

WORKING PAPER NR. 2003-03

Is inhalend vrachtverkeer een achterhaald fenomeen

**Steven Logghe, Transport & Mobility Leuven
Ben Immers, Katholieke Universiteit Leuven**

september 2003

Samenvatting

Bij de verkeersafwikkeling op snelwegen spelen de interacties tussen vracht- en personenwagens een grote rol. In deze bijdrage wordt onderzocht wanneer de invoering van een inhaalverbod voor vrachtwagens zinvol is. Daartoe is een groot aantal situaties doorgerekend met gebruikmaking van een heterogeen dynamisch model. De te behalen reistijdwinst is als criterium gehanteerd. Voorts is een onderscheid gemaakt in de tijdschaarstelling tussen vrachtauto's en personenauto's.

De resultaten van de modelstudies geven aan dat:

- Het invoeren van een inhaalverbod voor vrachtwagens interessanter is naarmate het vraagpatroon van personenwagens toeneemt
- Het te behalen voordeel afneemt zodra het vraagpatroon van personenwagens de rijstrookcapaciteit overschrijdt en/of het vraagpatroon van vrachtwagens toeneemt (bij een constant vraagpatroon van personenwagens) en/of het aantal rijstroken per richting toeneemt.

Trefwoorden

Inhaalverbod vrachtwagens, verkeersafwikkeling snelwegen, modelleren congestie

1. Inleiding

Bij de verkeersafwikkeling op snelwegen spelen de interacties tussen vracht- en personenwagens een grote rol. Deze twee voertuigcategorieën verschillen in ondermeer voertuiglengte, maximale snelheid, optrekversnelling en remcapaciteit.

Deze verschillen leiden bij bestuurders van beide groepen vaak tot ergernis. Zo worden inhalende vrachtwagens door vele autobestuurders als een hindernis en zelfs als oorzaak van congestie gezien.

Vanuit dit standpunt is het streven naar een parallelle verkeersafwikkeling een logisch gevolg. Het inhaalverbod voor vrachtwagens wordt hiervoor als ideale maatregel opgeworpen. Blijkbaar is deze wens niet aan dovemansoren gericht. In Nederland is het inhaalverbod voor vrachtwagens tijdens de spitsperiodes recent uitgebreid en in België is een algemeen inhaalverbod voor vrachtwagens tijdens de spits in de regeringsverklaring opgenomen.

In deze bijdrage onderzoeken we het effect van een inhaalverbod voor vrachtwagens. In een eerste stap wordt op basis van een heterogeen dynamisch model de effecten op reistijden onderzocht. Aangezien het instellen van een inhaalverbod ook andere effecten kan genereren wordt vervolgens kort ingegaan op mogelijk te behalen effecten op het vlak van veiligheid en milieu.

2. Reistijden bij een inhaalverbod

Het instellen van een inhaalverbod heeft een effect op de verkeersafwikkeling van zowel vracht- als personenwagens. Het effect op de gemiddelde reistijd van vrachtwagens en personenauto's wordt in deze sectie met behulp van een model onderzocht. Deze modelstudie richt zich op reistijden in vrij verkeer ('free flow conditions'), dit is wanneer de traagste vrachtwagens nog steeds aan hun wenssnelheid kunnen rijden.

De hier gepresenteerde studie heeft een beperkte reikwijdte, Zo wordt het effect van een inhaalverbod voor vrachtwagens op het ontstaan van congestie niet onderzocht. De capaciteit (de maximale intensiteit) van een wegvak hangt sterk af van de grootte van observatieperiode en de schommeling in het aandeel vrachtverkeer. Om verwarring te voorkomen wordt dit begrip hier niet gehanteerd en richten we ons op de gemiddelde reistijd per voertuigcategorie (personenwagen en vrachtwagen).

In een modelstudie wordt een snelweg met een lengte van 10 kilometer en voorzien van twee rijstroken per richting bestudeerd. In het gebruikte heterogeen dynamisch model (Logghe 2003) worden twee klassen voertuigen onderscheiden. Elke klasse heeft zijn eigen rij- en voertuigkenmerken, die door een fundamenteel diagram beschreven worden. De gebruikte waarden zijn gebaseerd op de kalibratie en validatie van het heterogeen model met gebruikmaking van gegevens verzameld op de A9 ter hoogte van Badhoevedorp (zie Logghe, 2003). De maximale snelheid van personenwagens is 110 km/u. Op één rijstrook kunnen maximaal 2000 personenvoertuigen en maximaal 1000 vrachtwagens per uur rijden. Verder wordt een normale verdeling voor de maximale snelheid van vrachtwagens aangenomen met een gemiddelde snelheid van 85 km/u en een spreiding van 7 km/u.

