

1. Rapportnummer	2. ISSN-nummer	
T&P ...	0920-0592	
3. Titel rapport	4. Auteur(s)	
FOSIM 5.1 Gebruikershandleiding	ir T. Dijker ir P. Knoppers	
5. Uitvoerend instituut	6. Opdrachtgever(s)	
Technische Universiteit Delft, Afdeling Transport & Planning	Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer	
7. Onderzoeksthema	8. Onderzoeksrichting	
Verkeersafwikkeling	Verkeersmodellering	
9. Categorie rapport	10. Datum publicatie	
Handleiding	mei 2006	
11. Samenvatting (indicatief)		
<p>FOSIM (Freeway Operations SIMulation) is een microscopisch simulatiemodel voor Nederlands autosnelwegverkeer. Het is in opdracht van de Adviesdienst voor Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat ontwikkeld door het Laboratorium voor Verkeerskunde van de Technische Universiteit Delft.</p> <p>Deze handleiding betreft versie 5.1 van het simulatiemodel. De belangrijkste wijziging ten opzichte van versie 5.0 betreft de mogelijkheid spits- en plusstroken in FOSIM na te bootsen en (delen van) de weg tijdelijk te blokkeren. Daarnaast kent het model een groot aantal kleinere aanpassingen en uitbreidingen.</p> <p>Deze handleiding beschrijft achtereenvolgens:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de achtergronden van het simulatiemodel; 2. de manier waarop in de praktijk met FOSIM studies uitgevoerd moeten worden; 3. de FOSIM-interface. 		
12. Trefwoorden	13. Bijbehorende rapporten	
Handleiding - Verkeersafwikkeling - Microsimulatie - Autosnelweg	-	
14. Externe contacten	15. Aantal pagina's	16. Prijs
Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer Rotterdam	...	€...,-

1. Report number	2. ISSN-number	
T&P ...	0920-0592	
3. Title	4. Author(s)	
FOSIM 5.1 User Manual	T. Dijker P. Knoppers	
5. Published by	6. Commissioned by	
Delft University of Technology, Transport & Planning Department	The Transport Research Centre of the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management	
7. Research theme	8. Research subject	
Traffic operations	Traffic Modelling	
9. Report category	10. Publication date	
Manual	January 2006	
11. Abstract		
<p>FOSIM (Freeway Operations SIMulation) is a microscopic simulation model which reproduces traffic flow on Dutch motorways on a detailed level. It was developed by the Transport Research Laboratory of the Delft University of Technology for the Transport Research Centre of the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management.</p> <p>This user manual concerns FOSIM 5.1. The main changes, compared with FOSIM 5.0, are the inclusion of temporarily available lanes ('plus' and 'peak' lanes) and the option to temporarily block (a part of) the carriageway. Further, several smaller extensions and improvements have been included.</p> <p>This manual consist of three parts which discuss:</p> <ul style="list-style-type: none"> • the backgrounds of the model; • the methods to be used when a simulation study is carried out with FOSIM; • the FOSIM-interface. 		
12. Key words	13. Accompanying reports	
Manual - Traffic operations - Microscopic simulation - Motorways	-	
14. In cooperation with	15. Number of pages	16. Price
The Transport Research Centre of the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management	...	€..

FOSIM 5.1

Gebruikershandleiding

ir T. Dijker
ir P. Knoppers

WINDOWS, WINDOWS 95, WINDOWS 98, WINDOWS NT, WINDOWS 2000, WINDOWS ME, WINDOWS XP en EXCEL zijn geregistreerde merknamen van de Microsoft Corporation.

Voorwoord

Deze handleiding behandelt het gebruik van FOSIM 5.1, een model dat de verkeersafwikkeling op Nederlandse autosnelwegen nabootst. Het model doet dit aan de hand van het gedrag van de individuele bestuurder. Dit betekent dat kenmerken van de verkeersafwikkeling de uitkomsten van de simulatie zijn en dat deze dus niet als invoer gegeven hoeven te worden. Daarom is FOSIM juist geschikt om gevolgen van een bepaalde wegconfiguratie (dat wil zeggen, een bepaalde weggeometrie en verkeersbelasting) op de verkeersafwikkeling te onderzoeken. Hierbij kan FOSIM omgaan met een groot aantal soorten discontinuïteiten en verkeersbelastingen.

Versie 5.1 bouwt voort op FOSIM 5.0 en heeft als grootste uitbreidingen de mogelijkheid plus- en spitsstroken in de simulatie mee te nemen, en tijdelijke blokkades van de weg te specificeren. Daarnaast is een aantal beperktere wijzigingen opgenomen, welke bijvoorbeeld betrekking hebben op verbeteringen van de interface, of het wegnemen van fouten die in de vorige versie aanwezig waren. Een overzicht van alle vernieuwingen staat in paragraaf 1.3.

De gebruikershandleiding bestaat uit de volgende delen:

- een inleiding die het kader van het model schetst en de veranderingen ten opzichte van de vorige versie opsomt (hoofdstuk 1);
- een beschrijving van de gehanteerde modelprincipes (hoofdstuk 2);
- een inleiding in het uitvoeren van studies met het model (hoofdstuk 3);
- een overzicht van de interface van het programma (hoofdstuk 4).

Deze hoofdstukken kunnen afzonderlijk gelezen worden. Voor nieuwe gebruikers is het belangrijk de gehele handleiding goed door te nemen: het gebruik van simulatiemodellen is niet triviaal. Meer ervaren gebruikers zullen vooral geïnteresseerd zijn in de delen van het rapport die de veranderingen ten opzichte van de vorige versie beschrijven.

FOSIM 5.1 is ontwikkeld door het Laboratorium Voor Verkeerskunde van de Technische Universiteit Delft, in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat. Projectleider van de kant van Rijkswaterstaat was ir. H. Schuurman.

De auteurs
Delft, ...

Inhoudsopgave

Samenvatting	i
Abstract	iii
Voorwoord	vii
1 Inleiding	1
1.1 Simulatie van autosnelwegverkeer	1
1.2 Toepassingsgebied van het model	1
1.3 Overzicht van de wijzigingen in FOSIM 5.1	2
2 Achtergrond van de modellering van het verkeer in FOSIM	6
2.1 Ontwikkelingsgeschiedenis	6
2.2 Principes bestuurdersgedrag in FOSIM	6
2.2.1 Het simulatieproces	7
2.2.2 Bestuurdersgedrag op een continu wegvak	7
2.2.3 Bestuurdersgedrag op een wegvak met discontinuïteiten	13
2.2.3.1 Strookwisselen vanwege wijzigingen in de geometrie	14
2.2.3.2 Bestuurdersgedrag bij het inhaalverbod voor vrachtverkeer	23
2.2.3.3 Bestuurdersgedrag bij snelheidsbeperkingen	24
2.2.3.4 Bestuurdersgedrag bij verkeerslichten	26
2.2.3.5 Bestuurdersgedrag bij tijdelijke blokkades	27
2.3 Principes schematisering weg en verkeer	28
2.3.1 Schematisering van de weg	29
2.3.1.1 Wegkenmerken van secties en stroken	29
2.3.1.2 Herkomsten en bestemmingen	35
2.3.1.3 Strookwisselgebieden	35
2.3.1.4 Verkeerslichten	36
2.3.1.5 Tijdelijke blokkades	37
2.3.1.6 Detectoren	38
2.3.2 Schematisering van de verkeersbelasting	38
2.3.2.1 Verkeerssamenstelling	39
2.3.2.2 Intensiteitenverloop	39
2.3.2.3 Herkomst-bestemmingspatroon	40
2.4 Enige beperkingen voor de invoer	41
3 Uitvoeren van een simulatiestudie met FOSIM	43
3.1 Belangrijke overwegingen vooraf	43
3.2 De werkelijkheid schematiseren	43
3.2.1 Schematisering fysieke infrastructuur	44
3.2.2 Schematisering strookwisselen	49
3.2.3 Schematisering verkeersbelasting	53
3.2.4 Meetgegevens verzamelen	54
3.3 Het uitvoeren van de simulaties	55
3.4 Analyseren van de simulatieresultaten	56
3.5 Standaard-invoerbestanden	57
4 Beschrijving van de FOSIM-interface	58
4.1 De structuur van de FOSIM-interface	58
4.1.1 Beschrijving van het FOSIM-venster	58
4.1.2 Navigatie in FOSIM	60
4.2 Het <i>Bestand</i> -menu	61
4.3 Het <i>Bewerken</i> -menu	68

4.4	Het <i>Wegontwerp</i> -menu	70
4.5	Het <i>Verkeer</i> -menu	89
4.6	Het <i>Simulatie</i> -menu	94
4.7	Het <i>Uitvoer</i> -menu	104
4.8	Het <i>Help</i> -menu	110
4.9	Het uitvoeren van simulaties vanaf de commandoregel	111
4.10	Het verwerken van simulatieresultaten in Excel	113
	4.10.1 Installatie invoegtoepassing	113
	4.10.2 Verwerking simulatieresultaten	114
	4.10.3 Verwerking serieresultaten	119
	Literatuur	122
	Bijlage 1: Installatie	126
	Bijlage 2: Conversie van oude FOSIM-bestanden naar FOSIM 5.0/5.1	128
	Bijlage 3: Praktijkvoorbeeld Terbregseplein	130
	Bijlage 4: Standaard FOSIM-invoerbestanden	139
	Bijlage 5: Technische Informatie EXCEL-invoegtoepassing	141

1 Inleiding

1.1 Simulatie van autosnelwegverkeer

Het oplossen van vraagstukken op het gebied van de verkeersafwikkeling is vaak complex. Er zijn wel verschillende handleidingen die hulp bieden, zoals het *Handboek Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen* (Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2002), de *Richtlijnen voor het Ontwerpen van Autosnelwegen* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993) en de *Highway Capacity Manual* (Transportation Research Board, 2000), maar deze hebben hun beperkingen. Wanneer vanwege dergelijke beperkingen het gebruik van handleidingen niet mogelijk is, kunnen simulatiemodellen uitkomst bieden. Deze handleiding behandelt het gebruik van het simulatiemodel FOSIM.

FOSIM is een zogenaamd *microscopisch* simulatiemodel voor Nederlands autosnelwegverkeer. Dat wil zeggen dat tijdens de simulatie het gedrag van elke afzonderlijke bestuurder wordt nagebootst. Dit betekent dat verkeersstroomkenmerken zoals de capaciteit geen onderdeel zijn van de invoer, maar dat deze een uitkomst van de simulatie zijn. Dit maakt het model specifiek geschikt om gevolgen van een bepaald geometrisch ontwerp op de afwikkeling te bestuderen.

Deze handleiding geeft de informatie die nodig is om met versie 5.1 van FOSIM te werken:

- paragraaf 1.2 bakent het toepassingsgebied van het model af;
- paragraaf 1.3 geeft een overzicht van alle wijzigingen van deze versie van FOSIM vergeleken met de vorige versie (5.0);
- om FOSIM te kunnen gebruiken en om de uitkomsten op realiteitsgehalte te kunnen beoordelen is kennis van de werking van het model noodzakelijk. Hoofdstuk 2 geeft hiertoe een inleiding in de interne werking van het model;
- om de gebruiker snel op weg te helpen gaat hoofdstuk 3 in op het principe van het opzetten van een modelstudie met FOSIM. Hierbij wordt kennis van hoofdstuk 2 verondersteld, maar wordt nog niet ingegaan op de interface van FOSIM;
- de interface van FOSIM komt in hoofdstuk 4 aan bod;
- bijlage 1 beschrijft de installatieprocedure van FOSIM;
- bijlage 2 behandelt de conversiemethode voor invoerbestanden die aangemaakt zijn met versies van FOSIM eerder dan FOSIM 5.0;
- bijlage 3 geeft een praktijkgericht voorbeeld van het gebruik van FOSIM;
- bijlage 4 beschrijft de met het programma geleverde standaard-invoerbestanden;
- bijlage 5 geeft enige technische informatie over een met FOSIM meegeleverde EXCEL-macro.

1.2 Toepassingsgebied van het model

FOSIM is ontwikkeld voor simulatie van Nederlands autosnelwegverkeer. Het kan omgaan met de in Nederland voorkomende typen wegvakken als invoegingen, uitvoegingen, tapsamenvoegingen, taperuitvoegingen, samenvoegingen, splitsingen, symmetrische en asymmetrische weefvakken en situaties met werk in uitvoering, of combinaties van de genoemde elementen. De wegvakconfiguraties kunnen maximaal twaalf stroken breed zijn, met maximaal negenennegentig herkomsten en negenennegentig bestemmingen. De totale lengte van het te simuleren wegvak wordt alleen beperkt door de mogelijkheden van de gebruikte computer. Het model richt zich in hoofdzaak op strengen, maar kan ook omgaan met situaties waar in beperkte mate routekeuze een rol speelt.

Ten aanzien van de geometrische kenmerken gaat FOSIM uit van wegvakken die voldoen aan de ROA (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993). FOSIM kan dus niet (expliciet) omgaan met smalle stroken en de invloed van objecten langs de weg die bestuurders

beïnvloeden. Verder neemt FOSIM niet direct de beperkende werking van krappe horizontale bogen, hellingen, of een beperkt profiel van vrije ruimte (tunnels) mee. Wel is in de invoer door de gebruiker een lokale beperking van de snelheid op te geven om de invloed van bovenstaande enigszins na te bootsen.

FOSIM gaat uit van de verkeersregels zoals deze in Nederland gelden. Het kan de invloed op de afwikkeling op de autosnelweg verdisconteren van verkeersregelinstallaties ter plaatse van aansluitingen. Verder kan het spits- en plusstroken simuleren. Het model houdt echter geen rekening met de invloed van andere DVM-maatregelen, zoals het signaleringssysteem (afkruisen stroken, dynamische maximumsnelheid), toeritdosering, dynamische doelgroepstroken en Dynamische Route InformatiePanelen (DRIP's).

FOSIM is niet bedoeld om aspecten van de verkeersveiligheid te bestuderen. Wel is het mogelijk tijdelijke blokkades te specificeren, zoals deze bijvoorbeeld bij een ongeluk kunnen ontstaan. Op deze wijze kan in enige mate nagegaan worden wat de effecten van een dergelijke tijdelijke blokkade zijn op de afwikkeling.

FOSIM kan met een groot aantal soorten verkeersbelastingen omgaan. Hierbij zijn vooral het aandeel vrachtverkeer en de herkomst-bestemmingsmatrix van het verkeer van belang, welke in FOSIM gedurende de simulatie een vaste waarde hebben. De voertuigen en bestuurders in FOSIM representeren het verkeersgedrag zoals zich dit in de werkelijke situatie van dit moment voordoet. Het model houdt dan ook nog geen rekening met technieken uit de automatische voertuiggeleiding. Tenslotte gaat FOSIM uit van het bestuurdersgedrag onder 'ideale' omstandigheden (ofwel, geen neerslag en geen duisternis).

1.3 Overzicht van de wijzigingen in FOSIM 5.1

Deze paragraaf geeft een overzicht van de wijzigingen in FOSIM 5.1 ten opzichte van de oorspronkelijke distributie van FOSIM 5.0, namelijk, versie 5.0 Build 1. Sinds deze distributie zijn nog drie tussentijdse updates verschenen (Build 2, 3 en 4), waarin verschillende onvolkomenheden van de eerdere distributies zijn aangepakt. In onderstaand overzicht wordt met het teken "*" aangegeven of de beschreven wijziging al in één van de deze drie updates (deels) was opgenomen.

De opvallendste uitbreiding, met ook de grootste model-interne gevolgen, betreft de mogelijkheid plus- en spitsstroken in de wegconfiguratie op te nemen. Afhankelijk van het open of gesloten zijn van dergelijke stroken verandert op welke locaties bestuurders gedwongen worden strookwisselingen uit te voeren. Bladzijde 18 beschrijft hoe FOSIM spits-/plusstroken nabootst. ...de manier om de spits/plusstroken in te voeren, terwijl ... ingaat op de gevolgen voor het gewenst en verplicht strookwisselen. Ook hoofdstuk 2 en 3 (blz. ...) behandelen enige aspecten van spits- en plusstroken.

Een andere opvallende uitbreiding betreft de mogelijkheid de rijbaan, of een deel hiervan, gedurende een deel van de simulatie te blokkeren. De achterliggende modellering is beschreven in ..., de methode waarop de blokkering wordt ingevoerd is beschreven in De samenhang tussen tijdelijke blokkades en het gewenst en verplicht strookwisselen komt in ... aan de orde.

In eerdere versies van FOSIM werd de tijd altijd weergegeven in seconden. Versie 5.1 geeft de mogelijkheid ook de tijd weer te geven in uren:minuten:seconden-formaat (hh:mm:ss). Dit maakt de interpretatie van het tijdverloop eenvoudiger, zowel bij het specificeren van de invoer, en bij het bekijken van de resultaten. Ook maakt dit het mogelijk aan te geven dat de uitgevoerde simulatie betrekking heeft op een bepaald dagdeel (bijvoorbeeld de ochtendspits). Met de nieuwe notatiemogelijkheid is de maximale simulatieduur verhoogt naar 23 uur, 59 minuten en 59 seconden. De aanpassingen aan de interface zijn beschreven op pagina 95.

Andere wijzigingen met betrekking tot de gebruikersinterface zijn de volgende:

- bij de invoer van het intensiteitsverloop is het mogelijk in één keer meerdere kolommen in te voegen (zie pagina ...);
- wanneer bij simulaties de kleuren van de voertuigen naar hun bestemmingen verwijzen, worden de bijbehorende kleuren ook getoond op de grafische afbeeldingen van de bestemmingen op het wegdek;
- wanneer in de detectoruitvoergrafieken de totalen van alle stroken worden bekeken, schalen voortaan de assen die de intensiteit of de dichtheid weergeven mee (in het verleden hadden deze assen een vaste maximale waarde);
- bij het uitvoeren van serie, om een capaciteitsverdeling te verkrijgen, is het mogelijk op te geven de capaciteit te meten van een deel van de aanwezige stroken (zie pagina ...);
- de objectenlijst toont nu ook de aanwezige strookwisselgebieden;
- het licentietype wordt in het vervolg getoond in het info-venster;
- via het info-venster is het mogelijk zeer uitgebreide informatie te krijgen over de versie van de verschillende onderdelen van FOSIM (hetgeen vooral van belang is voor onderhouds- en beheersdoeleinden; zie pagina ...);
- de weergave van de schuifbalk is afhankelijk gemaakt van de mate van inzoomen;
- wanneer bij het uitvoeren van simulaties met 'serie' een fout optreedt (bijvoorbeeld een aanrijding) is het niet meer noodzakelijk op een knop te drukken voordat de simulatieserie verder gaat. **OF IS DAT ALLEEN ZO BIJ SIMULATIES VANAF DE COMMANDOREGEL...?** De foutmelding wordt nu bewaard in de tabel met uitkomsten van serie waarna de volgende simulatierun start. *

Ook is een aantal fouten/onvolkomenheden die in eerdere versies voorkwamen weggenomen, namelijk:

- het kon voorkomen dat verkeersgegevens niet correct werden bewaard bij de herkomst waarvoor deze gegevens waren opgegeven; *
- het was mogelijk dat voertuigen om ruimte te maken voor strookwisselingen een deceleratie kozen die niet goed paste bij het nieuwe systeem voor verplicht strookwisselen, zoals ingevoerd in FOSIM 5.0;
- FOSIM kon incidenteel vastlopen bij het selecteren van de meest stroomafwaartse sectie of de gehele weglengte;
- wanneer een routekeuzesituatie samenging met een rijbaanscheiding van één of meer stroken breed, genereerde FOSIM incorrecte strookwisselgebieden;
- wanneer strookwisselgebieden bijgewerkt werden (via de knop 'Bijwerken strookwisselen' in *Genereer strookwisselgedrag* uit het menu *wegontwerp*) werden routekeuzegebieden onterecht veranderd in gewone strookwisselgebieden;
- er kon een probleem optreden bij het invoeren de verkeerssamenstelling waardoor FOSIM geheel vastliep;
- FOSIM kon vastlopen door een intern conflict in de nummering van de herkomsten en bestemmingen; *
- bij het inlezen van een bestand kregen alle wegsecties altijd 120 km/h als snelheidslimiet, ook indien het invoerbestand andere waarden specificeerde; *
- een klein probleem met het instellen van de simulatiesnelheid kwam soms voor; *
- bij het openen van detectoruitvoer in FOSIM kwam het soms voor dat gegevens van een andere detector dan de geselecteerde werden getoond; *
- bij detectoruitvoer werden de datapunten voor de stroken 9 tot en met 12 alle zwart gekleurd, nu krijgen ze alle een eigen kleur; *
- bij zeer hoge intensiteiten kon FOSIM een waarschuwing geven dat congestie een bron had bereikt terwijl dit niet het geval was. Aanpassing heeft plaatsgevonden van het criterium dat dit bepaalt, echter, bij zeer hoge intensiteiten die lange tijd aanhouden blijft de incorrecte waarschuwing wel mogelijk; *
- de interface bleek soms toe te laten dat snelheidsonderdrukking en een snelheidslimiet lager dan 120 km/h gecombineerd werden. *

Naast een enkele wijziging van het onderliggende model vanwege werkelijke fouten, is de simulatiekernel nog op een paar andere punten licht aangepast:

- bij het controleren of een strookwisseling naar rechts gewenst was (niet vanwege gewenst of verplicht strookwisselen, maar in verband met ander verkeer), werd soms besloten de

- strookwisseling niet uit te voeren, terwijl de mogelijkheid hiertoe eigenlijk wel aanwezig was. De hiervoor verantwoordelijke conditie is iets gewijzigd, zodat in het vervolg strookwisselingen naar rechts vaker uitgevoerd worden, uiteraard wanneer mogelijk;
- het bleek in Fosim incidenteel mogelijk (afhankelijk van de wegconfiguratie) dat een bron een nieuw voertuig op een zodanige plaats genereerde en met een zodanige snelheid, dat aanrijdingen in de simulatie niet vermeden konden worden. Het model dat de plaats en snelheid van nieuwe voertuigen bepaalt, is aangepast om dergelijke problemen te voorkomen; *
 - de anticipatietijd was voorheen op verschillende punten in de code getalsmatig vastgelegd. Nu worden hiervoor twee in centraal vastgestelde parameters gebruikt;
 - om bij te houden of voertuigen aan het afremmen zijn voor traag verkeer in naastgelegen stroken werden twee variabelen gebruikt. Het gebruik van een enkele variabele bleek echter afdoende (slowingforqueueinotherlane).

Tenslotte hebben de volgende (kleine) wijzigingen plaatsgehad:

- waar noodzakelijk zijn wijzigingen in de invoerbestanden doorgevoerd. Er is uiteraard wel gezorgd dat oude bestanden nog altijd ingelezen kunnen worden. Bovendien kan FOSIM 5.0 ook de bestanden van versie 5.1 inlezen, als er geen mogelijkheden gebruikt zijn die nog niet in de eerdere versie bestonden;
- de minimumwaarde voor de parameter 'wenssnelheid (70), ofwel, wenssnelheid bij snelheidslimiet 70 km/h, is ingesteld op 70 km/h. Dit maakt het mogelijk door aanpassing van de parameters bestuurders precies de wenssnelheid te geven die overeenkomt met de snelheidslimiet;
- de maximumwaarde voor de parameter voertuiglengte is verhoogd naar 26 m;
- FOSIM 5.1 staat korte lengtes van taperelementen toe, namelijk tot 100 m, in plaats van 250 m in FOSIM 5.0. Korte tapersamenvoegingen dienen echter wel met beleid toegepast te worden, liefst gecombineerd met lagere maximumsnelheden. *

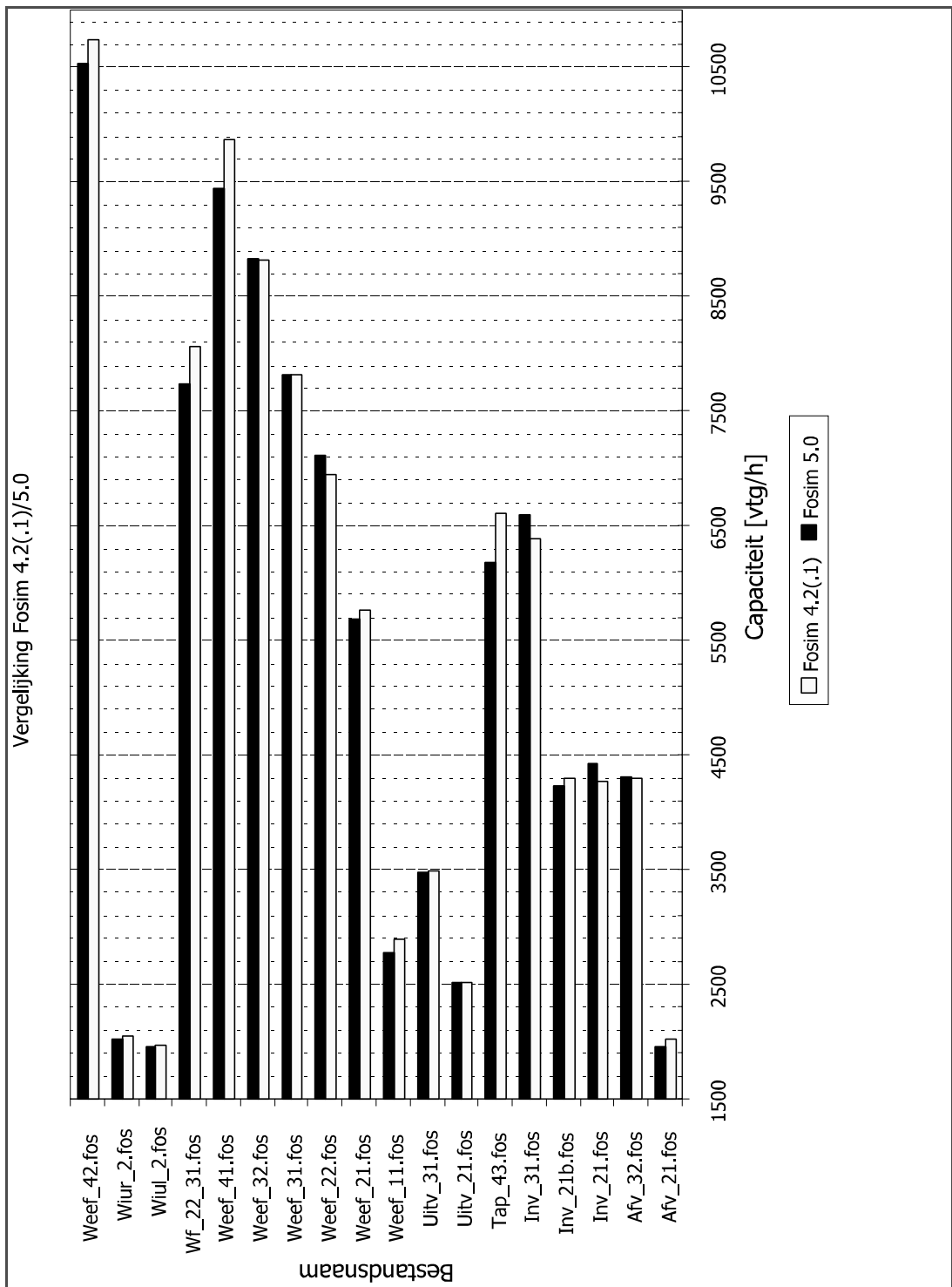
...wijzigingen waarvan ik het daadwerkelijke doorvoeren/de reden niet meer weet/niet kan achterhalen uit de code:

- veranderingen in de kernel rondom functie GetKernelBHVSection
- wijzigingen in main rondom functie fixfromto en currentlanefrom e.d.
- was er ook nog wat gedaan m.b.t. undo?

...

De modelwijzigingen hebben enige gevolgen voor de resultaten van het model. Dit geeft figuur 1 weer aan de hand van een vergelijking van capaciteiten (mediaanwaarden) bepaald met de nieuwe en met vorige versies van FOSIM. De capaciteiten zijn geschat voor de voorbeeld-bestanden die geleverd zijn bij FOSIM (zie bijlage 4). Er is een aantal oorzaken aanwijsbaar voor de verschillen:

- ..
- ...



Afbeelding 1: Vergelijking capaciteiten voorbeeld-invoerbestanden bepaald met FOSIM 5.1 en FOSIM 5.0 en FOSIM 4.2(.1) ...nog aanpassen...

2 Achtergrond van de modellering van het verkeer in FOSIM

Om een simulatie te kunnen uitvoeren is het noodzakelijk de werkelijke situatie te vertalen tot invoer waar het simulatiemodel mee om kan gaan. Deze vertaling hangt sterk samen de manier waarop het model intern werkt. Ook de resultaten van het model hangen hier uiteraard sterk mee samen, zodat voor de interpretatie van de modelresultaten ook kennis van de werking van het model nodig is. Dit hoofdstuk behandelt dan ook in detail hoe FOSIM het verkeer nabootst. Aan de hand hiervan gaat het volgende hoofdstuk in op het praktische gebruik van FOSIM.

Dit hoofdstuk behandelt eerst de manier waarop FOSIM tot zijn huidige versie is gekomen. Dit maakt ook duidelijk in welke relatie de huidige versie staat tot eerdere versies. Hierna volgen twee paragrafen over respectievelijk de manier waarop het model het gedrag van verkeersdeelnemers simuleert en waarop FOSIM de werkelijkheid schematiseert. Delen van dit hoofdstuk zijn gebaseerd op Vermijs (1992) en Vermijs & Middelham (1998).

2.1 Ontwikkelingsgeschiedenis

Het model FOSIM, eigendom van de Adviesdienst voor Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat, is in ontwikkeling bij het Laboratorium voor Verkeerskunde van de Technische Universiteit Delft. FOSIM (Freeway Operations SIMulation) is van Amerikaanse origine (Bullen, 1982) en voor toepassing op de verkeerssituatie in Nederland dermate ingrijpend gewijzigd, dat gesproken kan worden van een eigen Nederlandse ontwikkeling. FOSIM is dan ook specifiek gekalibreerd en gevalideerd voor de Nederlandse situatie (Vermijs, 1991; Schuurman & Vermijs, 1993; Minderhoud & Kirwan, 2001).

In een tijdsbestek van meer dan een decennium is de eerste versie van FOSIM ontwikkeld tot de huidige versie 5.1. De kern van het simulatiemodel is hierbij stabiel sinds versie 3.0 (verschenen in 1997). De ontwikkelingen die sindsdien plaatsvonden hebben vooral betrekking gehad op verbetering van het gebruiksgemak, uitbreidingen van de mogelijkheden en kleine aanpassingen van het bestaande model. Sinds versie 4.0 beschikt FOSIM over een WINDOWS-interface, en in versie 4.1 is ook de simulatie-kern volledig opnieuw gecodeerd. FOSIM 4.2 kon verschillende nieuwe situaties nabootsen en kende beperkte aanpassingen van de interface.

Uitgebreide en belangrijke wijzigingen vonden plaats in versie 5.0. Deze werden vooral gekenmerkt door een zeer sterke vereenvoudiging van de gebruikersinterface. Verschillende arbeidsintensieve delen bij het specificeren van de invoer werden geautomatiseerd. Dit gold in hoofdzaak voor de invoer van het strookwisselen vanwege de geometrie, en voor de specificatie van het intensiteitsverloop. De wijzigingen in versie 5.1 zijn beperkter: deze versie richt zich op een uitbreiding van het model met plus- en spitsstroken, enige kleinere modelmatige aanpassingen en verbeteringen van het gebruiksgemak, en het aanpakken van een aantal onvolkomenheden uit eerdere versies.

2.2 Principes bestuurdersgedrag in FOSIM

FOSIM is een *microscopisch* simulatiemodel. Dit wil zeggen dat het model het individuele gedrag van bestuurders nabootst. De gedragingen van alle bestuurders samen leiden vervolgens tot een bepaalde verkeersafwikkeling. Het bestuurdersgedrag komt in FOSIM in hoofdlijnen op het volgende neer:

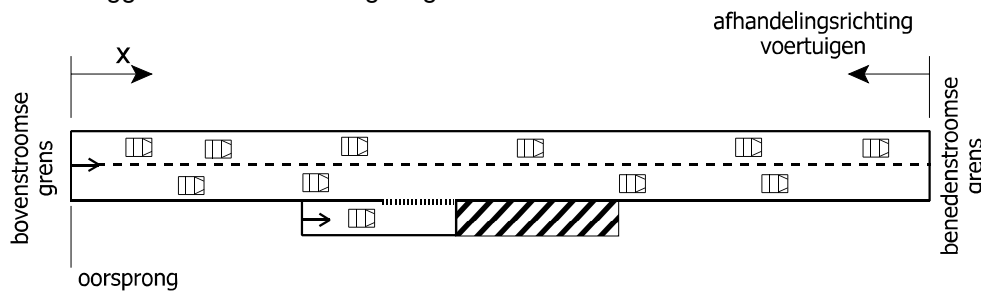
- bestuurders hebben een wensnelheid;
- wanneer bestuurders met trager verkeer te maken krijgen en hun wensnelheid niet meer kunnen aanhouden, zullen zij proberen van strook te wisselen om het trager verkeer te passeren;

- wanneer passeren van een trager voertuig niet mogelijk is, past de bestuurder zijn snelheid aan en volgt hij het voertuig voor zich met de volgafstand die hij wenst;
- bestuurders maken de strookwisselingen die noodzakelijk zijn om hun bestemmingen te halen, bijvoorbeeld in het geval van een weefvak.

Het vervolg van deze paragraaf gaat gedetailleerd in op de uitwerking van dit gedrag in het simulatiemodel. Dit gebeurt door een voertuig te volgen zoals dit zich in FOSIM zou kunnen verplaatsen, eerst voor een continu wegvak en daarna voor een wegvak met discontinuïteiten. Hieraan vooraf gaat een kort overzicht van het simulatieproces als geheel.

2.2.1 Het simulatieproces

In het simulatiemodel is de tijd opgedeeld in tijdstappen van een vaste duur. Hierbij is de aanname dat gedurende de tijdstap de 'bewegingsvariabelen', zoals de versnellingen, van alle voertuigen constant zijn. Na elke tijdstap worden de posities van alle op het wegvak aanwezige voertuigen opnieuw bepaald, beginnend aan het stroomafwaartse eind van het wegvak (zie figuur 2). De nieuwe positie van een voertuig hangt af van, naast zijn oude positie, de karakteristieken van het voertuig en zijn bestuurder, als ook van interacties met medeweggebruikers en de wegvakgeometrie.

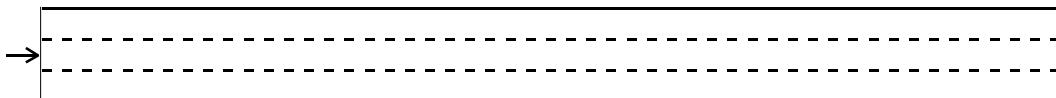


Afbeelding 2: Een wegvak in de simulator

De simulatie-uitkomsten zijn deels afhankelijk van tijdens de simulatie gelote waarden. Deze zijn weer afhankelijk van een vantevoren in de invoer opgegeven startwaarde voor de randongenerator: bij dezelfde startwaarde zijn ook altijd de uitkomsten hetzelfde. Om een uitspraak over de afwikkeling te kunnen doen, moeten meerdere simulaties uitgevoerd worden met telkens een andere waarde voor het randomgetal. Op deze manier resulteert een verdeling van de te onderzoeken grootheid.

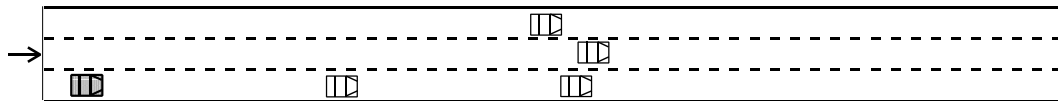
2.2.2 Bestuurdersgedrag op een continu wegvak

Stel dat een voertuig zich verplaatst over een driestrooks weg zonder discontinuïteiten zoals weergegeven in figuur 3.



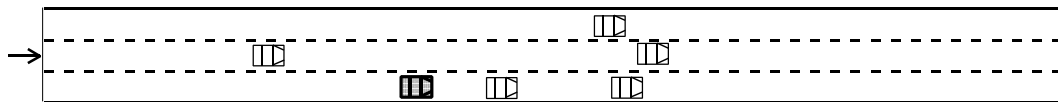
Afbeelding 3: Een leeg wegvak met links de herkomst en rechts de bestemming

Wanneer de simulatie start is de weg volledig leeg. Er bevindt zich aan het begin van de weg een bron die voertuigen op de rijbaan plaatst (hoe deze bronnen precies werken leest u in de omkaderde tekst 'Werking van de voertuiggenerator in FOSIM'). Neem aan dat de weg niet bijzonder druk is. Op een gegeven moment wordt het voertuig dat we verder volgen geplaatst. Het gaat om het geaccentueerde voertuig in figuur 4. Het voertuig heeft (nog) niet te maken met ander verkeer (het is een 'vrij' voertuig), zodat het zijn wensnelheid krijgt.



Afbeelding 4: Vrij rijdend voertuig

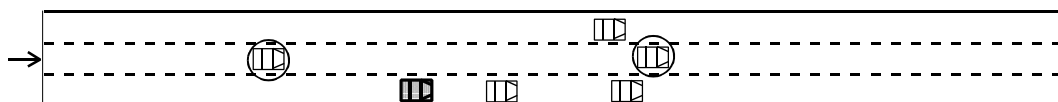
Het voertuig is in dit voorbeeld sneller dan het andere verkeer in figuur 4, zodat het op een gegeven moment te maken krijgt met een tragere voorligger (zie figuur 5). Het voertuig kijkt dan of het van strook wil wisselen om het tragere voertuig (zijn 'leider') te passeren. Er zijn allerlei redenen die bepalen of het voertuig de strookwisseling wenst uit te voeren. Zo moet het niet de verwachting zijn dat het te passeren voertuig zoveel sneller gaat rijden dat het inhalende voertuig er nooit aan voorbij komt. En ook als het voertuig na de strookwisseling achter een voertuig komt dat sterk afremt, ontstaat de wens tot strookwisselen niet.



Afbeelding 5: Voertuig krijgt te maken met trager verkeer

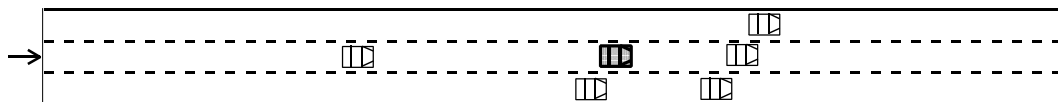
Als vastgesteld is dat de wens tot strookwisselen inderdaad bestaat, wordt gekeken welke deceleraties nodig zijn als het voertuig op de andere strook geplaatst wordt. Immers, het voertuig kan tussen twee andere voertuigen terecht komen (omcirkeld in figuur 6) en als gevolg hiervan is het mogelijk dat het strookwisselende voertuig evenals het voertuig direct stroomopwaarts (zijn nieuwe *volger*) moet afremmen. Deze benodigde deceleraties (voor beide voertuigen) mogen niet te groot zijn, anders gaat de strookwisseling niet door. Deze methode - bepalen of de wens tot strookwisselen bestaat en vervolgens of de strookwisseling met acceptabele versnellingen uitgevoerd kan worden - is het algemene principe waarmee FOSIM strookwisselingen afhandelt.

Voor de strookwisselingen in de hier geschetste context is de vraag welke deceleratie een bestuurder accepteert afhankelijk van de actuele snelheid van het voertuig dat van strook wil wisselen: als het voertuig met zijn wenssnelheid rijdt, is het in het geheel niet bereid af te remmen of zijn volger te laten remmen als gevolg van de strookwisseling; als het voertuig stil staat accepteert het de *maximale strookwisseldeceleratie* (een kalibratieparameter).

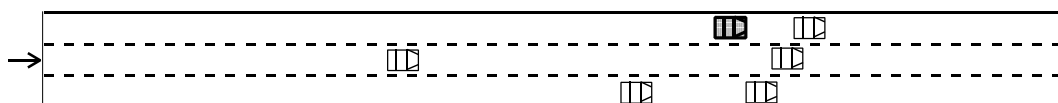


Afbeelding 6: Nieuwe volger en leider van het voertuig (omcirkeld) indien het een strookwisseling uitvoert

Neem aan dat in dit geval de strookwisseling doorgaat. Het voertuig krijgt dan te maken met drie voertuigen die op ongeveer dezelfde hoogte rijden (zie afbeelding 7). We gaan ervan uit dat het voertuig naar de linker strook wisselt, waarna het te maken krijgt met een tragere voorligger (zie afbeelding 8).



Afbeelding 7: Voertuig krijgt te maken met drie tragere voertuigen



Afbeelding 8: Voertuig moet volgen

Omdat het geaccentueerde voertuig sneller rijdt dan zijn nieuwe leider, moet het zijn snelheid aanpassen. Het remt dus af tot het op een bepaalde volgafstand dezelfde snelheid als zijn leider bereikt heeft. Daarna blijft het zijn leider volgen, waarbij het zijn snelheid en volgafstand blijft aanpassen aan wijzigingen van de snelheid van zijn leider.

Werking van de voertuiggenerator in FOSIM

Aan het begin van iedere rijbaan bevindt zich een voertuiggenerator (ook wel herkomst of bron genoemd). Deze bepaalt elk tijdstip of nieuwe voertuigen op de weg geplaatst moeten worden. Dit gebeurt aan de hand van de door de gebruiker opgegeven intensiteiten in combinatie met de verdeling van de onderscheiden typen voertuigen en bestuurders (zie het kader 'Typen voertuigen en bestuurders en kalibratieparameters in FOSIM' voor meer informatie over voertuig-bestuurdercombinaties in FOSIM).

In de invoer staan de verkeersgegevens per rijbaan, terwijl de bron de voertuigen per rijstrook plaatst. Daarom rekent de bron de rijbaangegevens om naar rijstrookgegevens, namelijk de intensiteiten per voertuig-bestuurdercombinatie per rijstrook. De bron gaat hiertoe van rechts naar links de rijstroken af, en van de traagste naar de snelste (qua wenssnelheid) de voertuig-bestuurdercombinaties, en verdeelt telkens de intensiteiten per strook naar gelang deze hiervoor ruimte bieden. Als de gevraagde intensiteit groter is dan waar de rijbaan plaats voor biedt, volgt een foutmelding. Indien de gevraagde intensiteit juist klein is, zorgt de bron ervoor dat de rechts gelegen stroken niet volledig gevuld zijn en op de andere stroken ook verkeer voorkomt. Het is te verwachten dat het simulatieverloop de verdeling over het de stroken nog wel enigszins verandert, zodat enige weglengte wenselijk is om het verkeer zich te laten instellen. Er is nog een andere reden voor een dergelijk inloopstuk: voertuigen nemen hun omgeving pas waar zodra zij op de weg geplaatst zijn. Dit betekent dat indien bijvoorbeeld een detector of een verkeerslicht erg dicht op de bron geplaatst is, deze door de voertuigen gemist worden.

De bron houdt per rijstrook de tijd bij sinds het vorige voertuig geplaatst is. Aan de hand van de actuele intensiteit stelt de bron vervolgens vast na hoeveel tijd het volgende voertuig geplaatst moet worden. Het model gaat er hierbij vanuit dat bij een constante intensiteit alle voertuigen elkaar opvolgen met dezelfde tussentijd uit de generator. Stroomafwaarts zorgt het bestuurdersgedrag er uiteraard voor dat de opvolgtijdverdeling verandert. De bron loot welk type voertuig-bestuurder het moet plaatsen afhankelijk van de verdeling van voertuig-bestuurdercombinaties voor de betreffende strook, evenals naar welke bestemming het voertuig wenst te gaan.

