

Rijstrookwisselingen meten met bestaande meetlussen

Bijdrage aan de Syllabus Verkeerskundige werkdagen, C.R.O.W, Ede, 1995.

D-95-4

P.H. Polak

Leidschendam, 1995

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV



Stichting	
Wetenschappelijk	Postbus 1090
Onderzoek	2260 BB Leidschendam
Verkeersveiligheid	Duindoorn 32
SWOV	telefoon 070-3209323
	telefax 070-3201261

Samenvatting

Meetlussen produceren gegevens over het verkeer **per rijstrook**. Rijstrookwisselingen worden niet geregistreerd. Door toepassing van een nieuwe, uniforme middelingsprocedure en combinatie van de gegevens van meerdere rijstroken is het toch mogelijk te berekenen hoeveel inhaal-bewegingen zich afspelen die gepaard gaan met rijstrookwisselingen. Het belang van inhalen voor het begrijpen van de verkeersstroom op een autosnelweg blijkt ook uit het volgende.

Daarmee is ook te begrijpen dat de snelheid al daalt als het verkeer toeneemt totdat de gemiddelde volgafstand ca 300 meter is. Dit komt niet door afremmen voor de voorligger, maar door het inhalen: omdat snellere voertuigen meer inhalen dan langzame ziet de meetlus ze minder vaak op de rechter rijstrook, waardoor de gemiddelde snelheid rechts lager ligt, zelfs als alle voertuigen (op de hele rijbaan) hun wenssnelheid aan (kunnen) houden. Voor links geldt een vergelijkbare redenering.

Summary

Induction loops produce traffic data **per lane**. Lane **changes** are not seen. The use of a new and uniform averaging method and the combination of data from several lanes make it possible to calculate the number of passing manoeuvres that are accompanied by lane changing. The importance of passing with lane-changing for understanding the traffic process on a motorway will also be demonstrated with the following.

We can understand why the speed goes down on a multilane motorway when the average gap diminishes to about 300 meters. This is not because cars slow down but because of passing: quicker vehicles pass more often so the loops on the right lane see them less. The average speed on the right lane is lower, even when all vehicles (on the carriageway) maintain their desired speed. For the left lane a similar argument is valid.

Inhoud

1.	<i>Inleiding</i>	6
2.	<i>Basisgegevens</i>	7
3.	<i>De methode van middelen</i>	8
4.	<i>Het detecteren van inhaalbewegingen</i>	9
5.	<i>Het model van menselijk gedrag</i>	10
6.	<i>Het isoveloxische regime</i>	11
7.	<i>Stellingen</i>	12
	<i>Literatuur</i>	13

1. Inleiding

Het is opvallend dat de verkeersstroomtheorie zich vooral bezighoudt met schokgolven, instabiliteiten en de situatie rond de capaciteit, kortom het wordt pas interessant als er iets mis gaat. In mijn vroegere vakgebied, de kinetische gastheorie, heb ik geleerd dat je bij stochastische processen - zoals bij gassen, maar ook het verkeer valt daaronder - eerst de evenwichtsituatie moet begrijpen voordat je aan niet-evenwichtsituaties als schokgolven kunt beginnen. In de verkeersstroomtheorie ontbreekt echter een bevredigende theorie van de homogene stationaire verkeersstroom. Het analogon in het verkeer van de toestandsvergelijking bij gassen is het basisdiagram. In beide vakgebieden willen we de toestandsvergelijking afleiden uit de vorm van de interactie tussen de 'botsende' deeltjes. In de fysica is dit gelukt, maar in de verkeersstroomtheorie is de poging door middel van car-following modellen het basisdiagram af te leiden niet indrukwekkend: zeer gecompliceerde modellen met vele - vaak gebroken - exponenten passen maar matig bij waargenomen gegevens, terwijl de relatie tussen de parameters enerzijds en aspecten van menselijk gedrag anderzijds op z'n minst gezegd onduidelijk is. In een klein groepje bij de SWOV proberen we een theorie op te bouwen die, uitgaande van zo simpel mogelijk beschreven menselijk gedrag, de homogene stationaire verkeersstroom op een rijbaan van een autosnelweg kan beschrijven. Door zo te werken streven we naar een causale theorie in die zin dat de theorie gebruikt kan worden om het verkeer te sturen: de theorie moet aangeven wat het verkeer doet als bepaalde omstandigheden gewijzigd worden.