Het model veronderstelt dat elk voertuig zijn snelheid maximaliseert. Voorop rijdende tragere voertuigen fungeren daarbij als bewegende hindernissen die de snelheid van snelle voertuigen tijdelijk doen dalen.

Met dit heterogeen model bekijken we de reistijd per klasse met en zonder inhaalverbod. Daarbij wordt het model voor verschillende vraagpatronen onderzocht waardoor het mogelijk is zowel met de drukte als het aandeel vrachtverkeer rekening te houden.

Op een fictief traject met een lengte van 10 kilometer simuleert het model de verkeerssituatie gedurende één uur. In dit uur is het vraagpatroon van personenwagens q_1 en het vraagpatroon van vrachtwagens q_2 . Voor een combinatie van verschillende waarden van q_1 en q_2 draaien we dit model telkens met en zonder inhaalverbod.

Wanneer een inhaalverbod geldt, zullen snellere vrachtwagens opgehouden worden door tragere vrachtwagens. Op die manier zal de totale reistijd voor vrachtwagens groter zijn met een inhaalverbod dan zonder een inhaalverbod. De verhoging van de totale reistijd door een inhaalverbod gedurende één uur stellen we voor met ΔT_2 .

Anderzijds kunnen we aannemen dat personenwagens minder opgehouden worden door vrachtwagens wanneer een inhaalverbod geldt. De totale winst aan reistijd die personenwagens ervaren door een inhaalverbod voor vrachtwagens wordt met ΔT_1 voorgesteld.

Uitgaande van de modelstudie wordt voor een vraagpatroon (q_1, q_2) het effect op de reistijd per klasse berekend. De tijdswinst van personenauto's tijdens een inhaalverbod kunnen we echter niet klakkeloos vergelijken met het tijdsverlies van vrachtwagens. De economische waarde van de reistijd verschilt namelijk sterk tussen beide voertuigcategorieën.

Vereenvoudigend stellen we de economische tijdswaardering van vrachtwagens gelijk aan α keer de waarde van de reistijd voor personenwagens. Op deze manier wordt het economisch belang van vrachtverkeer in functie van personenauto's uitgedrukt en wel op een vergelijkbare manier zoals dat bij de verkeersafwikkeling gebeurt met behulp van personenauto-equivalenten. Wanneer α gelijk is aan 1, wordt de reistijdwaardering van personen- en vrachtverkeer gelijk verondersteld. We kunnen aannemen dat α doorgaans groter moet zijn dan één.

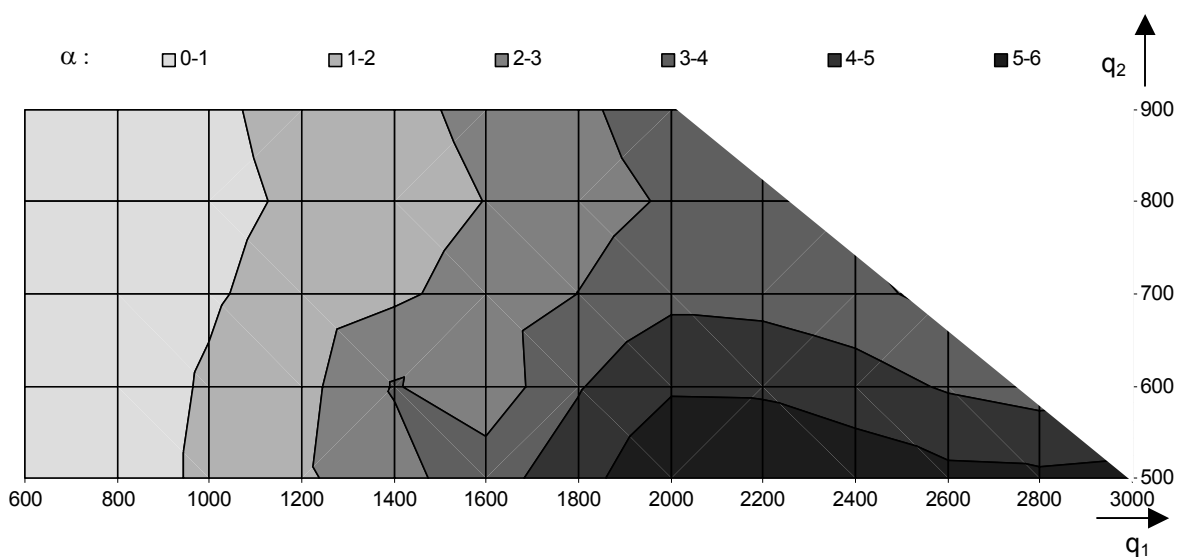
Een inhaalverbod is economisch zinvol indien de economische kost als gevolg van reistijdverlies voor vrachtwagens kleiner is dan de economische kost als gevolg van tijdswinst voor personenauto's of :

$$\alpha \cdot \Delta T_2 < \Delta T_1$$

Uitgaande van verschillende simulaties is in figuur 1 de minimale waarde van α geschetst vooraleer het inhaalverbod economisch zinvol. Met andere woorden, per simulatie is het tijdsverlies van vrachtwagens ΔT_2 en de tijdswinst ΔT_1 voor personenauto's veroorzaakt door het inhaalverbod, berekend. In figuur 1 wordt α voorgesteld als:

$$\alpha = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

Hoe groter deze waarde van α , des te nuttiger het instellen van een inhaalverbod.