Wanneer het volgens het intensiteitenverloop tijd is een nieuw voertuig te genereren, berekent de bron op welke coördinaat het exact geplaatst moet worden. Dit is niet eenvoudigweg het begin van het wegvak, omdat het plaatsen van voertuigen alleen na het verstrijken van een tijdstap kan gebeuren, terwijl het moment waarop een voertuig gegenereerd moet worden op elk moment kan liggen. Voertuigen hebben op het moment dat de bron hen plaatst dus meestal al enige afstand stroomafwaarts van de bron afgelegd. De grootte van deze afstand hangt samen met de snelheid van het voertuig. Deze snelheid is gelijk aan zijn (actuele) wenssnelheid, of, indien zich stroomafwaarts op de strook een voertuig bevindt, een zodanige snelheid dat het nieuwe voertuig in ieder geval op een veilige afstand achter dat stroomafwaartse voertuig terecht komt, en uiteraard altijd begrensd op de (actuele) wenssnelheid.

Wanneer de positie van het te plaatsen voertuig berekend is, controleert FOSIM of de afstand tot het eerstvolgende voertuig stroomafwaarts zo groot is dat het nieuwe voertuig niet direct hiervoor wenst af te remmen. Dit wil zeggen dat de afstand minimaal gelijk moet zijn aan de afstand die de bestuurder als voldoende comfortabel ervaart, volgens een in FOSIM vastgelegde functie. Als de afstand te klein blijkt, wordt de plaatsing van het voertuig uitgesteld tot na een volgende tijdstap. Op deze wijze is het mogelijk dat tijdelijk de gegenereerde intensiteit lager is dan vereist volgens de invoer. Deze achterstand wordt dan ingelopen door voertuigen die dichter op hun voorligger kunnen zitten eerder te plaatsen.

Bij het volgen gaat het de bestuurders om twee principes: het aanhouden van een door hen gewenste volgafstand en het voorkomen van ongelukken. Men zou kunnen zeggen dat in FOSIM bestuurders het eerste doen door de stand van het gaspedaal te veranderen (van remmen op de motor tot en met maximaal accelereren), terwijl voor het voorkomen van aanrijdingen het rempedaal gebruikt wordt. Elke keer als bepaald wordt welke actie ondernomen moet worden, komen beide mogelijkheden aan bod en wordt gekozen voor de 'maatgevende'. Een nauwkeuriger beschrijving van het volgedrag kunt u vinden in de omkaderde tekst 'Volgedrag in FOSIM'.

Volgedrag in FOSIM

Gewenste volgafstand aanhouden

De volgafstand die bestuurders proberen aan te houden is afhankelijk van de gereden snelheid. Het in FOSIM aangenomen verband is in afbeelding 9 geschetst en in formulevorm weergegeven: bij lagere snelheden is de volgafstand, maar ook de *volgtijd*, kleiner dan bij grotere. De keuze van de versnelling die een bestuurder moet toepassen om die gewenste volgafstand te bereiken gebeurt op twee manieren:

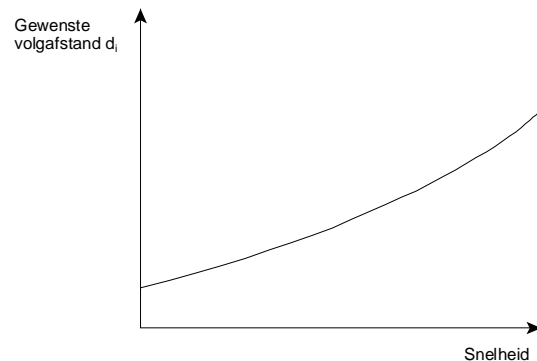
1. bij het op grotere afstand naderen van een trager voertuig speelt de (beperkte) menselijke waarneming een belangrijke rol: hoe groter de afstand tussen twee voertuigen, hoe moeilijker het snelheidsverschil tussen de voertuigen ingeschat kan worden. In FOSIM betekent dit dat een voertuig pas zijn snelheid aanpast als een bepaalde perceptiedrempel is overschreden, zoals modelmatig is vastgelegd door Wiedemann (1974). Afbeelding 10 geeft de toegepaste perceptiedrempel weer. Op de horizontale as staat het snelheidsverschil tussen de voertuigen (de relatieve snelheid dv), op de verticale as de afstand tussen de voertuigen (dx).
2. wanneer voertuigen zich op kortere afstand van elkaar bevinden is in FOSIM een ander gedragsmodel bepalend voor de toegepaste versnellingen. Dit model gaat er van uit dat wanneer de toestand afwijkt van de gewenste toestand (de volgafstand is te klein of juist te groot) dit na een bepaalde tijdsperiode, de zogenaamde '*anticipatietijd*' gecorrigeerd moet zijn. De hiertoe benodigde versnelling wordt berekend.

Aanrijdingen vermijden

Het hierboven omschreven volgedrag is beperkt tot het 'afstand houden met het gaspedaal', zodat hieruit nooit deceleraties sterker dan afremmen op de motor (in FOSIM vastgelegd als de kalibratieparameter *maximale volgdeceleratie*) resulteren. Voor gevallen waarbij sterker afgeremd moet worden, ofwel, waarbij het rempedaal toegepast wordt, gebruiken voertuigen een aparte berekening. De principes hiervan zijn wel hetzelfde als van het eerder beschreven 'anticipatietijdmodel'. De precieze implementatie is nu dat bestuurders er voor willen zorgen dat zij na de anticipatietijd hun leider net niet raken. Het resultaat hiervan wordt niet begrensd op remmen op de motor maar op de *maximale deceleratie*, wat opnieuw een kalibratieparameter is.

Reactietijden

Bestuurders reageren in werkelijkheid nooit onmiddellijk, maar pas na een bepaalde reactietijd. In FOSIM is dit in beperkte mate meegenomen door rekening te houden met de zogenaamde aanspreektijd. Dit is de tijd tussen het nemen van een beslissing tot remmen of versnellen en het daadwerkelijk uitvoeren ervan. Dit is dus een deel van de totale reactietijd. Voor remmen is de aanspreektijd iets korter dan voor versnellen.

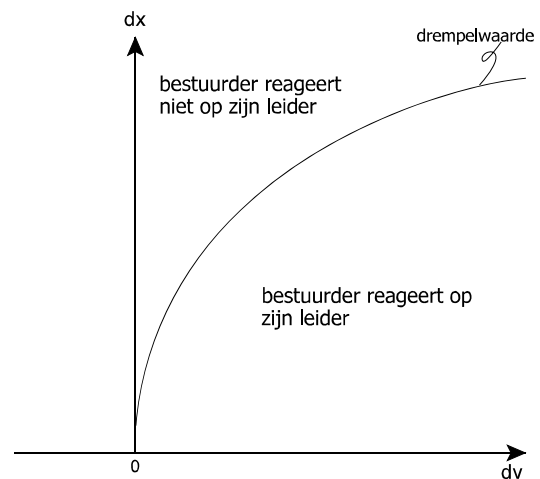


$$d_i = z_{1,i} + z_{2,i}v + z_{3,i}v^2 \quad (1)$$

met:

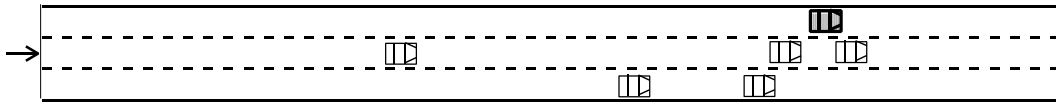
d_i = gewenste netto volgafstand van voertuigtype i [m]
 $z_{1,i}$, $z_{2,i}$, $z_{3,i}$ = kalibratieparameters voor voertuigtype i
 v = de snelheid van het betreffende voertuig [m/s]

Afbeelding 9: Verband snelheid - gewenste ('comfortabele') volgafstand



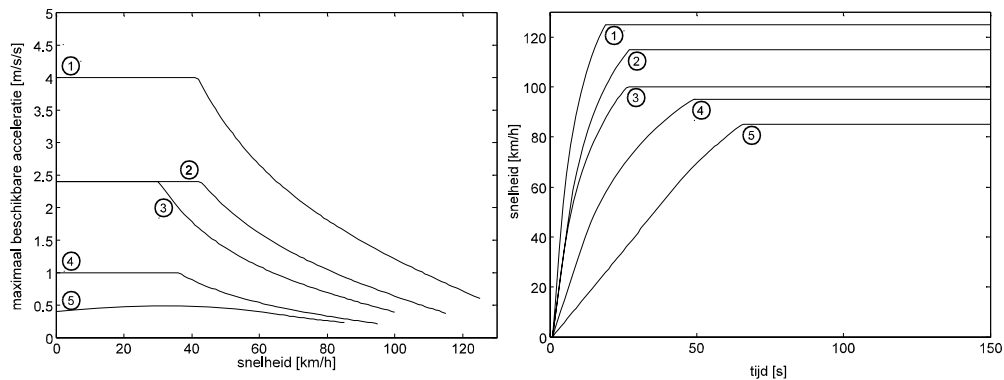
Afbeelding 10: Principe model Wiedemann (1974)

Op een gegeven moment gaat de leider naar rechts (afbeelding 11) en kan het voertuig dat we volgen accelereren naar zijn wenssnelheid. Het beschikbare acceleratievermogen is afhankelijk van de snelheid: bij lagere snelheden is het acceleratievermogen groter dan bij hoge snelheden. Verder wordt gezorgd dat niet al te grote sprongen in de acceleratie voorkomen (via de parameter 'maximale sprong in acceleratie').



Afbeelding 11: Voertuig kan trager verkeer passeren

Het acceleratiemodel (Van den Bos, 2002) is afgeleid uit de voertuigmechanica en sluit aan bij het voertuigmodel Simvra+ (Rijkswaterstaat Bouwdienst, 1998). Afbeelding 12 geeft links per voertuigtype weer welk acceleratievermogen beschikbaar is als functie van de snelheid van het voertuig. In het geval van vrachtverkeer (voertuigcombinatie 4 en 5, zie ook de omkaderde tekst 'Typen voertuigen en bestuurders en kalibratieparameters in FOSIM') geeft de figuur het acceleratievermogen van het gemiddelde voertuig weer. Voor vrachtverkeer wordt namelijk rekening gehouden met de spreiding in de beladingsgraad in combinatie met het motorvermogen van het voertuig. De rechter grafiek toont hoe voertuigen volgens dit acceleratiemodel optrekken vanuit stilstand tot hun wenssnelheid (bij een snelheidslimiet van 120 km/h).



Afbeelding 12: Links: het beschikbare acceleratievermogen als functie van de snelheid per voertuig-bestuurdercombinatie (aangegeven met de omcirkelde nummers); rechts: de snelheid als functie van de tijd bij het optrekken vanuit stilstand uitgaande van het acceleratievermogen in het linker deel van de figuur

Tijdens het passeren controleert het voertuig de snelheid van het tragere verkeer. Als de snelheid hiervan erg laag is, bijvoorbeeld in het geval op een van de stroken van de rijbaan een wachtrij staat, zal het voertuig licht afremmen ('gas los') om het snelheidsverschil met het tragere verkeer te beperken.

Wanneer het voertuig het tragere verkeer gepasseerd is, wordt weer gekeken of een strookwisseling zal plaatsvinden, in dit geval naar rechts. Hier geldt hetzelfde principe als beschreven bij de strookwisselingen naar links: eerst bepalen of de wens tot strookwisselen bestaat (bijvoorbeeld, komt het voertuig niet te snel achter een traag voertuig waarvoor het weer naar links wil) en, vervolgens, of indien deze strookwisseling uitgevoerd wordt, de benodigde versnellingen acceptabel zijn.

Aan het eind van het wegvak bevindt zich de bestemming van het voertuig. Zodra het deze bereikt, verlaat het de simulatie.

Typen voertuigen en bestuurders en kalibratieparameters in FOSIM

Het bestuurdersgedrag verschilt in de realiteit van persoon tot persoon. Dit heeft zowel te maken met kenmerken van de persoon als met eigenschappen van het gebruikte voertuig. Verkeersmodellen moeten de variatie in gedrag verdisconteren om de complexe realiteit goed na te bootsen. Dit gebeurt in FOSIM door verschillende 'voertuig-bestuurdercombinaties' (ook wel 'voertuigtypen' genoemd) te onderscheiden waarvan het gedrag tot stand komt via de instellingen van de kalibratieparameters. De waarden van deze parameters beïnvloeden de resultaten van de gedragsmodellen in FOSIM. Ze geven bijvoorbeeld aan hoe groot de volgafstand is die een voertuigtype wenst aan te houden, hoe sterk een voertuigtype maximaal kan remmen, of hoe lang een voertuig is. Aan de lengte van het voertuig kan FOSIM bijvoorbeeld herkennen of het in aanmerking komt voor het inhaalverbod voor vrachtverkeer.

Het inregelen van de parameters om het model realistische resultaten te laten leveren wordt *kalibreren* genoemd. Dit gebeurt door de resultaten van het model te vergelijken met waarnemingen uit de realiteit en de parameters zo aan te passen dat uitkomsten van het model en de werkelijk gerealiseerde verkeersafwikkeling goed met elkaar overeenkomen. Het is uiteraard niet de bedoeling dat het model alleen geschikt is voor de situatie waarvoor het gekalibreerd is. Om verder vertrouwen te krijgen in de toepasbaarheid van het model volgt daarom op de kalibratie een verdere vergelijking tussen het model en de werkelijkheid, maar nu met meetgegevens van andere locaties en/of situaties. Dit wordt de *validatie* genoemd.

De kalibratie en validatie van FOSIM heeft geresulteerd in parameterwaarden voor vijf voertuig-bestuurdercombinaties (zie tabel 1). Type 1 tot en met 3 betreffen personenauto's, type 4 en 5 vrachtauto's. Vergeleken met de realiteit is dit onderscheid in een beperkt aantal typen met een constant gedrag uiteraard een vereenvoudiging, maar het is voldoende om de werkelijkheid goed te representeren terwijl de complexiteit van het model niet te groot wordt. Naast de parameters per voertuig-bestuurdercombinatie kent FOSIM ook enige algemene parameters die voor alle typen hetzelfde zijn.

Wanneer de gedefinieerde voertuig-bestuurdercombinaties correct in de simulatie vertegenwoordigd zijn, mag er van uitgegaan worden dat het model goede resultaten levert. Het is dus gewoonlijk niet nodig bij het uitvoeren van een simulatiestudie het model opnieuw te kalibreren. Indien er meetgegevens beschikbaar zijn van de te simuleren situatie, kunnen de FOSIM-resultaten hier uiteraard wel mee vergeleken worden. Indien geen goed overeenkomende resultaten gevonden worden, dient men ten eerste de invoer ten aanzien van de wegschematisering of verkeersbelasting te wijzigen. Verandering van de kalibratieparameters is slechts in het laatste geval een optie. Aangeraden wordt dan contact op te nemen met de ontwikkelaars van FOSIM.

Uiteraard kent de validiteit van het model haar grenzen. Zo heeft bij de ontwikkeling van het model de nadruk gelegen op het schatten van capaciteiten. Voor het nabootsen van het verkeer onder congestieve omstandigheden (file) is nader onderzoek noodzakelijk, zodat de resultaten van de huidige versie van het model voor deze omstandigheden met de nodige reserve beschouwd moeten worden. Het beste is in dit soort gevallen de validiteit van het model te toetsen aan meetgegevens. Indien er twijfel bestaat over de validiteit van FOSIM voor een bepaalde situatie is het zinvol contact op te nemen met de ontwikkelaars van FOSIM (via www.fosim.nl).

De meeste validatiestudies hebben plaatsgevonden met eerdere versies van FOSIM. Bij de ontwikkeling van nieuwe versies wordt gecontroleerd of de resultaten nog voldoende overeenkomen met de vorige versie zodat de validiteit van die versie behouden blijft. Enige verschillen zijn echter gewoonlijk niet te voorkomen. Het is in het algemeen goed te beseffen dat de resultaten van modellen slechts benaderingen van de werkelijkheid zijn.

Voertuig-bestuurdercombinatie (voertuigtype)		Personenauto's			Vrachtauto's	
		1	2	3	4	5
Wenssnelheid						
Bij een maximumsnelheid van 120 km/h	[km/h]	125	115	100	95	85
Bij een maximumsnelheid van 70 km/h	[km/h]	95	85	75	75	75
Max. pos. sprong in acceleratie	[m/s ³]	1	0.6	0.6	0.5	0.4
Volgfactor z_2 (zie formule 1)	[s]	0.56	0.72	1.28	2.08	2.23
Max. acceleratie	[m/s ²]	4.0	2.4	2.4	1.0	0.4
Max. volgdeceleratie	[m/s ²]	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Max. strookwisseldeceleratie	[m/s ²]	-3	-2.4	-2.4	-2.0	-1.6
Max. deceleratie	[m/s ²]	-7.0	-7.0	-7.0	-6.0	-6.0
Voertuiglengte	[m]	4.5	4	4	8	14
Volgfactor z_1 (zie formule 1)	[m]	3	3	3	3	3
Volgfactor z_3 (zie formule 1)	[s ² /m]	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Gemiddeld specifiek vermogen	[kW/ton]	80	50	35	12	9
Standaardafwijking specifiek vermogen	[kW/ton]	0	0	0	5	5
Luchtweerstandscoefficiënt	[km ⁻¹]	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1
Maximale deceleratie bij verkeerslichten	[m/s ²]	-3.5	-3.5	-3.0	-3.0	-2.5
Algemeen geldige parameters (niet per voertuigtype)						
Strookwisseltijd	[s]	3				
Reactietijd voor acceleratie	[s]	0.30				
Reactietijd voor deceleratie	[s]	0.20				

Tabel 1: Overzicht kalibratieparameters

2.2.3 Bestuurdersgedrag op een wegvak met discontinuïteiten

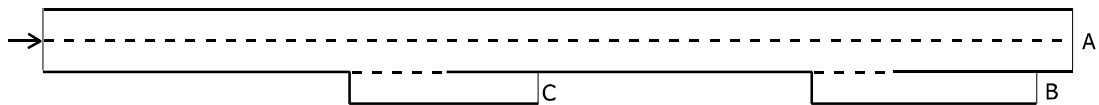
Het bestuurdersgedrag beschreven in de vorige paragraaf kan gezien worden als het 'basis'-gedrag dat bestuurders altijd bij zich dragen. Vanwege lokale wegkenmerken kunnen bestuurders echter van dit basis-gedrag afwijken of andere gedragselementen toevoegen. In het geval van een afwijkende snelheidslimiet zullen bestuurders bijvoorbeeld hun wenssnelheid aanpassen. En bij een uitvoeging zullen bestuurders niet het normale strookwisselgedrag (passeren van tragere voertuigen) toepassen maar met enige druk voorsorteren naar de rechter strook.

De volgende paragraaf behandelt het gedrag dat hoort bij het tweede voorbeeld: strookwisselen vanwege wijzigingen in de geometrie. Dit is uiteraard van bijzonder belang omdat FOSIM vooral toegepast wordt voor complexe wegvakken waar het functioneren in sterke mate bepaald wordt door de strookwisselingen die vanwege de geometrie plaatsvinden. Hierna volgen in afzonderlijke paragrafen beschrijvingen van het gedrag dat hoort bij de overige discontinuïteiten.

2.2.3.1 Strookwisselen vanwege wijzigingen in de geometrie

Algemene werking

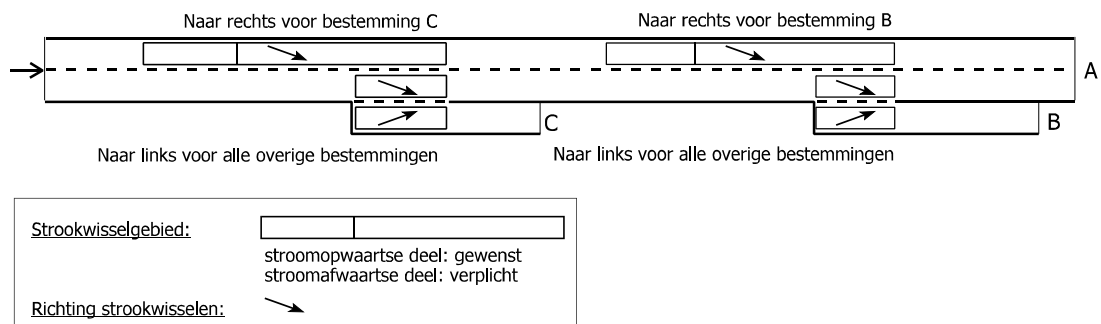
We gaan uit van een weg met twee opeenvolgende afritten (zie afbeelding 13). Voor de bestemmingen zijn willekeurig de namen A, B en C genomen. In de realiteit is voor deze situatie het volgende te verwachten: bestuurders die als bestemming C hebben, zullen op enige afstand van het begin van de betreffende afrit druk gaan voelen om naar rechts voor te sorteren. Wanneer bestuurders dit doen is afhankelijk van de verkeerscondities en van het 'soort' bestuurder: sommige bestuurders zijn voorzichtig en willen ruim van te voren voorgesorteerd zijn, andere bestuurders nemen meer risico's en gaan soms pas ter hoogte van de afrit naar rechts. Bestuurders met bestemming B zullen uiteraard pas nabij de afrit die hoort bij hun bestemming voorsorteren, maar het verwachte gedrag is hetzelfde.



Afbeelding 13: Een wegvak met twee uitvoeringen

In de geschetste werkelijkheid hebben bestuurders kennis van de situatie waarmee zij bepalen wanneer zij de benodigde strookwisselingen willen uitvoeren. Deze kennis kunnen de weggebruikers hebben aan de hand van ervaring op de betreffende locatie, van de aanwezige bebording, een routebeschrijving, etcetera. In FOSIM beschikken bestuurders niet uit zichzelf over deze kennis; ze hebben alleen zicht op de voertuigen die hen direct omringen. In het model moeten daarom aan de weg gegevens gekoppeld worden die de bestuurders vertellen waar strookwisselingen vanwege de geometrie noodzakelijk zijn. Dit gebeurt met zogenaamde 'strookwisselgebieden'.

FOSIM kent twee typen strookwisselgebieden: gebieden waar 'gewenst' strookwisselen en gebieden waar 'verplicht' strookwisselen geldt. Deze twee typen zijn wel aan elkaar gekoppeld: gewenst strookwisselen gaat vooraf aan verplicht strookwisselen. Afbeelding 14 toont hoe de gebieden geplaatst kunnen worden voor het beschouwde wegvak.

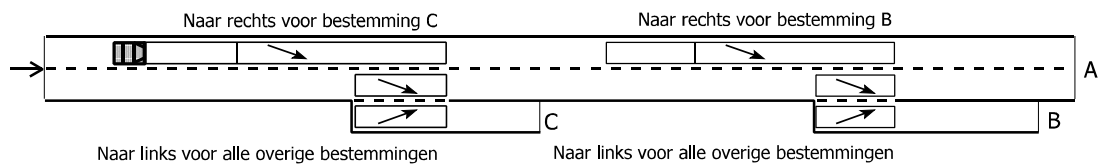


Afbeelding 14: Strookwisselgebieden op het wegvak met twee uitvoeringen

We volgen een voertuig om het bestuurdersgedrag in de strookwisselgebieden te verklaren. Het is hierbij goed vooraf het algemene principe ten aanzien van het strookwisselen in FOSIM te herhalen (zoals eerder weergegeven in paragraaf 2.2.2): bestuurders kijken eerst altijd of de wens tot strookwisselen bestaat en vervolgens of het uitvoeren ervan wel tot acceptabele versnellingen (niet te hard remmen) leidt voor zowel het strookwisselende voertuig zelf als zijn nieuwe volger. Dit principe geldt voor alle soorten strookwisselingen (passeren trager verkeer, gewenst strookwisselen, verplicht strookwisselen). De verschillen tussen de soorten komen tot uiting in de voorwaarden die bepalen of een voertuig wel de wens tot strookwisselen krijgt en in de mate waarin bestuurders bereid zijn af te remmen.

Beschouw nu eerst een voertuig dat naar bestemming C gaat. Dit voertuig bevindt zich op de linker strook en bereikt op een gegeven moment het eerste strookwisselgebied (zie

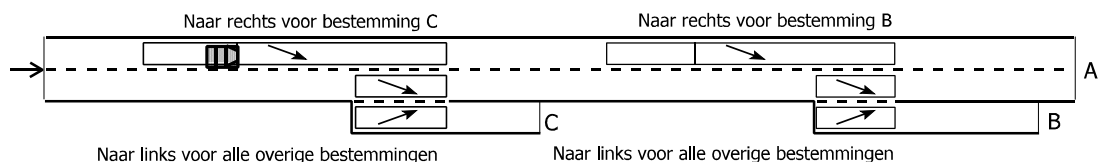
afbeelding 15). In het stroomopwaartse deel van het strookwisselgebied op deze strook geldt gewenst strookwisselen. In dit type strookwisselgebied geldt het volgende voor de wens tot strookwisselen: aan het begin van het gebied heeft nog geen enkele bestuurder de wens tot strookwisselen, terwijl aan het eind van het gebied alle bestuurders die naar de betreffende bestemming moeten de wens tot strookwisselen hebben; met andere woorden, het aandeel voertuigen dat wil strookwisselen neemt lineair toe van 0% aan het begin tot 100% aan het eind van het strookwisselgebied. Met betrekking tot de geaccepteerde versnelling geldt in een gebied met gewenst strookwisselen hetzelfde als bij het passeren van voertuigen: de geaccepteerde versnelling is afhankelijk van de snelheid van het voertuig en gaat lineair van in het geheel niet remmen bij de wensnelheid naar de maximale volgdeceleratie bij stilstand.



Afbeelding 15: Een voertuig bereikt het meest stroomopwaartse *gewenst* strookwisselgebied

Het beschouwde voertuig kijkt dus welke afstand het binnen het strookwisselgebied heeft afgelegd en welke kans hierbij hoort dat het de wens tot strookwisselen krijgt. Loting bepaalt vervolgens of het ook daadwerkelijk die wens krijgt. Stel dat het voertuig inderdaad wil strookwisselen, maar dat dit door het verkeer op de rechter strook niet mogelijk is. In dat geval blijft het voertuig gewoon in zijn strook en bepaalt het zijn handelingen aan de hand van het verkeer voor hem. De volgende tijdstap heeft het voertuig een grotere afstand in het strookwisselgebied afgelegd en is de kans dat het de wens tot strookwisselen krijgt dus groter. Stel dat desondanks uit de loting volgt dat het voertuig niet van strook wil wisselen. Opnieuw vervolgt het voertuig dan zijn weg in de huidige strook. Ditzelfde proces (bepalen kans, loten of het de wens tot strookwisselen krijgt) blijft zich herhalen tot het voertuig de strookwisseling gemaakt heeft of het in het verplicht strookwisselgebied terecht komt.

We gaan er ten behoeve van dit voorbeeld van uit dat de strookwisseling niet tot stand kwam in het gewenst strookwisselgebied en dat het voertuig inderdaad het verplicht strookwisselgebied bereikt (zie figuur 16). In een verplicht strookwisselgebied hebben altijd alle voertuigen (voor de betreffende bestemming, uiteraard) de wens tot strookwisselen. De maximaal geaccepteerde versnelling is nu afhankelijk van de afgelegde afstand in het strookwisselgebied: de geaccepteerde versnelling gaat van nul m/s^2 aan het begin van het gebied naar de maximale strookwisseldeceleratie aan het eind. Bovendien heeft in het model het voertuig de mogelijkheid om actie te ondernemen om in de volgende tijdstap de kans op een succesvolle strookwisseling groter te maken, mocht vooralsnog de strookwisseling niet door kunnen gaan vanwege ander verkeer.

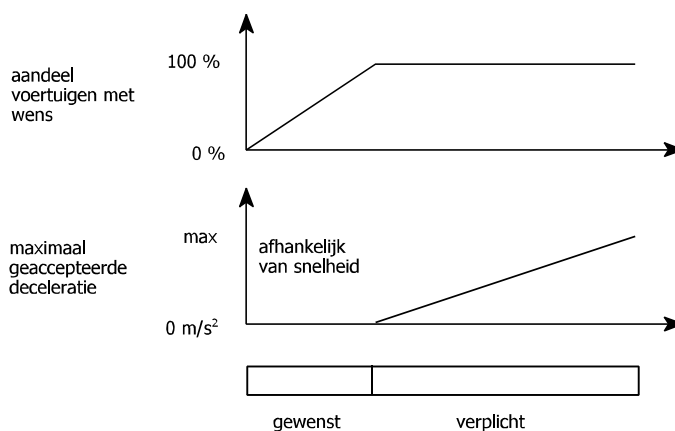


Afbeelding 16: Een voertuig bereikt het meest stroomopwaartse *verplicht* strookwisselgebied

Zodra het beschouwde voertuig het verplicht strookwisselgebied bereikt, wil het dus van strook wisselen. De geaccepteerde versnelling wordt vastgesteld en er wordt gecontroleerd of deze voldoet. Stel dat dit niet het geval is en het voertuig dus niet van strook wisselt. In dat geval kijkt het voertuig of het wil afremmen om de volgende tijdstap de strookwisseling meer kans te geven. Een andere mogelijkheid is juist andere voertuigen te laten anticiperen op de strookwisseling (in de werkelijkheid zou een bestuurder de richtingaanwijzer zien

knippenen). Die anticiperende voertuigen kunnen kiezen tussen afremmen om zo een groter hiaat te laten ontstaan, of het maken van een strookwisseling naar links, zoals bijvoorbeeld bij toeritten vaak gebeurt om verkeer vanaf de toerit ruimte te geven de autosnelweg te betreden. Wanneer het voertuig in ons voorbeeld uiteindelijk een strook naar rechts kan gaan, en de strookwisseling dus uitvoert, moet het ter hoogte van de afrit nóg een strookwisseling naar rechts maken om de afrit zelf te bereiken. Hiertoe is er alleen een verplicht strookwisselgebied, ofwel, de lengte van het gewenst strookwisselgebied dat eraan vooraf kan gaan, is gelijk aan nul. Omdat aan het begin van de afrit zich geen verkeer bevindt, zal al het verkeer hier direct een strook naar rechts kunnen.

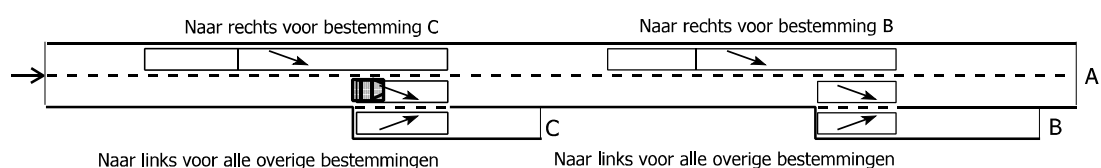
Afbeelding 17 geeft een grafische samenvatting van de werking van het gewenst en verplicht strookwisselen. Boven in de figuur staat het deel van het verkeer dat de wens tot strookwisselen krijgt als functie van de positie behorend bij de geheel onder weergegeven strookwisselgebieden. In het midden is de bijbehorende maximaal geaccepteerde deceleratie weergegeven.



Afbeelding 17: Overzicht werking verplicht en gewenst strookwisselen

Een belangrijk gevolg van de strookwisselingen vanwege de geometrie is dat lokaal veel verkeer bereid is van strook te wisselen naar kleine hiaten in de 'doelstrook'. Immers, ze zijn bereid zelf sterk af te remmen en ook hun nieuwe volgers sterk te laten remmen. Na de strookwisseling zullen de bestuurders op hun gewone volgedrag over gaan en proberen hun gewenste volgafstand te bereiken. Indien hier niet voldoende ruimte voor is, zal de snelheid van het verkeer dalen en congestie ontstaan. Naar dit proces wordt vaak verwezen als het capaciteitstrechtereffect.

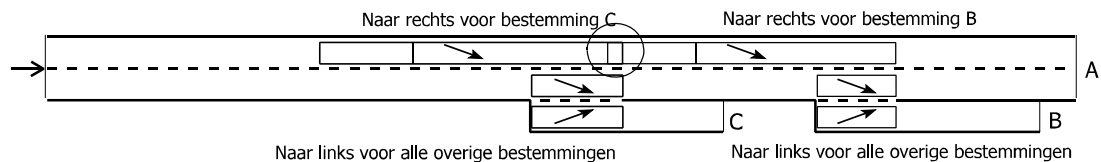
We bekijken nu een voertuig dat B als bestemming heeft. De stroomopwaartse strookwisselgebieden hebben alleen te maken met bestemming C en hier reageert het voertuig dan ook niet op. Het strookwisselgebied op de afrit betreft al het verkeer dat niet naar C gaat en is wel relevant. Stel dat het voertuig zich ter hoogte van de afrit op de rechter rijstrook bevindt (zie afbeelding 18). Het strookwisselgebied op deze afrit zorgt ervoor dat al het verkeer dat niet naar bestemming C gaat ook niet de afrit neemt. Gewoonlijk zullen voertuigen namelijk rechts proberen te houden en dus van strook willen wisselen als er rechts een nieuwe strook bij komt. Wanneer zich op een strook echter een strookwisselgebied bevindt waardoor ze meteen weer terug moeten, maken voertuigen die strookwisseling niet, ook niet als het gaat om een gewenste of verplichte strookwisseling.



Afbeelding 18: Strookwisselgebied op de uitvoegstrook om te voorkomen dat doorgaand verkeer hier naar toe gaat

Het voertuig passeert dus het eerste strookwisselgebied en bereikt de strookwisselgebieden die horen bij de afrit naar bestemming B. Hier geldt voor het voertuig hetzelfde gedrag als eerder beschreven voor bestemming C. Voertuigen die A als bestemming hebben hebben alleen te maken met de strookwisselgebieden die zich op de afritten bevinden en maken dus nooit gewenste of verplichte strookwisselingen.

In bovenstaand voorbeeld konden voertuigen zich op ieder moment slechts in één strookwisselgebied bevinden. Wanneer de afstand tussen de afritten echter kleiner is, kunnen strookwisselgebieden elkaar overlappen (zie het omcirkelde wegdeel in afbeelding 19; in dit geval overlappen een gewenst en verplicht strookwisselgebied elkaar). De bestuurders in FOSIM nemen echter altijd maar één strookwisselgebied tegelijkertijd waar, en wel het gebied met de meest stroomopwaartse eindcoördinaat (in andere woorden, het strookwisselgebied waarvan het einde zich het dichtste bij het voertuig bevindt). Of een strookwisselgebied waargenomen wordt, is onafhankelijk van de vraag of het wel relevant is voor het betreffende voertuig; met andere woorden, ook voertuigen met de bestemming B nemen de strookwisselgebieden waar die gelden voor bestemming C.



Afbeelding 19: Overlap van strookwisselgebieden

De gevolgen van bovenstaande worden duidelijker door een voertuig te volgen dat naar bestemming B gaat en op de linker strook rijdt. Op een gegeven moment komt het in het eerste (meest stroomopwaartse) strookwisselgebied. Het voertuig neemt dit strookwisselgebied waar, maar hoeft geen actie te ondernemen omdat het strookwisselgebied alleen betrekking heeft op bestemming C. Het voertuig blijft op de linker strook en bereikt de locatie waar de strookwisselgebieden elkaar overlappen. Hier ziet het voertuig nog steeds alleen het strookwisselgebied dat hoort bij bestemming C, want dit gebied heeft de meest stroomopwaartse eindcoördinaat, en het ziet het volgende strookwisselgebied dus pas na het verlaten van het vorige. Het gewenst strookwisselgebied naar B is wel relevant voor het voertuig, dus het bepaalt of het de wens tot strookwisselen heeft. Zoals eerder beschreven hangt dit af van de afgelegde afstand binnen het strookwisselgebied. En ondanks het feit dat het voertuig het gebied pas laat ziet, heeft het wel al enige afstand erbinnen afgelegd en is op de locatie waar het strookwisselgebied voor het eerst gezien kan worden de kans dat voertuigen de wens tot strookwisselen krijgen dus niet gelijk aan nul maar al groter.

Bijzondere situaties

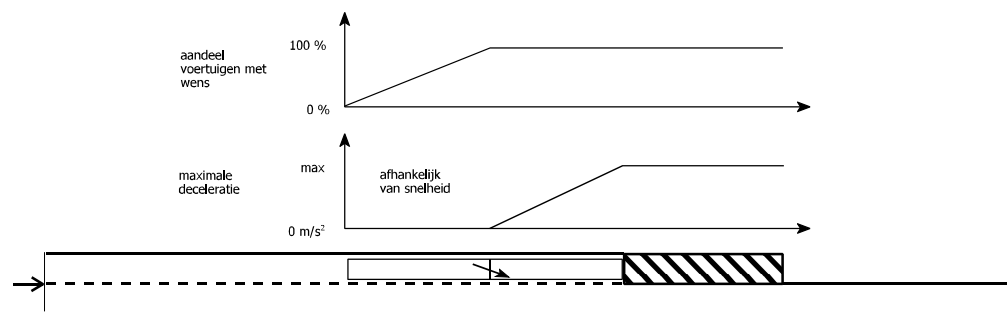
Er zijn situaties waarin de hierboven beschreven algemene werking van het strookwisselen aangepast en uitgebreid is, namelijk in het geval van afgestreepte stroken, plus- en spitsstroken, tapers en situaties met routekeuze:

- *afgestreepte stroken*

Wanneer een strook eindigt zullen bestuurders gewoonlijk op tijd van strook wisselen, maar in veel gevallen is er wel enige marge doordat het wegdek erna ook nog over enige lengte berijdbaar is (hoewel formeel niet altijd toegestaan). Zo volgt na een toerit meestal de vluchtstrook (tenzij er een obstakel is), terwijl bij een afstreping over enige lengte asfalt met verdrijfstrepen aanwezig is. Wanneer bestuurders van deze marge gebruik moeten maken, zullen zij wel een grote druk voelen zo snel mogelijk alsnog van strook te wisselen.

Om de geschetste situatie na bootsen is in FOSIM een wegelement beschikbaar waarop alle bestuurders voortdurend de maximale strookwisseldeceleratie accepteren. Dit 'afgestreepte' element is in figuur 20 gebruikt in een afstreping van 2 stroken naar 1

strook. In de afbeelding is aangegeven welk deel van het verkeer van strook wil wisselen en welke deceleratie hierbij geaccepteerd wordt.



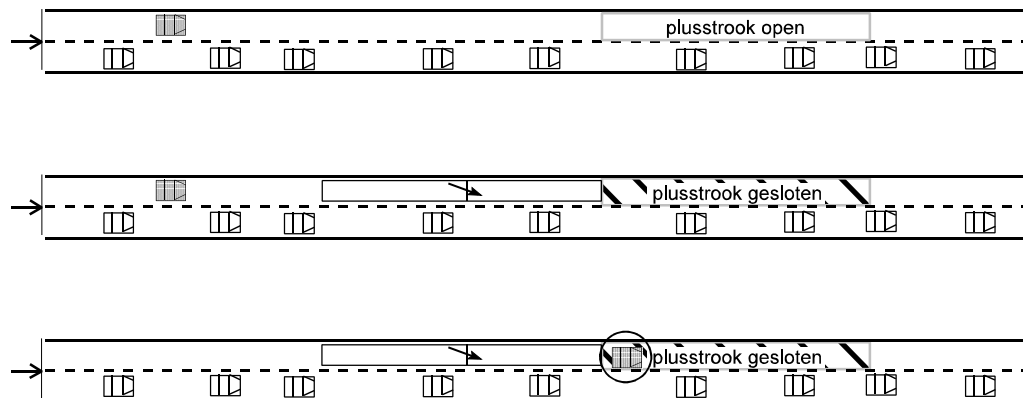
Afbeelding 20: Strookwisselgedrag bij een afgestreepte strook

Aan de afstreping gaat een gewenst en verplicht strookwisselgebied vooraf. In deze gebieden neemt op de gebruikelijke manier het aandeel voertuigen dat de wens tot strookwisselen krijgt toe evenals de geaccepteerde deceleratie. Als gevolg hiervan gaan in de meeste gevallen de voertuigen naar rechts voordat ze het verdrijfvlak bereiken. Wanneer een voertuig toch het verdrijfvlak bereikt, blijft het de maximale strookwisseldeceleratie accepteren. Als het te dicht bij het eind van de afstreping komt en na de afstreping zich geen asfalt meer bevindt, remt het voertuig bovendien af omdat dan aan het eind van de afstreping een fysieke blokkade staat.

Het gebruik van afgestreepte stroken in FOSIM komt niet helemaal overeen met afstrepingen in de praktijk. Na een toerit wordt immers in de realiteit geen verdrijfvlak toegepast, in FOSIM is dit wel noodzakelijk.

- *plus- en spitsstroken*

Plus- en spitsstroken zijn stroken die een deel van de tijd beschikbaar zijn voor het verkeer, en de overige tijd gesloten. In de realiteit bestaan er verschillende, verkeersafhankelijke criteria om spits- en plusstroken te openen of sluiten. In FOSIM gebeurt dit echter altijd op vooraf in de invoer gespecificeerde vastgestelde tijdstippen.



Afbeelding 21: Illustratie gedrag bestuurders bij een plusstrook

In termen van modellering lijkt de gesloten situatie bij spits- en spitsstroken sterk op afgestreepte stroken (rijstrookverminderingen): wanneer een plus- of spitsstrook gesloten is, gaat het ter plaatse van de spits-/plusstrook feitelijk om een afgestreepte strook, en bevindt zich stroomopwaarts daarvan een (gewenst en verplicht) strookwisselgebied dat zorgt dat bestuurders op tijd van strook wisselen. Echter, waar gewone afgestreepte stroken gedurende de gehele simulatie voor verkeer gesloten zijn, wisselt bij spits-/plusstroken de situatie: in de open toestand is de volledige infrastructuur aanwezig, terwijl in de gesloten situatie FOSIM een tijdelijk afgestreept wegdeel plaatst, met het bijbehorende strookwisselgebied.

Afbeelding 21 illustreert bovenstaande. Het gaat in dit voorbeeld telkens om een tweestrooks rijbaan met op de linker strook een deel dat afgesloten kan worden (een plusstrook). In de open situatie (het bovenste deel van afbeelding 21) gaat het in FOSIM om een gewone tweestrooks rijbaan, en de bestuurders in de simulatie 'zien' dit ook als zodanig. Het is dus, bijvoorbeeld, mogelijk voor het gearceerde voertuig in de afbeelding over de gehele weglengte op de linker strook te blijven.

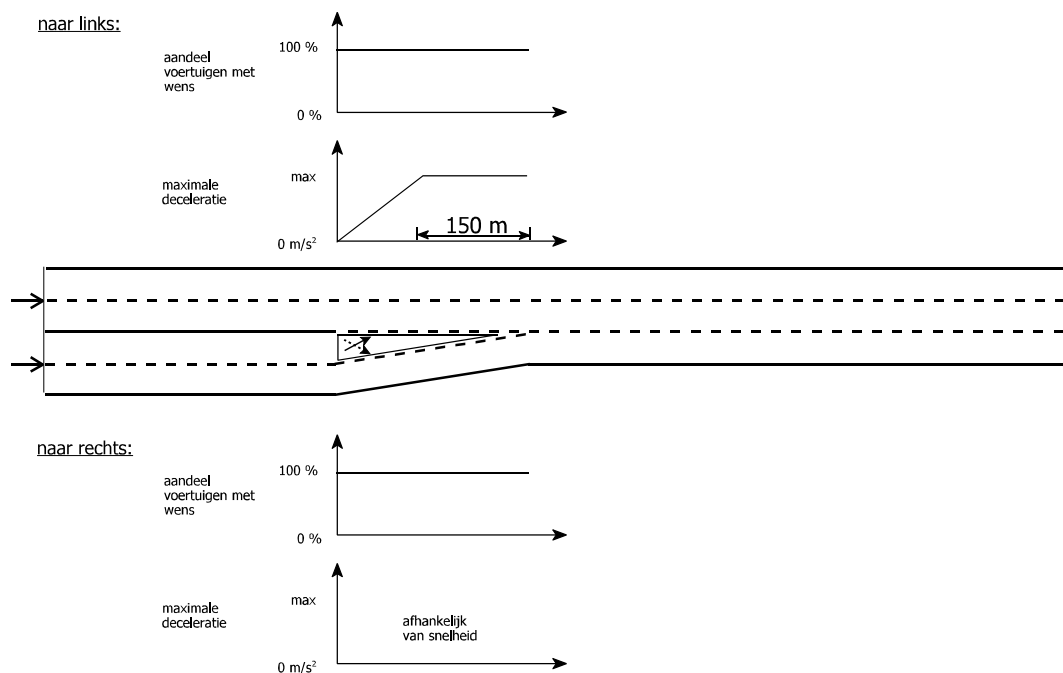
Zodra het tijdstip bereikt wordt waarvoor gespecificeerd is dat de plusstrook gesloten wordt, plaatst FOSIM op de in de invoer gespecificeerde locatie de afstreping die de plusstrook voorstelt met het bijbehorende stroomopwaartse strookwisselgebied. Bestuurders nemen dit direct waar en reageren hierop, indien noodzakelijk. Voertuigen die zich rechts naast de plusstrook en het voorsorteergebied bevinden gaan dan daar niet meer naar links. Voertuigen die zich al op de linker strook bevinden zullen de benodigde strookwisselingen naar rechts maken. Bijvoorbeeld, in de middelste figuur rijdt het gearceerde voertuig nog op enige afstand stroomopwaarts van het strookwisselgebied. Zodra het strookwisselgebied bereikt wordt, zal het voertuig de normale procedure volgen om naar rechts te gaan.