2. Basisgegevens

Gegevens uit inductielussen zijn de enige die vele uren verkeer over meerdere rijstroken direct in machineleesbare vorm afleveren. Daarom vormen die de basis voor de theorievorming en -toetsing. Van ieder passerend voertuig wordt het tijdstip van passeren, de snelheid, de lengte en de bereden rijstrook geregistreerd.

3. De methode van middelen

Omdat van een collectief proces als het verkeer in eerste instantie allerlei gemiddelden de toestand beschrijven, en we de rijstroken willen kunnen vergelijken is een middelingsmethode ontworpen die een variant is op exponential smoothing, waarbij het gewicht van een waarneming exponentieel afneemt met de verstreken tijd. Omdat voor alle rijstroken dezelfde tijdconstante genomen wordt zijn ze vergelijkbaar.

4. Het detecteren van inhaalbewegingen

Uit de meetlusgegevens kan op drie manieren inhaalgedrag gedetecteerd worden.

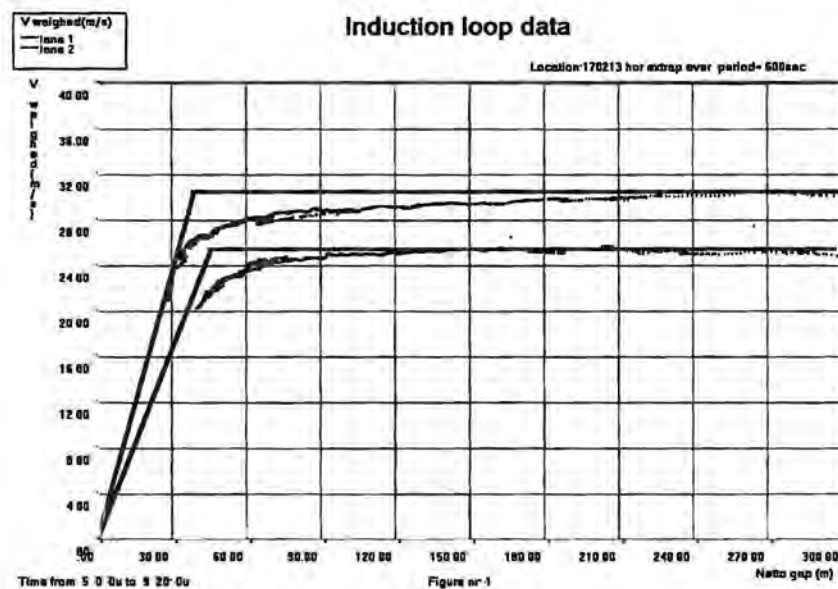
Ten eerste blijkt dat op iedere rijstrook de (gemiddelde) snelheid van personenauto's hoger ligt dan die van vrachtauto's. We beschouwen de rechter rijstrook van een tweestrooks rijbaan. Deze hogere snelheid kan alleen duurzaam waargenomen worden als geldt dat de rechts waargenomen personenauto's een gedeelte van hun tijd bezig zijn de vrachtauto's in te halen via de linker rijstrook. Uit het snelheidsverschil en intensiteiten van beide stromen kan het aantal inhaalbewegingen berekend worden.

Ten tweede moet die inhalende stroom personenauto's waarneembaar zijn **naast** de vrachtauto's: die vormen immers een obstakel voor die stroom. Dit betekent dat de intensiteit op de linker rijstrook **conditioneel op het passeren van een vrachtauto rechts** hoger moet zijn dan de gemiddelde intensiteit links. Dit is inderdaad door ons waargenomen.