Figuur 1: minimum waarde van α waarvoor het instellen van een inhaalverbod economisch zinvol is.

Bestudering van deze figuur wijst uit dat voor een lage intensiteit het instellen van een inhaalverbod niet zinvol is. Indien de verkeersvraag voor personenauto's lager is dan 1000 voertuigen per uur, is de waarde

van α kleiner dan 1. Enkel indien een minuut reistijd voor vrachtwagens lager gewaardeerd wordt dan een minuut reistijd voor personenwagens, is een inhaalverbod voor vrachtwagens nuttig.

Verder wordt duidelijk dat α afneemt met een grotere vrachtwagenintensiteit. Het inhaalverbod wordt namelijk minder zinvol bij hoge vrachtwagenintensiteiten, dit omdat vrachtauto's meer reistijd gaan verliezen bij een hogere verkeersvraag.

In het model wordt de maximale intensiteit (capaciteit) van een rijstrook vastgesteld op 2000 personenwagens per uur. Zolang de verkeersvraag kleiner blijft dan deze capaciteit, kan het verkeer tijdens een inhaalverbod, parallel afgewikkeld worden. Dit houdt in dat een inhaalverbod er voor zorgt dat beide voertuigcategorieën gescheiden, per rijstrook worden afgewikkeld. Uitgaande van een vaste verkeersvraag voor vrachtauto's, neemt de waarde van α bijgevolg toe met een stijgende q_1 .

Voor waarden van q_1 groter dan 2000, daalt het voordeel van een inhaalverbod (ten opzichte van een situatie waarbij $q_1 = 2000$). De verklaring hiervoor is dat de hoge intensiteit van personenauto's niet alleen meer op de linkerrijstrook kan worden afgewikkeld, zodat ook met een inhaalverbod een zekere menging tussen de voertuigcategorieën optreedt.

Deze modelresultaten werden bekomen bij een constante verkeersvraag over een vol uur. In werkelijkheid leiden schommelingen in zowel de verkeersvraag als in het aandeel vrachtverkeer tot extra clustervorming bij vrachtwagens. Daardoor zal het reistijdverlies van vrachtwagens na het instellen van een inhaalverbod iets groter zijn. De waarden van α zullen in werkelijkheid dan ook iets lager uitvallen, en het nut van een inhaalverbod zal iets lager zijn.

Op auto(snel)wegen met drie rijstroken per richting is de vorm van het diagram gelijk aan figuur 1. Enkel de waarden van α verschillen. Het effect van een inhaalverbod zal vooral voor personenauto's kleiner worden zodat een inhaalverbod minder snel als nuttig bestempeld kan worden.

3. Afzonderlijke rijstroken

Een verder doorgedreven aanpak zou eruit kunnen bestaan dat de twee voertuigklassen fysiek worden gescheiden op afzonderlijke rijstroken. Het idee van fysiek gescheiden rijstroken werd ook al gehanteerd in proefopstellingen voor carpoolvoertuigen.

Bij een fysieke scheiding van vracht- en personenverkeer komen de reistijden van beide klassen bij een kleine verkeersvraag overeen met de reistijden bij een inhaalverbod voor vrachtwagens. Bij een grotere verkeersvraag ontstaat extra hinder doordat ook personenwagens elkaar niet meer kunnen inhalen. Door de fysieke scheiding wordt het verder onmogelijk om een verkeersvraag hoger dan de capaciteit van één rijstrook te verwerken. In figuur 1 vervalt zo het rechter deel van het diagram vanaf het punt waarop de verkeersvraag voor personenauto's (q_1) groter wordt dan 2000 voertuigen per uur.

Bij het ontstaan van congestie zal de filelengte sterk verschillen per rijstrook. Bij gemengde rijstroken, zelfs met inhaalverbod, kunnen personenauto's tussen de vrachtwagens gaan rijden. Hierdoor wordt de file korter en wordt de wegcapaciteit beter benut.

Naast het negatieve effect op de reistijden neemt bij toepassing van fysiek gescheiden rijstroken ook de flexibiliteit in het gebruik van de weg af.