Een bijzonderheid bij plus-/spitsstroken is dat het mogelijk is dat op het moment waarop een plus-/spitsstrook gesloten wordt, zich voertuigen bevinden ter plaatse van de strookwisselgebieden en afgestreepte stroken die op dat moment geplaatst kunnen worden. Bijvoorbeeld, in de onderste figuur van afbeelding 21 bevindt zich een voertuig op het afgestreepte deel. Dat voertuig zal acuut bereid zijn met de maximale strookwisseldeceleratie als criterium een strookwisseling naar rechts te maken. Ook voertuigen die zich in het stroomopwaarte strookwisselgebied bevinden, zullen direct de daarbij behorende wens tot strookwisselen krijgen. Wanneer de weg behoorlijk belast is, betekent dit dat dit vrij direct kan leiden tot het bereiken van de capaciteit. Analoog aan de praktijk, dient dus het sluiten van een spits-/plusstrook gewoonlijk plaats te vinden op een moment met een bijpassende, relatief lage belasting van de weg.

- *tapers*
Bij een *tapersamenvoeging* voelen bestuurders op de getaperde strook een grote druk van strook te wisselen vanwege de beperkte lengte van die strook. Ze hebben hierbij zowel de mogelijkheid om naar links en naar rechts te gaan. FOSIM representeert deze situatie met een speciaal strookwisselgebied dat gekoppeld is aan een tapersamenvoegingselement. Dit is weergegeven in afbeelding 22, met in het midden een weergave van het wegvak met de tapersamenvoeging, daarboven een representatie van het strookwisselgedrag naar links, en helemaal onder in de afbeelding van het strookwisselgedrag naar rechts.

Zoals uit de figuur blijkt, hebben alle voertuigen op de taper de wens tot strookwisselen. Welke deceleratie ze hierbij accepteren is afhankelijk van de richting van de strookwisseling. Het model gaat er van uit dat bestuurders bij voorkeur vanaf de taper naar links strookwisselen. Ze kijken dus eerst of dit mogelijk is. Als er geen ruimte is voor deze strookwisseling, volgt een controle van een mogelijke strookwisseling naar rechts.

Bij de strookwisseling naar links zijn bestuurders aan het begin van de getaperde strook in het geheel niet bereid te remmen bij het maken van de strookwisseling, waarna de geaccepteerde vertraging toeneemt met de afgelegde afstand op de taper. Dit is vergelijkbaar met de verplichte strookwisselgebieden, maar om over een grotere afstand een sterke druk tot strookwisselen te verkrijgen wordt de maximale strookwisseldeceleratie wel al eerder bereikt, namelijk 150 m stroomopwaarts van het einde van de taper.



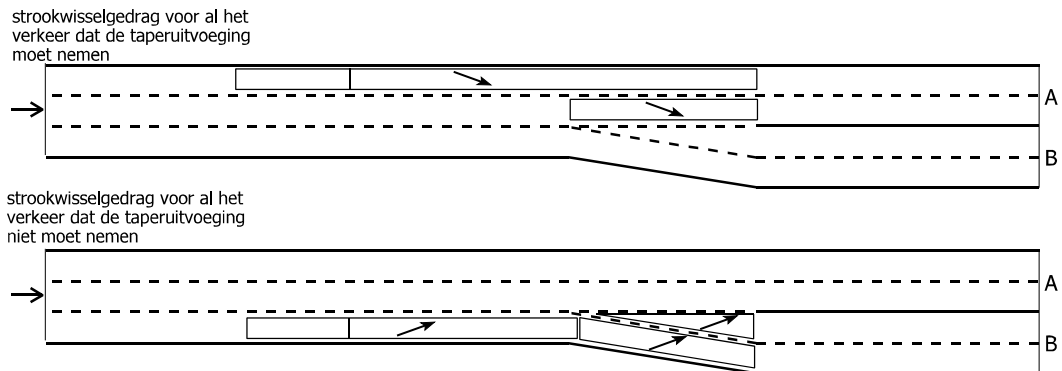
Afbeelding 22: Strookwisselgedrag bij een tapersamenvoeging

Indien de strookwisseling naar links niet mogelijk blijkt, kunnen bestuurders zelf afremmen om de volgende tijdstap meer kans op een strookwisseling te maken of juist het verkeer dat de strookwisseling verhindert, ruimte laten maken. Daarnaast controleert in dit geval elk voertuig of een strookwisseling naar rechts mogelijk is. De geaccepteerde vertraging werkt hier op dezelfde manier als bij gewenst strookwisselen, en is dus afhankelijk van de actuele snelheid van het voertuig ten opzichte van zijn (actuele) wenssnelheid.

Het is mogelijk dat de lengte van de taper niet voldoende blijkt om van strook te wisselen. In de simulatie komt het voertuig dan tot stilstand aan het eind van de getaperde strook en wacht daar tot het alsnog van strook kan wisselen. In de realiteit hebben bestuurders mogelijk wel meer opties dan in simulatiemodellen mogelijk is (waaronder kortstondig met drie voertuigen naast elkaar rijden op twee stroken), maar het is een redelijke benadering van een situatie die slechts incidenteel voorkomt. Om op tijd tot stilstand te komen kunnen voertuigen al op behoorlijke afstand van het einde van de taper (licht) beginnen af te remmen.

Bij een *taperuitvoeging/-splitsing* hoort in FOSIM een specifiek voorsortergedrag dat zorgt dat verkeer dat de uitvoeging niet neemt stroomopwaarts van het begin van de getaperde strook naar links is voorgesorteerd en dat verkeer dat wel moet uitvoegen bij het voorsorteren rekening houdt met de mogelijkheid de getaperde strook te gebruiken (zie afbeelding 23). Dit laatste betekent dat het verkeer wel met druk naar rechts voorsorteert, maar niet naar de meest rechtse strook. Deze bestuurders gaan er in de simulatie namelijk van uit dat op de taper voldoende ruimte beschikbaar is om uit te voegen. In de simulatie wordt dit ondersteund door verkeer op de doorgaande strook van de uitvoeging te verbieden naar de getaperde strook te strookwisselen, zoals ook in de praktijk gebeurt wanneer doorgetrokken belijning wordt toegepast.

Het aandeel van het verkeer dat de taper gebruikt hangt op deze manier af van de actuele verkeerssituatie. Zo zal bijvoorbeeld het gebruik van de taper beperkt zijn als een groot deel van het verkeer al rechts rijdt, bij lage intensiteiten. Verder kan ook bijvoorbeeld de grootte van het aandeel van het verkeer dat naar bestemming A, respectievelijk B gaat een rol spelen bij het gebruik van de getaperde strook.

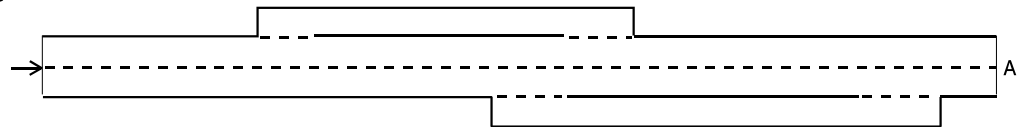


Afbeelding 23: Strookwisselgedrag bij een taperuitvoeging

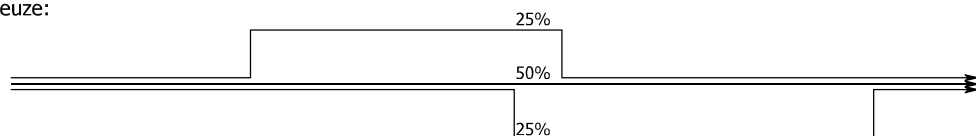
- *routekeuze*

Er kunnen meerdere routes zijn die naar dezelfde bestemming leiden. Elke bestuurder zal dan vanwege allerlei redenen een route kiezen en de strookwisselingen maken die nodig zijn om die route te volgen. Op de locaties waar die strookwisselingen gemaakt moeten worden, is het resultaat van de routekeuzes meetbaar in de vorm van splitsingsfracties. Deze splitsingsfracties geven weer welk deel van het verkeer voor de ene of juist de andere route kiest. Afbeelding 24 laat aan de hand van een voorbeeld zien hoe routekeuze en splitsingsfracties samenhangen.

Wegvak:



Routekeuze:



Splitsingsfracties:

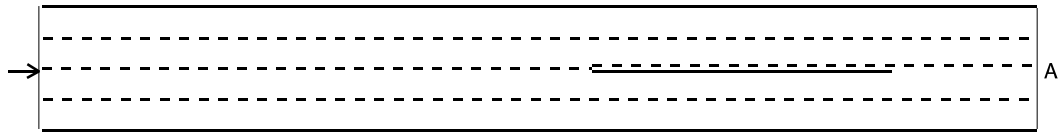


Afbeelding 24: Boven: een wegvak met twee parallelbanen; midden: de aangenomen routekeuzes bij dit wegvak; onder: de resulterende splitsingsfracties

FOSIM gaat met routekeuze om op het niveau van splitsingsfracties. Deze zijn constant gedurende de simulatie en moeten vooraf aan de simulatie gespecificeerd zijn. Het inschatten van de routekeuze moet dus buiten FOSIM plaatsvinden waarbij het netwerk als groter geheel beschouwd wordt. Dit kan bijvoorbeeld met een vervoersmodel dat de verkeersprognoses voor de te onderzoeken situatie berekent. FOSIM is vervolgens bedoeld om de afwikkeling op specifieke delen van het netwerk in detail te onderzoeken en hier goede oplossingen voor te vinden.

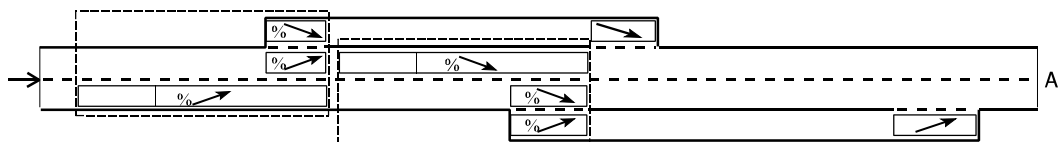
In FOSIM geven splitsingsfracties aan welk deel van het verkeer met een bepaalde bestemming moet reageren op een strookwisselgebied. Bekijk opnieuw het voorbeeld van figuur 24. Er zijn twee locaties waar bestuurders moeten kiezen tussen twee routes, namelijk ter plaatse van de twee afritten. Het simulatiemodel herkent de strookwisselgebieden die bij deze routekeuze horen, zodat hieraan de splitsingsfracties gekoppeld kunnen worden. Er is in FOSIM overigens alleen sprake van routekeuze als de rijbanen volledig gescheiden zijn, er mogen in geen van beide richtingen

strookwisselingen mogelijk zijn. In het geval van figuur 25 is dus bijvoorbeeld geen sprake van routekeuze.



Afbeelding 25: Geen routekeuze in het geval van combinatie van doorgetrokken en onderbroken belijning

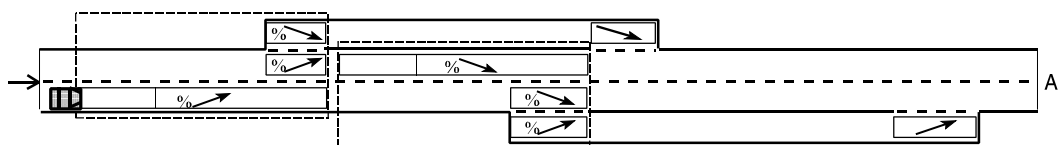
Afbeelding 26 toont alle strookwisselgebieden die horen bij bestemming A op het wegvak van figuur 24. Een procentteken geeft aan bij welke gebieden het om routekeuze gaat. FOSIM groepeert alle strookwisselgebieden die bij hetzelfde routekeuzemoment horen, zoals hier aangegeven met de gestippelde kaders. Het model herkent deze groepen aan het feit dat strookwisselingen in twee richtingen voorkomen voor strookwisselgebieden met dezelfde eindcoördinaat, op dezelfde rijbaan en naar dezelfde bestemming. Voor de gebieden in deze groepen met dezelfde strookwisselrichting (links of rechts) geldt uiteraard dezelfde splitsingsfractie.



Afbeelding 26: Strookwisselgebieden met routekeuze

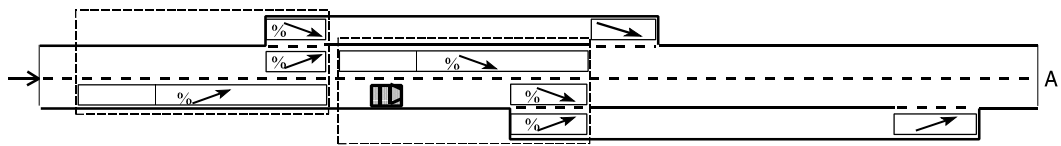
Het uitgangspunt is dat een voertuig in de simulatie zijn keuze tussen de twee routes maakt zodra het een strookwisselgebied met routekeuze ziet. Wat dit precies betekent, volgt het beste door te kijken naar het gedrag van de bestuurders in de strookwisselgebieden. Neem hierbij aan dat de routekeuze gegeven in figuur 24 van toepassing is.

Bekijk een voertuig dat zich aan het begin van het wegvak op de rechter strook bevindt. Zodra het voertuig het eerste (meest stroomopwaartse) strookwisselgebied binnen rijdt (zie figuur 27), wordt geloot of het hierop moet reageren. De splitsingsfractie is hier 25%, ofwel, voor een op de vier voertuigen stelt de loting vast dat de strookwisselingen naar links plaats moeten vinden. Stel dat voor het beschouwde voertuig de loting aangeeft dat het strookwisselgebied niet van toepassing is. In dat geval vervolgt het zijn weg op de hoofdrijbaan.



Afbeelding 27: Voertuig bereikt meest stroomopwaartse strookwisselgebied met routekeuze

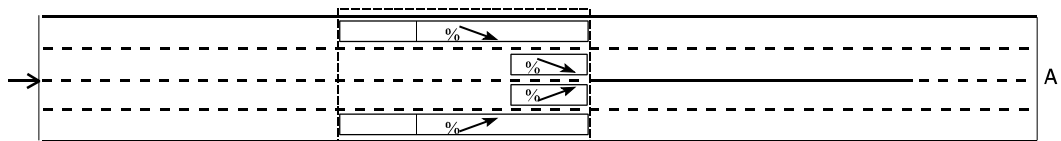
Zodra het voertuig het strookwisselgebied verlaten heeft, verliest het zijn routekeuze en kan bij het volgende strookwisselgebied een nieuwe routekeuze plaatsvinden. De kans dat daar het strookwisselgebied naar rechts voor het voertuig geldt is gelijk aan $1/3$. Ga er nu van uit dat een voertuig zich op de rechter strook bevindt zoals afbeelding 28 toont en dat het voertuig nog geen routekeuze heeft gemaakt. Stel dat het voertuig de wens krijgt naar links te gaan om een trager voertuig te passeren. Dan kijkt het op de linker strook en ziet dat daar een strookwisselgebied is waar een splitsingsfractie bij hoort. Op dat moment loot het voertuig of het naar rechts moet vanwege de uitvoeging. Als dit inderdaad het geval blijkt te zijn, zal het niet meer naar links gaan om het tragere voertuig te passeren, maar rechts blijven zodat het later eenvoudig kan uitvoegen.



Afbeelding 28: Voertuig bepaalt routekeuze zodra het kijkt naar de naastgelegen strook waar zich een strookwisselgebied met routekeuze bevindt

De strookwisselgebieden in de uitvoegstroken dienen om het verkeer dat de hoofdrijbaan blijft volgen niet te laten uitvoegen, net als in de voorheen beschreven gevallen zonder routekeuze. De waarde van de splitsingsfractie die hoort bij het gebied op de uitvoegstrook heeft hierbij geen gevolgen. Immers, zodra een voertuig een routekeuze gemaakt heeft, behoudt het deze totdat het de routekeuzegroep verlaten heeft. Alle voertuigen die zich ter hoogte van de uitvoegstrook bevinden hebben hun routekeuze al gemaakt aan de hand van de splitsingsfractie die hoort bij de strookwisselgebieden op de hoofdrijbaan en ze reageren dus niet meer op de splitsingsfractie van de uitvoegstrook.

In het geval van een splitsing zoals weergegeven in figuur 29, zijn wel de splitsingsfracties in beide richtingen van belang. Stel dat een kwart van het verkeer de linker rijbaan kiest en drie kwart de rechter rijbaan. Dan dient voor de strookwisselgebieden naar links een splitsingsfractie van 25% te gelden en voor de strookwisselgebieden naar rechts 75%. Rijbanen mogen overigens op dezelfde locatie in maximaal twee nieuwe rijbanen splitsen. In het geval van een splitsing in meer dan twee rijbanen levert het model incorrecte resultaten.



Afbeelding 29: Splitsingsfracties in beide richtingen zijn van belang

Het is mogelijk voor de splitsingsfracties per voertuig-bestuurdercombinatie verschillende waarden op te geven. Op deze wijze is het mogelijk rijbanen voor specifieke doelgroepen te reserveren. Stel bijvoorbeeld dat in het wegvak van afbeelding 24 de parallelrijbanen alleen bedoeld zijn voor het vrachtverkeer. Dan geldt voor alle personenautotypes een splitsingsfractie van 0% voor de strookwisselingen naar de afritten, terwijl de splitsingsfractie voor het vrachtverkeer juist een hoge waarde zal hebben.

2.2.3.2 Bestuurdersgedrag bij het inhaalverbod voor vrachtverkeer

In Nederland geldt op verschillende plaatsen gedurende een deel van de dag een inhaalverbod voor het vrachtverkeer. Ook in FOSIM is het mogelijk het vrachtverkeer te verbieden bepaalde stroken te gebruiken om in te halen.

In FOSIM houdt het inhaalverbod in dat voertuigen die langer zijn dan 6 meter (dit zijn in FOSIM voertuigtype 4 en 5, die het vrachtverkeer voorstellen) niet van strook wisselen naar stroken waar het inhaalverbod geldt. Als zij zich al op een strook bevinden waar het verbod van kracht is, krijgen ze de wens een strook naar rechts te gaan. De geaccepteerde deceleratie is hetzelfde als bij gewenst strookwisselen en hangt dus samen met het verschil tussen de actuele snelheid en de actuele wenssnelheid. Hierdoor kan het geruime tijd duren voordat een vrachtwagen een geschikt hiaat vindt om naar rechts te gaan wanneer zijn snelheid nabij zijn huidige wenssnelheid ligt. Immers, dan wil het voertuig zelf niet of nauwelijks afremmen om een strookwisseling te kunnen maken, en evenmin een ander voertuig laten afremmen door het uitvoeren van de strookwisseling of om ruimte te laten maken.

Indien ergens van strook gewisseld moet worden vanwege de geometrie (gewenst en verplicht strookwisselen), negeert het vrachtverkeer op die locatie het inhaalverbod. Het bereiken van de bestemming heeft, met andere woorden, prioriteit.

2.2.3.3 Bestuurdersgedrag bij snelheidsbeperkingen

Zoals beschreven in paragraaf 2.2.2 streeft elke bestuurder in FOSIM zijn wenssnelheid na. Deze wenssnelheid is echter niet in alle omstandigheden hetzelfde. Wenssnelheden kunnen veranderen onder invloed van de snelheidslimiet of van afwijkende geometrische kenmerken (zoals Werk In Uitvoering (WIU), een beperkte boogstraal, een helling). De invloed van de snelheidslimiet kan in FOSIM expliciet gespecificeerd worden. Andere invloeden kunnen globaal nagebootst worden door de wenssnelheden met een bepaalde factor te onderdrukken ('snelheidsonderdrukking').

- *Snelheidsverlaging vanwege de maximumsnelheid*
FOSIM gaat gewoonlijk uit van een maximumsnelheid van 120 km/h. De kalibratieparameters in FOSIM leggen vast welke wenssnelheden bij deze snelheidslimiet horen. Wanneer voor (een deel van) het wegvak een lagere snelheidslimiet geldt, berekent FOSIM welke wenssnelheden bij deze limiet horen. Indien te verwachten is dat naast de snelheidslimiet ook andere infrastructuurkenmerken een rol spelen, kan het beter zijn de snelheden te verlagen met snelheidsonderdrukking, en dus niet via de instelling van de maximumsnelheid.

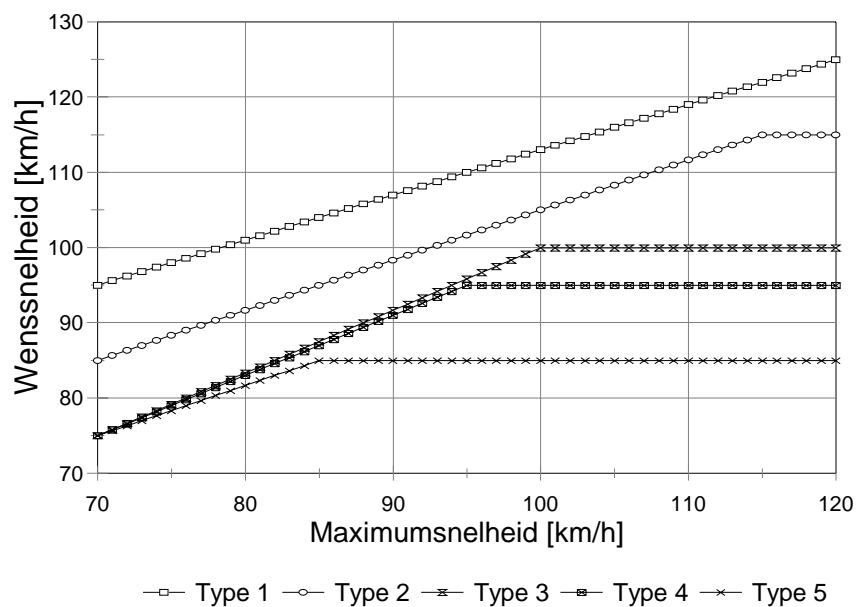
De snelheden die bestuurders in de werkelijkheid nastreven kunnen van vele invloedsfactoren afhankelijk zijn en zullen dan ook in de tijd maar zeker ook per locatie aanmerkelijk kunnen verschillen. Het is daarom problematisch in één algemeen model het verband tussen de maximumsnelheid en de wenssnelheden vast te leggen. Het model dat FOSIM gebruikt is dan ook slechts een benadering. Bovendien is het vanwege een tekort aan empirische gegevens in sterke mate gebaseerd op aannamen.

Figuur 30 geeft het aangenomen verband tussen de maximumsnelheid en de wenssnelheid voor iedere voertuig-bestuurdercombinatie weer, terwijl afbeelding 31 het gemiddelde toont bij 10% vrachtverkeer. Het model gaat ten eerste uit van de wenssnelheden die gelden bij een limiet van 120 km/h. Bij een lagere maximumsnelheid wordt de wenssnelheid lager, zodra de maximumsnelheid tenminste lager is dan de normale wenssnelheid. De wenssnelheid neemt lineair af met de snelheidslimiet tot de wenssnelheid die geldt bij de maximumsnelheid 70 km/h (een kalibratieparameter).

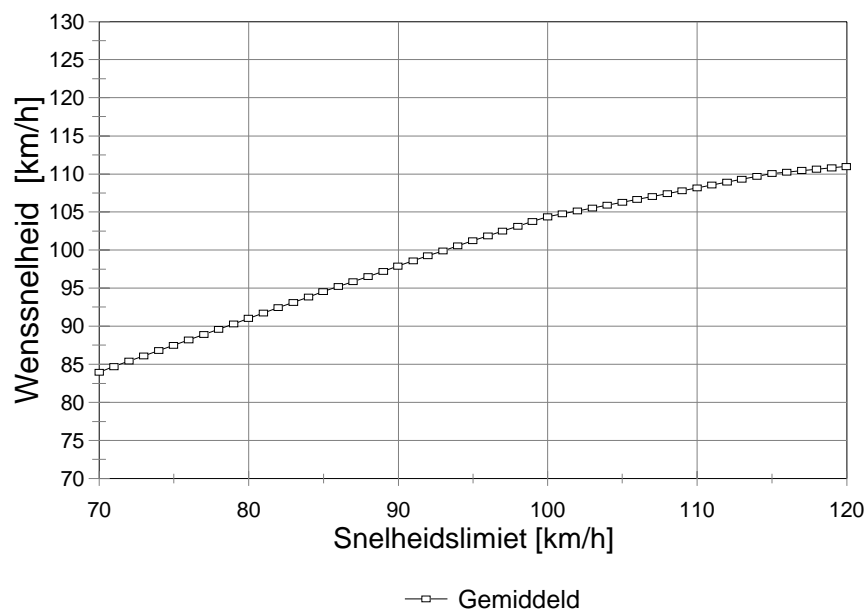
Het zal opvallen dat ervan uitgegaan wordt dat zeker bij lage snelheden de snelheidslimiet behoorlijk overschreden wordt. Dit heeft te maken met het feit dat het model bedoeld is voor situaties met een normale weggeometrie. Het is te verwachten dat in deze gevallen op basis van alleen een lagere snelheidslimiet de snelheid slechts beperkt daalt. Ook is aangenomen dat op de betreffende locatie geen sterke maatregelen ten behoeve van handhaving van de maximumsnelheid aanwezig zijn.

Bekijk nu als voorbeeld een voertuig dat van een wegdeel met de normale maximumsnelheid van 120 km/h gaat naar een sectie met een limiet van 90 km/h (zie figuur 32). Zodra het voertuig de sectie met een lagere snelheidslimiet bereikt, bepaalt het zijn nieuwe wenssnelheid. Deze wenssnelheid kan voor iedere voertuig-bestuurdercombinatie afgelezen worden in figuur 30. Als het voertuig sneller rijdt dan zijn nieuwe wenssnelheid, zal het afremmen. De deceleratie die het hierbij toepast is beperkt tot afremmen door het gas los te laten (de maximale volgdeceleratie). Er kan dus enige weglengte nodig zijn voordat het voertuig zijn nieuwe wenssnelheid bereikt.

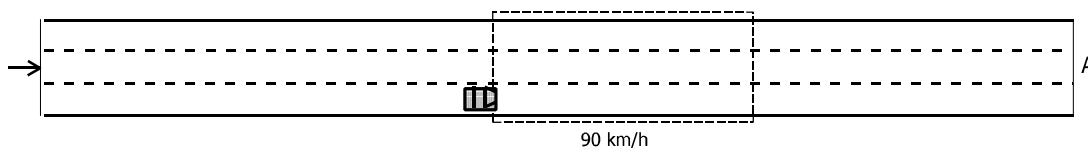
Wanneer het voertuig de sectie met de lagere maximumsnelheid verlaat, zal het zijn nieuwe wenssnelheid berekenen en optrekken met de beschikbare acceleratie om deze te bereiken.



Afbeelding 30: Aangenomen verband tussen wensnelheid en maximumsnelheid per voertuig-bestuurdercombinatie ('Type')



Afbeelding 31: Aangenomen verband tussen wensnelheid en maximumsnelheid: gemiddelde voor een verkeersstroom met 10% vrachtverkeer



Afbeelding 32: Voertuig bereikt gebied met een lagere maximumsnelheid

- *Snelheidsverlaging door geometrische beperkingen*
Het maximumsnelheidsmodel is bedoeld voor situaties waarbij alleen de maximumsnelheid de wenssnelheden beperkt en is dus niet geschikt voor gevallen waarbij (ook) kenmerken van de weggeometrie (bijvoorbeeld bogen, WIU) meespelen. In dergelijke gevallen die FOSIM niet expliciet representeert, is het mogelijk snelheidsonderdrukking toe te passen om globaal de situatie na te bootsen.

Snelheidsonderdrukking verlaagt de wenssnelheid die hoort bij een maximumsnelheid van 120 km/h (zie tabel 1) tot een bepaald percentage hiervan. Dit percentage moet een waarde hebben tussen 10% en 100% (in dit laatste geval geldt er feitelijk geen snelheidsonderdrukking). Voertuig-bestuurdercombinatie 1 heeft bijvoorbeeld bij een limiet van 120 km/h een wenssnelheid van 125 km/h. Als nu een snelheidsonderdrukking van 80% geldt, is zijn wenssnelheid gelijk aan $0,80 \times 125 = 100$ km/h.

Snelheidsonderdrukking heeft niet alleen gevolgen voor de snelheden die bestuurders nastreven. FOSIM verlaagt namelijk ook de acceleratie die bestuurders kunnen gebruiken. Tenslotte zorgt het model dat bestuurders in minder gevallen een strookwisseling naar links willen maken indien zij met een tragere voorligger te maken krijgen. Het decelereren wanneer een voertuig sneller rijdt dan zijn wenssnelheid gebeurt op dezelfde wijze als bij het maximumsnelheidsmodel.

2.2.3.4 Bestuurdersgedrag bij verkeerslichten

Een geregeld kruispunt aan de voet van een toe- of afrit kan de verkeersafwikkeling op de autosnelweg beïnvloeden. Een voor de hand liggend voorbeeld is een verkeersregelininstallatie (VRI) die niet voldoende capaciteit biedt aan het verkeer dat via een afrit een snelweg verlaat, waardoor de wachtrij de autosnelweg bereikt. Een ander voorbeeld is een VRI die zorgt het verkeer geclusterd de toerit bereikt. Deze piekbelastingen hebben een ander effect op de afwikkeling dan eenzelfde intensiteit die de autosnelweg meer geleidelijk bereikt. Om dergelijke effecten te verdisconteren is het mogelijk in FOSIM VRI's met een eenvoudige starre regeling toe te passen.

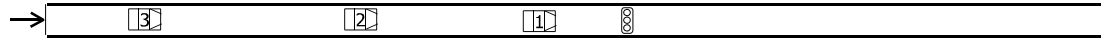
Starre regelingen in FOSIM hebben als variabelen een vaste cyclus-, groen- en geeltijd (en daarmee ook een vaste roodtijd). Daarnaast kan een zogenaamde offset toegepast worden: een tijdsperiode die aangeeft op welk tijdstip na het begin van de simulatie de verkeersregeling 'aangezet' moet worden.

Stel dat een bestuurder een verkeerslicht nadert. Zolang het verkeerslicht groen is, kan het voertuig uiteraard gewoon zijn weg vervolgen. Neem aan dat op een gegeven moment het licht verandert in geel. Als de afstand tot het verkeerslicht niet te groot is, namelijk 10 s rijtijd of kleiner, neemt de bestuurder dit waar, na een kleine reactietijd na het veranderen van de toestand van het signaal. Of het voertuig vervolgens ook afremt, hangt af van de vraag of het in staat is voor de stopstreep tot stilstand te komen, gegeven de vertraging die het voertuig bereid is toe te passen bij verkeerslichten (een kalibratieparameter). Als het voertuig inderdaad op tijd kan stoppen, remt het zodanig af dat het precies ter plaatse van het verkeerslicht stil staat. Zodra het verkeerslicht weer groen wordt, neemt het voertuig dit opnieuw pas na een korte reactietijd waar. Vervolgens versnelt het voertuig met de beschikbare acceleratie.

De reactietijden bij de overgang van groen naar geel licht en van rood naar groen licht zijn intern vast ingesteld op 1 s voor alle voertuig-bestuurdercombinaties. De maximale deceleraties waarmee voertuigen bereid zijn af te remmen bij verkeerslichten verschillen tussen de voertuig-bestuurdercombinaties.

Figuur 33 toont een voorbeeld met drie voertuigen nabij een verkeerslicht. Het verkeerslicht gaat van groen naar geel. De reactietijd verloopt en voertuig 1 controleert vervolgens of het

voor het verkeerslicht kan stoppen. Stel dat dit niet het geval blijkt te zijn. In dat geval rijdt dit voertuig gewoon door en kijkt nu voertuig 2 of het kan stoppen. Stel dat dit wel mogelijk is. In dat geval hoeft voor de volgende stroomopwaartse voertuigen (in dit geval, voertuig 3) geen controle meer plaats te vinden. Deze voertuigen reageren op het voertuig voor hen dat afremt voor het verkeerslicht.



Afbeelding 33: Bestuurdersgedrag bij een verkeerslicht

Het is mogelijk dat de volgende tijdstap voertuig 1 zodanig sterk moet afremmen, bijvoorbeeld vanwege stroomafwaartse congestie, dat het alsnog in staat is op tijd te remmen voor het verkeerslicht. Daarom vindt elke tijdstap opnieuw een controle plaats welk voertuig moet afremmen vanwege het verkeerslicht.

Verkeerslichten kunnen in het model overal geplaatst worden, ook op meerstrooks rijbanen. Het is hierbij noodzakelijk dat verkeerslichten met dezelfde regeling over de gehele rijbaanbreedte aanwezig zijn. Het is overigens niet verstandig de verkeerslichten te plaatsen in gebieden met gewenst of verplicht strookwisselen. Dan kunnen in de wachtrij voor het verkeerslicht namelijk grotere hiaten ontstaan dan in de werkelijkheid te verwachten zijn vanwege bestuurders die van strook moeten wisselen. Verder zal, wanneer zich een wachtrij voor een verkeerslicht bevindt, het verkeer in de naastgelegen strook proberen het snelheidsverschil met het verkeer in de wachtrij niet te groot te laten worden.

2.2.3.5 Bestuurdersgedrag bij tijdelijke blokkades

In de realiteit kan vanwege verschillende redenen een rijbaan, of een deel hiervan, geblokkeerd raken. Hierbij zijn verschillende oorzaken denkbaar, waarbij ongelukken het meest van toepassing zijn. Ook in FOSIM is een tijdelijke blokkade mogelijk: in de invoer wordt opgegeven waar, wanneer, en hoe lang een wegdeel tijdelijk afgesloten zal zijn gedurende de simulatie. De oorzaak achter de blokkade wordt dus in FOSIM niet nagebootst, maar alleen het effect: een tijdelijke blokkade.

Stel dat een blokkade in werking treedt. In het model wordt er van uit gegaan dat indien mogelijk bestuurders de blokkade zullen proberen te omzeilen door strookwisselingen te maken naar stroken die niet geblokkeerd zijn. Dit gedrag wordt gemodelleerd door aan de blokkade strookwisselgebieden te verbinden die zich direct stroomopwaarts van de blokkade bevinden en direct van kracht worden zodra de blokkade ontstaat. De lengte van de strookwisselgebieden wordt door de gebruiker gespecificeerd. Zoals gebruikelijk bestaat elk strookwisselgebied uit een deel waar gewenst strookwisselen plaatsvindt, in stroomafwaartse richting gevolgd door een deel waar verplicht strookwisselen geldt.

Wanneer een voertuig de blokkade nadert en niet op tijd van strook kan wisselen, zal dit voertuig tot stilstand moeten komen ter plaatse van de blokkade. Het eerste voertuig dat de blokkade nadert neemt de blokkade direct waar zodra deze geplaatst wordt¹. Of het voertuig vervolgens ook afremt, hangt af van de vraag of het in staat is voor de locatie van de blokkade tot stilstand te komen. Hierbij is het voertuig bereid af te remmen met dezelfde maximale deceleratie als toegepast bij een rood verkeerslicht (een kalibratieparameter). Indien het eerste stroomopwaartse voertuig niet in staat is op tijd te stoppen, wordt verder stroomopwaarts gezocht naar het eerste voertuig dat dit wel kan. Als het voertuig inderdaad op tijd kan stoppen, remt het zodanig af dat het precies ter plaatse van de blokkade tot stilstand komt. Zodra het tijdstip aanbreekt waarop de blokkade opgeheven wordt, versnelt het wachtende voertuig direct, en past hier de versnelling toe die beschikbaar is volgens het eerder beschreven acceleratiemodel. Zodra de blokkade beëindigd zijn, verdwijnen

¹Hierbij wordt wel de beperking toegepast dat het voertuig hoe dan ook niet reageert als het nog ver van de blokkade verwijderd is, namelijk, als het voertuig zich nog op meer dan 10 s rijtijd van de blokkade bevindt.

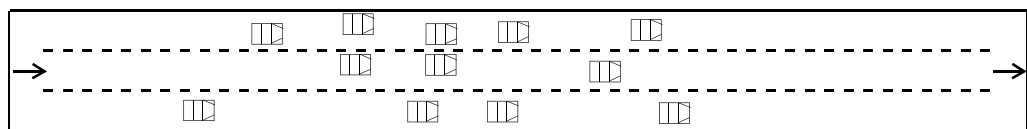
uiteeraard ook onmiddellijk de strookwisselgebieden die FOSIM had geplaatst om voertuigen om de blokkade heen te laten rijden.

Het kan op het eerste gezicht verrassend zijn dat niet per definitie het eerste voertuig dat zich stroomopwaarts van de blokkade bevindt tot stilstand komt, en dat dit voertuig toegelaten kan worden 'door de blokkade heen te rijden'. Er moet echter bedacht worden dat de blokkade in de simulatie, zoals gespecificeerd door de gebruiker, plotseling op de weg geplaatst wordt, en dat het hierbij mogelijk is dat voertuigen zich zeer dicht op de betreffende locatie bevinden. Afremmen om ter plaatse van de blokkade tot stilstand te komen kan dan voor de dichtstbijzijnde voertuigen helemaal niet mogelijk zijn met de toegelaten deceleratie, of een sterke deceleratie kan er toe leiden dat voertuigen achter het voertuig dat afremt voor de blokkade niet voldoende kunnen decelereren. Dan kunnen voertuigen 'door elkaar heen gaan rijden', hetgeen in de simulatie uiteraard niet toegelaten is. In de realiteit kunnen kettingbotsingen uiteraard wel plaatsvinden, maar, zoals eerder gesteld, in de simulatie kunnen de exacte verkeersveiligheidsaspecten niet nagebootst worden, en gaat het om het effect waar de de blokkade uiteindelijk toe leidt.

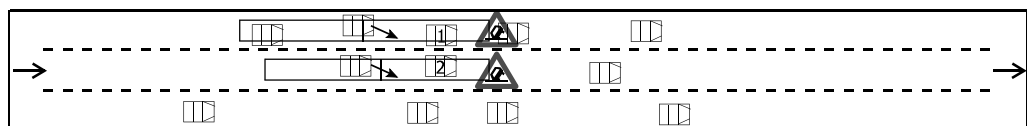
Het voorbeeld in figuur 34 licht het bestuurdersgedrag bij het naderen van een blokkade verder toe. Stel dat op een bepaald tijdstip zich op een driestrooks weg voertuigen bevinden zoals weergegeven in het bovenste deel van de figuur, en dat op dat moment een tijdelijke blokkade van kracht wordt, zoals getoond in het onderste deel van de figuur. De blokkade wordt op dat moment direct tussen het aanwezige verkeer geplaatst, en ook de bijbehorende strookwisselgebieden worden direct van kracht.

Alle voertuigen die zich in de nieuwe strookwisselgebieden bevinden zullen direct de bijbehorende wens tot strookwisselen krijgen, en proberen de gewenste strookwisselingen uit te voeren. Bovendien zal uiteraard gereageerd worden op de blokkades zelf. Stel dat de voertuigen '1' en '2' niet van strook kunnen wisselen. Ze kijken dan of ze nog in staat zijn met een redelijke vertraging tot stilstand te komen voor de blokkade. Indien dit het geval is remmen ze af om precies ter plaatse van de blokkade tot stilstand te komen (tenzij alsnog een strookwisseling mogelijk blijkt tijdens het afremmen, en het zo niet nodig is tot stilstand te komen). Als dit niet mogelijk is, reageren ze niet op de blokkade maar rijden ze door. Dan zal het eerstvolgende stroomopwaartse voertuig kijken of het mogelijk is op tijd tot stilstand te komen voor de blokkade. Voertuigen op grotere afstand van de blokkade zullen wel altijd op tijd tot stilstand kunnen komen. Dit betekent dat als het al gebeurt dat voertuigen door de blokkade heen rijden, het altijd gaat om kleine aantallen.

Uitgangssituatie



Blokkade ontstaat:



Afbeelding 34: Bestuurdersgedrag bij plaatsen tijdelijke blokkade

2.3 Principes schematisering weg en verkeer

In de vorige paragraaf is de interne werking van het simulatiemodel beschreven. Om dit simulatiemodel zijn werk te laten doen moet de gebruiker de werkelijke situatie vertalen in

voor het model geschikte invoer. Deze invoer bestaat uit een beschrijving van de weginfrastructuur (§2.3.1) en van de verkeersbelasting (§2.3.2).

2.3.1 Schematisering van de weg

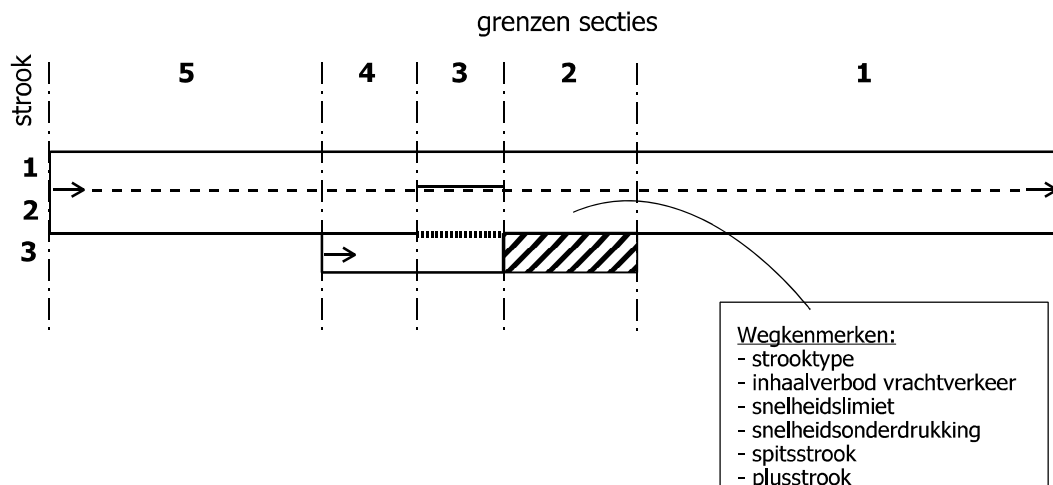
FOSIM is ontwikkeld voor simulatie van verkeer op wegvakken van autosnelwegen in Nederland. Op deze wegvakken geldt meestal het volgende:

- de horizontale boogstralen die gebruikt worden op autosnelwegen zijn over het algemeen groot. Het effect van deze bogen op de snelheid is dan te verwaarlozen (R_h meestal > 4.000 m, zie ROA (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993));
- Nederland is een voor het grootste deel vlak land. De hellingen die desondanks voorkomen zijn in het algemeen kort;
- voor het verticaal alignement van een autosnelweg gebruikt men meestal ruime boogstralen ($R_v = 10.000$ à 15.000 m of groter).

FOSIM gaat uit van bovenstaande wegkenmerken. In het geval van een afwijkende geometrie is het model (nog) niet in staat de effecten hiervan expliciet in rekening te brengen. Mogelijk kan toepassing van snelheidsonderdrukking (zie §2.2.3.3) dan toch enigszins uitkomst bieden.

2.3.1.1 Wegkenmerken van secties en stroken

In FOSIM is een wegvak in de lengterichting opgebouwd uit secties en in de dwarsrichting uit stroken (zie figuur 35). Hierbij zijn alle stroken recht omdat FOSIM uitgaat van ruime horizontale boogstralen die de verkeersafwikkeling niet beïnvloeden. De secties worden in stroomopwaartse richting toenemend genummerd, de nummers van de stroken nemen van links naar rechts toe.