Ten derde heeft het inhaalgebeuren consequenties voor de volgtijdverdeling op de rijstroken. Als bestuurders zich in het algemeen houden aan de regel rechts houden en links inhalen zal de variatiecoëfficiënt vc van de volgtijdverdeling rechts onder de 1 liggen, wat inhoudt dat de stroom daar regelmatig is, zeer korte volgtijden komen minder voor door het inhalen, zeer lange komen ook minder voor door opvulling van de linker rijstrook na inhalen. Links daarentegen vinden we dat vc groter is dan 1: naast vrachtauto's vinden we clusters van inhalende voertuigen, tussen vrachtauto's hoeven er minder links te rijden. De afwijking van 1 van vc geeft dus ook informatie over het inhalen, voorzover dat gepaard gaat met rijstrookwisselen.

5. Het model van menselijk gedrag

Om deze waarnemingen te verklaren is een model in ontwikkeling (Polak et al, 1994). Het simpelste model voor - gemiddeld - menselijk gedrag is gekenmerkt door twee lijnen in een diagram waarin de snelheid is uitgezet tegen de netto volgafstand tot de voorligger. Bij afstanden groter dan een - voor een bepaalde voertuig-auto combinatie specifieke - waarde (van de orde van 30 - 50 meter) rijdt het voertuig met de wensnelheid. Als het voertuig de wensnelheid niet kan aanhouden door een langzamer rijdende voorligger die niet ingehaald kan worden wordt de afstand tot de voorligger zodanig dat die afstand evenredig is met de gereden snelheden. In de figuur is voor twee rijstroken het feitelijk gedrag weergegeven met de bibberige lijnen, en twee mogelijke individuele snelheid-afstandrelaties door de getrokken lijnen.



Met dit model kan het basisdiagram goed beschreven worden als uitgaand van een simultane verdeling van wenssnelheden en volgconstanten over de verkeersdeelnemers.

6. Het isoveloxische regime

Als de gemiddelde (netto) volgafstand groter is dan ruim 50 meter rijdt (bijna) iedereen in ons model dus met zijn wensnelheid. De gemiddelde snelheid van de hele verkeersstroom mag dus in dit isoveloxische gebied niet van de dichtheid afhangen, toch is het basisdiagram in dit gebied gebogen. Onze verklaring hiervoor is dat als naar een basisdiagram per rijstrook wordt gekeken (of als over de rijstroken gemiddeld wordt) toch een daling van de snelheid wordt waargenomen door het inhalen: de relatief snelle rijders zullen bij toenemende dichtheid steeds vaker op de linker rijstrook verblijven zodat de gemiddelde snelheid rechts daalt. Ook links kan dit verschijnsel optreden als de snelste rijders al vaak links zijn, terwijl middelsnelle - die ten opzichte van links langzaam rijden - steeds vaker naar links moeten komen. Dit al door van Toorenburg (Toorenburg, 1980) waargenomen paradoxale verschijnsel: de gemiddelde snelheid op de hele rijbaan daalt niet terwijl die op de afzonderlijke rijstroken wel daalt bij toenemende verkeersdichtheid is dus een gevolg van onze verkeersregels. Bij een keep-your-lane systeem zou dit verschijnsel niet waargenomen moeten worden.

7. Stellingen

- 7.1 Er bestaat nog geen bevredigende theorie van de homogene stationaire verkeersstroom.
- 7.2 Een homogene stationaire verkeersstroom kan niet bestaan op een eenstrooks rijbaan.
- 7.3 Voor het juist beschrijven van verkeersstromen is het nodig het rijstrookwisselend inhalen bij de beschrijving te betrekken.
- 7.4 Ook als iedereen op de linker rijstrook dezelfde (wens)snelheid heeft zullen daar clusters optreden.

Literatuur

Polak, P.H., Heijer, T. Control strategies for a highway network. SWOV & TU Delft 1994, R-94-33.

Toorenburg, J. van, De Stationaire Verkeersstroom op de 2x2-strook Autosnelweg, Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, Nota 80-3, 1980.