Anderzijds kan fysieke scheiding een positief effect hebben op de veiligheid. Daarbij denken we vooral aan vermindering van de kans op het optreden van incidenten met uitsluitend materiële schade (Wilmink and Immers, 1996). Cruciaal in deze berekening is evenwel de mate waarin scheiding van rijstroken van invloed is op de afwikkelingstijd van het incident (zie Yperman et al, 2003). De gevolgen (tijdverliezen) van incidenten zijn mogelijks groter omdat hulpdiensten moeilijker tot bij de plaats van het ongeval kunnen komen. Dit vertraagt het hulpverleningsproces met als gevolg dat de betrouwbaarheid van het transportsysteem daalt.

4. Andere aspecten

In deze bijdrage ligt de focus voor wat betreft de vaststelling van de effecten op reistijden. Verwacht mag worden dat het instellen van een inhaalverbod voor vrachtwagens ook invloed zal/kan hebben op de omvang van de verkeersveiligheid, de kwaliteit van het milieu (emissies), en, als tweede orde-effect, de flexibiliteit en de betrouwbaarheid van het transportsysteem.

Helaas is het gebruikte model niet geschikt om deze effecten te berekenen. In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat zonder inhaalverbod de snelheidsverschillen tussen de rijstroken onderling (transversaal) beperkter zullen zijn dan met inhaalverbod. Het omgekeerde is het geval voor de snelheidsverschillen tussen de voertuigen onderling per rijstrook. Met inhaalverbod zal de snelheid longitudinaal homogener zijn (minder optrekken en afremmen).

De omvang van de emissies is gerelateerd aan de hoogte van de snelheid en vooral ook de wisselingen in de snelheid (de rijcyclus). Het instellen van een inhaalverbod voor vrachtwagens heeft een gunstig effect op de homogeniteit van de longitudinale snelheid (zoals hierboven aangegeven). De hiermee te behalen winst zal evenwel gedeeltelijk worden teniet gedaan door de hogere gemiddelde snelheid van de personenwagens.

Effecten op de betrouwbaarheid van het transportsysteem hangen in sterke mate samen met de kans op het optreden van een incident, de ernst van het incident en de tijdsduur van het incident (Yperman, 2003).

Tot slot speelt ook de afdwingbaarheid van een inhaalverbod een rol bij de te behalen effecten. Enkel het invoeren van een inhaalverbod zal naar verwachting weinig effect sorteren indien de maatregel niet gecombineerd wordt met controle op naleving en sanctionering van overtredingen.

5. Besluit

In deze studie is onderzocht wanneer het instellen van een inhaalverbod voor vrachtwagens zinvol is. De te behalen reistijdwinst is daarbij als criterium gehanteerd. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de te behalen reistijdwinst betrekking heeft op de reistijdwinst van personenwagens verminderd met het reistijdverlies van vrachtwagens. De resultaten van een modelstudie tonen aan dat het instellen van een inhaalverbod vooral zinvol is indien er sprake is van hoge intensiteiten van het personenwagenverkeer ($q_1 > 1000$). Een belangrijk element dat van invloed is op deze uitkomst betreft de waardering van de reistijd van de vrachtwagen in verhouding tot de waardering van de reistijd van de personenwagen. Naarmate dit verschil in reistijdwaardering toeneemt, zal de zinvolheid van het instellen van een inhaalverbod afnemen (de omvang van het vraagpatroon van personenwagens moet steeds groter zijn).

Op basis van de uitkomsten van de uitgevoerde modelstudies kunnen de volgende algemene verbanden worden aangegeven:

- naarmate het vraagpatroon van personenwagens toeneemt wordt het interessanter een inhaalverbod voor vrachtwagens in te voeren
- zodra het vraagpatroon van personenwagens de rijstrookcapaciteit overschrijdt, daalt het te behalen voordeel van een inhaalverbod
- het voordeel van een inhaalverbod neemt ook af bij een toename van het vraagpatroon van vrachtwagens (bij een constant vraagpatroon van personenwagens).
- Naarmate het aantal rijstroken per richting toeneemt, neemt de te behalen reistijdwinst (voor personenwagens) af en wordt de invoering van een inhaalverbod voor vrachtwagens minder zinvol.

6. Referenties

Logghe S. (2003) *Dynamic modeling of heterogeneous vehicular traffic*. PhD thesis K.U. Leuven- Belgium.

Wilmink, I.R. and L.H. Immers (1996) *Deriving incident management measures using incident probability models and simulation*. Paper presented at the 75th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, January 1996.

Yperman, I., Stada, J.E. en L.H. Immers (2003) *Punctuele logistiek dankzij een robuust netwerk*. In: Proceedings Vervoerslogistieke Werkdagen, Corsendonck, november 2003.