Afbeelding 35: Kenmerken van een sectie

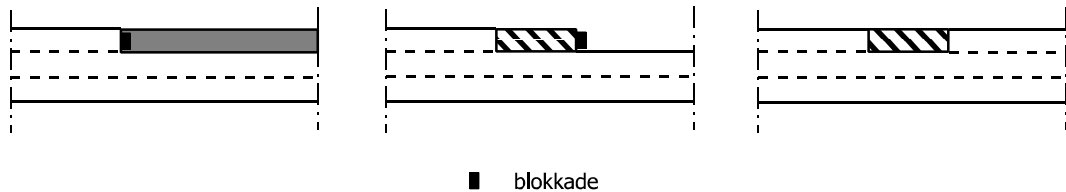
Aan elke strook en sectie is een aantal wegkenmerken verbonden. Deze zijn constant binnen iedere sectie. Het gaat hierbij om het dwarsprofiel (de strooktypen) en een aantal zogenaamde 'lokale kenmerken' (het inhaalverbod voor vrachtverkeer, de snelheidslimiet, snelheidsonderdrukking, en de aanwezigheid van plus- of spitsstroken):

- strooktypen

FOSIM onderscheidt een aantal typen stroken, weergegeven in tabel 2. Er zijn zes typen die bedoeld zijn voor normaal gebruik door het verkeer. Hierbij verschillen de middenstrook, linker strook, rechter strook en enkele strook ten aanzien van de belijning (doorgetrokken of onderbroken). De tapersamenvoeging en taperuitvoeging zijn speciale elementen die twee stroken beslaan, in tegenstelling tot alle andere elementen die altijd één strook breed zijn. Afgestreepte stroken zijn wel berijdbaar maar dwingen het verkeer met grote druk de strook te verlaten. Afgezette stroken en onverharde stroken zijn in het geheel niet berijdbaar.

Afgezette stroken voorkomen dat verkeer deze stroken betreedt door aan het begin een fysieke blokkade te plaatsen. Ook afgestreepte stroken kunnen samengaan met een dergelijke blokkade: als een niet-berijdbare strook volgt op een afgestreepte strook, kunnen voertuigen niet verder rijden dan het eind van deze afgestreepte strook (zie figuur 36). Voertuigen zullen op enige afstand stroomopwaarts van de blokkade beginnen met afremmen. Als een afgestreepte strook erg kort is, kan dit betekenen dat voertuigen al decelereren voordat ze de afgestreepte strook bereiken.

Wat het onderscheid in strooktypen betekent voor het wegvak van afbeelding 35 is weergegeven in tabel 3. Of in sectie 1 op strook 3 sprake is van een afgestreepte dan wel een afgezette strook hangt af van de mogelijkheid om na het einde van de invoegstrook door te kunnen rijden op een vluchtstrook.



Afbeelding 36: Plaatsing fysieke blokkade

strooktype		
<u>voor normaal gebruik:</u>	<u>voor incidenteel gebruik:</u>	<u>niet berijdbaar:</u>
- middenstrook	- links afgestreepte strook	- afgezette strook
- linker strook	- rechts afgestreepte strook	- onverharde strook
- rechter strook		
- enkele strook		
- tapersamenvoeging		
- taperuitvoeging		

Tabel 2: Strooktypen

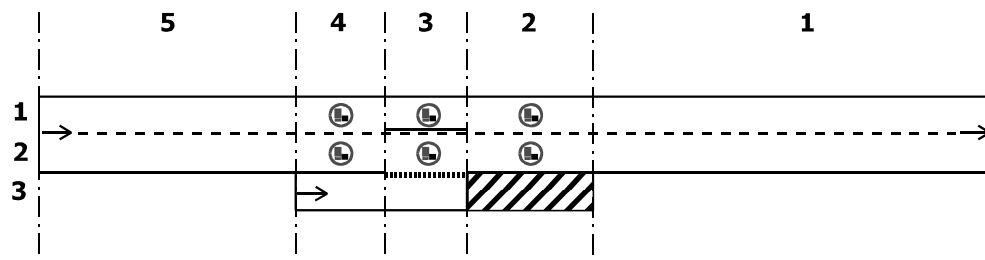
Het is mogelijk doorgetrokken en onderbroken belijning te combineren (links een enkele strook, rechts ervan een middenstrook), zoals in het voorbeeld is gebeurd voor sectie 2. Hier mogen voertuigen op strook 1 niet naar strook 2 gaan, maar voertuigen op strook 2 wel naar strook 1.

Wanneer bekend is uit welke strooktypen het wegvak bestaat, ligt de geometrie van het wegvak vast. De afmetingen van de secties volgen uit het wegontwerp.

Sectie strook	5	4	3	2	1
1	linker strook	linker strook	enkele strook	linker strook	linker strook
2	rechter strook	rechter strook	middenstrook	rechter strook	rechter strook
3	onverharde strook	enkele strook	rechter strook	rechts afgestreepte strook	onverharde strook

Tabel 3: Strooktypen per sectie voor figuur 35

- lokale kenmerken:**
 FOSIM verstaat onder 'lokale kenmerken' het inhaalverbod voor vrachtverkeer, snelheidsonderdrukking, de maximumsnelheid, en de aanwezigheid van plus- of spitstroken (stroken die slechts een deel van de tijd open staan voor het verkeer). Omdat deze kenmerken in het model voor iedere sectie en iedere strook kunnen verschillen, moet de gebruiker er zelf voor zorgen een logische combinatie van kenmerken geldt. Zo zal bijvoorbeeld over de gehele rijbaan gewoonlijk dezelfde maximumsnelheid gelden.
- inhaalverbod voor vrachtverkeer**
 Voor elke strook en sectie kan aangegeven worden of het inhaalverbod voor vrachtverkeer van kracht is. Als het inhaalverbod gespecificeerd is, geldt het gedurende de gehele simulatie (het is niet dynamisch). Afbeelding 37 geeft een voorbeeld van een wegvak met het inhaalverbod voor het vrachtverkeer. In het voorbeeld is voor drie secties op alle stroken van de hoofdrijbaan het inhaalverbod opgegeven. Strikt genomen is het niet noodzakelijk ook voor de rechter strook het inhaalverbod op te geven. Immers, vrachtwagens zullen niet naar links strookwisselen als op de strook links van hen het inhaalverbod geldt. Lees §2.2.3.2 voor een verdere beschrijving van het bestuurdersgedrag.



Afbeelding 37: Voorbeeld inhaalverbod vrachtverkeer

- snelheidslimiet**
 In FOSIM kan afhankelijk van de locatie een andere maximumsnelheid gelden, waarbij het maximum kan liggen tussen 120 en 70 km/h. Hierbij is het uitgangspunt dat het resulterende bestuurdersgedrag (zie §2.2.3.3) alleen het gevolg is van de snelheidslimiet. Als (daarnaast) ook andere kenmerken van de infrastructuur een rol spelen (WIU), kan het beter zijn te kiezen dit te benaderen met snelheidsonderdrukking.

Standaard geldt een snelheidslimiet van 120 km/h. Wanneer een ander maximum geldt, moet deze per strook en per sectie opgegeven worden. De snelheidslimiet dient echter wel over de gehele rijbaan hetzelfde te zijn, omdat anders in de simulatie onlogische strookwisselingen plaatsvinden. Het is mogelijk iedere snelheidslimiet tussen 70 en 120 km/h op 1 km/h nauwkeurig te specificeren. Het is in FOSIM dus mogelijk een maximumsnelheid te specificeren die in werkelijkheid niet toegelaten is (bijvoorbeeld 112 km/h).

Opmerking: Omdat de invloed van de snelheidslimiet in de praktijk per locatie sterk kan verschillen en de empirische kennis van het effect van de snelheidslimiet op het gedrag beperkt is, dienen de uitkomsten van FOSIM met lage snelheidslimieten met de nodige reserve beschouwd te worden.

- snelheidsonderdrukking**

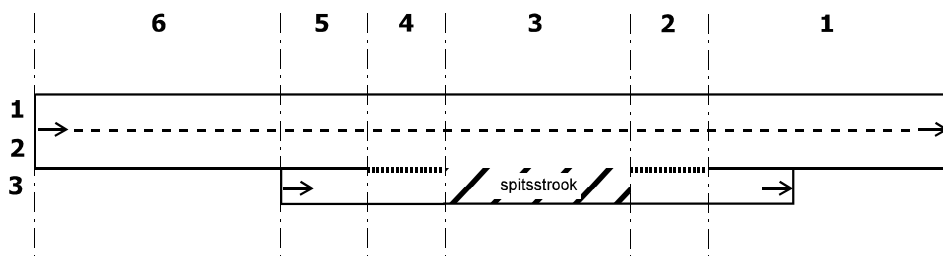
Indien de gerealiseerde snelheden beperkt worden door afwijkende geometrische kenmerken (WIU, bogen), mogelijk in combinatie met een lagere snelheidslimiet, dient dit in FOSIM benaderd te worden met snelheidsonderdrukking.

Snelheidsonderdrukking verlaagt op de opgegeven stroken en secties de snelheid die bestuurders wensen te rijden. Deze snelheid is normaal gelijk aan de kalibratieparameter wenssnelheid bij een maximumsnelheid van 120 km/h (zie tabel 1), maar wanneer snelheidsonderdrukking geldt, wordt de nagestreefde snelheid plaatselijk verlaagd tot de gewone wenssnelheid vermenigvuldigd met de snelheidsonderdruktingsfactor (zie ook §2.2.3.3). Deze moet een waarde hebben tussen 10% en 100% (in dit laatste geval geldt er feitelijk geen snelheidsonderdrukking).

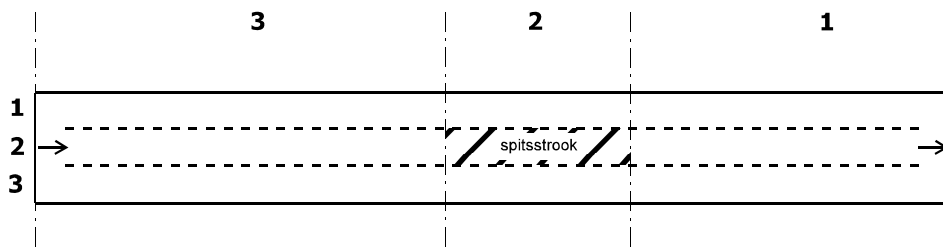
Omdat snelheidsonderdrukking de wenssnelheden verlaagt die gelden bij een maximumsnelheid van 120 km/h, is het niet mogelijk snelheidsonderdrukking te combineren met een snelheidslimiet lager dan 120 km/h.

- *spitsstrook (naar links indien gesloten)*
Het spitsstrook-‘kenmerk’ wordt gegeven aan een combinatie van een strook en sectie. Dit geselecteerde wegdeel zal dan slechts een deel van de tijd open zijn voor het verkeer, waarbij het moment waarop gewisseld wordt tussen de open en gesloten situatie (of andersom) bepaald wordt door de tijdstippen die de gebruiker opgeeft.

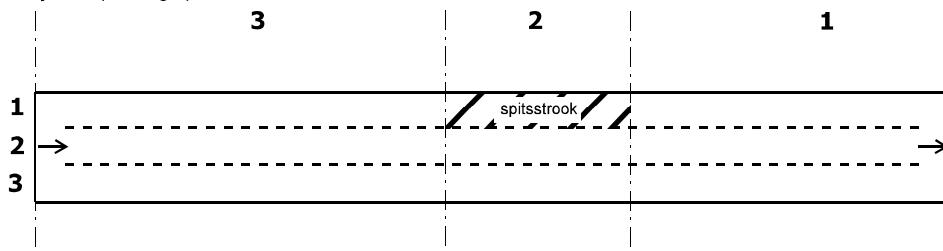
Realistische toepassing spitsstrook



Afwijkende toepassing spitsstrook



Onredelijke toepassing spitsstrook



Afbeelding 38: Voorbeelden locaties spitsstrook

In het geval van een spitsstrook zullen de bestuurders een strookwisseling naar links maken om de spitsstrook te vermijden danwel te verlaten wanneer een voertuig zich op de spitsstrook bevindt op het moment dat deze gesloten wordt. Zoals eerder behandeld (zie pagina 18), zal een voertuig een spitsstrook ervaren als een afgestreepte strook, en deze dan ook met een sterke druk willen verlaten.

Aangezien bij een spitsstrook het verkeer een strookwisseling naar links wil maken, zal de spitsstrook zich gewoonlijk bevinden aan de rechterzijde van een rijbaan. Afbeelding 38 toont bovenin een dergelijke situatie. FOSIM controleert echter niet of een spitsstrook zich aan de rechterkant van de rijbaan bevindt: het is in het model ook mogelijk een spitsstrook te plaatsen tussen twee berijdbare stroken in, of zelfs aan de linker zijde van de rijbaan (zie respectievelijk het middelste en het onderste deel van figuur 38). Waar de eerste van deze twee situaties al afwijkend is van de praktijk, levert de tweede bovendien geen reële resultaten (strookwisselingen naar links zijn niet mogelijk). Uiteindelijk zal de gebruiker zelf moeten zorgen voor een redelijk ontwerp. Het is overigens ook mogelijk spitsstroken toe te passen over meerdere naast elkaar gelegen stroken.

In een simulatie kunnen zich meerdere groepen van spits- en plusstroken bevinden die elk op een ander moment van open naar gesloten gaan. Hoe dit werkt wordt behandeld bij de hierop volgende uitleg over plusstroken.

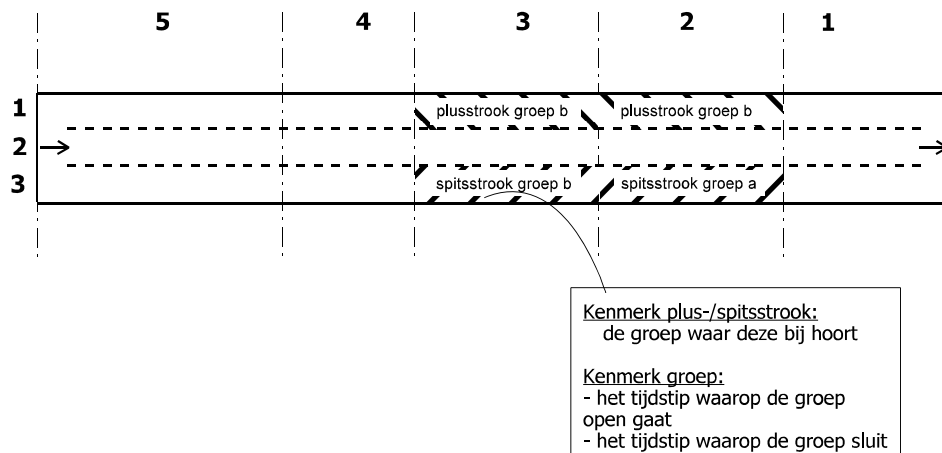
- *plusstrook (naar rechts indien gesloten)*
Het enige verschil tussen een plusstrook en een spitsstrook is de richting waarin het verkeer zal strookwisselen: bij een plusstrook gaat het verkeer naar rechts in de gesloten situatie. Een plusstrook zal zich dan ook gewoonlijk aan de linker kant van een rijbaan bevinden.

Er kan voor gekozen worden in een wegconfiguratie spits- en plusstroken aan te brengen die op verschillende momenten gedurende de simulatie van toestand (open/gesloten) veranderen. Hiertoe maken spits- en plusstroken altijd deel uit van een *groep*. Elke strook-/sectiecombinatie kan bij één groep horen. Er kunnen maximaal zeven groepen gebruikt worden, met de namen 'a' tot en met 'g'. Elke groep kan zowel bestaan uit spitsstroken als uit plusstroken. Het moment waarop een spits- of plusstrook sluit of opent, wordt opgegeven per groep. Voor elke groep kan één moment in de tijd opgegeven worden waarop de betreffende stroken voor het verkeer gesloten worden, en eveneens één moment voor het openen van de stroken.

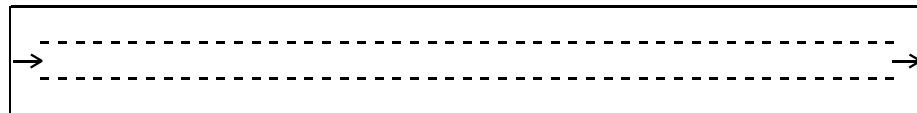
Naast de groepen voor de plus- en spitsstroken is er ook nog een aparte groep gereserveerd voor tijdelijke blokkades. Immers, bij een tijdelijke blokkade horen specifieke strookwisselgebieden die zorgen dat het verkeer probeert om de blokkade heen te rijden. Zie paragraaf 2.3.1.5 voor meer uitleg.

Afbeelding 39 illustreert het principe van groepen van plus-/spitsstroken. Dit voorbeeld gaat uit van een eenvoudige driestrooks wegconfiguratie die in eerste instantie volledig open is. Vervolgens wordt gedurende de simulatie in eerste instantie een strook rechts over een bepaalde lengte afgesloten. Nog enige tijd later wordt op hetzelfde moment zowel de lengte waarover de strook rechts gesloten is verlengd in stroomopwaarte lengte, en wordt over dezelfde lengte de meest linkse strook afgesloten.

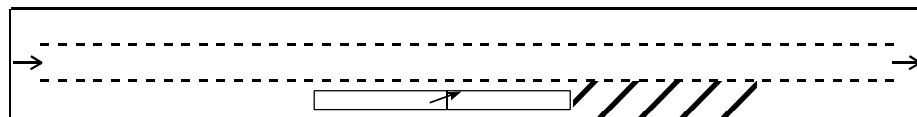
Invoer locaties en groepen plus- en spitsstroken



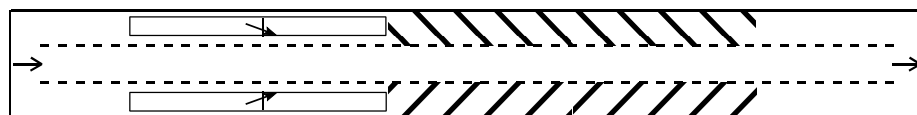
Uitgangssituatie



Situatie met groep a gesloten



Situatie met groep b gesloten



Afbeelding 39: Illustratie werking groepen van plus- en spitsstroken

Om bovenstaande te realiseren in de simulatie dient gebruik gemaakt te worden van twee groepen, zoals weergegeven bovenin afbeelding 39:

- een eerste groep die het wegdeel omvat dat als eerste gesloten wordt. In dit geval bevat deze 'groep' slechts een enkele strook in een enkele sectie;
- een tweede groep die het wegdeel omvat dat enige tijd later gesloten wordt. Deze groep omvat zowel een spitsstrook (één strook in één sectie) als een plusstrook (één strook breed en twee secties lang).

Waar in een wegconfiguratie zonder spits- en plusstroken de gebieden waar bestuurders van strook moeten wisselen vanwege de geometrie vastliggen, vinden bij toepassing van spits-/plusstroken juist in de tijd veranderingen plaats in deze gebieden. De drie onderste figuren van afbeelding 39 verduidelijken dit in termen van de strookwisselgebieden die FOSIM gebruikt:

- op het moment waarop alle spits-/plusstroken open zijn, bevinden zich op het continue wegvak uiteraard in het geheel geen strookwisselgebieden.
- zodra echter groep a sluit, verandert feitelijk de weggeometrie: bestuurders op de rechter strook ervaren de nieuwe situatie als een weg met een rijstrookvermindering. Op dat moment wordt dan ook door het simulatiemodel

stroomopwaarts van de gesloten spitsstrook een strookwisselgebied (gewenst en verplicht) geplaatst.

- bij het sluiten van groep b vinden weer veranderingen plaats in de strookwisselgebieden. Het gebied dat hoorde bij het sluiten van groep a wordt verwijderd en de strookwisselgebieden die horen bij de nieuwe situatie worden geplaatst.

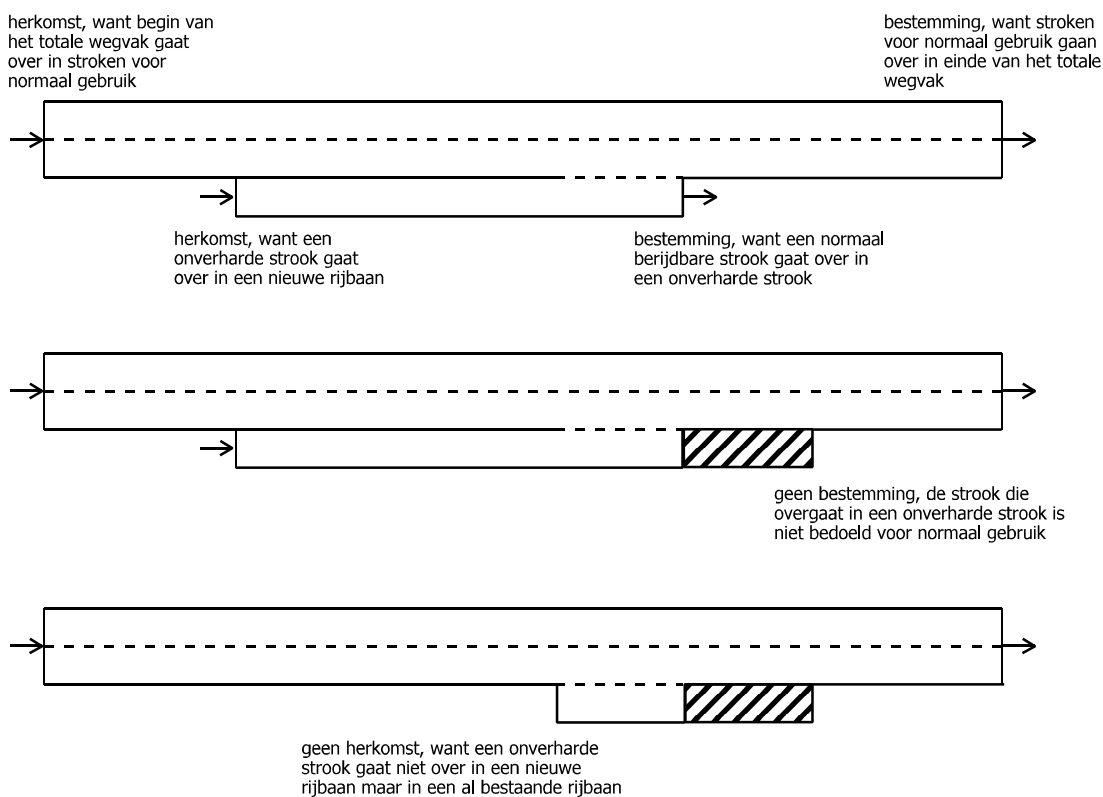
FOSIM beschouwt elke mogelijke combinatie van groepen van spits- en plusstroken als een aparte situatie waarbij eigen strookwisselgebieden horen. Dit betreft niet alleen de strookwisselgebieden die verbonden zijn met de spits-/plusstroken zelf, maar ook alle andere strookwisselgebieden die bij de betreffende configuratie horen. Bij het voorbeeld van afbeelding 39 zijn dus drie verschillende sets van strookwisselgebieden van belang.

2.3.1.2 Herkomsten en bestemmingen

Herkomsten en bestemmingen beslaan in FOSIM altijd de gehele rijbaan. Ze worden geplaatst aan de hand van de gespecificeerde strooktypen (zie ook de illustraties in afbeelding 40):

- herkomsten bevinden zich op locaties waar een onverharde strook (dit kan ook het begin van het gehele wegvak zijn) over gaat in een nieuwe rijbaan, dat wil zeggen, een gescheiden wegdeel (er kan in de betreffende sectie niet naar de stroken van de rijbaan gegaan worden vanuit de andere in de sectie aanwezige stroken);
- FOSIM plaatst een bestemming wanneer een strooktype voor normaal gebruik over gaat in een onverharde strook (dit kan ook het einde van het gehele wegvak zijn).

Aan elke herkomst en bestemming kan een vrij te kiezen naam verbonden worden.



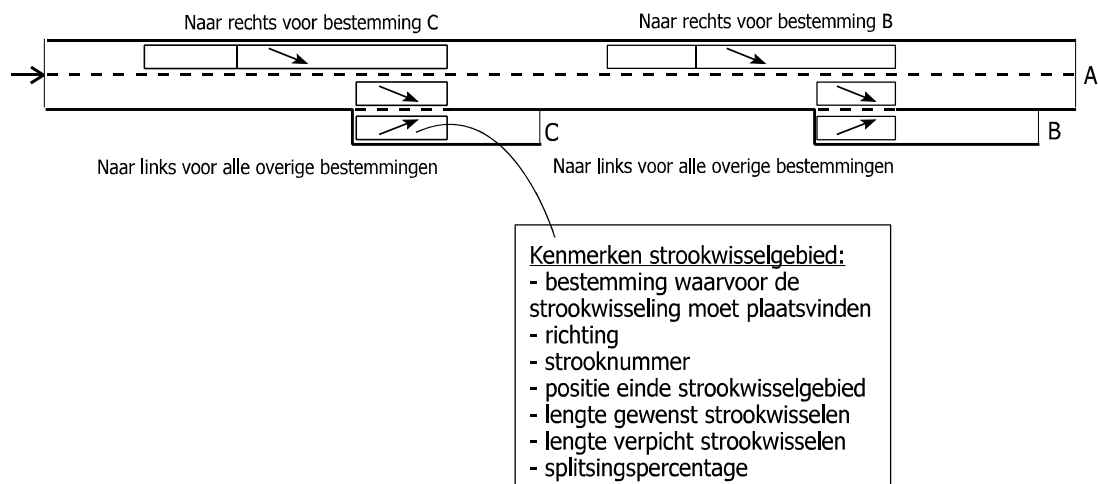
Afbeelding 40: Plaatsing herkomsten en bestemmingen

2.3.1.3 Strookwisselgebieden

Wanneer voertuigen strookwisselingen moeten maken vanwege een verandering van de weggeometrie (weefvakken, toeritten, spits- en plusstroken, etcetera), wordt dit in FOSIM aangegeven met strookwisselgebieden. Deze strookwisselgebieden bestaan uit twee met elkaar verbonden delen: stroomopwaarts een deel waar gewenst strookwisselen moet plaatsvinden, en stroomafwaarts een deel waar verplicht strookwisselen geldt. Om strookwisselgebieden goed te kunnen toepassen is het belangrijk de werking ervan goed te begrijpen. Zie hiervoor paragraaf 2.2.3.1.

Afbeelding 41 geeft een voorbeeld van een wegvak met strookwisselgebieden en hun kenmerken. Elk strookwisselgebied is verbonden aan een bepaalde bestemming, heeft een bepaalde richting, bevindt zich op een bepaalde strook, en heeft een bepaalde positie (het stroomafwaartse einde van het gebied), lengte van het gewenst strookwisselgebied en lengte van het verplicht strookwisselgebied. Als er sprake is van routekeuze, geldt voor alle strookwisselgebieden die bij deze keuze horen bovendien een splitsingspercentage, dat kan verschillen per voertuig-bestuurdercombinatie.

FOSIM bepaalt aan de hand van de weggeometrie op welke locaties strookwisselgebieden noodzakelijk zijn. De eindpositie van elk gebied, de strook en de bestemming ligt op die manier vast, de lengtes van de twee delen en de splitsingspercentages zijn door de gebruiker instelbaar. De lengtes van het gewenste en verplichte deel zijn vrij op te geven, zodat het mogelijk is dat een strookwisselgebied alleen een gewenst of verplicht deel kent, of zelfs geen van beide (waardoor het dus geen effect heeft op het strookwisselen van het verkeer). Zoals beschreven op pagina 34 geldt bij de aanwezigheid van spits-/plusstroken telkens een andere set van strookwisselgebieden zoals past bij de toestanden (open of gesloten) van de aanwezige spits-/plusstroken.

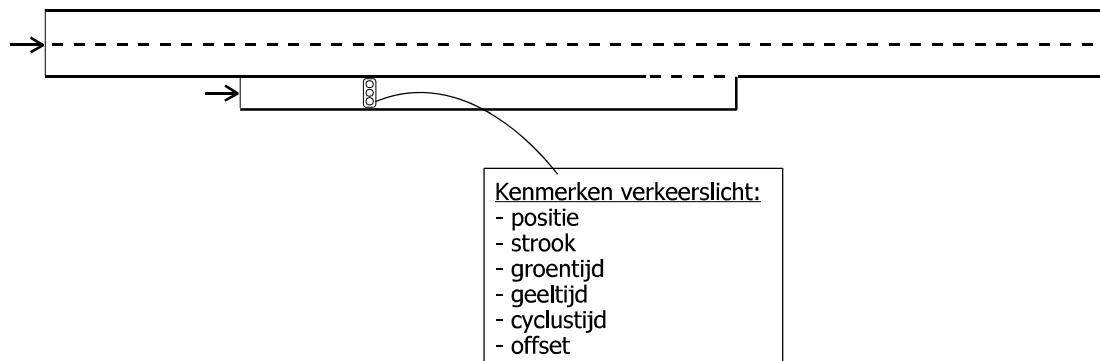


Afbeelding 41: Kenmerken strookwisselgebieden

2.3.1.4 Verkeerslichten

In FOSIM kan op elke willekeurige locatie een verkeerslicht geplaatst worden. Een dergelijk verkeerslicht dient om de invloed van VRI's nabij toe- of afritten te verdisconteren (zie figuur 42). Het gaat om eenvoudige, starre regelingen, die vastgelegd zijn aan de hand van de groentijd, geeltijd, cyclustijd, en de offset (dit is de tijdsperiode na het begin van de simulatie wanneer het verkeerslicht moet gaan functioneren). Zie paragraaf 2.2.3.4 voor een beschrijving van het bestuurdersgedrag bij verkeerslichten.

Gewoonlijk zal achter een verkeerslicht in FOSIM in de realiteit een geregeld kruispunt schuil gaan, mogelijk met een verkeersafhankelijke regeling. Er moet dus een vertaalslag plaatsvinden waarbij een starre regeling in FOSIM de daadwerkelijke regeling benadert.

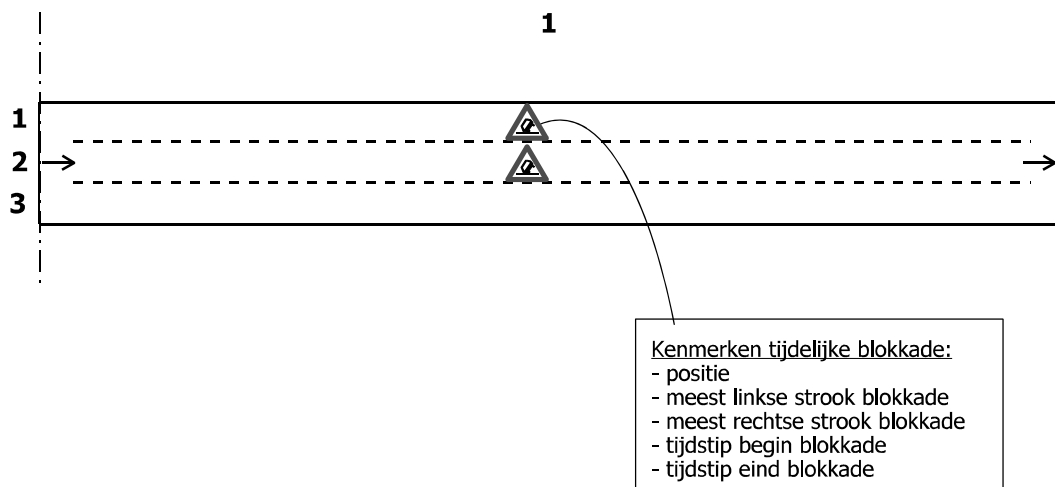


Afbeelding 42: Kenmerken verkeerslicht

2.3.1.5 Tijdelijke blokkades

Tijdens een simulatie in FOSIM kan (een deel van) de weg tijdelijk geblokkeerd worden. Dit kan per simulatie één keer, en bovendien op één enkele locatie, plaatsvinden. De kenmerken van een tijdelijke blokkade zijn weergegeven in afbeelding 43. De tijdelijke blokkade bevindt zich op een bepaalde positie van de weg in lengterichting en bestaat bovendien uit een aantal aaneengesloten stroken, welke vastgelegd worden aan de hand van de meest linkse en rechtse strook. Zie paragraaf 2.2.3.5 voor een beschrijving van het bestuurdersgedrag bij tijdelijke blokkades.

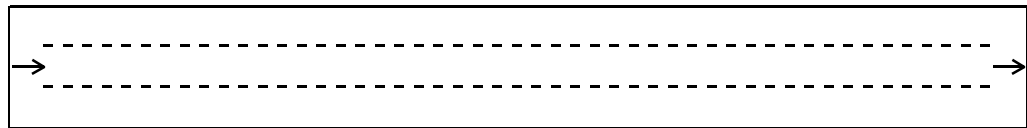
Invoer tijdelijke blokkade



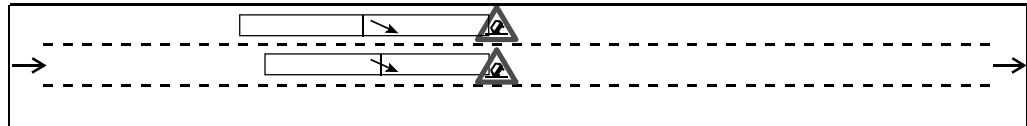
Afbeelding 43: Kenmerken tijdelijke blokkade

Zoals eerder aangeven in paragraaf 2.3.1.1, bij de behandeling van plus- en spitsstroken, zorgt de aanwezigheid van een tijdelijke blokkade voor een extra groep bij strookwisselgebieden, namelijk de groep van alle strookwisselgebieden die van toepassing zijn als de tijdelijke blokkade aanwezig is. Afbeelding 44 toont een voorbeeld van een wegvak met zowel een spitsstrook en een tijdelijke blokkade. Bij de spitsstrook hoort een groep van strookwisselgebieden en bij de blokkade hoort een groep van strookwisselgebieden. Dit alles leidt in het voorbeeld in de figuur tot vier mogelijke combinaties van groepen strookwisselgebieden, afhankelijk van de aanwezigheid van de blokkade en het open of gesloten zijn van de spitsstrook.

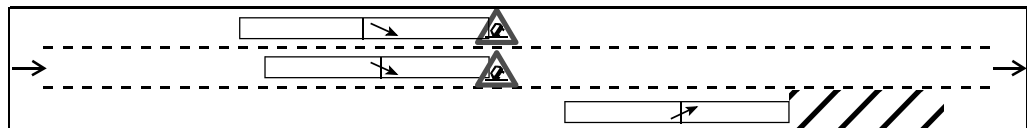
Situatie zonder tijdelijke blokkade of spitsstrook



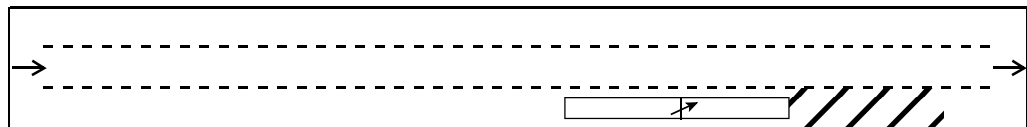
Situatie met alleen tijdelijke blokkade



Situatie met tijdelijke blokkade en spitsstrook gesloten



Situatie met spitsstrook gesloten



Afbeelding 44: Voorbeeld combinatie strookwisselgebieden vanwege tijdelijke blokkade en vanwege een gesloten spitsstrook

2.3.1.6 Detectoren

Voor het verzamelen van meetgegevens beschikt FOSIM over detectoren die, vergelijkbaar met de realiteit, alle passerende voertuigen waarnemen. Het is vervolgens mogelijk zelf de resulterende microscopische gegevens verder te verwerken of het model de gegevens te laten aggregeren (bijvoorbeeld in intensiteiten, trajectsnelheden, etcetera). De lengte van de aggregatieperiode is hierbij vrij instelbaar.

Detectoren kunnen op elke coördinaat geplaatst worden. Een detector dient zich echter wel op enige afstand van een bron te bevinden, omdat hij anders niet alle voertuigen waarneemt. Detectoren meten op alle stroken die op de betreffende locatie aanwezig zijn.

Het wegvak tussen twee detectoren heet in FOSIM een meetsectie. Het aantal meetsecties op een wegvak komt daarmee op het aantal detectoren plus één. Sommige meetgegevens hebben altijd betrekking op een meetsectie. Het aantal verrichte strookwisselingen hoort bijvoorbeeld bij een bepaalde meetsectie.

Microscopische simulatiemodellen zijn zeer geschikt om niet alleen lokale verkeersgegevens te leveren, maar ook momentane, dat wil zeggen, alle voertuigposities op een bepaald moment. Zo is een uitgebreid beeld te verkrijgen van de verkeersafwikkeling als functie van zowel tijd als plaats. Dit kan in FOSIM bijvoorbeeld door tijdens een simulatie de voertuigbewegingen te bekijken, of na afloop de snelheidscontouren, die met kleuren de gerealiseerde snelheden als functie van tijd en plaats weergeven.

2.3.2 Schematisering van de verkeersbelasting

De kenmerken van de infrastructuur en van de verkeersbelasting bepalen samen welke verkeersafwikkeling resulteert. De invoer van de verkeersbelasting bestaat uit drie delen: de verkeerssamenstelling, het intensiteitenverloop en het herkomst-bestemmingspatroon.

2.3.2.1 Verkeerssamenstelling

In werkelijkheid is er in het verkeer sprake van een zeer grote diversiteit in zowel bestuurderskenmerken als voertuigenkenmerken. Hierbij is vooral het onderscheid tussen personenverkeer en vrachtverkeer van groot belang. Zoals eerder opgemerkt (zie pagina 12) wordt in FOSIM een aantal voertuig-bestuurdercombinaties onderscheiden, waarbij type 1 tot en met 3 personenvoertuigen zijn en type 4 en 5 vrachtwagens. Binnen elke voertuig-bestuurdercombinatie zijn de meeste eigenschappen telkens hetzelfde. Dit betekent bijvoorbeeld dat alle voertuigen van een bepaalde voertuig-bestuurdercombinatie dezelfde lengte hebben. Alleen het specifiek vermogen (de kW/ton-verhouding) varieert binnen de voertuig-bestuurdercombinaties die het vrachtverkeer representeren.

Gebruikers wordt *ten zeerste* aangeraden de simulaties uit te voeren op basis van de meegeleverde vijf klassen van voertuigen/bestuurders. Immers, FOSIM is op basis van die klassen gekalibreerd en gevalideerd. Het is overigens wel mogelijk de parameters te wijzigen, evenals het aantal onderscheiden klassen te vergroten (tot een maximum van acht klassen).

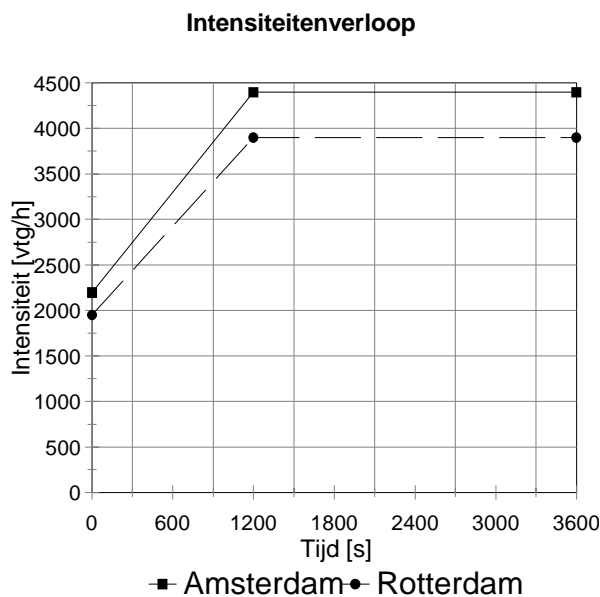
De verkeerssamenstelling wordt per herkomst opgegeven, dat wil zeggen, per *rijbaan*. Tabel 4 geeft een voorbeeld waarbij voor de ene herkomst een percentage vrachtverkeer van 10% geldt en voor de andere 15%. Het simulatiemodel bepaalt vervolgens welke voertuigen op welke rijstrook geplaatst worden, waarbij voertuigen met lagere wensnelheden meer naar rechts worden geplaatst en snellere voertuigen meer naar links. In paragraaf 2.2.2 bevindt zich een verdere beschrijving van de werking van de voertuiggenerator.

Herkomst	Personenauto's [%]			Vrachtauto's [%]		Totaal [%]
	1	2	3	4	5	
Amsterdam	30	30	30	5	5	100
Rotterdam	28 $\frac{1}{3}$	28 $\frac{1}{3}$	28 $\frac{1}{3}$	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	100

Tabel 4: Voorbeeld verkeerssamenstelling (voertuigtypen 1 tot en met 5)

2.3.2.2 Intensiteitenverloop

Per herkomst moet bekend zijn hoeveel verkeer per tijdseenheid de weg dient te betreden. Dit gebeurt door voor verschillende momenten in de tijd de intensiteit te specificeren. De intensiteiten op de tussenliggende momenten volgen uit lineaire interpolatie (zie het voorbeeld in figuur 45).



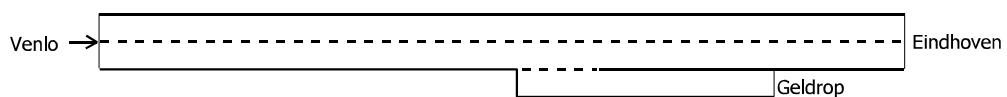
Afbeelding 45: Intensiteitenverloop

De herkomst kan niet meer verkeer op een rijbaan plaatsen dan deze rijbaan kan verwerken (zie §2.2.2 voor een nadere uitleg van de werking van de voertuiggeneratoren in FOSIM). Deze maximale intensiteit is uiteraard kleiner naarmate het percentage vrachtverkeer groter is.

2.3.2.3 Herkomst-bestemmingspatroon

Het laatste onderdeel van de invoer van de verkeersbelasting betreft het Herkomst-Bestemmingspatroon (HB-patroon). Dit HB-patroon geldt per herkomst en is gedurende de simulatie constant. Het kan verschillen tussen de verschillende voertuig-bestuurdercombinaties, zodat bijvoorbeeld voor het vrachtverkeer een ander HB-patroon geldt dan voor het personenverkeer.

Tabel 5 geeft een voorbeeld van een herkomst-bestemmingsmatrix die voor alle voertuig-bestuurdercombinaties geldt. In dit geval gaat het om een herkomst en twee bestemmingen. Een dergelijk patroon kan bijvoorbeeld voorkomen bij een wegvak (zie figuur 46) met een afrit (bestemming Geldrop) en een tweestrooks hoofdrijbaan. Bij het aanmaken van elk voertuig loot het model naar welke bestemming het moet gaan en het resultaat hiervan wordt vervolgens gebruikt om bij strookwisselgebieden te bepalen of het voertuig van strook moet wisselen ten behoeve van zijn bestemming.



Afbeelding 46: Voorbeeld wegvak voor HB-patroon

Bestemming Herkomst	Eindhoven	Geldrop
Venlo	90	10

Tabel 5: Voorbeeld HB-patroon [%]

2.4 Enige beperkingen voor de invoer

De interne werking van het simulatiemodel en de benodigde invoer zijn nu beschreven. Ter afsluiting van dit hoofdstuk staat in tabel 6 nog een overzicht van de belangrijkste beperkingen van de huidige versie van het model.

Maximaal aantal herkomsten	99
Maximaal aantal bestemmingen	99
Maximaal aantal secties	onbeperkt
Maximaal aantal detectoren	onbeperkt
Maximaal aantal VRI's	onbeperkt
Maximaal aantal punten bij het opgeven van het intensiteitenverloop (per herkomst)	99
Maximale tijdsperiode simulatie	23:59:59
Maximaal aantal tijdstappen	onbeperkt
Maximale lengte wegvak [m]	onbeperkt

Tabel 6: Enige invoerbeperkingen van FOSIM; 'onbeperkt' betekent: afhankelijk van de computercapaciteit

Na deze laatste tabel is alle noodzakelijke informatie gegeven om een simulatiestudie met FOSIM te kunnen beginnen. In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op de praktische aspecten van een dergelijke studie.

