier wat de regelgeving betreft om zou moeten draaien.

Belading is cruciaal. In een bijdrage van MAN uit München werd nader ingegaan op mogelijkheden om de chauffeur na elke wijziging van de beladings-toestand door middel van een elektronisch systeem inzicht te verschaffen in de nieuwe situatie, met name wat gewicht en verdeling van de lading en de driedimensionale ligging van het zwaartepunt betreft. Driedimensionaal omdat behalve de hoogte boven het wegdek de positie van het zwaartepunt van belang is. Het zwaartepunt kan zich niet alleen te ver naar voren of naar achteren bevinden, maar ook te ver bezijden de lengteas van de vrachtauto.

Het zal duidelijk zijn dat vaststelling van een en ander, gelet op de grote variëteit in beladingsmogelijkheden en vrachtauto-combinaties, geen eenvoudige opgave is! Bijzonder moeilijk zelfs bij containervervoer, omdat de chauffeur geen inzicht heeft in de wijze waarop containers zijn beladen. Verder zal ook rekening moeten worden gehouden met invloeden van schuivende lading.

Op het kantelgevaar (in het algemeen bij een dwarsversnelling tussen 4 en 6,5 m/s²) zijn de volgende parameters van belang: wielbasis, hoogte rolcentrum, mate van rol, veer/demperafstemming en wat de lading betreft: gewicht, zwaartepunt en traagheidsmoment. In de figuur is door de stippellijn aangegeven waarbinnen het zwaartepunt zich kan bevinden, afhankelijk van de toelaatbare asbelastingen voor en achter. Maar hoe ligt dat in de praktijk?



Voors en tegens van langer en zwaarder

Om het onverhoopt optreden van gevaarlijk labiele toestanden te voorkomen zou dus de chauffeur, als eerste verantwoordelijke, veel profijt kunnen hebben van een intelligent controlesysteem, dat alle voor de dynamische stabiliteit belangrijke parameters registreert en vervolgens aan de hand daarvan uitrekent, of bepaalde normen niet worden overschreden. Zonodig zou het systeem ook kunnen ingrijpen, als de stabiliteit van de beladen vrachtauto in gevaar komt, bijvoorbeeld door uitgekiende rembediening (vergelijk ESP van de A-klasse) en variëren van de luchtdruk in de luchtveren (indien daarmee uitgerust). Luchtvering biedt ook de mogelijkheid om nauwkeurig het gewicht van de lading en de positie van het zwaartepunt ervan te berekenen, terwijl in bochten uit drukverschillen links/rechts de mate van rol kan worden herleid. Nauwkeurige informatie over het te rijden wegtraject (bochten, hellinghoek, verkanting) kan worden verkregen uit daarvoor aangepaste navigatiesystemen, maar vergelijkbare info over de feitelijke weggesteldheid (gladheid!) is nog toekomstmuziek. Ten slotte is ook de hoogte van de lading een belangrijke parameter voor de berekening van het kantelrisico. Dit kan in bochten worden herleid uit het drukverschil links/rechts van de luchtveren, echter na compensatie van de invloed van een pneumatisch stabiliseringsysteem, indien aanwezig. Uiteraard vragen bladveren in deze weer om een geheel andere aanpak...

Conclusies

Tot slot nog dit:

- Vrachtautocombinaties moeten op de juiste wijze worden beladen.
- Minder stabiele combinaties van geledingen moeten liefst worden vermeden.
- Meer geledingen verslechteren in het algemeen de stabiliteit van de combinatie, waardoor het kantelgevaar toeneemt. Lange aanhangwagens verhogen de stabiliteit van de combinatie.

D.J. Boosman

De samenstelling van de voertuigcombinatie heeft natuurlijk grote invloed op de stabiliteit. De laatste tijd is er veel discussie over langere en zwaardere vrachtauto's. Die bieden specifieke voordelen, zoals minder ritten, reductie van emissies en lagere transportkosten. Er zijn echter ook de nodige bezwaren aan te voeren, waar TNO nader onderzoek naar heeft gedaan.

Met een totale lengte van 25,25 m, breedte van 2,55 m en totaal gewicht van 50 of 70 ton werd een drietal vrachtautocombinaties onderzocht (zie figuur). De effecten werden beoordeeld met als referentie een normale zesassige trekker-oplegger combinatie van 16,5 m (50 ton) en een zesassige vrachtauto-aanhangwagen combinatie van 18,75 m, eveneens met een gewicht van 50 ton.