3 Uitvoeren van een simulatiestudie met FOSIM

Dit hoofdstuk past de kennis verkregen in hoofdstuk 2 toe in een praktische aanpak om een simulatiestudie met FOSIM te verrichten. Hiertoe volgen eerst enige algemeen geldende, belangrijke opmerkingen, waarna de verschillende uit te voeren stappen besproken worden. Een uitgewerkt voorbeeld van de gepresenteerde methode staat in bijlage 3. Het exacte gebruik van de FOSIM-*interface* is in dit hoofdstuk nog buiten beschouwing gelaten. Een uitgebreide beschrijving van de interface volgt in hoofdstuk 4.

3.1 Belangrijke overwegingen vooraf

De gebruiker van FOSIM dient zich van het volgende bewust te zijn:

- **kalibratieparameters**

De gebruiker wordt *ten zeerste* aangeraden de met FOSIM meegeleverde parameter-set te gebruiken (zie ook §2.2.2). In deze set zijn vijf voertuigtypen gedefinieerd. Deze dienen *alle* in de simulatie vertegenwoordigd te zijn².

- **aantal simulaties**

Omdat een simulatie met FOSIM voor een deel afhankelijk is van loting tijdens de simulatie, zijn de uitkomsten van de simulaties enigszins stochastisch van aard. Daarom is op basis van één simulatie *géén* uitspraak te doen over de gesimuleerde verkeersstroom. Er dient een voldoende aantal simulaties uitgevoerd te worden, telkens met een andere startwaarde voor de randomgenerator in de invoer. Vervolgens zijn over de uitkomsten met statistiek zinvolle uitspraken te doen.

- **beperkingen ten aanzien van de te simuleren wegvakken**

FOSIM is bedoeld voor het simuleren van Nederlandse autosnelwegen ontworpen volgens de Richtlijnen voor het Ontwerp van Autosnelwegen (ROA). Hierbij gelden voor FOSIM nog enige beperkingen:

- in FOSIM wordt het effect van het verticaal alignement op de afwikkeling niet meegenomen. Dit zal echter in de meeste Nederlandse situaties geen problemen opleveren;
- het effect van bogen op de afwikkeling kan niet expliciet gesimuleerd worden;
- het effect van smalle stroken op de afwikkeling is in FOSIM niet meegenomen;
- FOSIM bootst geen toeritdosering na;
- met betrekking tot signaleringssystemen kan FOSIM alleen het tijdelijk afsluiten van delen van de weg (spits- of plusstroken) nabootsen;
- FOSIM gaat uit van 'ideale' omstandigheden.

Enkele van deze beperkingen zijn overigens te omzeilen door gebruik te maken van 'snelheidsonderdrukking' (zie §2.2.3.3 en §3.2.1).

- **simulatie vervangt de verkeerskundige niet**

Ondanks het feit dat simulatie een zeer krachtig hulpmiddel kan zijn, blijft het slechts een hulpmiddel. Dat wil zeggen dat de gebruiker van het programma een sleutelrol blijft vervullen. Aan de ene kant gaat het hierbij om de niet altijd triviale schematisering die ervoor zorgt dat het model het verkeer reëel nabootst. Aan de andere kant ligt bij de gebruiker de verantwoordelijkheid de simulatieresultaten op hun waarde te schatten, want simulatie kan niet meer zijn dan een benadering van de werkelijkheid.

3.2 De werkelijkheid schematiseren

² Met uitzondering van situaties waarin alleen personenverkeer, respectievelijk vrachtverkeer aanwezig is. Dan worden alleen de betreffende voertuigklassen gebruikt (1 tot en met 3, respectievelijk 4 en 5).

Een simulatiestudie zal in het algemeen niet op zichzelf staan, maar een doel binnen een groter project dienen. Vooraf aan een simulatiestudie zal dan ook voldoende duidelijk moeten zijn wat met de simulaties bereikt moet worden. Dan pas kan de deskundige bepalen of FOSIM een geschikt model is.

Indien inderdaad besloten wordt FOSIM te gebruiken, zijn enige gegevens nodig:

- **de keuze van de bestuderen verkeerskenmerken**
Welke kenmerken relevant zijn, zal volgen uit het project waarvan de simulatiestudie deel uit maakt. Mogelijk zal de deskundige nog wel een vertaling moeten maken naar voor het simulatiemodel bruikbare grootheden;
- **het geometrisch ontwerp van de te bestuderen wegvakken**
Enerzijds is het mogelijk dat er een aantal kant en klare alternatieven zijn die doorgerekend moeten worden. Anderzijds kan het voorkomen dat er slechts een globaal idee over een oplossing bestaat en dat FOSIM dient om tot een definitiever ontwerp te komen. In beide gevallen is het belangrijk om op te merken dat het moeilijk is om 'uit het niets' in een simulatiepakket als FOSIM een wegvak in te voeren. Het is beter om vooraf het wegvak al te specificeren (op papier), inclusief alle relevante maten.
- **de (geprognosticeerde) verkeersbelasting**
De simulatieresultaten zijn in belangrijke mate afhankelijk van de verkeersbelasting, in termen van het herkomst-bestemmingspatroon en de verkeerssamenstelling (aandeel vrachtverkeer). Omdat het vaak om toekomstige situaties gaat, zullen prognoses noodzakelijk zijn. Indien deze niet voorhanden zijn, moet uitgegaan worden van de bestaande situatie, of moeten aannamen gedaan worden over de toekomstige situatie. Een gevoeligheidsanalyse is in het algemeen aan te raden.

Deze paragraaf gaat in op het maken van goede invoer wanneer bovenstaande gegevens bekend zijn. De volgende paragrafen beschrijven afzonderlijk de schematisering van de fysieke infrastructuur (§3.2.1), de plaats van strookwisselen (§3.2.2) en de verkeersbelasting (§3.2.3). Daarna volgt een korte bespreking van het kiezen van meetlocaties (§3.2.4).

3.2.1 Schematisering fysieke infrastructuur

Een eerste belangrijke keuze bij de schematisering betreft welk wegdeel gesimuleerd moet worden. Immers, in de realiteit houdt de weg stroomopwaarts en stroomafwaarts van het te bestuderen wegvak niet op. Een *stroomopwaarts* wegelement kan van belang zijn voor het aankomstpatroon, in termen van bijvoorbeeld de verdeling van het verkeer over de stroken of de snelheid. Indien dit van significante invloed is op de afwikkeling, dient ook het stroomopwaartse element meegenomen te worden. Een *stroomafwaarts* element kan belangrijk zijn indien dit element invloed heeft op het verkeer op het te bestuderen wegvak, bijvoorbeeld wanneer het verkeer al anticipeert op wat komen gaat (zoals een afrit).

Samenvattend, het te bestuderen wegvak moet gesimuleerd worden, plus alles wat hierop van invloed is. De verkeerskundige zal dus vooraf zijn inzicht moeten gebruiken om het studiegebied af te bakenen. Vervolgens is het relatief eenvoudig om - met de ontwerptekeningen bij de hand - de geometrie te vertalen naar de FOSIM-invoer:

1. Onderscheid alle delen van de weg waarin de dwarsdoorsnede constant is. Bepaal de lengtes van deze secties en de coördinaten van de sectiegrenzen.
2. Noteer binnen elke sectie welk strooktype geldt.
3. Onderscheid alle secties waarbinnen de 'lokale kenmerken' (dat wil zeggen, het inhaalverbod voor vrachtverkeer, de maximumsnelheid, snelheidsonderdrukking, en de aanwezigheid van plus-/spitsstroken) constant zijn. Voeg deze sectiegrenzen toe aan de eerder onderscheiden sectiegrenzen,
4. Indien te verwachten is dat verkeersregelingen op het onderliggend wegennet de verkeersafwikkeling op de autosnelweg beïnvloeden, vertaal deze regelingen naar eenvoudige starre regelingen en plaats in de schematisatie van het wegvak de benodigde verkeerslichten,
5. Voer, indien van toepassing, de gegevens in van de tijdelijke blokkade die tijdens de simulatie moet plaatsvinden.

Bij elk van deze stappen hoort een aantal aandachtspunten:

1. sectiegrenzen vastleggen

- Er moet aan het begin van het wegvak enige 'instellengte' aanwezig zijn, dat wil zeggen, weglengte waar clustervorming van het verkeer kan plaatsvinden en de verdeling van het verkeer over de stroken zich verder kan vormen. Een discontinuïteit dient zich dus niet direct na het begin van het wegvak te bevinden. Een lengte van 1 à 2 km is aan te raden;
- ook vanwege objecten als verkeerslichten en fysieke blokkades bij een afgezette strook is een inloopstuk noodzakelijk. Zonder een dergelijk inloopstuk zien voertuigen deze objecten namelijk niet of te laat.

2. strooktypen vastleggen

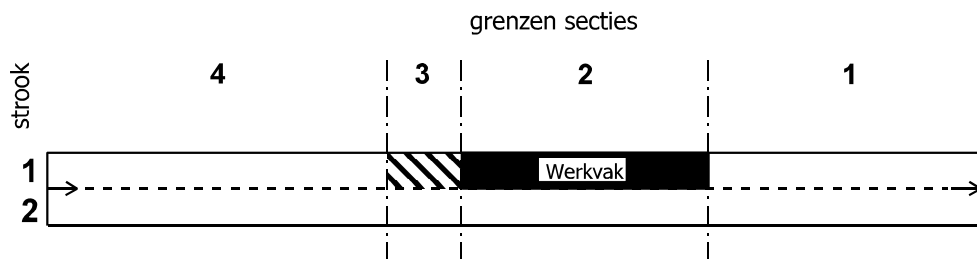
- Een *afgezette* strook mag *alleen* gebruikt worden als ook in werkelijkheid het voor voertuigen fysiek onmogelijk is door te rijden op dezelfde strook, bijvoorbeeld indien na een invoegstrook geen vluchtstrook aanwezig is, of in het geval van een afzetting bij werk in uitvoering. In *alle* andere gevallen moet een *afgestreepte* strook gebruikt worden;
- als een afgestreepte strook gevolgd wordt door een niet-berijdbare strook, plaatst FOSIM aan het eind van die afgestreepte strook een fysieke blokkade. Als de afgestreepte strook te kort is, is het mogelijk dat voertuigen hier al voor afremmen terwijl ze zich nog bevinden op een strook voor normaal gebruik;
- taperelementen mogen niet direct aan elkaar grenzen;
- aan de hand van de opgegeven strooktypen plaatst FOSIM alle herkomsten en bestemmingen. Deze kunnen in FOSIM geïdentificeerd worden met een naam. Het is ten eerste aan te raden hier gebruik van te maken, omdat dit vergissingen bij andere delen van de invoer tegen gaat.

3. lokale kenmerken vastleggen

- Inhaalverbod vrachtverkeer:
 - indien het inhaalverbod voor vrachtverkeer geldt, hoeft dit eigenlijk niet op de meest rechtse strook van een rijbaan opgegeven te worden. Het kan echter geen kwaad indien dit wel gebeurt;
- maximumsnelheid:
 - de maximumsnelheid moet voor alle stroken van de rijbaan hetzelfde zijn. Indien dit niet het geval is, kan het voorkomen dat voertuigen geregeld onlogische strookwisselingen maken;
 - de naleving van de maximumsnelheid kan van geval tot geval behoorlijk wisselen. Het is dan ook mogelijk dat de in FOSIM aangenomen snelheden aanzienlijk afwijken van de werkelijke situatie. Zie paragraaf 2.2.3.3 voor een uitgebreide uitleg van de manier waarop FOSIM omgaat met de invloed van de snelheidslimiet;

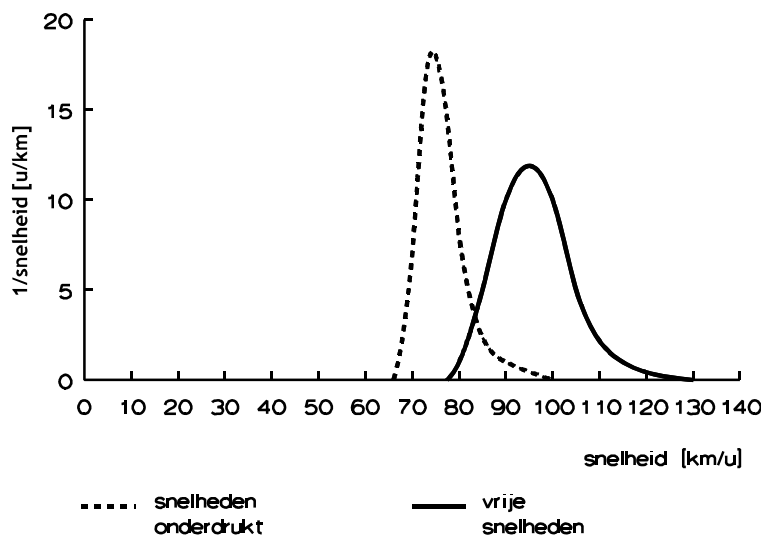
- snelheidsonderdrukking:
 - bij de toepassing van snelheidsonderdrukking gaat FOSIM uit van een oorspronkelijke maximumsnelheid van 120 km/h. De snelheidsonderdruktingsfactoren worden toegepast op de wenssnelheden die bij deze snelheidslimiet horen (zie tabel 1);
 - snelheidsonderdrukking kan gebruikt worden om allerlei situaties waar FOSIM niet expliciet rekening mee houdt, zoals krappe bogen, toch in enige mate na te bootsen. Wanneer de snelheid voldoende onderdrukt wordt, neemt de capaciteit van de betreffende sectie namelijk af. De keuze van de mate van snelheidsonderdrukking is echter niet triviaal.

Bekijk als voorbeeld een wegvak met daarin een sectie waar op de linker strook wegwerkzaamheden verricht worden (zie figuur 47). Op dit wegvak geldt bijvoorbeeld een snelheidslimiet van 70 km/h. Bij WIU is de maximumsnelheid echter meestal niet de enige beperkende factor: de gehele indeling van de weg kan afwijken van de normale indeling. In een dergelijk geval is het dan ook niet voldoende alleen een andere maximumsnelheid op te geven en dient snelheidsonderdrukking gebruikt te worden.



Afbeelding 47: Een wegvak met WIU

De gevolgen van WIU voor het verkeer kunnen behoorlijk van geval tot geval variëren, zodat telkens een inschatting gemaakt moet worden van de verwachte effecten. Bij de vertaling van deze inschatting naar de toe te passen snelheidsonderdruktingsfactor is het de vraag binnen welke bandbreedte de wenssnelheden zullen vallen: niet alle bestuurders zullen dezelfde snelheid kiezen. Dit geldt ook voor FOSIM bij het gebruik van snelheidsonderdrukking: dezelfde factor is geldig voor iedere voertuig-bestuurdercombinatie, zodat verschillen in wenssnelheden blijven bestaan. Afbeelding 48 illustreert dit schetsmatig. Het blijkt dat na toepassing van snelheidsonderdrukking de gemiddelde snelheden omlaag gaan en dat ook de spreiding in de snelheden afneemt.



Afbeelding 48: Principe van de verdeling van de nagestreefde snelheden met en zonder snelheidsonderdrukking

In het geval van het voorbeeld-wegvak is bijvoorbeeld mogelijk een snelheidsonderdrukkingfactor van 70% geschikt (zie tabel 7). In dat geval wenst de snelste voertuig-bestuurdercombinatie, 1, nog altijd $70\% \times 125 = 87,5$ km/h te rijden, terwijl de traagste voertuig-bestuurdercombinatie, 5, nog slechts $70\% \times 85 = 59,5$ km/h als wensnelheid heeft³. Men dient zich ervan bewust te zijn dat op deze wijze niet het werkelijke bestuurdersgedrag bij WIU nagebootst wordt, maar dat het om een vrij grove benadering gaat.

Zoals genoemd is snelheidsonderdrukking ook toepasbaar in andere gevallen dan WIU met een afwijkende geometrie waarvan de gevolgen voor de afwikkeling slechts globaal bekend zijn. Om een geschikte waarde te vinden zal het hierbij doorgaans nodig zijn enigszins te experimenteren met snelheidsonderdrukking.

sectie \ strook	4	3	2	1
1	1	0,7	-	1
2	1	0,7	0,7	1

Tabel 7: Voorbeeld van de snelheidsonderdrukkingfactoren

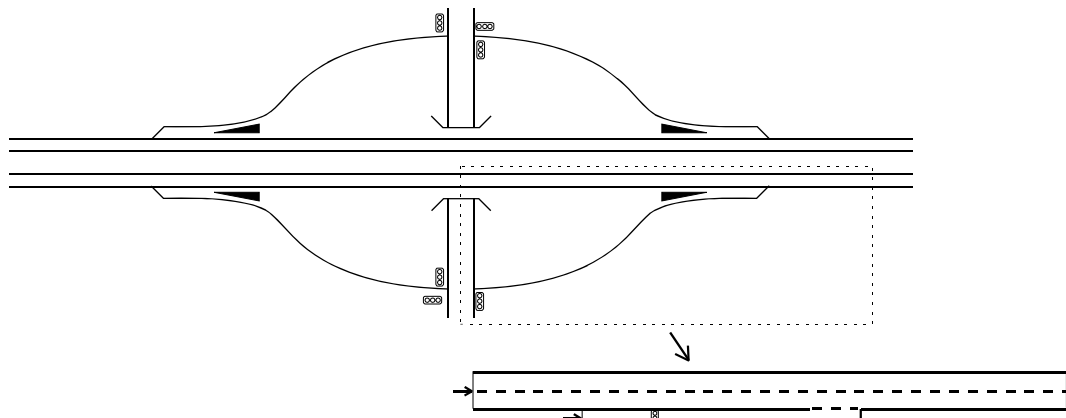
- plus- en spitsstroken
 - het is niet mogelijk in de eerste sectie stroomafwaarts van een herkomst of stroomopwaarts van een bestemming een plus- of spitsstrook te definiëren;
 - hetzelfde wegdeel kan alleen als een plusstrook of als een spitsstrook aangewezen worden. Het is niet mogelijk dat het ene deel van de tijd het wegdeel functioneert als een plusstrook, en later als een spitsstrook;
 - een reductie van de snelheidslimiet die kan samengaan met plus- en spitsstroken is niet in de huidige versie van FOSIM geïmplementeerd als kenmerk behorend bij plus- en spitsstroken;
 - bij elke combinatie van groepen spits- en plusstroken hoort een eigen set strookwisselgebieden. Wanneer het maximum van zeven groepen van spits- en plusstroken is gedefinieerd en bovendien een tijdelijk blokkade is gespecificeerd, kan dit in theorie betekenen dat 256 sets (2^8) in een simulatie mogelijk zijn. Echter, het is te verwachten dat het uitzonderlijk is dat alle combinaties in een simulatie daadwerkelijk relevant zijn, zodat gewoonlijk het aantal te beschouwen sets nog te overzien is. Bovendien zorgt FOSIM voor het automatisch genereren van strookwisselgebieden (zie paragraaf 3.2.2), zodat de benodigde inspanning bij het maken van de invoer beperkt blijft.

4. verkeerslichten vastleggen

- Omdat FOSIM zich richt op autosnelwegen, kunnen verkeersregelingen, die immers draaien op kruispunten op het onderliggend wegennet, niet direct nagebootst worden. Er dient daarom een vertaling plaats te vinden van de werkelijke situatie naar het effect ervan op de manier waarop het verkeer de autosnelweg betreedt of juist verlaat. In FOSIM kan dit vervolgens als een starre regeling ingebracht worden. Deze starre regeling heeft een vaste cyclus-, groen- en geeltijd (en daarmee ook een vaste roodtijd). Daarnaast kan een zogenaamde offset toegepast worden: een tijdsperiode die aangeeft op welk tijdstip na het begin de simulatie de verkeersregeling aangezet moet worden.

³ Zoals eerder genoemd wordt de snelheidsonderdrukking *altijd* toegepast op de wensnelheid bij een maximumsnelheid van 120 km/h.

Als voorbeeld toont afbeelding 49 een Haarlemmermeer-aansluiting met twee geregelde kruispunten. Stel dat het om verkeersafhankelijke regelingen gaat en dat de toerit in de kwadrant rechtsonder onderwerp van onderzoek is. Een mogelijke weergave van deze situatie in FOSIM is rechtsonder in de figuur weergegeven. Er bevindt zich hier een verkeerslicht met een starre regeling op de strook die naar de toerit leidt. Bij een beperkte belasting van de kruispunten kan vanwege de verkeersafhankelijke regeling het verkeersaanbod op de toerit een behoorlijk grillig patroon hebben. Dit is moeilijk te vertalen naar een starre regeling in de simulatie. Bij hoge belastingen zullen de regelingen echter meer als starre regelingen functioneren, zodat een betere vertaling naar de regeling in het model mogelijk is. Het is echter wel te verwachten dat enig verschil met de werkelijke situatie zal blijven bestaan.



Afbeelding 49: Illustratie VRI in realiteit en in de simulatie; in de overzichtstekening stelt elke lijn een strook voor

- als een VRI een meerstrooks rijbaan betreft, dienen op alle stroken van deze rijbaan verkeerslichten met dezelfde regeling aanwezig te zijn;
- het is niet verstandig verkeerslichten te plaatsen binnen strookwisselgebieden, omdat dan voertuigen onredelijk grote gaten kunnen laten vallen in de wachtrij;
- een VRI in FOSIM is niet bedoeld om een toeritdoseerinstallatie (TDI) na te bootsen.

Het eindresultaat van de vier stappen is een onderverdeling van het wegvak in secties en stroken met de bijbehorende kenmerken en, indien relevant, op bepaalde locaties verkeerslichten. Het is hierbij praktisch de weg al te tekenen in de vorm die FOSIM gebruikt, dat wil zeggen, in de vorm van rechte, parallelle stroken. Deze gegevens zijn vervolgens direct geschikt als invoer voor FOSIM.

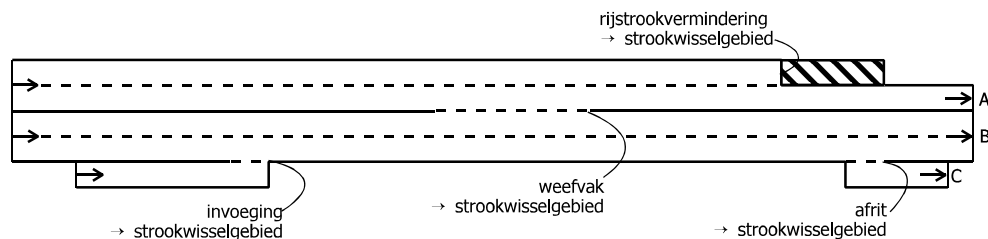
5. Tijdelijke blokkade specificeren

- FOSIM laat in sterke mate de gebruiker vrij in het specificeren van de blokkade. Het is zelfs mogelijk de blokkade te plaatsen op een niet berijdbaar deel van de wegconfiguratie. In een dergelijk geval heeft de blokkade uiteraard geen invloed op het verkeer;
- wanneer een blokkade langs twee kanten gepasseerd kan worden (bijvoorbeeld, de blokkade bevindt zich in de middelste strook van een driestrooks rijbaan) dient de gebruiker met een splitsingsfractie op te geven welk deel van het verkeer voor de ene kant kiest en welk deel voor de andere,
- indien een tijdelijke blokkade op een erg kleine afstand van een herkomst geplaatst wordt is het mogelijk dat het verkeer de blokkades niet (op tijd) waarnemen, waardoor al het verkeer de blokkade negeert,
- bij een tijdelijke blokkade hoort een eigen set strookwisselgebieden. Als bovendien spits- en plusstroken aanwezig zijn, kunnen zeer veel combinaties van strookwisselgebieden mogelijk zijn, tot 256 sets (2^8) toe. Echter, het is te verwachten dat

het uitzonderlijk is dat alle combinaties in een simulatie daadwerkelijk relevant zijn, zodat gewoonlijk het aantal te beschouwen sets nog te overzien is. Bovendien zorgt FOSIM voor het automatisch genereren van strookwisselgebieden (zie paragraaf 3.2.2), zodat de benodigde inspanning bij het maken van de invoer beperkt blijft.

3.2.2 Schematisering strookwisselen

Strookwisselgebieden dienen om aan te geven waar voertuigen van strook moeten wisselen vanwege de geometrie (weefvakken, uitvoeringen, etcetera); zie paragraaf 2.2.3.1 en 2.3.1.3 voor een uitgebreide uitleg. FOSIM verbindt dan ook aan iedere verandering van de geometrie een strookwisselgebied. Figuur 50 illustreert dit met een voorbeeld. De eindcoördinaten van de strookwisselgebieden staan op deze manier vast.



Afbeelding 50: Plaatsing strookwisselgebieden

Voor het bepalen van de lengtes van de strookwisselgebieden gaat het om de inschatting waar bestuurders reageren op de geometrische verandering. Hiervoor is helaas geen algemeen recept aanwezig, maar er zijn wel enkele aanknopingspunten. Zo kan gebruik gemaakt worden van de locaties van bebording. Zeker bestuurders die niet bekend zijn van de situatie zullen zich aan de hand hiervan oriënteren. Bij tijdelijk gesloten stroken (spits- en plusstroken) waarbij signalering gebruikt wordt, kan de locatie van de signaleringsportalen als uitgangspunt gebruikt worden voor de plaats waar bestuurders informatie krijgen.

Er kan gecontroleerd worden of de strookwisselgebieden wel lang genoeg zijn door te kijken of de bestuurders wel in staat blijken op tijd van strook te wisselen. Het is wel mogelijk dat af en toe een voertuig zijn bestemming mist, maar het mogen er niet te veel zijn. Tenslotte is het altijd zinvol te controleren hoe gevoelig de resultaten van het model zijn voor de aangenomen lengtes.

De gebruiker kan voor elk strookwisselgebied afzonderlijk de lengte handmatig instellen. FOSIM genereert echter in eerste instantie altijd automatisch de lengtes van de strookwisselgebieden. Dit werkt als volgt:

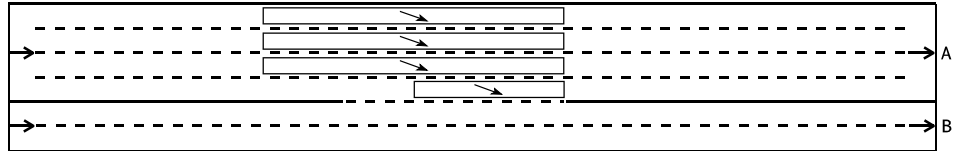
De gebruiker geeft ten eerste een vaste waarde op voor de *lengte* van het verplicht strookwisselgebied en voor het gewenst strookwisselgebied. Bovendien is het mogelijk een *additionele lengte per strookwisseling* voor het verplicht strookwisselen op te geven die gebruikt wordt indien meer dan twee strookwisselingen gemaakt moeten worden. Onderstaande voorbeelden geven weer hoe FOSIM deze lengtes gebruikt.

Neem aan dat voor het verplicht strookwisselen een lengte groter dan nul is opgegeven en voor het gewenst strookwisselen en het additionele verplicht strookwisselen een lengte van nul. We kijken naar de strookwisselgebieden naar bestemming B op een weefvak. FOSIM plaatst nu een strookwisselgebied met de opgegeven verplichte lengte op de strook die leidt naar de 'bestemmingsstrook'. Voor alle verder van de bestemmingsstrook afgelegene stroken telt FOSIM de opgegeven lengte van het verplicht strookwisselen op bij de lengte van het strookwisselgebied dat het dichtst bij de bestemmingsstrook is geplaatst, wat leidt tot het in afbeelding 51 weergegeven resultaat.

Aangenomen weglengte voorsorteren

Verplicht strookwisselen:

Strookwisselgebieden voor bestemming B



Afbeelding 51: Lengtes vanwege verplicht strookwisselen

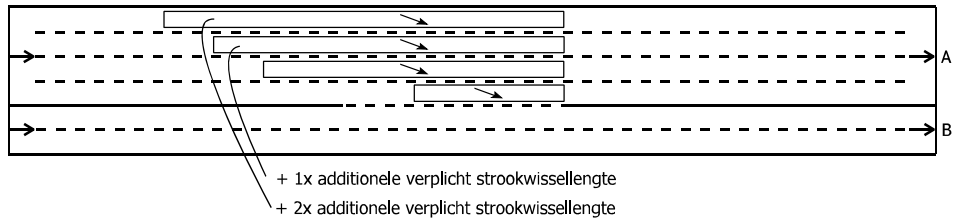
De additionele verplicht strookwissellengte zorgt ervoor dat voor elke strookwisseling verder dan twee stroken van de bestemmingsstrook het verplicht strookwisselen met de additionele lengte verlengd wordt. Dit zorgt ervoor dat op brede rijbanen het verkeer dat veel strookwisselingen moet maken op tijd voorsorteert. Figuur 52 toont het resultaat.

Aangenomen weglengte voorsorteren

Verplicht strookwisselen:

Optioneel verplicht strookwisselen:

Strookwisselgebieden voor bestemming B



Afbeelding 52: Lengtes vanwege verplicht en optioneel verplicht strookwisselen

De gewenste strookwissellengte wordt altijd stroomopwaarts toegevoegd aan het verplicht strookwisselen. Afbeelding 53 geeft dit weer.

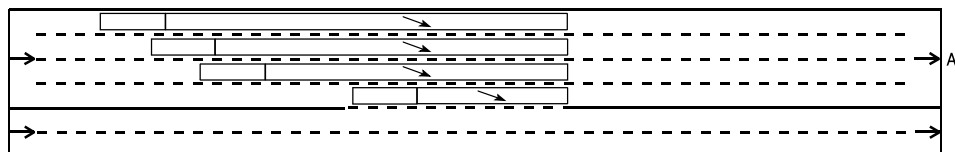
Aangenomen weglengte voorsorteren

Verplicht strookwisselen:

Gewenst strookwisselen:

Optioneel verplicht strookwisselen:

Strookwisselgebieden voor bestemming B



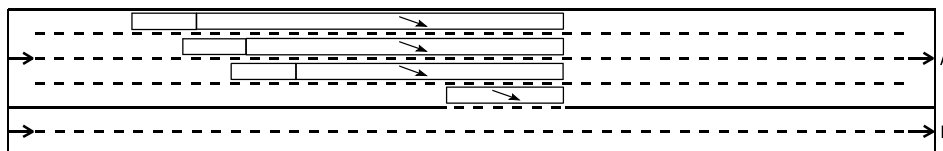
Afbeelding 53: Lengtes vanwege verplicht, optioneel verplicht en gewenst strookwisselen

Wanneer blijkt dat niet over de gehele lengte van het opgegeven strookwisselen de strookwisselingen daadwerkelijk plaats kunnen vinden, bijvoorbeeld in het geval van een kort weefvak, past FOSIM hier de lengte op aan. Afbeelding 54 geeft hiervan een voorbeeld. De kortere lengte van het strookwisselgebied naast de bestemmingsstrook heeft ook gevolgen voor de lengtes van de andere strookwisselgebieden. Deze hangen immers samen met de lengte van het strookwisselgebied dat tegen de bestemmingsstrook aan ligt.

Aangenomen weglengte voorsorteren

- Verplicht strookwisselen:
- Gewenst strookwisselen:
- Additioneel verplicht strookwisselen:

Strookwisselgebieden voor bestemming B



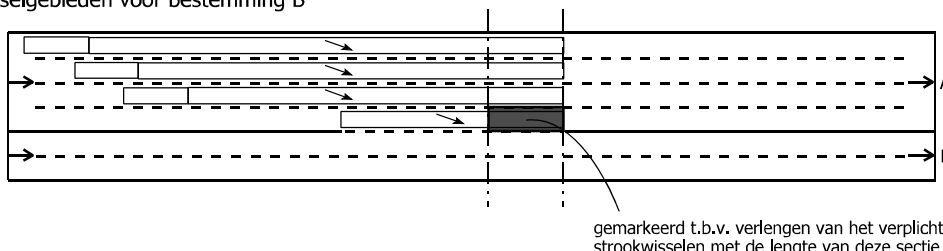
Afbeelding 54: Lengte strookwisselgebied aangepast aan beperkte lengte weefvak

FOSIM biedt de mogelijkheid het verplichte deel van de strookwisselgebieden extra te verlengen door een sectie te markeren ter plaatse van het strookwisselgebied naast de bestemmingsstrook. Dit kan bijvoorbeeld nuttig zijn voor weefvakken. Zie figuur 55 voor een voorbeeld.

Aangenomen weglengte voorsorteren

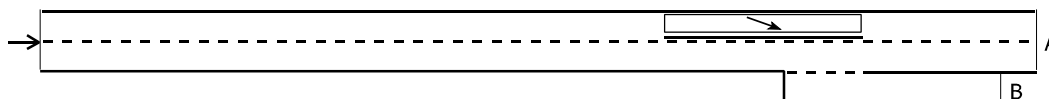
- Verplicht strookwisselen:
- Gewenst strookwisselen:
- Additioneel verplicht strookwisselen:

Strookwisselgebieden voor bestemming B



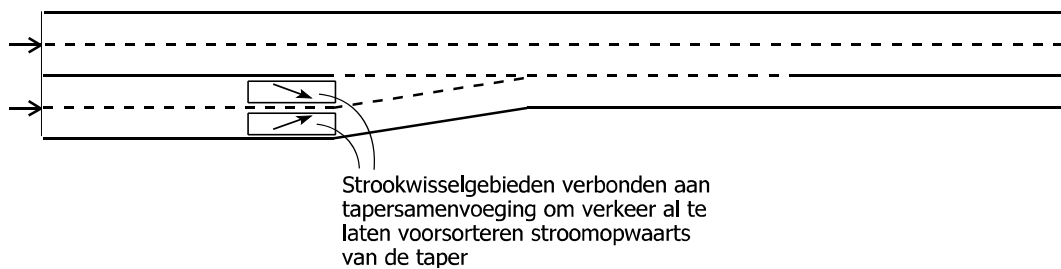
Afbeelding 55: Gemarkeerde sectie om het strookwisselgebied te verlengen

FOSIM plaatst in het geval van een combinatie van belijningssoorten indien nodig strookwisselgebieden om te voorkomen dat voertuigen op een plek terecht komen waar vandaan zij hun bestemming niet meer kunnen bereiken. Figuur 56 illustreert dit. Het strookwisselgebied in de figuur voorkomt dat bestuurders met bestemming B strookwisselen naar de linker strook die zij vanwege de belijning vervolgens niet meer mogen verlaten.



Afbeelding 56: Strookwisselgebied voor bestemming B vanwege combinatie doorgetrokken en onderbroken belijning

In het geval van een tapsamenvoeging die leidt naar een weefvak, is het mogelijk dat een deel van het verkeer al stroomopwaarts van de taper van strook wisselt (zie figuur 57). FOSIM plaatst daarom altijd direct stroomopwaarts van een tapsamenvoeging op beide stroken een strookwisselgebied dat gebruikt kan worden om dergelijk voorsorteergedrag op te geven. In eerste instantie is de lengte van deze strookwisselgebieden altijd gelijk aan nul, ofwel, de gebruiker moet altijd handmatig instellen of er voorgesorteerd wordt. Dit kan voor elke bestemming apart gebeuren.



Afbeelding 57: Strookwisselgebieden verbonden aan een tapersamenvoeging om voorsorteren stroomopwaarts van de taper mogelijk te maken

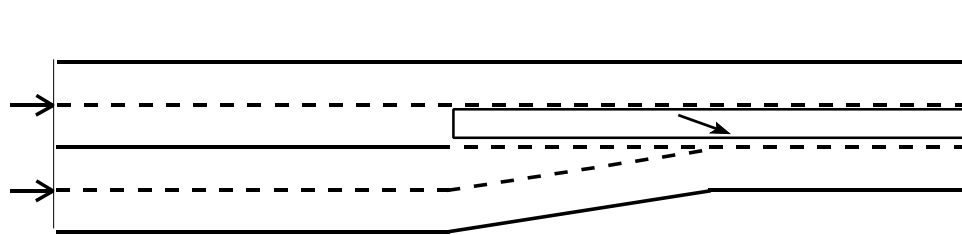
Het is goed mogelijk dat de vaste wijze waarmee de beschreven methode de lengtes van de strookwisselgebieden bepaalt niet overal tot de gewenste resultaten leidt. Het is daarom noodzakelijk na het automatisch genereren van de strookwisselgebieden **altijd** een controle uit te voeren en waar nodig handmatig de strookwisselgebieden aan te passen. Hierbij kunnen ook splitsingsfracties gespecificeerd worden, als de situatie hiertoe aanleiding geeft.

De toepassing van plus- en/of spitsstroken heeft tot gevolg dat voor iedere mogelijke combinatie van open en gesloten toestanden de daar bij behorende set van strookwisselgebieden wordt bijgehouden (zie ook pagina 33, waar het principe van de in FOSIM toegepaste groepen van plus- en spitsstroken wordt uitgelegd). Bij een complexe wegconfiguratie kan dit betekenen dat de aangemaakte strookwisselgebieden niet slechts voor een enkele situatie bekeken moeten worden, maar voor een veelheid van situaties.

Samenvattend zijn de stappen bij het aanmaken van de strookwisselgebieden nu als volgt:

1. Indien gewenst toevoegen secties ten behoeve van markeringen die de strookwisselgebieden verlengen (zie afbeelding 55).
2. Vastleggen van de drie parameters (lengte verplicht strookwisselen, lengte gewenst strookwisselen, additionele lengte verplicht strookwisselen) en automatisch genereren strookwisselgebieden.
3. Controleren van alle automatisch gegenereerde strookwisselgebieden. Bij de toepassing van spits-/plusstroken dient deze controle plaats te vinden voor alle tijdens de simulatie optredende combinaties van groepen. Waar nodig aanpassen van de automatisch gegenereerde lengtes en opgeven splitsingspercentages.

Let op: Indien zich links naast een tapersamenvoeging om de een of andere reden een strookwisselgebied bevindt dat het verkeer naar rechts wil laten strookwisselen (zie figuur 58), zal een deel van het verkeer op de getaperde strook nooit naar links strookwisselen. De lengte van het strookwisselgebied naast de getaperde strook dient dan verkort te worden.



Afbeelding 58: Verkeer kan vanaf de taper niet naar links van strook wisselen vanwege het strookwisselgebied dat zich op de strook links naast de taper bevindt

3.2.3 Schematisering verkeersbelasting

De simulatieresultaten zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van de schematisering van de verkeersbelasting. Omdat het bij de simulaties vaak zal gaan om toekomstige situaties, zullen de verkeersgegevens meestal afkomstig zijn van prognoses. De simulatie-uitkomsten kunnen behoorlijk gevoelig zijn voor de opgegeven verkeersbelasting, zodat het belangrijk is rekening te houden met de onzekerheden die inherent zijn aan dergelijke prognoses.

Alle invoer van verkeersgegevens in FOSIM betreft rijbanen. Het specificeren van de invoer is hierdoor eenvoudig, zeker bij toepassing van eenduidige namen voor alle herkomsten en bestemmingen. De uit te voeren stappen zijn:

1. Specificeer de verkeerssamenstelling voor elke herkomst.
2. Bepaal het intensiteitenverloop per herkomst. Voor elk tijdstip kan een waarde opgegeven worden, waarna de intensiteiten voor de tussenliggende tijdstippen volgen met lineaire interpolatie.
3. Geef voor elke herkomst aan welk deel van de voertuigen naar welke bestemming wil. Dit kan per voertuig-bestuurdercombinatie gebeuren, zodat voor vrachtverkeer een andere HB kan gelden dan voor het overige verkeer. Het HB-patroon is constant gedurende de simulatie.

Bij de verschillende stappen geldt het volgende:

1. Specificeren verkeerssamenstelling

Om goede resultaten met FOSIM te verkrijgen moeten de vijf voertuig-bestuurdercombinaties die gedefinieerd zijn bij de kalibratie van het model (zie paragraaf 2.2.2) in de simulatie vertegenwoordigd zijn. Type 1 tot en met 3 representeren het personenverkeer, type 4 en 5 het vrachtverkeer.

De verdeling van de voertuigtypen zal gewoonlijk gebeuren aan de hand van het onderscheid tussen vrachtverkeer en personenverkeer. Hierbij ziet FOSIM alle voertuigen met een lengte kleiner dan 6 m als personenverkeer en het overige verkeer als vrachtverkeer. Als er meerdere typen gedefinieerd zijn binnen het vrachtverkeer, wordt het totale aandeel vrachtverkeer hiertussen in gelijke delen verdeeld. Voor het personenverkeer geldt hetzelfde. Wat deze verdelingsmethode betekent volgt uit een voorbeeld. Stel dat een herkomst 10% vrachtverkeer moet aanmaken. Dit betekent dat 5% van het verkeer op de rijbaan tot type 4 behoort en eveneens 5% tot type 5. Type 1 tot en met 3 betreffen personenauto's en ook deze moeten in gelijke aandelen aanwezig zijn. In het geval van 10% vrachtverkeer blijft 90% personenverkeer over, ofwel 30% voor elk type.

Het is in FOSIM niet noodzakelijk bovenstaande berekeningen zelf uit te voeren. Als het percentage vrachtverkeer bekend is, berekent FOSIM de verdeling van de vijf voertuig-bestuurdercombinaties. Het is wel mogelijk zelf voor elke voertuig-bestuurdercombinatie het aandeel op te geven indien er redenen zijn af te wijken van de hier beschreven methode.

2. Specificeren intensiteitenverloop

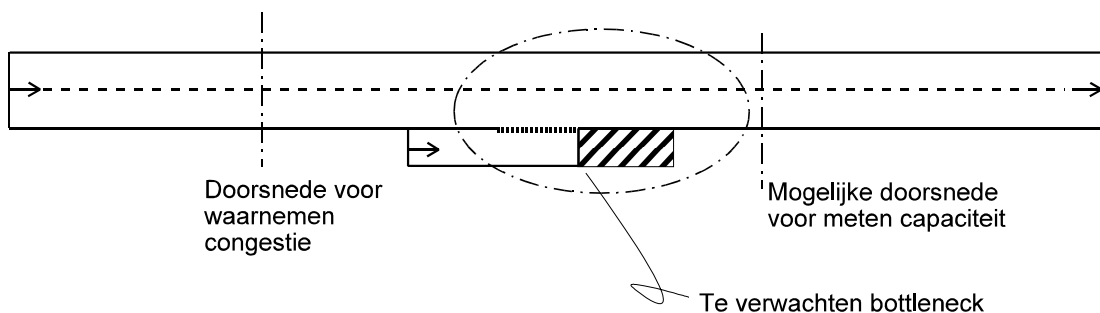
- FOSIM geeft een schatting van de maximale intensiteit die een bestemming kan aanmaken. Deze is afhankelijk van de verkeerssamenstelling. Als tijdens de simulatie blijkt dat een hogere intensiteit is opgegeven dan de herkomst daadwerkelijk kan aanmaken, stopt de simulatie;
- afhankelijk van het doel van de simulatie is een bepaald intensiteitenverloop geschikt. In sommige gevallen kan het nuttig zijn het werkelijke, grillige verloop na te bootsen. In veruit de meeste gevallen is het echter voldoende een eenvoudiger verloop aan te

- nemen. Om de capaciteit te schatten kan bijvoorbeeld een constant in de tijd toenemende intensiteit voor elke herkomst genomen worden;
- de snelheid waarmee de intensiteit gedurende de simulatie toeneemt in relatie tot de grootte van het aggregatie-interval (zie paragraaf 3.3) heeft invloed op de resultaten. Wanneer de intensiteit namelijk snel toeneemt ten opzichte van de lengte van de meetintervallen, is het mogelijk dat gedurende het meetinterval waarin de capaciteit optreedt de invloed van de congestie te bemerken is. Het heeft dan ook de voorkeur de intensiteit vrij langzaam toe te laten nemen. Het nadeel hiervan is echter dat de duur van de simulaties toeneemt. Er zal dan ook gezocht moeten worden naar een compromis. Enkele proef-simulaties met verschillende intensiteitenverlopen kunnen hierbij zinvol zijn;
 - afhankelijk van de afstand van een herkomst tot een te bestuderen discontinuïteit duurt het enige tijd totdat de voor de herkomst opgegeven intensiteiten de discontinuïteit bereiken. Het kan noodzakelijk zijn hiermee rekening te houden als niet alle relevante herkomsten zich op dezelfde afstand van de discontinuïteit bevinden. Neem als voorbeeld afbeelding 59, en ga er van uit dat ter plaatse van de toerit in de simulatie een bepaalde verdeling moet bestaan tussen het verkeer vanaf de toerit en vanaf de hoofdrijbaan. De afstand van 'hoofdrijbaan-herkomst' tot de invoeging is aanmerkelijk groter dan van de herkomst die bij de toerit hoort. Dus, om de gewenste verhouding tussen de intensiteit op de hoofdrijbaan en vanaf de toerit te verkrijgen is het noodzakelijk het intensiteitenverloop van de herkomst op de hoofdrijbaan in de tijd iets te laten voorlopen op de andere herkomst, namelijk met de extra tijd die het verkeer vanaf de hoofdrijbaan-herkomst nodig heeft om de locatie van de invoegstrook te bereiken. Deze 'verfijning' van de invoer is overigens natuurlijk niet nodig als gedurende de simulatie de herkomsten een constante intensiteit leveren.

3.2.4 Meetgegevens verzamelen

Het te onderzoeken probleem bepaalt op welke locaties van de weg meetgegevens verzameld dienen te worden. Vaak zal de capaciteit onderwerp van onderzoek zijn. In een dergelijk geval is een detector nodig net even stroomafwaarts van de beschouwde bottleneck (figuur 59) om de capaciteit te meten. Het is hiertoe dus noodzakelijk een redelijk beeld te hebben van de plaats van de bottleneck. Dit kan al vooraf duidelijk zijn, of het is mogelijk met simulatie uit te zoeken waar de bottleneck ligt.

Naast de detector stroomafwaarts van de bottleneck zijn ook een of meer stroomopwaartse detectoren nodig bij een capaciteitsmeting. Deze dienen om te bepalen wanneer door de bottleneck congestie is ontstaan. Een mogelijke complicatie hierbij is dat het mogelijk is dat wanneer de capaciteit bereikt wordt, niet de gehele rijbaan direct gestremd is, bijvoorbeeld bij asymmetrische weefvakken. Hierdoor kan de intensiteit nog verder toenemen. Het zal echter de bedoeling zijn *die* intensiteitswaarde als capaciteit te meten waarbij de congestie begint. Het is in dergelijke gevallen daarom belangrijk snel waar te nemen dat er congestie ontstaan is en de intensiteit niet te snel in de tijd te laten toenemen.



Afbeelding 59: Meetlocaties

Naast de detectorlocaties speelt ook de de lengte van het aggregatie-interval een rol, dat wil zeggen, de tijdsperiode waarover de meetgegevens samengevoegd worden. Bij korte aggregatie-intervallen zijn extremere waarden te verwachten dan bij langere intervallen. Ook om dit te illustreren is het meten van de capaciteit een goed voorbeeld. De capaciteit kan met simulatie gemeten worden door een aantal simulaties uit te voeren en telkens van iedere simulatie de hoogste intensiteit als capaciteitswaarde te nemen die optreedde tot en met moment waarop congestie ontstond. Bij korte aggregatie-intervallen zal de spreiding van de gemeten intensiteiten toenemen, waarbij zowel meer hoge als meer lage waarden voorkomen. Maar omdat de hoogste waarde van iedere simulatie gebruikt wordt, zal op deze wijze toch een hoger gelegen capaciteitsverdeling resulteren. Dit resultaat is echter voor de praktijk minder relevant. In de meeste gevallen moet het aggregatie-interval dus niet te kort zijn. Een aggregatie-interval van 5 minuten blijkt een goed compromis te zijn, waarbij de uitkomsten voldoende stabiel zijn terwijl de variatie in het verkeersproces ook nog naar voren komt.

Het kan nuttig zijn meetgegevens pas na een zogenaamde insteltijd te gaan verzamelen. Aan het begin van de simulatie is het wegvak nog immers helemaal leeg en in eerste instantie zal vooral het snellere verkeer op de stroomafwaartse delen aanwezig zijn. Uit een proefsimulatie kan blijken na hoeveel tijd de weg voldoende gevuld is.

3.3 Het uitvoeren van de simulaties

Al tijdens het maken van de invoer is het mogelijk om simulatieruns uit te voeren. Dit helpt bij het voorkomen van fouten en het geeft een eerste, kwalitatief, beeld van de verkeersafwikkeling in de simulatie. Soms kunnen bij deze testruns meetgegevens van de werkelijke situatie ter vergelijking beschikbaar zijn. In alle andere gevallen is het verstandig te controleren wat de gevolgen van een iets andere schematisatie zouden zijn (gevoeligheidsanalyse).

Wanneer men er van overtuigd is dat de gemaakte invoer de werkelijkheid voldoende representeert, kunnen de definitieve simulaties uitgevoerd worden. Zoals eerder vermeld, zijn altijd meerdere simulaties nodig om een zinvolle uitspraak over de afwikkeling te kunnen doen. Hierbij moet voor elke simulatie een andere waarde voor de randomgenerator genomen worden. FOSIM kan dit automatisch doen voor een van te voren opgegeven aantal simulaties.

De grootte van de benodigde steekproef is afhankelijk van de standaardafwijking van de gemeten grootheid, de nauwkeurigheid die gehaald moet worden en de gewenste betrouwbaarheid van de uitspraak. Om de benodigde steekproefgrootte voor het schatten van een gemiddelde te bepalen kan de uit de statistiek bekende formule (2) gebruikt worden.

$$n > \frac{Z^2}{d^2} \sigma^2 \quad (2)$$

met:

- n: minimaal benodigd aantal waarnemingen;
- Z: waarde afhankelijk van de gewenste betrouwbaarheid, bij aanname van een normale verdeling af te lezen uit de tabel voor een standaardnormale verdeling (dus met gemiddelde 0 en standaardafwijking 1). Een dergelijke tabel is te vinden in de meeste (inleidende) boeken over statistiek (bijvoorbeeld Van Soest (1997)) en in spreadsheets;
- d: de gewenste nauwkeurigheid;
- σ : de standaardafwijking van de te meten grootheid.

Voorbeeld bepaling grootte steekproef

Stel, dat met FOSIM de capaciteit voor een bepaalde configuratie bepaald moet worden. De vereiste nauwkeurigheid, met een betrouwbaarheid van 95%, is bijvoorbeeld plus of min 50

vtg/h. Uit tabellen voor een normale verdeling is af te lezen dat een Z-waarde van 1,96 geldt bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% (tweezijdig). De standaardafwijking van de populatie is uiteraard niet bekend, zodat een schatting noodzakelijk is. Stel dat voor een specifieke situatie een waarde van 250 vtg/h geschikt is (deze waarde is achteraf te controleren met de verkregen spreiding na het uitvoeren van de simulaties).

Dus:

- $Z = 1,96$;
- $d = 50$ vtg/h;
- $\sigma = 250$ vtg/h.

Invullen van formule (2) geeft aan dat bij de aangenomen spreiding minimaal 96 simulaties nodig zijn om de capaciteit binnen een marge van 100 vtg/h (plus of min 50 vtg/h) met een betrouwbaarheid van 95% te voorspellen.

$$n > \frac{1,96^2}{50^2} \cdot 250^2 = 96 \quad (3)$$

Als een grotere onnauwkeurigheid acceptabel is, voldoet een kleiner aantal simulaties. Tabel 8 geeft het aantal noodzakelijke simulaties bij verschillende waarden voor d weer. Voor Z en σ zijn dezelfde waarden aangehouden als hiervoor.

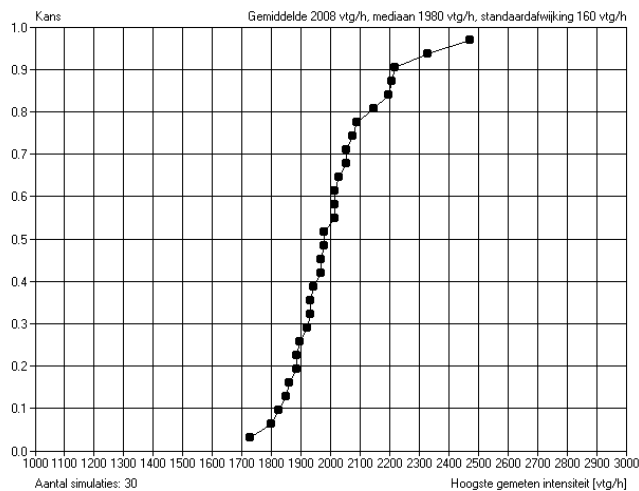
d [vtg/h]	n
25	384
50	96
75	43
100	24
125	15
150	11

Tabel 8: Voorbeeld van het aantal benodigde simulaties, n, bij verschillende marges voor de nauwkeurigheid, d

3.4 Analyseren van de simulatieresultaten

Het is verstandig eerst een goed kwalitatief beeld te hebben van de afwikkeling. Dit kan verkregen worden met de animatie tijdens de simulatie, met snelheidscontouren, en dergelijke. Dit is belangrijk om de kwantitatieve resultaten te kunnen interpreteren.

Omdat conclusies getrokken moeten worden op basis van meerdere simulaties, zal de kwantitatieve uitvoer altijd bestaan uit een set van resultaten. Deze set is te beschouwen als een steekproef uit de volledige populatie uitkomsten voor de gegeven invoer en is bijvoorbeeld weer te geven als een verdeling (zie figuur 60).



Afbeelding 60: Resultaten van een steekproef weergegeven als verdeling

Uit een steekproef zijn verschillende kenmerken van de werkelijke populatie te schatten, zoals het gemiddelde en de spreiding. Overigens kan het verstandig zijn soms vooral de mediaan van de verdeling te beschouwen. Anders kunnen namelijk 'outliers' te veel invloed hebben op de uitkomsten, terwijl deze mogelijk veroorzaakt worden door een artefact in het model.

De met simulaties verkregen resultaten zullen vaak dienen om verschillende alternatieven te vergelijken. Statistische toetsen die hierbij nut hebben zijn uitgebreid in de literatuur beschreven (bijvoorbeeld Van Soest (1997)).

Speciale aandacht bij de interpretatie van de resultaten moet gegeven worden aan de gevoeligheidsanalyse. Bij een gevoeligheidsanalyse wordt gekeken in hoeverre de resultaten veranderen bij een wijziging in de invoer. Dit is van belang, omdat een deel van de invoer gebaseerd is op verkeersprognoses of op enige aannames ten aanzien de afwikkeling. Een gevoeligheidsanalyse kan bestaan uit het uitvoeren van een beperkt aantal simulaties met een iets gevarieerde invoer, waarna de gevolgen van deze variaties geanalyseerd dienen te worden.

3.5 Standaard-invoerbestanden

Aan de hand van dit hoofdstuk moet het in het algemeen mogelijk zijn bruikbare invoerbestanden te maken. Als ondersteuning hierbij zijn met FOSIM ook enige 'standaard'-invoerbestanden meegeleverd. Deze kunnen direct gebruikt worden of als voorbeeld dienen bij het maken van invoerbestanden. Zie voor een overzicht van de invoerbestanden bijlage 4. Tenslotte staat in bijlage 2 een uitgebreid voorbeeld van een simulatiestudie die in het verleden met FOSIM is uitgevoerd.

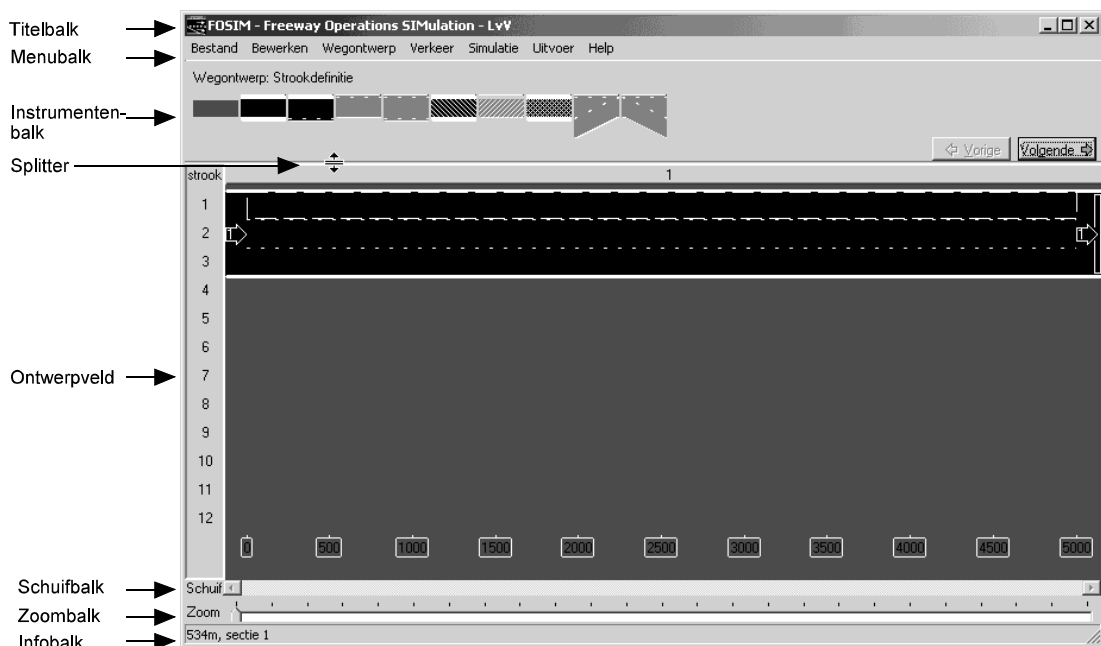
4 Beschrijving van de FOSIM-interface

In de vorige hoofdstukken is behandeld hoe met het FOSIM-model omgegaan dient te worden. De exacte werking van de FOSIM-interface is hierbij buiten beschouwing gelaten en wordt nu in dit hoofdstuk beschreven. Paragraaf 4.1 gaat hierbij in op de hoofdlijnen van het gebruik van FOSIM. Paragraaf 4.2 tot en met 4.8 beschrijven per menu in detail hoe ieder onderdeel binnen het menu functioneert. Bovendien biedt FOSIM naast de grafische interface ook de mogelijkheid het uitvoeren van simulaties te automatiseren door vanaf de 'commandoregel' te werken. Paragraaf 4.9 behandelt deze mogelijkheid. Tenslotte is bij FOSIM een macro meegeleverd om de simulatie-uitkomsten gemakkelijk te kunnen verwerken in Microsoft EXCEL. Paragraaf 4.10 beschrijft de werking van deze macro.

4.1 De structuur van de FOSIM-interface

4.1.1 Beschrijving van het FOSIM-venster

Na het starten van FOSIM verschijnt een venster zoals weergegeven in figuur 61. In de figuur zijn de verschillende te onderscheiden delen van het venster aangegeven.



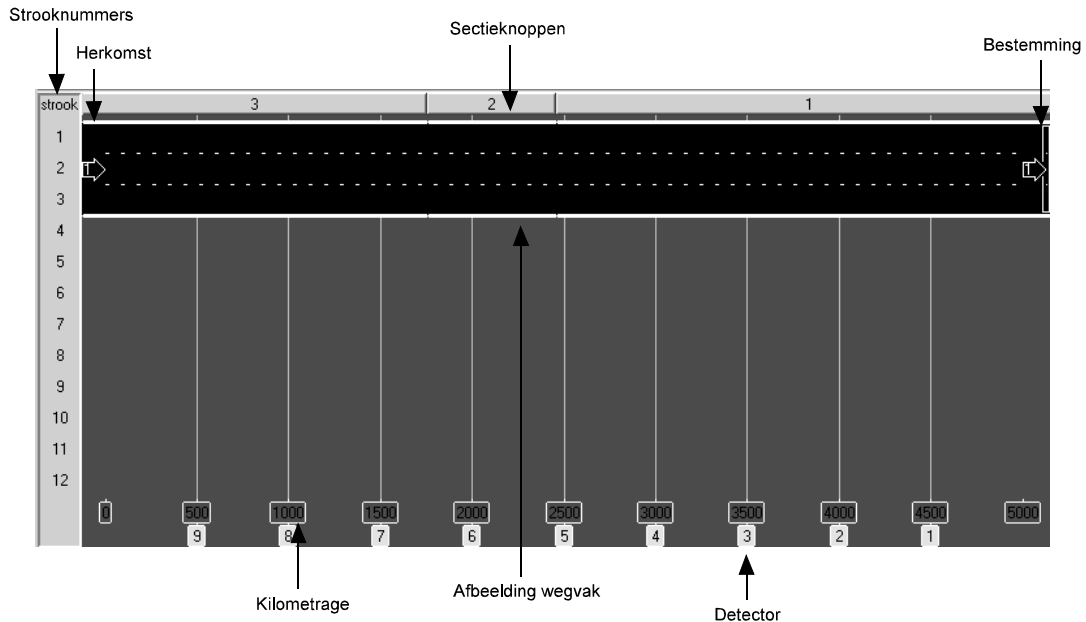
Afbeelding 61: Het FOSIM-scherm

Het venster bestaat ten eerste, zoals (bijna) alle WINDOWS-programma's, uit de titelbalk en menubalk:

- in de *titelbalk* staat gewoonlijk de naam van het geopende bestand en of het bestand gewijzigd is. Ook staat er de naam van de licentiehouder;
- vanuit de *menubalk* zijn de meeste delen van het programma te bereiken. Het menu bevat de standaard WINDOWS-menucategorieën *bestand*, *bewerken* en *help* en verder de FOSIM-eigen categorieën *wegontwerp*, *verkeer*, *simulatie* en *uitvoer*. Deze volgorde komt overeen met de te volgen volgorde bij het invoeren en simuleren van een wegvak.

De *instrumentenbalk* biedt het grootste deel van de benodigde gereedschappen bij het gebruik van FOSIM. Voor elke keuze in de menu's *wegontwerp*, *verkeer* en *simulatie* heeft de *instrumentenbalk* een andere inhoud. Bij de keuze voor *wegontwerp* en hierbinnen *strookdefinitie* geeft de *instrumentenbalk* bijvoorbeeld de knoppen voor alle beschikbare strooktypen (zie figuur 61). En met de keuze *instellingen* in het menu *simulatie* kunnen de

benodigde simulatie-instellingen gegeven worden via de *instrumentenbalk*. De grootte van de *instrumentenbalk* kan veranderd worden. Als de muiscursor boven de grens van de *instrumentenbalk* en het *ontwerpveld* staat, verandert de muiscursor in een *splitter* en is de grens te verslepen. Dit is nuttig als de normale grootte van de *instrumentenbalk* onvoldoende is om de invoer overzichtelijk weer te geven.



Afbeelding 62: Het *ontwerpveld* van FOSIM

Bij de meeste handelingen in FOSIM speelt het zogenaamde *ontwerpveld* een belangrijke rol. In het *ontwerpveld* is het volgende te onderscheiden (zie figuur 62):

- *afbeelding wegvak*: de afbeelding van het wegvak is zowel van belang bij het bewerken ervan als bij de animatie van de simulatie. De afbeelding toont bij het bewerken altijd de strooktypen, verkeerslichten en herkomsten en bestemmingen. Daarnaast toont het scherm, afhankelijk van de context, de plaats voor verplicht en gewenst strookwisselen of de 'lokale kenmerken' (snelheidsonderdrukking, inhaalverbod vrachtverkeer, maximumsnelheid, plus- of spitsstroken). Tijdens de simulatie toont het *ontwerpveld* de posities van de aanwezige voertuigen;
- *sectieknoppen*: het wegvak bestaat uit verschillende secties. De sectieknoppen geven aan waar deze secties zich bevinden. Bij het bewerken van het wegvak worden ze bovendien gebruikt om veranderingen in de sectiegrenzen aan te brengen;
- *strooknummering, kilometrage en detectoren*: tenslotte geeft het *ontwerpveld* links naast het wegvak de nummers van de stroken en onder het wegvak de kilometrage en de plaats van de gedefinieerde detectoren.

Met de *schuifbalk* en de *zoombalk* is de weergave van het wegvak aan te passen. Inzoomen gebeurt door de *slider* van de *zoombalk* naar rechts te bewegen, uitzoomen door de *slider* naar links te bewegen. Met de *schuifbalk* is vervolgens het gewenste deel van het wegvak in beeld te brengen.

De *infobalk* kan verschillende vormen van informatie weergeven. Als de muiscursor bijvoorbeeld op het *ontwerpveld* gepositioneerd is, geeft de *infobalk* de coördinaat van de aangewezen plaats, het strooknummer en het nummer van de betreffende sectie. Als de cursor zich bovendien boven een herkomst of bestemming bevindt, toont het de volledige naam van deze herkomst of bestemming. Wanneer tijdens de simulatie een voertuig met de linker muisknop aangeklikt wordt, geeft de *infobalk* enige kenmerken van het voertuig weer, zoals de snelheid.

4.1.2 Navigatie in FOSIM

Gebruik van menu's

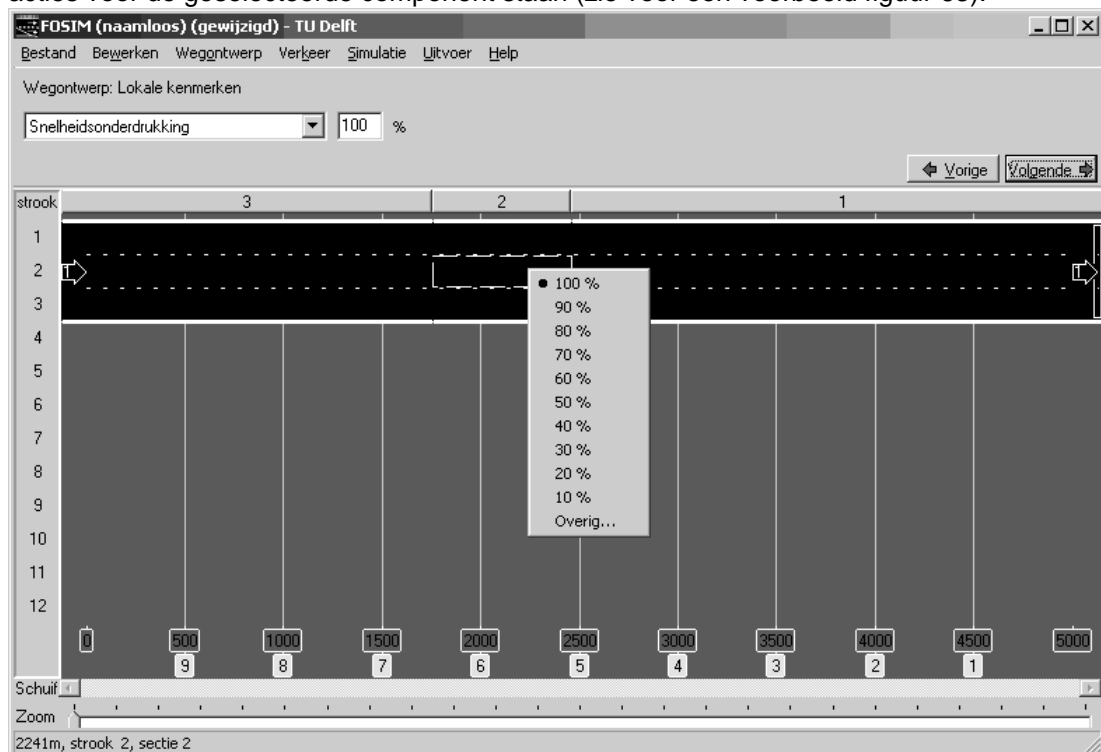
Navigatie in FOSIM vindt voornamelijk plaats door keuzes te maken in een menu. Afhankelijk van de keuze in het menu verandert de *instrumentenbalk* of verschijnt een nieuw venster. Het is voor verschillende menu-opties overigens ook mogelijk een toetsencombinatie ('short-cut') te gebruiken, bijvoorbeeld [Ctrl] + [s] voor het opslaan van een bestand. Wanneer dit mogelijk is, staat in het programma de te gebruiken toetsencombinatie weergegeven achter het menu-onderdeel.

Via de *instrumentenbalk* is een andere, vaak praktische navigatiemethode beschikbaar. Met de *vorige*- en *volgende*-knoppen (zie figuur 61) kan namelijk gerouleerd worden tussen de verschillende keuzes van de menu's *wegontwerp*, *verkeer* en *simulatie*.

Navigatie in het ontwerpveld

De linker muisknop selecteert in het algemeen bepaalde componenten in het *ontwerpveld*, zoals een strook in een sectie, een verkeerslicht, een strookwisselgebied, of een bestemming. Als u aan de rand van het ontwerpveld klikt, selecteert u alle stroken, respectievelijk, alle secties ter hoogte van de plek waar u klikt. Het selecteren van een (aaneengesloten) deel van het wegvak gebeurt verder door de muis te slepen. In andere gevallen wordt slepen gebruikt om componenten, zoals detectoren, te verplaatsen.

Met de *instrumentenbalk* zijn vervolgens de eigenschappen van componenten te veranderen. U kunt dit in de meeste gevallen ook door de rechter muisknop te gebruiken. Met de rechter muisknop wordt namelijk een context-menu verkregen waarin de relevante acties voor de geselecteerde component staan (zie voor een voorbeeld figuur 63).



Afbeelding 63: Invoer via de *instrumentenbalk* of via een context-menu

De hoofdlijnen van het gebruik van de interface zijn nu beschreven. Het uitproberen van de verschillende mogelijkheden zal de hierboven beschreven werking van het programma snel duidelijk maken. Voor de exacte werking van de verschillende delen van FOSIM is echter nog wel enige uitleg nuttig. Deze uitleg volgt in de volgende paragrafen, waarbij iedere paragraaf een andere menu-categorie behandelt.

4.2 Het Bestand-menu

CONTROLLEREN WELKE FIGUREN AANGEPAST DIENEN TE WORDEN!!!!!!! ook zoeken op 5.0 e.d.



Afbeelding 64: Het Bestand-menu

Bestand Nieuw

Met *nieuw* sluit u de huidige wegvakconfiguratie en begint u aan een nieuwe. Indien de wijzigingen in de geopende configuratie nog niet opgeslagen zijn, vraagt FOSIM of u de configuratie alsnog wilt opslaan.

Bestand Openen

Om bestaande FOSIM-invoerbestanden te openen gebruikt u *openen*. U krijgt dan een standaard WINDOWS-dialogvenster zoals weergegeven in figuur 65. Dit venster toont altijd de laatst gebruikte folder (directory). Als u vervolgens een bestand opent terwijl de huidige geopende invoer gewijzigd en nog niet opgeslagen is, vraagt FOSIM of u de configuratie alsnog wilt opslaan.

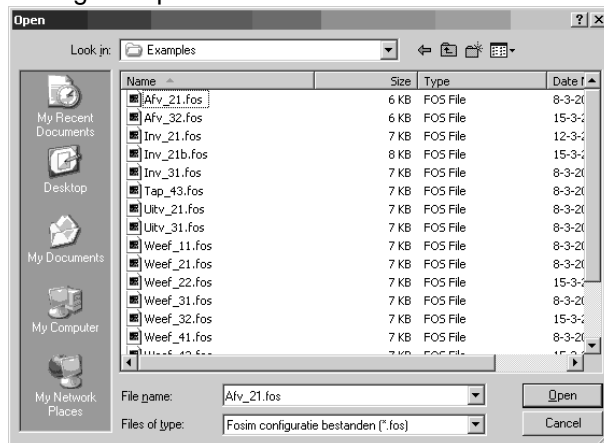


Figure 65: Het *openen*-dialogvenster

Opmerkingen:

- FOSIM is *niet* geschikt om uitvoerbestanden te openen;
- Fosim 5.1 kan ook bestanden die met eerdere versies zijn gemaakt inlezen. Wanneer het echter gaat om bestanden gemaakt met versies vóór FOSIM 5.0, is het in het algemeen wel noodzakelijk vooraf in een eerdere FOSIM-versie enige

aanpassingen te plegen. Zie bijlage 2 voor een beschrijving van de conversiemethode;

- FOSIM slaat de kalibratieparameters op in ieder invoerbestand. Dit betekent dat wanneer een invoerbestand is gemaakt met een versie van FOSIM vóór versie 5.0, de waarden van de kalibratieparameters kunnen afwijken van de waarden die FOSIM 5.1 gebruikt bij het aanmaken van een nieuw bestand.

Bestand Configuratie opslaan

Met *configuratie opslaan* slaat u het geopende bestand op. Indien een invoerbestand nog geen naam heeft, verschijnt een gelijksoortig venster als bij *openen* en wordt u om een bestandsnaam gevraagd. Bij het opslaan van het bestand toont FOSIM altijd de laatst gebruikte folder (directory). De standaard-extensie voor een FOSIM-invoerbestand is '.fos'.

Opmerking: U kunt de bestanden die u met FOSIM 5.1 opslaat niet inlezen met versies van FOSIM voor versie 5.0. Met FOSIM 5.0 zijn bestanden gemaakt met versie 5.1 wel in te lezen zolang geen het invoerbestand geen gebruik maakt van functies die in FOSIM 5.0 nog niet beschikbaar waren (namelijk, plus-/spitsstroken en het weergeven van de tijd in hh:mm:ss-formaat).

Bestand Configuratie opslaan als

Indien u een geopend FOSIM-bestand onder een andere naam wilt opslaan, gebruikt u *configuratie opslaan als*. Bij het opslaan gaat FOSIM uit van de laatst gebruikte folder (directory).

Opmerking: U kunt de bestanden die u met FOSIM 5.1 opslaat niet inlezen met versies van FOSIM voor versie 5.0. Met FOSIM 5.0 zijn bestanden gemaakt met versie 5.1 wel in te lezen zolang geen het invoerbestand geen gebruik maakt van functies die in FOSIM 5.0 nog niet beschikbaar waren (namelijk, plus-/spitsstroken en het weergeven van de tijd in hh:mm:ss-formaat).

Bestand Simulatieresultaten opslaan

De optie *simulatieresultaten opslaan* uit het *bestand*-menu geeft de mogelijkheid de geaggregeerde data die door de detectoren zijn verzameld tijdens een simulatie op te slaan. Deze kunnen dan deze later buiten FOSIM verwerkt worden. *Simulatieresultaten opslaan* bestaat uit twee delen: *simulatieresultaten opslaan als* en *uitgebreide simulatieresultaten opslaan als* (zie figuur 66).



Afbeelding 66: Mogelijkheden *simulatieresultaten opslaan*

- **Simulatieresultaten opslaan als**

Met deze optie schrijft u de volgende resultaten weg (in kolommen):

t	D	x/q/u/k/t/v	1..n	1	2	n
---	---	-------------	------	---	---	---

met:

- t: het tijdstip van uitvoer in seconden;
- D: het detectornummer;

- x/q/u/k/t/v: het type uitvoer, dat wil zeggen:
 - x: het aantal strookwisselingen dat stroomafwaarts van de betreffende detector en stroomopwaarts van de eerstvolgende stroomafwaartse detector is uitgevoerd;
 - q: de intensiteit in voertuigen per uur;
 - u: de momentane snelheid in kilometer per uur;
 - k: de dichtheid in voertuigen per kilometer;
 - t: de gemiddelde trajecttijd tussen de stroomopwaartse en deze detector in seconden;
 - v: de gemiddelde trajectnelheid tussen de stroomopwaartse en deze detector in kilometer per uur;
- 1..n: het betreffende gegeven (x/q/u/k/t/v) over alle stroken;
- 1, 2, n: het betreffende gegeven (x/q/u/k/t/v) per strook.

U kunt de gegevens pas opslaan als voor de eerste maal een detector uitvoer heeft geleverd. U moet dan opgeven met welke bestandsnaam u de uitvoer wilt opslaan en in welke folder. Hierbij gaat FOSIM in eerste instantie uit van de laatst gebruikte folder. De standaard-extensie voor FOSIM-uitvoer is '.fsr' (fosim simulation results). Wanneer de gegevens weggeschreven zijn, kunt u ze bijvoorbeeld verwerken in een spreadsheet. Hiervoor is een voor Microsoft EXCEL geschreven invoegtoepassing meegeleverd. U kunt de uitvoer in ieder geval niet in FOSIM inlezen.

- ***Uitgebreide simulatieresultaten opslaan als***

Deze optie schrijft hetzelfde type resultaten weg als *simulatieresultaten opslaan als*, maar doet dit in meer detail: het aantal strookwisselingen is uitgesplitst naar richting en de intensiteit, snelheid en dichtheid wordt ook per voertuig-bestuurdercombinatie gegeven, zodat bijvoorbeeld het vrachtverkeer apart kan worden beschouwd. De uitvoer is in de volgende kolommen ingedeeld:

t	D	l/r/q/u/k/t/v	1..n	1	2	n
---	---	---------------	------	---	---	---

met:

- t: het tijdstip van uitvoer in seconden;
- D: het detectornummer;
- l/r/q/u/k/t/v: het type uitvoer, dat wil zeggen:
 - l: het aantal strookwisselingen naar links dat stroomafwaarts van de betreffende detector en stroomopwaarts van de eerstvolgende stroomafwaartse detector is uitgevoerd;
 - r: het aantal strookwisselingen naar rechts dat stroomafwaarts van de betreffende detector en stroomopwaarts van de eerstvolgende stroomafwaartse detector is uitgevoerd;
 - q: de intensiteit in voertuigen per uur. Wanneer 'q' alleen staat gaat het om het totaal, wanneer het gevolgd wordt door een getal gaat het om de intensiteit voor de voertuig-bestuurdercombinatie waar het getal naar verwijst;
 - u: de momentane snelheid in kilometer per uur. Wanneer 'u' alleen staat gaat het om het totaal, wanneer het gevolgd wordt door een getal gaat het om de snelheid van de voertuig-bestuurdercombinatie waar het getal naar verwijst;
 - k: de dichtheid in voertuigen per kilometer. De dichtheid wordt alleen voor alle voertuigen samen uitgevoerd, maar is met de hand ook per voertuigtype te berekenen;
 - t: de gemiddelde trajecttijd tussen de stroomopwaartse en deze detector in seconden;
 - v: de gemiddelde trajectnelheid tussen de stroomopwaartse en deze detector in kilometer per uur;
- 1..n: het betreffende gegeven (l/r/q/u/k/t/v) over alle stroken;

- 1, 2, n: het betreffende gegeven (l/r/q/u/k/t/v) per strook.

U kunt de gegevens pas opslaan als voor de eerste maal een detector uitvoer heeft geleverd. U moet dan opgeven met welke bestandsnaam u de uitvoer wilt opslaan en in welke folder. Hierbij gaat FOSIM in eerste instantie uit van de laatst gebruikte folder. De standaard-extensie voor uitgebreide FOSIM-uitvoer is '.fsx' (f_os_im s_im_ul_at_io_n e_xt_en_de_d r_es_ul_ts). Wanneer de gegevens weggeschreven zijn, kunt u ze bijvoorbeeld verwerken in een spreadsheet. Voor de uitgebreide uitvoer is echter geen invoegtoepassing voor EXCEL meegeleverd. U kunt de uitvoer overigens niet in FOSIM inlezen.

Opmerking: De uitvoerbestanden geven de tijd altijd in seconden weer, ook als bij een simulatie in FOSIM is gekozen voor het hh:mm:ss-formaat.

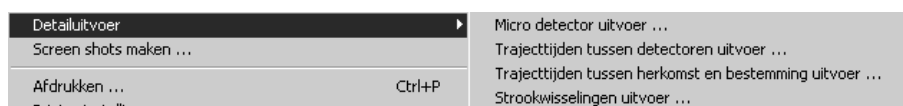
Bestand Serie opslaan als

De optie *serie opslaan als* slaat alle uitkomsten die verkregen zijn met de optie *serie* uit het menu *simulatie* op in een op te geven bestand en in een te specificeren folder. Hierbij gaat FOSIM in eerste instantie uit van de laatst gebruikte folder. De extensie van deze bestanden is standaard '.fbr' (f_os_im b_at_ch r_es_ul_ts). De indeling van het bestand is hetzelfde als de uitvoer op het scherm bij *serie*. FOSIM is vervolgens *niet* geschikt om de *serie*-resultaten in te lezen. Hiervoor moet u bijvoorbeeld een spreadsheet gebruiken. Hiervoor is een voor Microsoft EXCEL geschreven invoegtoepassing meegeleverd. Bijlage 3 geeft een voorbeeld van de manier waarop de serie-uitvoer met een spreadsheet verwerkt kan worden.

Opmerking: De uitvoerbestanden geven de tijd altijd in seconden weer, ook als bij een simulatie in FOSIM is gekozen voor het hh:mm:ss-formaat.

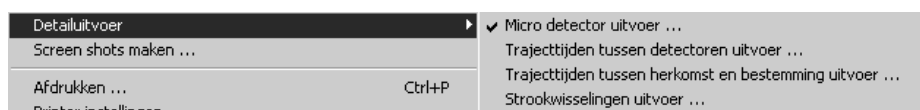
Bestand Detailuitvoer

FOSIM kan niet alleen geaggregeerde gegevens wegschrijven, maar ook gegevens op voertuigniveau. Er zijn vier soorten van deze microscopische uitvoer die bij *detailuitvoer* gekozen kunnen worden (zie figuur 67).



Afbeelding 67: *Detailuitvoer*

Wanneer u voor deze uitvoeropties kiest, krijgt u een venster te zien waarin u moet opgeven waar en onder welke naam u de gegevens wilt wegschrijven. FOSIM gaat er hierbij in eerste instantie van uit dat u het bestand wilt opslaan in de laatst gebruikte folder. Wanneer u de bestandsnaam heeft opgegeven schrijft FOSIM bij alle simulaties die u uitvoert de gevraagde gegevens naar het betreffende bestand. U kunt aan de opties onder *detailuitvoer* zien dat dit het geval is: er staat een vinkje voor de gekozen uitvoeroptie (zie figuur 68). FOSIM stopt met het wegschrijven van de microscopische data zodra u nogmaals de eerder gekozen optie uit *detailuitvoer* selecteert. Het bijbehorende vinkje verdwijnt dan.



Afbeelding 68: FOSIM schrijft de betreffende *detailuitvoer* weg wanneer er een vinkje voor de optie staat

Het is mogelijk dat in hetzelfde bestand de gegevens van verschillende simulaties staan. Om onderscheid te maken tussen de resultaten van de verschillende simulaties plaatst FOSIM telkens wanneer u opnieuw een simulatie start (in *uitvoeren* of automatisch in *serie*, beide van het *simulatie*-menu) een koptekst in het bestand die de inhoud van elke kolom weergeeft.

De detailuitvoer-bestanden kunnen in bijvoorbeeld een spreadsheet verwerkt worden. Er is echter voor deze uitvoer geen invoegtoepassing voor EXCEL beschikbaar om dit te automatiseren. U kunt de uitvoer overigens niet in FOSIM inlezen.

Opmerkingen:

- Let op! De bestanden die u met *detailuitvoer* maakt kunnen zeer groot zijn;
- de uitvoerbestanden geven de tijd altijd in seconden weer, ook als bij een simulatie in FOSIM is gekozen voor het hh:mm:ss-formaat.

• **Micro detector uitvoer**

Deze uitvoeroptie bepaalt voor elke detector wanneer een voertuig passeert en schrijft dit passagemoment met enige gegevens van het voertuig weg. De extensie van deze bestanden met microscopische gegevens is standaard '.trc' (trace-bestanden). De uitvoer is in kolommen verdeeld en bevat het volgende:

pos (m)	lane	t (s)	v (m/s)	type	id	dest
---------	------	-------	---------	------	----	------

met:

- pos (m): de positie van de detector die door het voertuig gepasseerd werd [m];
- lane: het nummer van de strook waarop het voertuig zich bevond;
- t (s): het tijdstip waarop het voertuig de detector passeerde [s];
- v (m/s): de snelheid van het voertuig op het moment dat het de detector passeerde [m/s];
- type: de voertuig-bestuurdercombinatie waartoe het voertuig behoort;
- id: ieder voertuig heeft in FOSIM een uniek nummer. Aan de hand van dit nummer is op elke detector hetzelfde voertuig terug te vinden zodat bijvoorbeeld reistijden te berekenen zijn;
- dest: de bestemming van het voertuig.

• **Trajecttijden tussen detectoren uitvoer**

Deze optie geeft als uitvoer de trajecttijden en -snelheden tussen de aanwezige detectoren. Omdat het om gegevens *tussen* detectoren gaat, levert de meest stroomopwaartse detector geen trajectgegevens. De standaard-extensie van het aangemaakte uitvoerbestand is '.ddt' (detector to detector travel times). De indeling van de uitvoer is als volgt:

pos (m)	lane	t (s)	dt (s)	v (m/s)	type	id	dest
---------	------	-------	--------	---------	------	----	------

- pos (m): de positie van de detector die door het voertuig gepasseerd werd [m];
- lane: het nummer van de strook waarop het voertuig zich bevond;
- t (s): het tijdstip waarop het voertuig de detector passeerde [s];
- dt (s): de trajecttijd, ofwel, de tijd sinds het passeren van de vorige (dat wil zeggen, stroomopwaarte) detector [s];
- v (m/s): de trajectnelheid, ofwel de gemiddelde snelheid waarmee het voertuig de afstand tussen de huidige en de vorige (dat wil zeggen, stroomopwaarte) detector heeft afgelegd [m/s];
- type: de voertuig-bestuurdercombinatie waartoe het voertuig behoort;
- id: ieder voertuig heeft in FOSIM een uniek nummer;

- **dest:** de bestemming van het voertuig.

- **Trajecttijden tussen herkomst en bestemming uitvoer**

Als u dit type uitvoer kiest, schrijft FOSIM voor elk voertuig de trajecttijd- en snelheid tussen zijn herkomst en bestemming weg. De standaardextensie van het uitvoerbestand is hierbij '.odt' (origin to destination travel times). De uitvoer is als volgt ingedeeld:

t (s)	origin	dest	tt (s)	v (m/s)	type	id
-------	--------	------	--------	---------	------	----

- **t (s):** het tijdstip waarop het voertuig de bestemming bereikt [s];
- **origin:** de herkomst van het voertuig;
- **dest:** de bestemming van het voertuig;
- **tt (s):** de trajecttijd tussen de herkomst en de bestemming [s];
- **v (m/s):** de trajectnelheid tussen de herkomst en de bestemming [m/s];
- **type:** de voertuig-bestuurdercombinatie waartoe het voertuig behoort;
- **id:** ieder voertuig heeft in FOSIM een uniek nummer.

- **Strookwisselingen uitvoer**

Deze optie geeft als uitvoer enige kenmerken van alle strookwisselingen die plaatsvinden. De standaardextensie van het uitvoerbestand is hierbij '.lct' (lane change trace). De indeling van de uitvoer is als volgt:

t (s)	fromln	tolane	pos (m)	type	id
-------	--------	--------	---------	------	----

- **t (s):** het tijdstip waarop de strookwisseling begint [s];
- **fromln:** de strook waarin het voertuig zich bevindt bij het begin van de strookwisseling;
- **tolane:** de strook waar het voertuig naar toe wisselt;
- **pos (m):** de positie waar de strookwisseling begint [m];
- **type:** de voertuig-bestuurdercombinatie waartoe het voertuig behoort;
- **id:** ieder voertuig heeft in FOSIM een uniek nummer.

Bestand Screenshots maken

Met *screenshots maken* kunt u telkens na een vast tijdsinterval een afbeelding van het wegvak laten wegschrijven naar een bestand. U kunt de resulterende bestanden vervolgens gebruiken om een film van de simulatie te maken, zodat u deze kunt afspelen zonder over FOSIM te hoeven beschikken.