De belangrijkste conclusies van het onderzoek zijn:

1. Het rechts afslaan is bij een langere combinatie kritischer vanwege het beperkte gezichtsveld van de chauffeur. Dit kan worden ondervangen door extra brede breedbeeldspiegels of meedraaiende spiegels te monteren, dan wel met camera's te gaan werken. Gestuurde assen kunnen het te ver naar binnen lopen van de geleidingen voorkomen en een deugdelijke zijafscherming ter protectie van fietsers blijft aan te bevelen.
2. De lengte van een vrachtauto heeft nauwelijks invloed op de luchtstroming die hinderlijk kan zijn voor het inhalende verkeer. Wel zal bij inhalen van langere meerassige vrachtauto's meer last van het zichtbelemmerende spatwater worden ondervonden

(spray-vangers in de spatborden aanbevelen!).

3. In het drukke verkeer zullen meer lengte en gewicht een handicap vormen voor de vrachtautochauffeur, met name bij het invoegen, inhalen, manoeuvreren en oversteken. Hij heeft hiervoor meer tijd en ruimte nodig en die zijn nu juist zo schaars geworden. Berekening van de invloed hiervan op de ongevalsrisico's, is niet mogelijk gebleken. Om afname van acceleratie, klimvermogen en gemiddelde snelheid als gevolg van het hogere wagengewicht te voorkomen, wordt aanbevolen om dit verlies te compenseren door meer motorvermogen.
4. De remweg zal bij langere en zwaardere vrachtauto's (70 ton) met ongeveer één personenauto-lengte toenemen, ten opzichte van een 50 tonner en met ongeveer twee personenautolengtes ten opzichte van een 40 tonner. Wat het schaaargedrag bij inrijden op een file betreft, lijkt de B-double (onderste in figuur) de meest stabiele combinatie te zijn.

5. De stabiliteit van rijdende vrachtautocombinaties hangt niet alleen van de aard daarvan af, maar ook van de verdeling van de lading. Mogelijk zal nader onderzoek hiernaar aanleiding geven tot regelgeving op dat punt.

6. Bij langere en meervoudig gelede combinaties is er kans op versterking van de gevaarlijke slingerneiging van de achterste geleiding. Hier is nog nader onderzoek nodig.

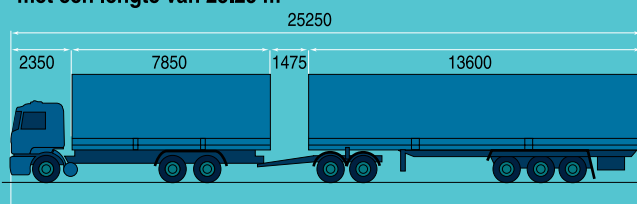
7. Doordat hij veel dwarskrachten op de geleiding ervóór kan uitoefenen, moet de opleggercombinatie met middenas-aanhangwagen worden vermeden.

8. De voor de manoeuvreerbaarheid zo gunstige, gestuurde assen en nalooptassen bij opleggers, verminderen helaas de voertuigstabiliteit. Met computersimulaties kan de invloed van gestuurde assen worden onderzocht. Overigens is het rijgedrag moeilijker te simuleren dan bijvoorbeeld het veercomfort.

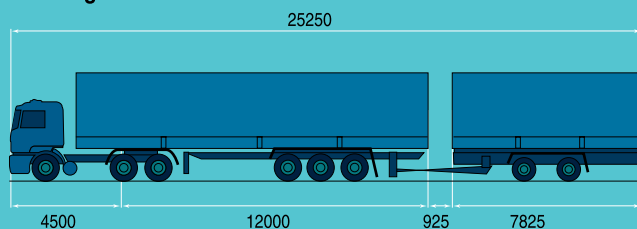
9. Een optimale verdeling van de remwerking kan de kortste remweg opleveren, mét behoud van de bestuurbaarheid als al remmend ook moet worden uitgeweken.

Drie varianten op één thema

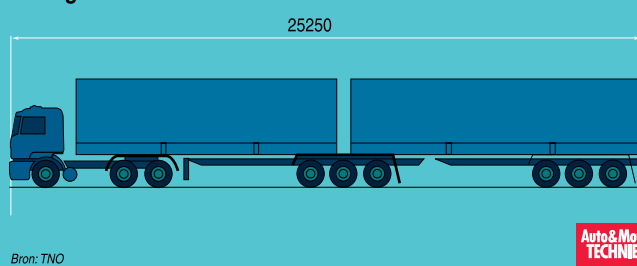
A. Vrachtauto-aanhangwagen combinatie met een lengte van 25.25 m



B. Trekker-oplegger combinatie plus middenas-aanhangwagen met lengte van 25.25 m



C. Trekker met twee opleggers met een lengte van 25.25 m, de zogenaemde 'B-double'



De drie representanten van zware vrachtautocombinaties met de voorgestelde lengte van 25,25 m die TNO onderzocht. Combinatie B neigt tot het doorgeven van slingerbewegingen aan de geleiding ervóór tijdens uitwijkmanoeuvres, is dus minder stabiel en daarom niet aan te bevelen.