Wanneer u *screenshots maken* kiest, krijgt u een venster waar u de toe te passen bestandsnaam moet opgeven. Bij het wegschrijven van de bestanden gebruikt FOSIM deze naam en voegt hier telkens de *tijdstap* in de simulatie aan toe waar de afbeelding bij hoort. Als de bestandsnaam 'simulatie' bijvoorbeeld gekozen is en als tijdsinterval gekozen is voor 60 tijdstappen, zal de naam van het eerste weggeschreven bestand 'simulatie60' zijn. Om het bijbehorende tijdstip te bepalen, moet het aantal tijdstappen vermenigvuldigd worden met de grootte van de in de simulatie gebruikte tijdstap. Indien u geen bestandsnaam opgeeft, gebruikt het programma als bestandsnaam alleen het getal dat het aantal tijdstappen weergeeft. U kunt kiezen uit twee bestandsformaten: '.bmp' of '.jpg'. In tegenstelling tot het '.bmp'-formaat, comprimeert het '.jpg'-formaat de bestanden, zodat de laatste aanmerkelijk kleinere bestanden oplevert.

Na het specificeren van de bestandsnaam volgt een venster dat een overzicht van de invoer voor *screenshots maken* toont (zie figuur 69). Hierin is onder de knop

bestandsnamen de eerder opgegeven naam voor de bestanden weergegeven. Door de knop *bestandsnamen* te kiezen, kunt u een andere naam voor de bestanden opgeven. Tenslotte kunt u in het venster het tijdsinterval (in *tijdstappen*) voor het wegschrijven van de afbeeldingen opgeven.

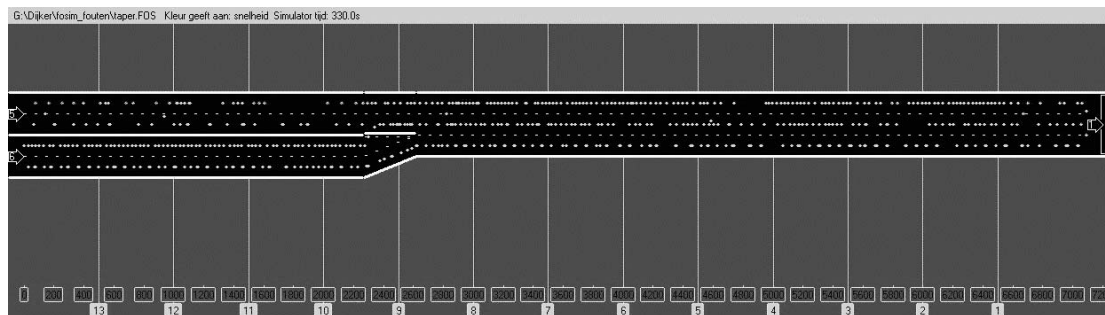


Afbeelding 69: Instellingen *screen shots* maken

Nadat u deze invoer voltooid heeft en op OK drukt, slaat FOSIM de schermafbeeldingen zoals gespecificeerd op. FOSIM plaatst dan een vinkje voor *screenshots maken* in het *bestand*-menu (zie figuur 70). Wanneer u nogmaals *screenshots maken* selecteert, stopt FOSIM met het wegschrijven van de afbeeldingen en verdwijnt ook het vinkje. Afbeelding 71 geeft een voorbeeld van een schermafbeelding zoals FOSIM deze wegschrijft.



Afbeelding 70: FOSIM schrijft *screen shots* weg wanneer er een vinkje voor de menu-optie staat



Afbeelding 71: Voorbeeld van een *screen shot*

Bestand Afdrukken

Met de optie *afdrukken* drukt u een afbeelding af van de huidige weergave van het FOSIM-scherm (instrumentenbalk, werkveld). U kunt vooraf nog de printer kiezen, het aantal exemplaren instellen, of een venster voor de *printer instellingen* opvragen.

Bestand Printer instellingen

Met de optie *printer instellingen* kunt u de printer kiezen, een venster openen om instellingen van de printer te wijzigen, het papierformaat en de papierlade kiezen en tenslotte de papierrichting instellen.

Bestand Laatste geopende bestanden

FOSIM toont in het *bestand*-menu de vier laatst gebruikte bestanden, zodat deze eenvoudig opnieuw te openen zijn.

Bestand Afsluiten

Met *afsluiten* sluit u het programma af. Indien het invoerbestand gewijzigd, maar nog niet opgeslagen is, vraagt FOSIM of u het alsnog wilt opslaan.

4.3 Het *Bewerken*-menu

Bewerken	Wegontwerp	Verkeer	Simulatie	Uitvoer
Ongedaan maken invoegen sectiegrens				Ctrl+Z
Opnieuw plakken				Ctrl+Y
Knippen				Ctrl+X
Kopiëren				Ctrl+C
Plakken				Ctrl+V
Plakken voor				
Plakken na				

Afbeelding 72: Het *Bewerken*-menu

Bewerken Ongedaan maken

Als u in een FOSIM-configuratie een wijziging hebt aangebracht die u bij nader inzien niet wenst, kunt u de configuratie met *ongedaan maken* terugbrengen tot de staat waarin deze verkeerde voor de wijziging. De tekst na *ongedaan maken* geeft aan om welke bewerking het gaat. FOSIM bewaart de laatste tien wijzigingen.

Bewerken Opnieuw

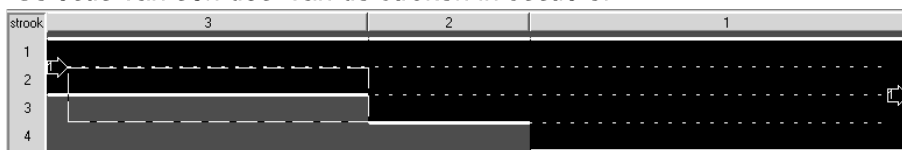
Met *opnieuw* herstelt u de laatste bewerking die ongedaan is gemaakt. De tekst na *opnieuw* geeft aan om welke bewerking het gaat.

De overige opties in het *bewerken*-menu dienen om secties te verplaatsen of te kopiëren.

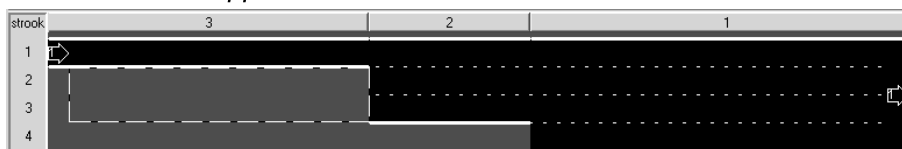
Bewerken Knippen

Als u *knippen* gebruikt, worden de strooktypen van het geselecteerde wegvak verwijderd, dat wil zeggen, veranderd in onverharde stroken. Figuur 73 illustreert dit. Het wegvak is vervolgens ergens anders te plaatsen met *plakken*.

Selectie van een deel van de stroken in sectie 3:



Resultaat van *knippen*:



Afbeelding 73: Voorbeeld van de werking van *knippen*

Bewerken **Kopiëren**

Met *kopiëren* wordt het geselecteerde deel van het wegvak gekopieerd. Met *plakken* plaatst u dit wegvak vervolgens ergens anders. Het te kopiëren wegvak blijft ongewijzigd.

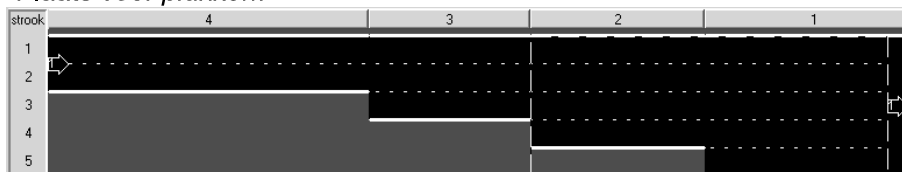
Bewerken **Plakken**

Plakken vervangt het huidige geselecteerde wegdeel door het laatst geknipte of gekopieerde wegdeel. *Plakken* werkt alleen als alle verharde stroken van de sectie(s) waar geplakt moet worden geselecteerd zijn. *Plakken* neemt alle lokale kenmerken, zoals snelheidsonderdrukking en het inhaalverbod voor vrachtverkeer, die bij het te plakken wegvak horen mee. Figuur 74 geeft een voorbeeld van *plakken*.

Selectie voor *kopiëren*:



Plaats voor *plakken*:



Resultaat *plakken*:



Afbeelding 74: Voorbeeld van de werking van *plakken*

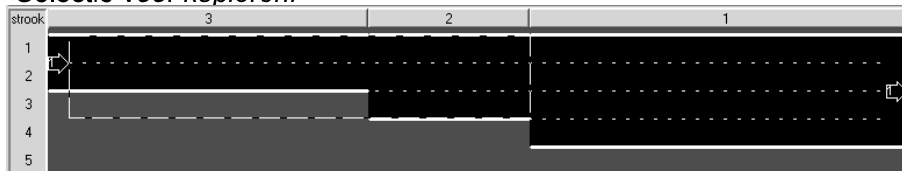
Bewerken **Plakken voor**

Met *plakken voor* plaatst u het geknipte of gekopieerde wegdeel stroomopwaarts van het huidige geselecteerde wegdeel. De linker strook van het te plaatsen wegvak komt hierbij ter hoogte van de meest linkse strook die geselecteerd is bij het uitvoeren van *plakken voor*. *Plakken voor* neemt alle lokale kenmerken, zoals snelheidsonderdrukking en het inhaalverbod voor vrachtverkeer, die bij het te plakken wegvak horen mee. Zie voor een voorbeeld figuur 75.

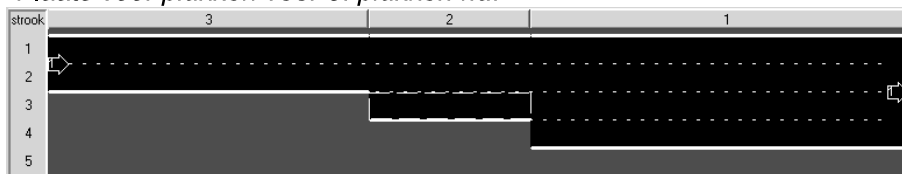
Bewerken Plakken na

Met *plakken na* wordt het geknipte of gekopieerde wegdeel stroomafwaarts van het huidige geselecteerde wegdeel geplaatst. De linker strook van het te plaatsen wegvak komt hierbij ter hoogte van de meest linkse strook die geselecteerd is bij het uitvoeren van *plakken na*. *Plakken na* neemt alle lokale kenmerken, zoals snelheidsonderdrukking en het inhaalverbod voor vrachtverkeer, die bij het te plakken wegvak horen mee. Zie voor een voorbeeld figuur 75.

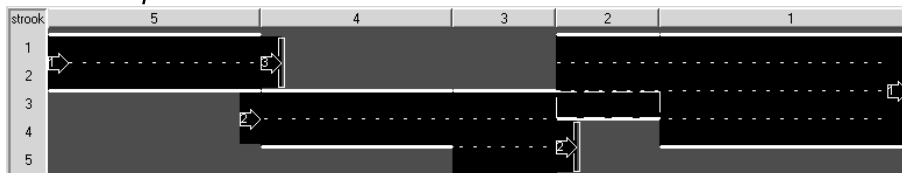
Selectie voor *kopiëren*:



Plaats voor *plakken voor* of *plakken na*:



Resultaat *plakken voor*:

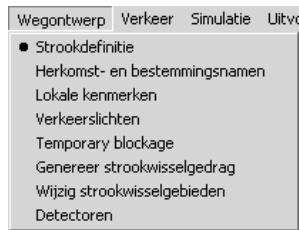


Resultaat *plakken na*:



Afbeelding 75: Voorbeeld van de werking van *plakken voor* en *plakken na*

4.4 Het Wegontwerp-menu

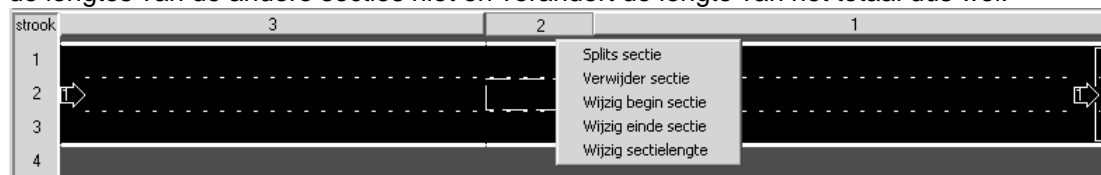


Afbeelding 76: Het *Wegontwerp*-menu

DEZE FIGUUR NOG VERVANGEN!

Als u in het *wegontwerp*-menu werkt, kunt u het aantal sectiegrenzen en de lengte van de secties veranderen. Dit doet u met de *sectieknoppen*. Wanneer de muisaanwijzer zich boven een sectiegrens bevindt (de aanwijzer verandert hierbij in een *splitter*), kunt u door te slepen de plaats van de sectiegrens veranderen. In de *infobalk* ziet u de coördinaat van de grens veranderen bij het slepen, evenals de lengtes van de twee aangrenzende secties. Daarnaast kunt u nieuwe grenzen voor de sectie ook numeriek geven. Hiertoe klikt u met de linker muisknop op een sectie. Dan verschijnt een context-menu zoals in figuur 77. Met *wijzig begin sectie* kunt u de coördinaat van het begin van de sectie opgeven en met *wijzig einde sectie* de coördinaat van het eind van de sectie.

Bij de eerder genoemde manieren om secties te wijzigen verandert de lengte van alle secties samen niet. Als u de optie *wijzig sectielengte* uit het context-menu kiest, kunt u wel de totale lengte veranderen. U krijgt met *wijzig sectielengte* een invulvak waar u de nieuwe lengte kunt opgeven. Als u op deze manier de lengte voor een sectie opgeeft, veranderen de lengtes van de andere secties niet en verandert de lengte van het totaal dus wel.



Afbeelding 77: Het context-menu bij *sectieknoppen*

De overige twee opties in het context-menu zijn bedoeld om het aantal secties te veranderen:

- *splits sectie* verdeelt de aangeklikte sectie in twee delen. De grens die bij deze verdeling toegepast wordt, is de plaats waar op de sectieknop geklikt is;
- met *verwijder sectie* wordt de aangeklikte sectie samengevoegd met de direct stroomafwaarts gelegen sectie, behalve bij het verwijderen van de meest stroomafwaarts gelegen sectie. Dan wordt namelijk de sectie niet toegevoegd aan een andere sectie, maar wordt de totale weglengte verkort met de lengte van de verwijderde sectie.

Wegontwerp **Stroomdefinitie**

Stroomdefinitie dient om aan alle secties en stroken de strooktypen toe te wijzen. Bij de keuze van *strookdefinitie* verschijnt de *instrumentenbalk* zoals weergegeven in figuur 78. Elke knop stelt een strooktype voor. Er zijn twee strooktypen die twee stroken breed zijn, de overige typen zijn één strook breed. Door de muiscursor boven een knop te houden wordt ook in tekst aangegeven om welk strooktype het gaat.



Afbeelding 78: *Instrumentenbalk voor strookdefinitie*

Het toewijzen van een strooktype gaat als volgt. Selecteer in het *ontwerpveld* het gebied waar het strooktype voor moet gelden en druk op de betreffende knop. Hierbij zijn alleen die strooktypen beschikbaar die voor de selectie toepasbaar zijn. Dit betekent het volgende:

- het tapersamenvoegingselement en het taperuitvoegingselement beslaan beide twee stroken. Deze elementen zijn dan ook alleen beschikbaar als een gebied van twee stroken breed is geselecteerd. Bovendien moet de strook links naast het geselecteerde gebied bedoeld zijn voor normaal gebruik door het verkeer;
- het type 'linker strook' is alleen selecteerbaar als de strook rechts hiervan normaal berijdbaar is, het type 'rechter strook' alleen als de strook links hiervan normaal berijdbaar is, en het type 'middenstrook' alleen als zowel de strook links als rechts hiervan normaal berijdbaar zijn;
- het type 'enkele strook' kan altijd gekozen worden;
- de 'links afgestreepte strook' kan alleen gekozen worden als rechts ervan een strook voor normaal gebruik is, de 'rechts afgestreepte strook' alleen als links ervan een normaal berijdbare strook is;
- de 'afgezette strook' is altijd selecteerbaar;
- de 'onverharde strook' ('gras') kan niet gekozen worden als het gaat om de strook links van een getaperde strook.

Naast de knoppen in de *instrumentenbalk* is ook een context-menu met de strooktypen beschikbaar (zie figuur 79). Dit menu is met de rechter muisknop op te roepen.



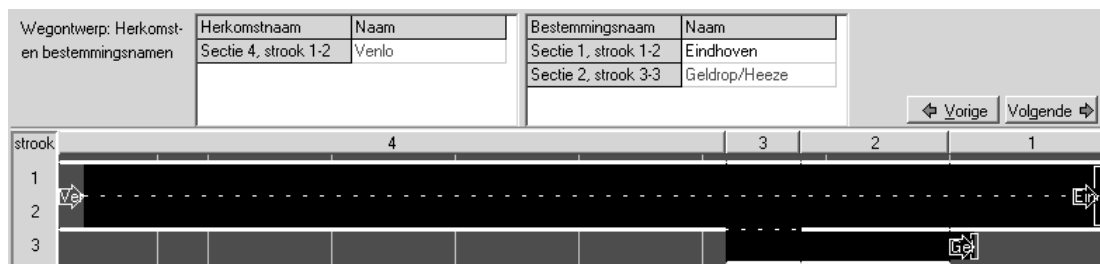
Afbeelding 79: *Context-menu voor strookdefinitie*

Het is overigens mogelijk getrokken en onderbroken belijning te combineren: wanneer een strook enkelstrooks is en de strook hier rechts naast een rechter strook, zal het wel toegestaan zijn van de rechter strook naar de linker strook te wisselen, maar niet andersom.

Opmerking: Tapersamenvoegings- en taperuitvoegingselementen moeten minimaal 100 m lang zijn. Dit is korter dan volgens de ROA (250 m). Deze korte afstand is dan ook bedoeld voor bijzondere omstandigheden, die zeker ook in de simulatie vergezeld dienen te gaan met aanvullende maatregelen (zoals een lagere maximumsnelheid). Verder mag een (in de lengterichting) taperuitvoegingselement nooit direct grenzen aan een tapersamenvoegingselement.

U kunt er voor kiezen elke herkomst en bestemming zelf te voorzien van een naam, of u kunt gebruik maken van de nummers die FOSIM aan de herkomsten en bestemmingen geeft als identificatie. Het is ten eerste aan te raden zelf namen te geven: dit vereenvoudigt later de invoer van de verkeersgegevens.

De invoer van de namen gebeurt via twee tabellen zoals weergegeven in figuur 80. De linker tabel bevat de namen voor de herkomsten, de rechter tabel voor de bestemmingen. De linker kolom in elke tabel geeft weer om welke herkomst of bestemming het gaat aan de hand van de sectie en de stroken waar de herkomst of bestemming bij horen. Bovendien accentueert FOSIM op het wegvak de herkomst of bestemming die gekozen is om gewijzigd te worden. Wanneer u in het wegvak klikt op een herkomst of bestemming, selecteert FOSIM in de tabel de bijbehorende cel. De namen die u opgeeft dienen geen spaties of komma's te bevatten.



Afbeelding 80: Naamgeving herkomsten en bestemmingen

Op het wegvak is slechts beperkt ruimte om de namen weer te geven. FOSIM plaatst in de pijlen die herkomsten en bestemmingen weergeven zo veel tekens als waar ruimte voor is. Om de volledige naam te zien kunt u altijd, ook bijvoorbeeld tijdens een simulatie, de muis boven een herkomst of bestemming houden. De infobalk toont dan de volledige naam (zie figuur 81).



Afbeelding 81: Infobalk geeft de volledige naam weer wanneer de muiscursor boven een herkomst of bestemming staat

Wegontwerp Lokale kenmerken

U kunt voor iedere strook en iedere sectie een aantal zogenaamde *lokale kenmerken* instellen. Dit zijn: *snelheidsonderdrukking*, het *inhaalverbod voor vrachtverkeer*, de *maximumsnelheid*, en de aanwezigheid van *spitsstroken*, respectievelijk, *plusstroken*. U kunt verschillende lokale kenmerken instellen op dezelfde sectie-strookcombinatie, behalve:

- *snelheidsonderdrukking* en een *maximumsnelheid* lager dan 120 km/h. Wanneer u dit toch probeert, zal FOSIM de nieuw opgegeven invoer accepteren maar het andere kenmerk op de standaardwaarde zetten, dat wil zeggen, een maximumsnelheid van 120 km/h of een snelheidsonderdrukkingsfactor van 100%. Inhoudelijk is dit overigens geen probleem: één van de twee lokale kenmerken is maatgevend, zodat het niet zinvol is beide te combineren;
- het kenmerk *spitsstrook* en *plusstrook*. Aangezien in reële toepassingen een spitsstrook zich altijd aan de rechter zijde van een rijbaan bevindt, en een plusstrook aan de linker zijde, is het ook niet zinvol een strook een deel van de tijd als plusstrook te laten functioneren (het verkeer dient in de gesloten toestand de plusstrook naar rechts te

verlaten) en een ander deel van de tijd als spitsstrook (het verkeer dient in de gesloten toestand de spitsstrook naar links te verlaten).

De keuze voor het te wijzigen lokale kenmerk vindt plaats op de instrumentenbalk (zie figuur 82). Afhankelijk van de keuze kunt u op de *instrumentenbalk* andere invoer geven. Deze invoer is geldig voor de actueel geselecteerde stroken en secties.



Afbeelding 82: Instrumentenbalk bij lokale kenmerken

- **Snelheidsonderdrukking**

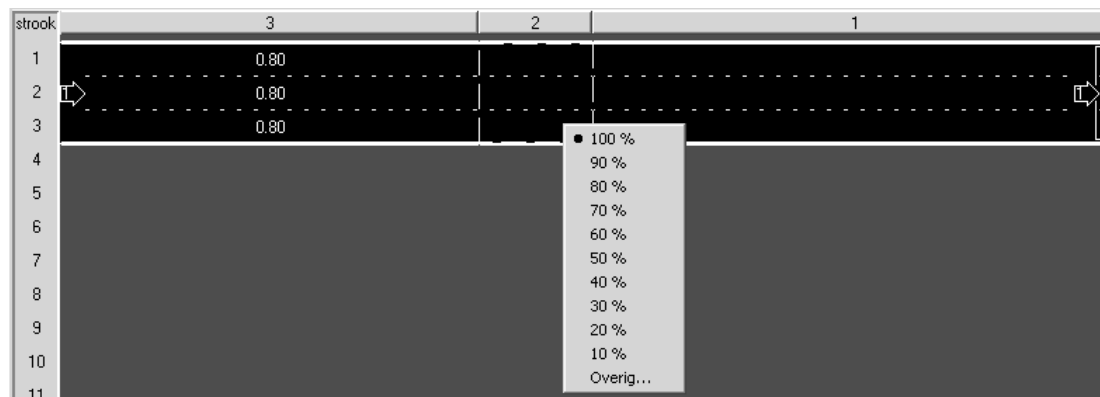
Met *snelheidsonderdrukking* geeft u per sectie en per strook aan waar de snelheid gereduceerd is. U selecteert de betreffende locaties voor *snelheidsonderdrukking* en vult het percentage van de wenssnelheid dat gehaald mag worden in. Dit percentage wordt *altijd* toegepast op de wenssnelheden die gelden bij een snelheidslimiet van 120 km/h. Tabel 9 geeft deze wenssnelheden weer. Wanneer u bijvoorbeeld een snelheidsonderdrukking van 80% kiest, zal voertuigtype 3 een snelheid van $80\% \times 100 = 80$ km/h nastreven. U kunt overigens ook een context-menu gebruiken door met de rechter muisknop te klikken (zie figuur 83). Het *ontwerpveld* geeft aan waar *snelheidsonderdrukking* gedefinieerd is.

Voertuig-bestuurdercombinatie (voertuigtype)	Personenauto's			Vrachtauto's	
	1	2	3	4	5
Wenssnelheid					
Bij een maximumsnelheid van 120 km/h [km/h]	125	115	100	95	85

Tabel 9: Wenssnelheid waarop snelheidsonderdrukking toegepast wordt

De manier waarop bestuurders zich onder afwijkende geometrische omstandigheden (zoals WIU en krappe bogen) gedragen is niet goed bekend en daarom niet expliciet in FOSIM gemodelleerd. *Snelheidsonderdrukking* is bedoeld om dergelijke situaties toch enigszins te kunnen nabootsen. Door de snelheden behoorlijk te verlagen neemt in ieder geval de capaciteit af.

Opmerking: Omdat snelheidsonderdrukking altijd toegepast wordt op de wenssnelheden bij een snelheidslimiet van 120 km/h, kunt u snelheidsonderdrukking niet combineren met een maximumsnelheid lager dan 120 km/h. Als u dit toch doet, stelt FOSIM de snelheidslimiet voor de betreffende locatie automatisch op 120 km/h.

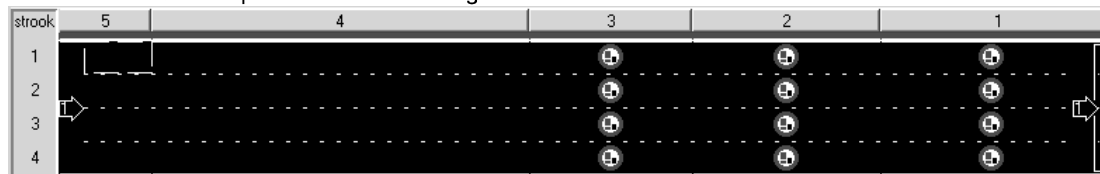


Afbeelding 83: Context-menu voor *snelheidsonderdrukking*

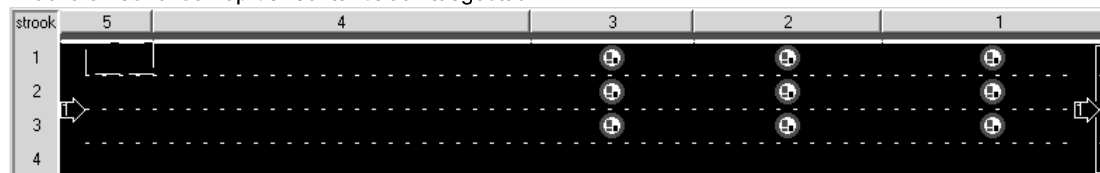
- **Inhaalverbod vrachtverkeer**

U specificeert het inhaalverbod voor vrachtverkeer per strook en per sectie. Wanneer voor een strook het inhaalverbod geldt, zullen vrachtwagens (in FOSIM gedefinieerd als voertuigen met een lengte groter dan 6 m) op de strook rechts hiervan niet naar deze strook toe wisselen en vrachtwagens die zich toch op de betreffende strook bevinden de wens krijgen naar rechts te wisselen. U kunt het inhaalverbod dus eigenlijk zien als een gebod voor vrachtverkeer om op bepaalde stroken naar rechts te gaan. Wanneer een vrachtwagen zich al op de meest rechtse strook bevindt, zal deze uiteraard niet nog verder naar rechts kunnen gaan. Figuur 84 illustreert dit principe.

Vrachtwagen alleen op de rechter strook toegestaan



Vrachtwagen alleen op de rechter strook toegestaan

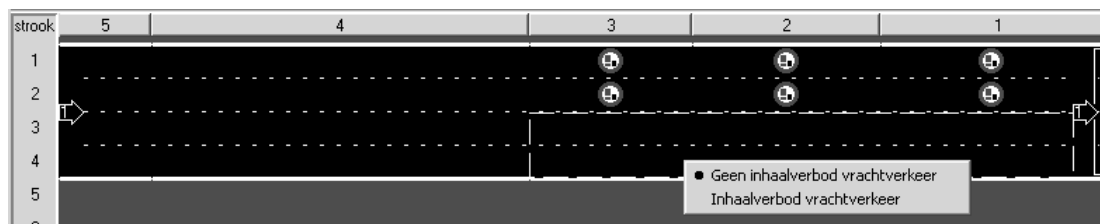


Vrachtwagen op de twee meest rechtse stroken toegestaan



Afbeelding 84: Illustratie werking *inhaalverbod vrachtverkeer*

Om het inhaalverbod op te geven selecteert u eerst het deel van de weg waar het inhaalverbod moet gelden. Vervolgens kunt u met een context-menu (met de rechter muisknop klikken in het *ontwerpveld*) of via de instrumentenbalk het inhaalverbod instellen of verwijderen (zie figuur 85). Een verbodsbord op de weg geeft aan dat het inhaalverbod opgegeven is.



Afbeelding 85: Methode specificeren *inhaalverbod vrachtverkeer*

Opmerkingen:

- Strookwisselingen vanwege verplicht of gewenst strookwisselen gaan boven het inhaalverbod;
- wanneer vrachtwagens zich bevinden op een strook waar het inhaalverbod geldt, zullen deze wel naar rechts willen gaan, maar ze zullen hierbij niet veel risico accepteren, zodat er behoorlijk veel weglengte nodig kan zijn voordat de strookwisselingen uitgevoerd zijn.

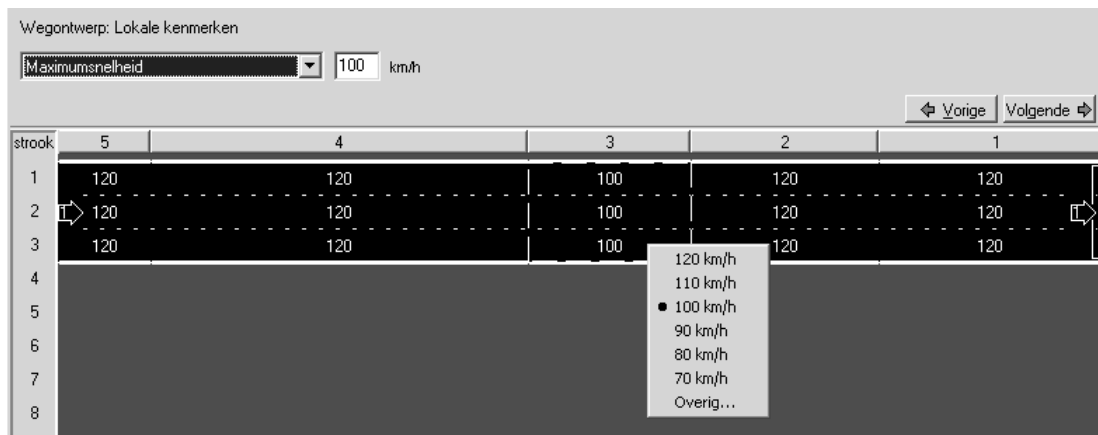
• **Maximumsnelheid**

Het is mogelijk op verschillende delen van het wegvak een andere *maximumsnelheid* te laten gelden. FOSIM bepaalt aan de hand van de opgegeven maximumsnelheden welke snelheden bestuurders nastreven. De berekening van deze snelheden is gebaseerd op een normaal wegprofiel (geen WIU), zodat bij lage maximumsnelheden van een behoorlijke overschrijding van de limiet wordt uitgegaan.



Afbeelding 86: Maximumsnelheden moeten voor de gehele rijbaan gelijk zijn

Om de maximumsnelheid op te geven selecteert u eerst de stroken waar de aangepaste snelheidslimiet moet gelden. Let op dat altijd voor de gehele rijbaan dezelfde snelheidslimiet geldt (zie figuur 86). Indien dit niet het geval is, kunnen voertuigen in de simulatie onredelijk gedrag vertonen. U kunt vervolgens met een context-menu of via de *instrumentenbalk* opgeven welke maximumsnelheid moet gelden (zie figuur 87). De snelheidslimiet kan liggen tussen 70 en 120 km/h. U kunt de snelheid bovendien tot op 1 km/h nauwkeurig opgeven. Dit betekent dat het mogelijk is maximumsnelheden op te geven die in werkelijkheid niet toegelaten zijn.

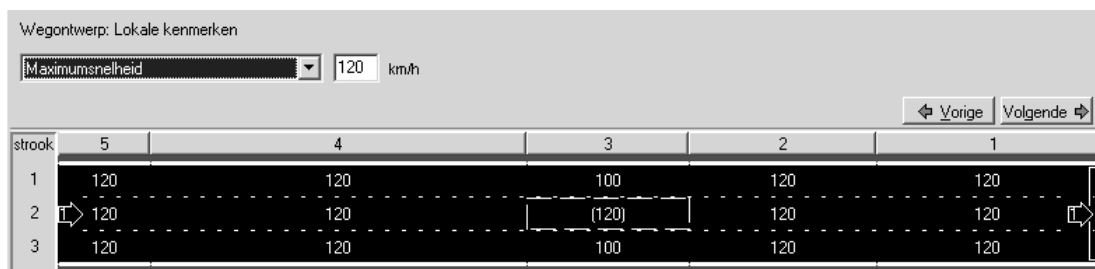


Afbeelding 87: Methode specificeren *maximumsnelheid*

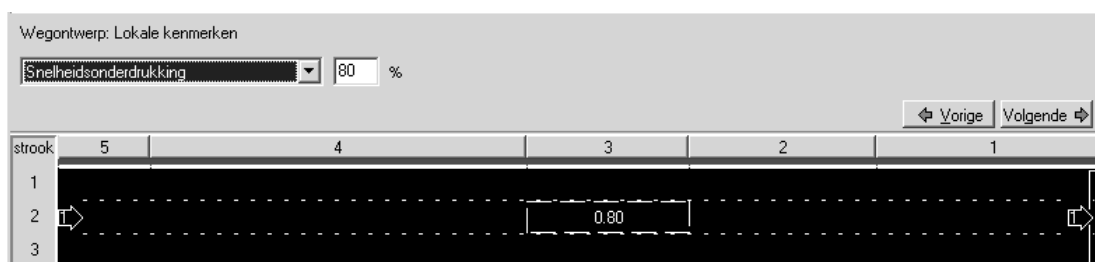
U kunt een maximumsnelheid lager dan 120 km/h niet combineren met snelheidsonderdrukking. Als u dit toch doet, stelt FOSIM de snelheidsonderdrukking voor de betreffende locatie automatisch op 100%. Om te voorkomen dat u per ongeluk op deze wijze snelheidsonderdrukking verwijdert door te kiezen voor een lagere maximumsnelheid, plaatst FOSIM bij de weergave van de maximumsnelheid haakjes om de waarde van de snelheidslimiet voor die locaties waar ook al snelheidsonderdrukking actief is (zie figuur 88). U kunt de weergave van de snelheid tussen haakjes interpreteren als het feit dat niet de maximumsnelheid maatgevend is maar de snelheidsonderdrukking. Als u voor deze plaatsen de snelheidslimiet opnieuw opgeeft, zal de ingestelde snelheidsonderdrukking verwijderd worden.

Opmerking: De snelheden die bij een bepaalde maximumsnelheid in de werkelijkheid gerealiseerd worden kunnen van locatie tot locatie en van moment tot moment zeer variëren. FOSIM doet op basis van aannames slechts een globale schatting, zodat de uitkomsten met de nodige reserve beschouwd moeten worden. Overigens zijn indien gewenst via aanpassing van de kalibratieparameters 'wenssnelheid (120)' en 'wenssnelheid (70)' aanpassingen aan de toegepaste aannames mogelijk, zelfs zodanig dat in het geheel geen voertuigen de snelheidslimiet meer overtreden..

Maximumsnelheid tussen haakjes,



omdat snelheidsonderdrukking actief is.



Afbeelding 88: Weergave snelheidslimiet wanneer snelheidsonderdrukking geldt

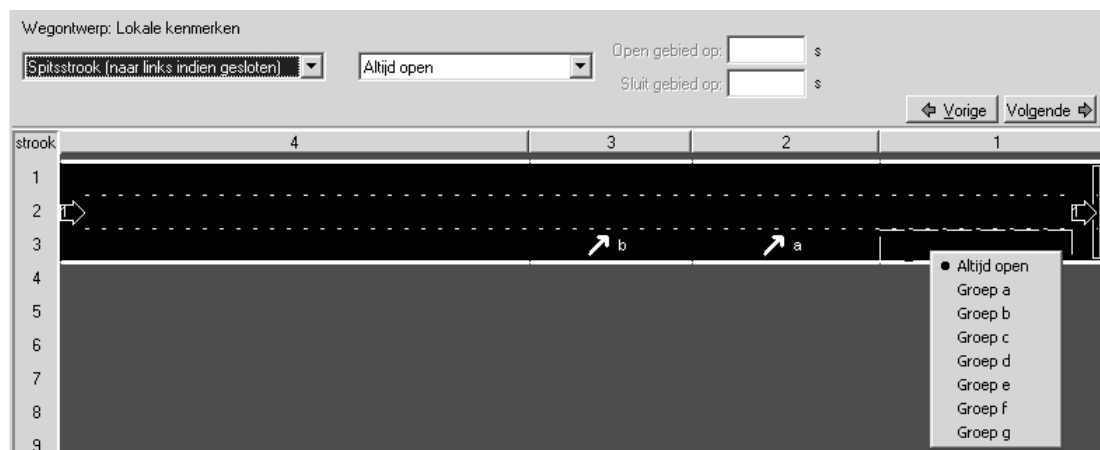
- **spitsstrook (naar links indien gesloten)**

Een spitsstrook is een wegdeel dat een deel van de tijd voor verkeer geopend is gedurende de simulatie, en een deel van de tijd gesloten. Bij spitsstroken moet het verkeer in de gesloten toestand een strookwisseling naar links maken om te vermijden op de spitsstrook te komen, of deze te verlaten, wanneer bij het moment van sluiten het verkeer zich al op de spitsstrook bevond.

Voor spitsstroken en plusstroken gebeurt de invoer op dezelfde wijze. De verklaring hiervan vindt dan ook plaats bij de behandeling hieronder van plusstroken.

- **plusstrook (naar rechts indien gesloten)**

Zoals het bij een spitsstrook gaat om een tijdelijk beschikbaar wegdeel waarbij in de gesloten toestand het verkeer een strook naar links moet, is een plusstrook een tijdelijk beschikbaar wegdeel waarbij het verkeer in de gesloten toestand naar rechts moet gaan. Naast dit verschil in de richting waarin het verkeer moet strookwisselen, zijn er geen verschillen. De methoden voor de invoer van plus- en spitsstroken lopen dan ook op dezelfde manier.



Afbeelding 89: Invoer spits- en plusstroken (via context-menu)

Met de meest linkse *pull-down* lijst in de instrumentenbalk (zie afbeelding 89) selecteert u welk lokaal kenmerk u wilt wijzigen, in dit geval de aanwezigheid van plusstroken of spitsstroken. Rechts daarnaast bevindt zich een *pull-down* lijst waarmee per strook en sectie ingesteld kan worden dat er sprake is van een plus- of spitsstrook. Daar weer rechts van bevinden zich twee invulvakjes voor het invoeren van het tijdstip waarop spits- en plusstroken van toestand (open/gesloten) veranderen.

In het algemeen voert u de volgende handelingen uit met betrekking tot spits- en plusstroken:

- om wegdelen te (de)selecteren als spits- en plusstroken:
 1. kies in het *ontwerpveld* het deel van de weg waarvoor u de instelling wenst te wijzigen;
 2. wijs het wegdeel toe aan een 'groep' om het in te stellen als plus- of spitsstrook. Of, als u een wegdeel niet meer als spits- of plusstrook wilt laten functioneren, selecteer 'altijd open'. Er zijn twee manieren om de groep te kiezen: via het context-menu (rechter muisknop) of via het rechter *pull-down* menu op de *instrumentenbalk*. Als het wegdeel al toegewezen was aan een andere groep, overschrijft u deze met de nieuwe keuze die u maakt.

In FOSIM is het mogelijk gebruik te maken van maximaal zeven 'groepen' die als geheel van toestand veranderen (zie ook pagina 33 voor een verklaring van het

gebruik van groepen). De zeven groepen worden geïdentificeerd met de namen 'a' tot en met 'g'. Naast de groepen voor de spits- en plusstroken is er ook nog een groep gereserveerd voor strookwisselgebieden die horen bij tijdelijke blokkades.

- om de tijdstippen te wijzigen waarop een groep van toestand (open/gesloten) verandert:
 1. indien nog niet de juiste groep geselecteerd is: kies in het *ontwerpveld* een wegdeel dat behoort tot de groep waarvoor de tijden gewijzigd moeten worden. Indien u een wegdeel kiest waarin zich verschillende groepen bevinden, ... **dit nog even navragen bij Peter, want het werkt niet precies zoals ik verwachtte**

Het is overigens ook mogelijk in de rechter *pull-down* lijst de groep te selecteren. Hierbij dient u zich er wel van bewust te zijn dat u in dat geval ook de dan gekozen groep toewijst aan het op dat moment geselecteerde wegdeel;

2. specificieer de tijdstippen waarop de betreffende spits- en plusstroken openen en sluiten in de twee invulvakjes helemaal rechts op de instrumentenbalk. Welk formaat u dient te gebruiken voor de invoer van de tijd (seconden of hh:mm:ss) is afhankelijk van het formaat dat gekozen is bij *instellingen* uit het *simulatie*-menu. Zie pagina 95 voor uitleg over de in FOSIM gebruikte formaten voor het weergeven en invoeren van de tijd.

Aan iedere groep is één tijdstip verbonden waarop de opening van de spits-/plusstroken plaatsvindt, en eveneens één tijdstip waarop de spits-/plusstroken binnen de betreffende groep sluiten. Iedere groep betreft dus een moment gedurende de simulatie waarop de wegconfiguratie kan veranderen via de spits-/plusstroken. Dit werkt als volgt:

- wanneer het tijdstip om de stroken te sluiten ligt vóór het tijdstip om de stroken te openen, zijn aan het begin van de simulatie de stroken van de betreffende groep geopend. Vervolgens sluiten ze op het gespecificeerde sluitingstijdstip, en openen ze tenslotte weer op het opgegeven openingstijdstip;
- wanneer het tijdstip om de stroken te openen ligt vóór het tijdstip om de stroken te sluiten, zijn aan het begin van de simulatie de stroken van de betreffende groep gesloten. Vervolgens openen ze op het gespecificeerde openingstijdstip, en sluiten ze tenslotte weer op het ingevoerde sluitingstijdstip;
- wanneer voor het openings- of sluitingstijdstip een waarde wordt gekozen buiten de tijd die gedurende het verloop van de simulatie voorkomt, wisselt voor de betreffende groep de toestand maar één keer.

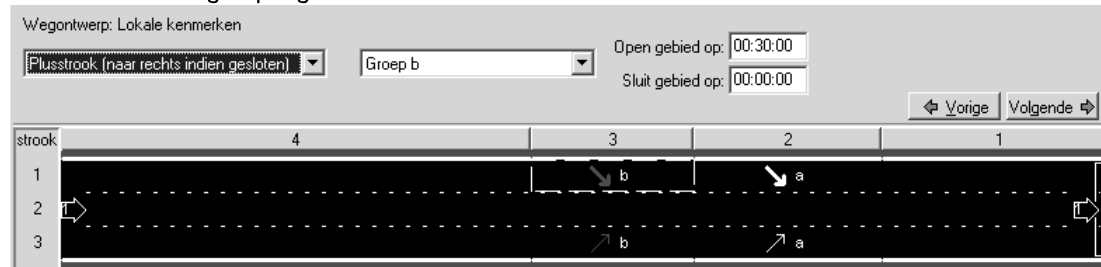
Afbeelding 90 toont aan de hand van een voorbeeld de visualisatie van spits- en plusstroken op het wegvak. Dit voorbeeld gaat uit van een driestrooks weg waar in eerste instantie ter hoogte van sectie drie alleen de middelste strook beschikbaar is. Na 30 minuten komen alle stroken in sectie 3 beschikbaar. Tenslotte gaan na 1 uur en 45 minuten de linker en rechter strook in sectie 2 dicht, zodat daar alleen nog de middenstrook beschikbaar is.

In de figuur is weergegeven hoe het gebruik van twee groepen zorgt voor de in bovenstaande alinea beschreven situatie. Ook toont de figuur de manier waarop FOSIM bij de invoer de plus- en spitsstroken weergeeft. Dit gebeurt aan de hand van pijlen die de richting van de benodigde strookwisseling weergeven, dus, een pijl naar links voor spits- en een pijl naar rechts voor plusstroken. Verder geeft de dikte van de pijlen gekozen is voor de invoer van spits- of juist van plusstroken, zoals overigens ook al blijkt uit het linker *pull-down* menu in de instrumentenbalk.

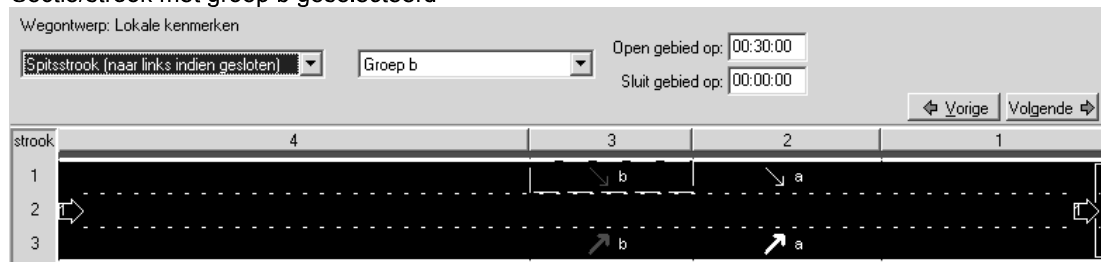
Het toepassen van spits- en plusstroken heeft gevolgen voor de strookwisselgebieden. Hoe de invoer hieromtrent verloopt staat bij *genereer strookwisselgedrag* en bij *wijzig strookwisselgebieden*, beide onderdeel van het menu *wegontwerp*. Hoe tijdens een

simulatie de visualisatie van van de spits-/plusstroken plaatsvindt is beschreven bij het onderdeel *uitvoeren* uit het menu *simulatie*.

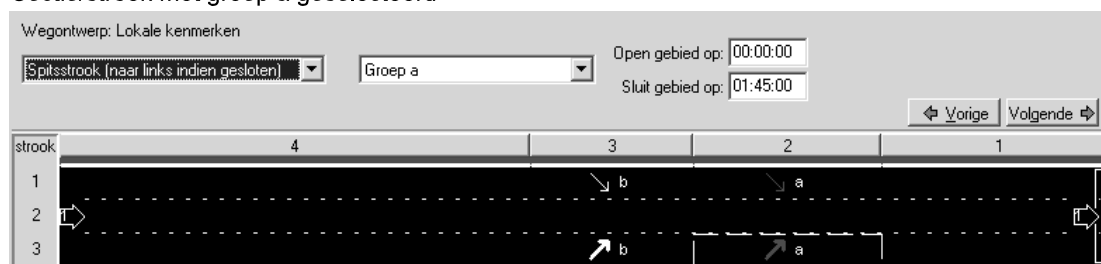
Invoer van plusstroken Sectie/strook met groep b geselecteerd



Invoer van spitsstroken Sectie/strook met groep b geselecteerd



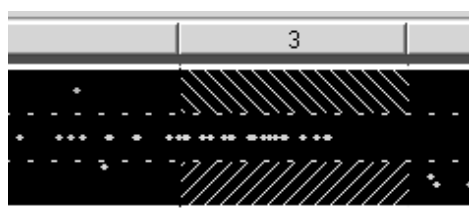
Invoer van spitsstroken Sectie/strook met groep a geselecteerd



Afbeelding 90: Illustratie interface invoer groepen van spits-/plusstroken

Tijdens simulaties toont FOSIM gesloten spits- en plusstroken zoals weergegeven in afbeelding 91. De weergave is enigszins vergelijkbaar met afgestreepte stroken. Echter, de afstand tussen de schuine lijnen is bij spits- en plusstroken is groter, en de kleur van de lijnen is wit-geel, terwijl de kleur bij afgestreepte stroken wit is.

Het onderscheid tussen plus- en spitsstroken volgt uit de richting van de afstrepingen: bij spitsstroken moet het verkeer naar links, bij plusstroken naar rechts. De afbeelding van het wegvak geeft overigens geen indicatie waar zich een spits- of plusstrook bevindt als deze open is.



Afbeelding 91: Weergave spits- en plusstrook tijdens simulatie

Wegontwerp Verkeerslichten

Het is mogelijk in FOSIM verkeerslichten te plaatsen die aan de hand van een starre regeling de werkelijke verkeersregeling bij een aansluiting globaal verdisconteren. Figuur 92 geeft de bijbehorende instrumentenbalk weer. U kunt hiermee nieuwe verkeerslichten plaatsen, bestaande verkeerslichten verwijderen, of kenmerken van bestaande verkeerslichten wijzigen.

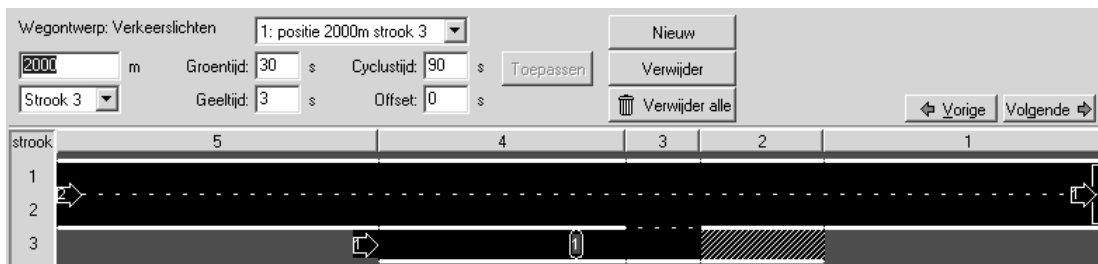


Afbeelding 92: Instrumentenbalk bij verkeerslichten

Indien u een nieuw verkeerslicht wilt plaatsen, drukt u op de knop *nieuw*. FOSIM plaatst dit dan aan het begin van het wegvak. U kunt vervolgens het verkeerslicht op de gewenste plaats zetten: verander hiertoe de coördinaat en de strook. U moet vervolgens altijd op de knop *toepassen* drukken om de nieuwe gegevens in te voeren.

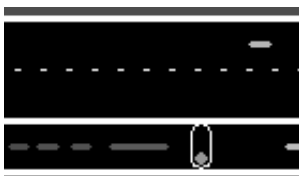
FOSIM gebruikt bij het plaatsen van het verkeerslicht de kenmerken zoals ingevuld in de instrumentenbalk, dat wil zeggen, de groentijd, de geeltijd, de cyclustijd en de offset (dit is de tijd na het begin van de simulatie waarop het verkeerslicht begint met functioneren, en wel met groen licht). FOSIM plaatst alleen een nieuw verkeerslicht als voor deze gegevens correcte invoer is gegeven.

Als u een verkeerslicht wilt verwijderen of de kenmerken ervan wilt wijzigen, selecteert u eerst het betreffende verkeerslicht. Dit doet u met de *pull-down* lijst op de instrumentenbalk of door het met de linker muisknop aan te wijzen op het wegvak. Het geselecteerde verkeerslicht wordt dan met rood geaccentueerd weergegeven (zie figuur 93). Verander vervolgens de gegevens en druk op de knop *toepassen* of gebruik de knop *verwijder* om het verkeerslicht te wissen. Met *verwijder alle* kunt alle verkeerslichten wissen.



Afbeelding 93: Weergave verkeerslicht bij specificeren invoer

Tijdens de simulatie toont elk verkeerslicht zijn actuele toestand (zie figuur 94). Dit kan de kleur van het licht zijn of geen enkele kleur in het geval het verkeerslicht nog niet aan staat.



Afbeelding 94: Weergave verkeerslicht tijdens simulatie

Wegontwerp Tijdelijke blokkade

Het is mogelijk gedurende de simulatie (een deel van) de weg tijdelijk te blokkeren. Afbeelding 95 toont de *instrumentenbalk* waarmee u de tijdelijke blokkade specificeert. Het vakje helemaal links in de *instrumentenbalk* dient om aan te geven of een tijdelijke blokkade dient op te treden. Indien het vakje is aangevinkt, kunt u de bijbehorende invoer specificeren. Indien u vervolgens besluit de simulatie alsnog zonder tijdelijke blokkade uit te voeren, kunt het vinkje weer weghalen. De invoer voor de blokkade blijft dan wel bestaan, en u kunt de eerder opgegeven blokkade weer eenvoudig activeren door het vakje weer aan te vinken. De gegevens van de blokkade worden overigens alleen opgeslagen (met *opslaan* of *opslaan als...* uit het *bestand*-menu) indien het vakje is aangevinkt. Een tijdelijke blokkade wordt in FOSIM aangegeven met bebording zoals getoond in afbeelding 96.

NOG ZORGEN VOOR EEN VERTAALDE VERSIE VAN DE INSTRUMENTENBALK!

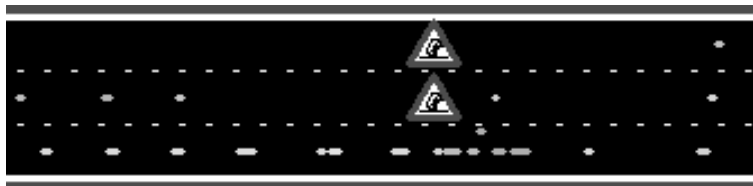
Sleepbaar maken locatie blokkade!

The screenshot shows a software interface for configuring a temporary blockage. It includes a checkbox labeled 'Blockage' which is checked. To its right are input fields for 'Position: 0 m', 'Start time: 00:00:00 s', 'End time: 00:00:00 s', 'From lane: Strook 1', and 'Up to lane: Strook 1'. There is an 'Apply' button and navigation buttons for 'Vorige' and 'Volgende'.

Afbeelding 95: *Instrumentenbalk* bij tijdelijke blokkade

De kenmerken van de blokkade die u dient te specificeren zijn als volgt:

- de positie [m] waar de blokkade geplaatst moet worden. Indien de blokkade zich erg dicht op een herkomst bevindt, is het overigens mogelijk dat het verkeer dat door deze bron aangemaakt wordt niet in staat is te remmen voor de blokkade. Er kan tijdens een simulatie slechts op één locatie een blokkade ontstaan,
- de stroken die geblokkeerd dienen te worden. Het gaat altijd om een aantal aaneengesloten stroken, gespecificeerd met de meest linkse en meest rechts strook. Indien voor beide dezelfde strook wordt ingevoerd, gaat het om een blokkade van een enkele strook breed,
- het moment waarop de blokkade ontstaat (*starttijd*), evenals het moment waarop de blokkade opgeheven wordt (*eindtijd*). Welk formaat u dient te gebruiken voor de invoer van de tijd (seconden of hh:mm:ss) is afhankelijk van het formaat dat gekozen is bij *instellingen* uit het *simulatie*-menu. Zie pagina 95 voor uitleg over de in FOSIM gebruikte formaten voor het weergeven en invoeren van de tijd.



Afbeelding 96: Visualisatie tijdelijke blokkade

Bij een blokkade hoort een aantal strookwisselgebieden die het voor het verkeer mogelijk maken te proberen om de blokkade heen te rijden. De strookwisselgebieden die gelden in het geval de tijdelijke blokkade aanwezig is vormen samen een groep, op dezelfde wijze als bij spits- en plusstroken. De strookwisselgebieden worden aangemaakt bij *genereer strookwisselgedrag* uit het *weg-ontwerpmenu*, net als alle andere strookwisselgebieden, en op basis van dezelfde parameters als gebruikt voor de andere strookwisselgebieden. Het is uiteraard mogelijk de lengte van de strookwisselgebieden handmatig te wijzigen in *wijzig strookwisselgebieden* uit het *wegontwerp*-menu, of, indien van toepassing, de splitsingspercentages op te geven.

Met *genereer strookwisselgedrag* plaatst FOSIM de strookwisselgebieden die ervoor zorgen dat de voertuigen de strookwisselingen maken die nodig zijn om hun bestemmingen te

bereiken. De werking hiervan is uitgebreid toegelicht in paragraaf 3.2.2, inclusief de betekenis van de drie parameters die de lengtes van de strookwisselgebieden bepalen.

U vult op de instrumentenbalk (zie figuur 97) de gewenste waarden van de parameters in. FOSIM geeft enige *default*-waarden, maar u dient zelf in te schatten of deze voor uw situatie toepasbaar zijn.

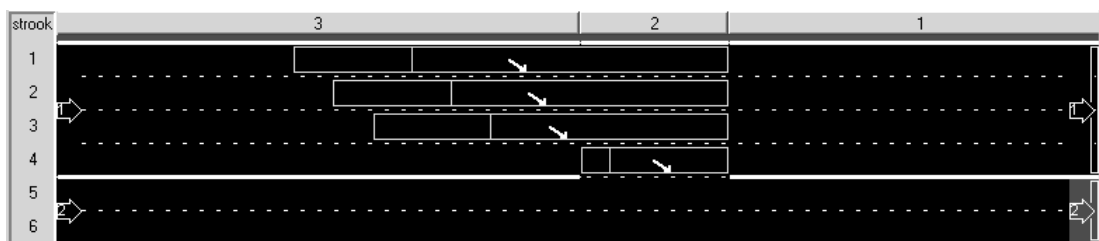
Afbeelding 97: Instrumentenbalk bij *genereer strookwisselgedrag*

Zoals paragraaf 3.2.2 beschreef, kunt u zorgen dat op specifieke locaties een extra lengte opgeteld wordt bij het gebied voor verplicht strookwisselen. Dit kan bijvoorbeeld zinvol zijn bij weefvakken. Hiertoe maakt u een sectie aan, die u vervolgens 'markeert' door eenvoudigweg op te klikken (zie figuur 55). Het wegvak wordt dan binnen *genereer strookwisselgedrag* grijs. Als u nog een keer op dezelfde plek klikt, wordt het wegvak weer zwart en is de markering dus verwijderd.

U heeft nu de keuze aan de hand van de ingestelde waarden *alle* strookwisselgebieden (opnieuw) te genereren of, indien u eerder strookwisselgebieden had gegenereerd, de al bestaande gebieden te behouden en eventueel waar nodig nieuwe strookwisselgebieden te plaatsen en niet meer benodigde strookwisselgebieden te wissen. Voor de eerste mogelijkheid gebruikt u de knop *aanmaken strookwisselen*, voor de tweede *bijwerken strookwisselen*.

Opmerking: Indien u per ongeluk de verkeerde optie gekozen hebt, kunt u met *ongedaan maken* ([Ctrl] + [z]) de eerder gebruikte strookwisselgebieden weer terug krijgen.

Het wegvak toont de aanwezige strookwisselgebieden (zie figuur 98). Het doet dit per bestemming. Immers, voor elke bestemming kunnen andere strookwisselgebieden gelden. U kunt de *pull-down* lijst gebruiken om de actuele bestemming te kiezen, of klikken op de betreffende bestemming op het wegvak. De geselecteerde bestemming wordt op het wegvak met rood geaccentueerd. Wanneer een strookwisselgebied uit twee delen bestaat, betreft het stroomopwaartse deel altijd gewenst strookwisselen en het stroomafwaartse deel verplicht strookwisselen. Als er sprake is van routekeuze, staat er in het gebied een procentteken.



Afbeelding 98: Weergave strookwisselgebieden

In het geval zich in de wegconfiguratie plus- en/of spitsstroken bevinden, of een tijdelijke blokkade van toepassing is, zorgt het aanmaken en bijwerken van strookwisselgebieden voor een eigen set van strookwisselgebieden voor elke mogelijke combinatie van open en gesloten gebieden evenals de tijdelijke blokkade. U kunt kiezen voor welke situatie u de strookwisselgebieden wilt zien via de selectievakjes in het meest rechter deel van de *instrumentenbalk* (met het kopje 'Gesloten plus-/spitsstroken'). Elk selectievakje behoort bij een bepaalde groep of de tijdelijke blokkade. Wanneer u een selectievakje aan zet, laat FOSIM de strookwisselgebieden zien die horen bij de gesloten situatie van de

spits-/plusstroken uit die groep, of het aanwezig zijn van de tijdelijke blokkade. U kunt uiteraard alleen die groepen kiezen die in de invoer gedefinieerd zijn. Eveneens is het alleen mogelijk de tijdelijke blokkade te kiezen indien gespecificeerd is dat deze zal optreden.

Figuur 99 geeft een voorbeeld van de strookwisselgebieden bij een situatie met een spitsstrook en plusstrook. De bovenste figuur toont de invoer: een weefvak gevolgd door een plus- en een spitsstrook op de linker rijbaan. De volgende figuren laten voor bestemming 1 de strookwisselgebieden zien voor alle mogelijke combinaties van groepen spits- en plusstroken: voor de situatie met alle groepen open, beide groepen gesloten, en een van beide open.

Het is niet noodzakelijk dat alle mogelijke combinaties daadwerkelijk gedurende de simulatie optreden. Bijvoorbeeld, de tijden voor het openen en sluiten van de groepen kunnen zodanig zijn dat de situatie niet plaatsvindt waarbij zowel groep a als c gesloten is. Desondanks maakt FOSIM wel voor alle (in dit geval vier) combinaties een set van strookwisselgebieden aan.

Invoer spits-/plusstroken

Wegontwerp: Lokale kenmerken

Plusstrook (naar rechts indien gesloten) Altijd open Open gebied op: s
 Sluit gebied op: s

Strookwisselgebieden bij open toestand alle spits-/plusstroken

Wegontwerp: Lengte verplicht strookwisselen m Gesloten plus-/spitsstrookgroepen
 Genereer strookwisselgedrag Lengte gewenst strookwisselen m a c e g
 b d f

Additionele lengte verplicht strookwisselen m/strook Bestemming

Strookwisselgebieden bij groep a gesloten en groep c open

Wegontwerp: Lengte verplicht strookwisselen m Gesloten plus-/spitsstrookgroepen
 Genereer strookwisselgedrag Lengte gewenst strookwisselen m a c e g
 b d f

Additionele lengte verplicht strookwisselen m/strook Bestemming

Strookwisselgebieden bij groep a en groep c gesloten

Wegontwerp: Lengte verplicht strookwisselen m Gesloten plus-/spitsstrookgroepen
 Genereer strookwisselgedrag Lengte gewenst strookwisselen m a c e g
 b d f

Additionele lengte verplicht strookwisselen m/strook Bestemming

Strookwisselgebieden bij groep a open en groep c gesloten

Wegontwerp: Lengte verplicht strookwisselen m Gesloten plus-/spitsstrookgroepen
 Genereer strookwisselgedrag Lengte gewenst strookwisselen m a c e g
 b d f

Additionele lengte verplicht strookwisselen m/strook Bestemming

Afbeelding 99: Voorbeeld weergave strookwisselgebieden bij spits-/plusstroken

Wanneer u de lengte van de secties verandert, probeert FOSIM de strookwisselgebieden op de juiste locaties te houden. Indien dit niet mogelijk blijkt, moet u opnieuw strookwisselgebieden genereren (aamaken/bijwerken). Als bij het starten van een simulatie blijkt dat niet op alle benodigde plaatsen strookwisselgebieden aanwezig zijn, waarschuwt FOSIM hiervoor en voert de simulatie niet uit.

Opmerkingen:

- FOSIM geeft de strookwisselgebieden *op* een tapersamenvoegingselement niet weer;
- stroomopwaarts van een tapersamenvoeging bevinden zich altijd strookwisselgebieden die gebruikt kunnen worden om verkeer stroomopwaarts van de tapersamenvoeging te laten voorsorteren, bijvoorbeeld als de tapersamenvoeging naar een weefvak leidt. De lengtes van deze gebieden zijn gewoonlijk gelijk aan nul, zodat ze geen invloed hebben, en kunnen door u van lengte gewijzigd worden om voorsorteergedrag te laten plaatsvinden.

Wegontwerp Wijzig strookwisselgebieden

U dient de automatisch gegenereerde strookwisselgebieden altijd te controleren. Met *wijzig strookwisselgebieden* kunt u dan, indien noodzakelijk, wijzigingen aanbrengen. Dit doet u per bestemming. U selecteert eerst de bestemming waarvoor u de wijzigingen wilt aanbrengen door een keuze te maken in de *pull-down* lijst of door te klikken op een bestemming (zie figuur 100). De actuele bestemming wordt op het wegvak met rood geaccentueerd. U kunt ook de kenmerken van een bepaald strookwisselgebied toepassen op alle andere strookwisselgebieden die op dezelfde plek liggen maar voor andere bestemmingen gelden. Hiertoe drukt u op de knop *toepassen op alle*.

Afbeelding 100: Instrumentenbalk bij *wijzig strookwisselgebieden*

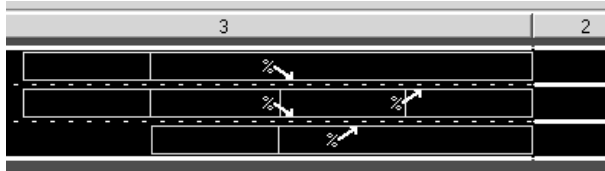
U dient ook aan te geven om welke situatie het gaat met betrekking tot spits- en plusstroken, of het optreden van een tijdelijke blokkade. Dit gaat op dezelfde manier als bij het onderdeel *genereer strookwisselgedrag* uit het menu *wegontwerp*: u selecteert voor welke groepen de spits-/plusstroken gesloten zijn, en eveneens of het gaat om de situatie waarbij de situatie met de tijdelijke blokkade optreedt. Vervolgens toont FOSIM alle strookwisselgebieden die bij dit situatie horen.

Een strookwisselgebied kiest u door dit met de linker muisknop aan te wijzen, of door het via de instrumentenbalk te kiezen met de *pull-down* lijst waarin de nummers van de gebieden staan. Vervolgens kunt u de verschillende kenmerken van het strookwisselgebied aanpassen: de lengte van het verplicht en gewenst strookwisselgebied en het splitsingspercentage (zie paragraaf 2.2.3.1 voor een uitleg van de werking hiervan) als er sprake is van routekeuze.

Als het gaat om routekeuze geeft het strookwisselgebied dit op het wegvak aan met het %-teken naast de pijl die de richting van het strookwisselgebied toont. Het splitsingspercentage kan indien gewenst per voertuig-bestuurdercombinatie opgegeven worden. Wanneer u inderdaad de splitsingsfracties per voertuigtype instelt, is op de instrumentenbalk het invulvakje van het splitsingspercentage voor voertuig-bestuurdercombinatie 'alle' leeg en staan de geldende percentages voor ieder voertuigtype apart aangegeven. Als u besluit voor alle voertuigtypen weer eenzelfde fractie op te geven, overschrijft FOSIM de afzonderlijke splitsingspercentages per

voertuig-bestuurdercombinatie. Een routekeuze mag per keer maximaal twee routes betreffen (zie figuur 101).

FOUT



GOED



Afbeelding 101: Een splitsing mag per keer tot maximaal een keuze uit twee routes leiden

In het geval van een wegconfiguratie met spits-/plusstroken en/of een tijdelijke blokkade is het belangrijk te beseffen dat bij elke combinatie van groepen plus-/spitsstroken/blokkade een set van strookwisselgebieden hoort die de volledige wegconfiguratie betreft, en niet alleen de spits-/plusstroken/blokkade die gesloten zijn in de betreffende situatie. Dit wil zeggen dat als er een wijziging aangebracht dient te worden voor een strookwisselgebied bestaat bij verschillende combinaties van toestanden van spits-/plusstroken/blokkade, dit in een keer te veranderen is, maar voor elke mogelijke combinatie apart moet gebeuren.

Ter illustratie van in bovenstaande alinea beschreven complicatie wordt hier gekeken naar het voorbeeld in figuur 99. Stel dat u de lengte van het gewenst strookwisselen wilt veranderen voor het meest rechtse strookwisselgebied van het weefvak. Het is dan niet afdoende dit alleen te veranderen in de set die hoort bij de als eerste weergegeven situatie (alle spits-/plusstroken geopend); u dient de aanpassing ook in de overige situaties in te voeren.

Opmerkingen:

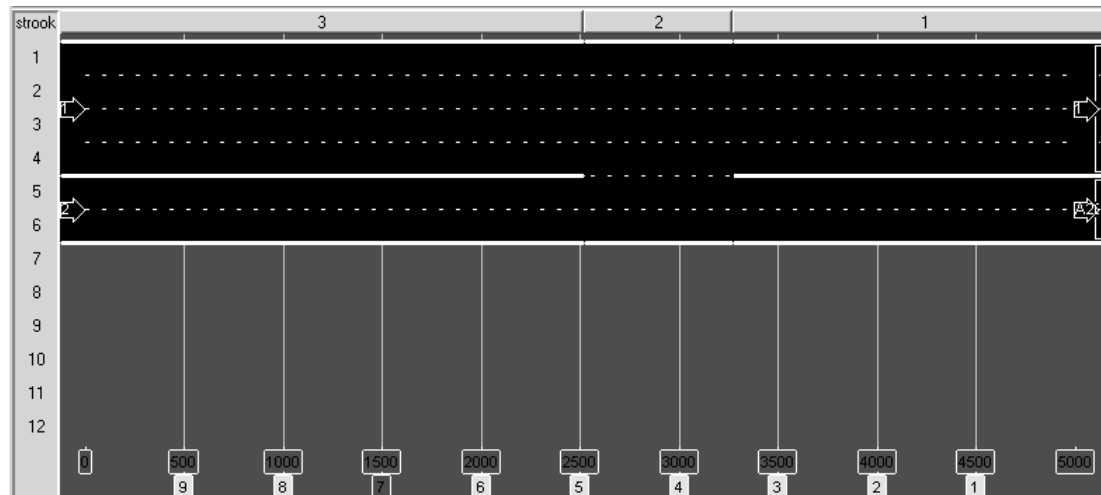
- Als een strookwisselgebied erg kort is, kan het lastig zijn dit te selecteren door het op het wegvak aan te klikken. In dat geval is het praktischer het te kiezen via de *pull-down* lijst met de nummers van alle strookwisselgebieden;
- FOSIM controleert niet of de lengtes van de strookwisselgebieden die u handmatig aanpast wel logisch zijn. Op die manier kan het dus voorkomen dat ergens naar links of naar rechts strookwisselen wordt aangegeven terwijl dit fysiek niet mogelijk is.

Met *detectoren* stelt u in op welke coördinaten meetgegevens verzameld dienen te worden over de wegdoorsnede. De detectoren kunnen zowel geaggregeerde data (zie *simulatiegegevens opslaan* uit het menu *bestand*) als microscopische data (zie *detailuitvoer* uit het menu *bestand*) verzamelen. De *instrumentenbalk* voor *detectoren* is in figuur 102 weergegeven.



Afbeelding 102: *Instrumentenbalk voor detectoren*

De *instrumentenbalk* biedt mogelijkheden om nieuwe detectoren te plaatsen, eerder geplaatste detectoren te verplaatsen, of geplaatste detectoren te verwijderen. De detectoren worden onder aan het *ontwerpveld* in het geel getoond (zie figuur 103). De geselecteerde detector is rood gekleurd.



Afbeelding 103: *Afbeelden van detectoren in het ontwerpveld*

Het plaatsen van detectoren

- *Nieuw*
Wanneer u op *nieuw* drukt, maakt FOSIM een nieuwe detector aan. U dient dan nog wel de coördinaat te specificeren. Afhankelijk van de coördinaat krijgt de detector een nummer toegewezen. De meest stroomafwaarts gelegen detector heeft als nummer één.
- *Plaats iedere*
Met *plaats iedere* plaatst FOSIM over het hele wegvak detectoren. U dient hierbij de afstand tussen de detectoren op te geven in het invulvak naast de knop *plaats iedere*.

Het verplaatsen van detectoren

Om een detector te verplaatsen moet deze eerst geselecteerd worden. Hiertoe klikt u op de betreffende detector, of kiest deze in de *pull-down* lijst van detectoren op de *instrumentenbalk*. De nieuwe coördinaat kunt u dan op de *instrumentenbalk* intypen. Dan verschijnt de knop *plaats op nieuwe locatie*, die de nieuwe coördinaat daadwerkelijk toewijst; hierbij is wel de voorwaarde dat de coördinaat valt binnen de weglengte van het actuele invoerbestand, en zich op deze locatie bovendien niet nog een andere detector bevindt.

Een andere manier om een nieuwe coördinaat op te geven is door met de rechter muisknop te klikken op een detector. Dan verschijnt een invulveld om de nieuwe coördinaat in te typen. Tenslotte is de detector te verplaatsen door deze te slepen. Hierbij laat de *infobalk* de nieuwe coördinaat zien.

Het verwijderen van detectoren

- *Verwijder*

Wanneer u een detector wilt verwijderen, selecteert u deze (aanklikken in het *ontwerpveld* of kiezen in de *instrumentenbalk*) en drukt u op *verwijder*.

- *Verwijder alle*

Als u alle detectoren wilt verwijderen, drukt u op *verwijder alle*.

4.5 Het Verkeer-menu



Afbeelding 104: Het *Verkeer*-menu

Verkeer Verkeerssamenstelling

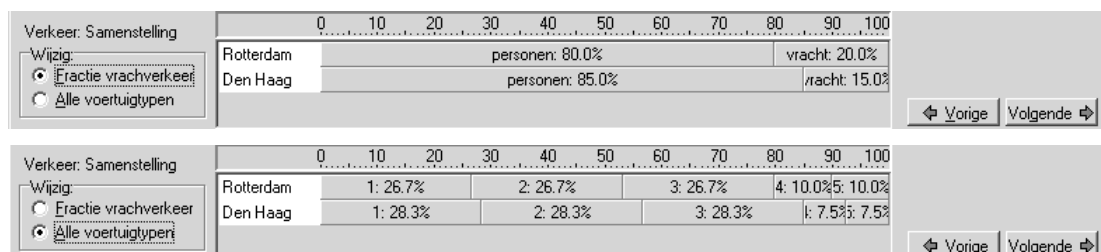
Met *verkeerssamenstelling* specificeert u per herkomst de toe te passen verdeling in voertuigtypen bij het genereren van het verkeer (zie paragraaf 2.2.2 voor uitleg over de in FOSIM gebruikte voertuig-bestuurdercombinaties). Aangezien een herkomst altijd een volledige rijbaan betreft, gaat het ook om de verkeerssamenstelling over de gehele rijbaan. Meestal zijn met betrekking tot de verkeerssamenstelling gegevens bekend in termen van het aandeel vrachtverkeer. Dit kan dan ook direct als invoer opgegeven worden in FOSIM. Het programma berekent dan de aandelen van de onderliggende voertuigtypen in het model (zie §3.2.3). Het is daarnaast ook mogelijk zelf voor iedere voertuig-bestuurdercombinatie het aandeel op te geven.

Figuur 105 geeft de instrumentenbalk weer die hoort bij *verkeerssamenstelling*, en wel voor de twee manieren waarop u de verkeerssamenstelling kunt invoeren:

- aan de hand van het aandeel vrachtverkeer (bovenste deel figuur 105);
- door het aandeel van elke onderliggende voertuig-bestuurdercombinatie te specificeren (onderste deel figuur 105).

Links op de *instrumentenbalk* kiest u op welke wijze u de verkeerssamenstelling wenst in te voeren.

Bij het instellen van de verdeling via de ene methode berekent FOSIM de bijbehorende resultaten volgens de andere methode. Bijvoorbeeld, als het specificeren van de verdeling gebeurt via de afzonderlijke voertuig-bestuurdercombinaties, toont de andere optie de resulterende percentages voor personenauto's en vrachtwagens.



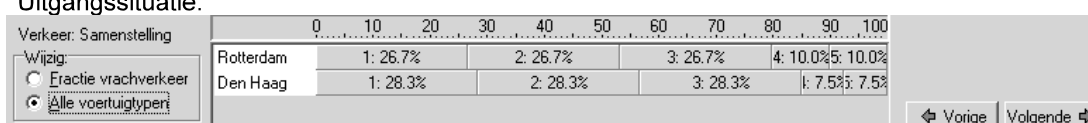
Afbeelding 105: *Instrumentenbalk* bij *verkeerssamenstelling* (boven: invoer via het aandeel vrachtverkeer; onder: de corresponderende percentages van de vijf onderliggende voertuig-bestuurdercombinaties)

Het opgeven van de verdeling gebeurt met schuifbalken. Boven de schuifbalken staat de schaal voor het instellen van de percentages, ernaast staat voor welke herkomst de

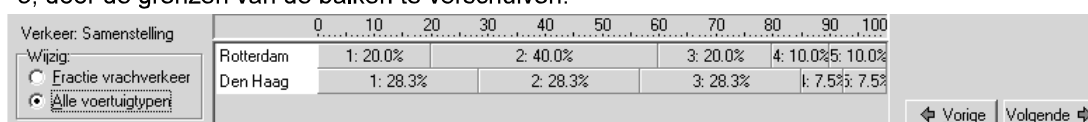
verdeling geldt. Op de schuifbalk zelf staan de percentages van de voertuig-bestuurdercombinaties of van het aandeel vracht- en personenverkeer. U kunt de percentages instellen op gehele procenten, de percentages worden weergegeven in tienden. In het geval van figuur 105 is het aandeel vrachtverkeer van herkomst Rotterdam 20% en van herkomst Den Haag 15%.

Door de muiscursor op de grens van twee balken voor twee bestemmingen te plaatsen verandert de muiscursor in een *splitter*. Dan is de verdeling te veranderen door de muis te slepen. Hierbij geeft de *infobalk* het nieuwe percentage aan. Als u bij het slepen niet op de grens van twee balken klikt, maar in het midden van een balk, zal het aandeel van de aangeklikte balk niet veranderen, maar zal de aangeklikte balk alleen verplaatsen. Hierbij veranderen dus de percentages van de twee naastliggende balken. Figuur 106 geeft een voorbeeld van het wijzigen van de verkeerssamenstelling.

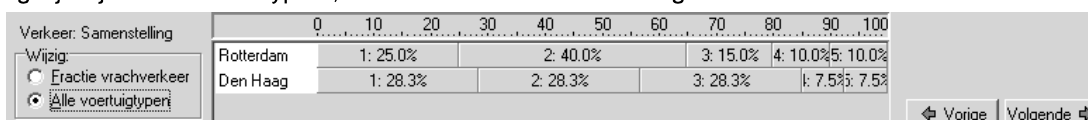
Uitgangssituatie:



Voor de herkomst Rotterdam vergroten van het aandeel van type 2 ten koste van type 1 en type 3, door de grenzen van de balken te verschuiven:



Vergroten van het aandeel type 1, respectievelijk het verkleinen van het aandeel type 3 bij een gelijkblijvend aandeel type 2, door de balk voor bestemming 2 te verschuiven:

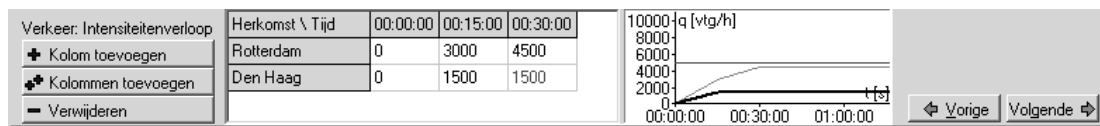


Afbeelding 106: Illustratie werking *schuifbalken*

Opmerking: Aandelen van 0% zijn uiteraard niet zichtbaar. Om een aandeel van 0% te vergroten plaatst u de muiscursor op de grens naast de balk van het voertuigtype waar nu nog een aandeel van 0% voor geldt. De muiscursor verandert in een *splitter*. Door nu te slepen wordt de balk van de tot nu toe onzichtbare voertuig-bestuurdercombinatie zichtbaar. De informatie op de *infobalk* kan helpen bij deze invoer.

Verkeer **Intensiteitenverloop**

Bij *intensiteitenverloop* verkrijgt u een *instrumentenbalk* waarmee u kunt specificeren welke intensiteiten de herkomsten gedurende de simulatie moeten aanmaken (zie figuur 107). De *instrumentenbalk* toont het belastingspatroon op twee manieren: links in tabelvorm en rechts in grafiekvorm. De tabel dient voor de invoer, de grafiek geeft het resultaat van deze invoer grafisch weer. Wanneer de muiscursor zich in de grafiek bevindt, geeft de *infobalk* de coördinaten weer van de plaats waar de muiscursor zich bevindt.



Afbeelding 107: Instrumentenbalk bij intensiteitenverloop

U legt het intensiteitenverloop vast door voor specifieke tijden de dan geldende intensiteit (in voertuigen per uur) te specificeren. Voor de tussenliggende tijdstippen bepaalt FOSIM de intensiteit aan de hand van lineaire interpolatie. Het intensiteitenverloop beslaat maximaal een periode van een dag (23:59:59, ofwel, 86.399 s). De maximale intensiteit hangt af van de breedte van de rijbaan.

Welk formaat u dient te gebruiken voor de invoer van de tijd (seconden of hh:mm:ss) is afhankelijk van het formaat dat gekozen is bij *instellingen* uit het *simulatie*-menu. Zie pagina 95 voor uitleg over de in FOSIM gebruikte formaten voor het weergeven en invoeren van de tijd.

In de tabel betreft elke kolom een tijdstip. Deze tijdstippen zijn weergegeven in de bovenste rij van de tabel. Voor ieder tijdstip kunt u de intensiteit opgeven die de herkomsten op dat moment moeten aanmaken. U kunt maximaal 99 tijdstippen (en dus kolommen) definiëren. Er zijn drie knoppen aanwezig om het aantal tijdstippen in de tabel aan te passen:

- *kolom toevoegen*: hiermee plaatst u rechts naast de huidige kolom een nieuwe kolom. Wanneer de nieuwe kolom tussen twee bestaande kolommen komt, ligt het tijdstip dat FOSIM in eerste instantie kiest voor de nieuwe kolom exact tussen tijdstippen van de twee naburige kolommen. De nieuwe kolom neemt de intensiteitswaarden over van de kolom direct links naast de nieuwe kolom.
- *kolommen toevoegen*: hiermee kunt u volgens een bepaald patroon een serie van kolommen invoeren. FOSIM biedt u hiertoe het venster aan zoals afgebeeld in afbeelding 108. Voer in dit venster het volgende in:
 - *Vanaf*: hier vult u het tijdstip in van de meest linkse kolom (dus met het vroegste tijdstip) van de serie van kolommen die u wilt toevoegen;
 - *Tot en met*: hier vult u het tijdstip in waar de serie van ingevoegde kolommen moet eindigen;
 - *Interval*: het interval is de tijd tussen iedere kolom die ingevoegd wordt. Het interval dient altijd ingevuld te worden in seconden, in tegenstelling tot de twee andere parameters, waarbij het tijd-formaat afhangt van de keuze bij *instellingen* uit het *simulatie*-menu.

Bij het gebruik van *toevoegen kolommen* gelden de volgende aandachtspunten:

- als een van de toe te voegen kolommen hetzelfde tijdstip betreft als een al bestaande kolom, blijft de al aanwezige kolom bestaan;
- er wordt alleen een kolom toegevoegd op het 'tot en met'-tijdstip indien dit tijdstip past binnen de serie van kolommen die aangemaakt wordt volgens het 'vanaf'-tijdstip en de grootte van de intervallen tussen de aan te maken kolommen;
- elke nieuwe kolom neemt de intensiteit over van de direct links ervan gelegen kolom. Wanneer een serie van kolommen wordt toegevoegd en deze terecht komen tussen verschillende al bestaande kolommen, betekent dit dat voor de nieuwe kolommen verschillende intensiteitwaarden kunnen gelden, afhankelijk van de locaties waar ze zijn ingevoegd;
- het is mogelijk dat de gegeven invoer leidt tot het invoegen van meer dan het maximaal mogelijke aantal kolommen (99). In dat geval voegt FOSIM zo veel kolommen toe als mogelijk is, waarna een waarschuwing volgt dat het niet mogelijk was alle gewenste kolommen toe te voegen.



Afbeelding 108: Venster ten behoeve van invoer toevoegen meerdere kolommen

- *verwijderen*: door *verwijderen* te kiezen wist u de kolom waar de cursor in staat. U kunt voor iedere herkomst een eigen intensiteitenverloop invoeren. In de linker kolom van de tabel staan de namen van de herkomsten. Op het wegvak accentueert FOSIM de herkomst waarvoor u de invoer wijzigt met een rode kleur. De grafiek geeft het intensiteitenverloop weer van die herkomst waar zich de cursor in de tabel bij bevindt. U kunt overigens ook een herkomst selecteren door te klikken op de grafische afbeelding van de herkomst in het *ontwerpveld*. Ook dan wordt de betreffende herkomst in de grafische afbeelding rood geaccentueerd, en toont de grafiek het bijbehorende intensiteitenverloop.

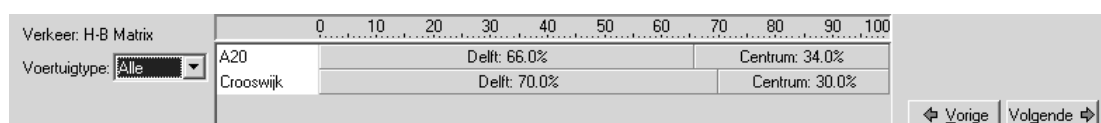
De grafiek laat altijd met een rode lijn een schatting zien van de maximale intensiteit die de huidige herkomst kan genereren (zie figuur 107). Indien u een hogere intensiteit opgeeft dan de simulator uiteindelijk blijkt te kunnen aanmaken, geeft FOSIM tijdens de simulatie een foutmelding, waarna de simulatie stopt.

Het is mogelijk gegevens uit een spreadsheet te plakken in de intensiteitentabel. Zorg dan eerst dat er voldoende rijen en kolommen in de tabel in FOSIM aanwezig zijn om alle gegevens te kunnen plaatsen. Zet in de spreadsheet de gegevens in het formaat waarmee ze in FOSIM geplaatst moeten worden. Kies in de spreadsheet voor kopiëren, ga in FOSIM in de cel staan die overeenkomt met de cel linksboven van de data uit de spreadsheet en kies voor plakken.

Opmerking: Het is bij het opgeven van het intensiteitenverloop vaak praktisch de *instrumentenbalk* te vergroten. Plaats hiertoe de muiscursor boven de grens tussen de *instrumentenbalk* en het *ontwerpveld*. De muiscursor verandert dan in een *splitter* (zie figuur 61), zodat de grens tussen het *ontwerpveld* en de *instrumentenbalk* te verslepen is. Ook de grens tussen de tabel en de grafiek is verplaatsbaar.

Verkeer **Herkomst-Bestemmingsmatrix**

De invoer bij *herkomst-bestemmingsmatrix* bepaalt per herkomst welk deel van het te genereren verkeer naar welke bestemming wenst te gaan. De invoer vindt plaats met hetzelfde type schuifbalken als gebruikt bij *verkeerssamenstelling* uit het *verkeer*-menu. Het HB-patroon kan voertuigtype-specifiek zijn, zodat bijvoorbeeld voor het vrachtverkeer een ander HB-patroon geldt dan voor het personenverkeer. De invoer gebeurt via de *instrumentenbalk* die figuur 109 toont.

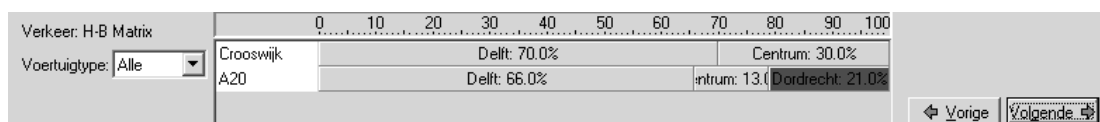


Afbeelding 109: Instrumentenbalk bij *herkomst-bestemmingsmatrix*

U dient ten eerste op te geven of het HB-patroon moet gelden voor alle voertuigtypen of dat u per voertuigtype de HB-matrix wilt opgeven. Dit doet u met de keuzelijst links op de *instrumentenbalk*. Wanneer u kiest voor *alle*, past FOSIM de invoer toe op alle voertuigtypen. Wanneer u dan de HB voor één van de afzonderlijke voertuigtypen bekijkt, ziet u dezelfde HB als bij *alle*.

Wanneer u echter in de keuzelijst kiest voor één van de voertuigtypen en voor deze de HB-matrix verandert, veranderen de HB-matrices van de andere voertuigtypen niet mee. *Alle* toont dan de gemiddelde HB-matrix. Dit gemiddelde is overigens **niet** gewogen naar rato van de verdeling van de voertuig-bestuurdercombinaties. Als u vervolgens *alle* selecteert en hier een wijziging aanbrengt, gaat FOSIM ervan uit dat u toch weer voor alle voertuigen hetzelfde HB-patroon wenst en zorgt het programma ervoor dat voor alle voertuigtypen alle HB-matrices weer gelijk zijn aan de HB-matrix van *alle*. Mocht dit per ongeluk gebeuren, dan kunt u met *ongedaan maken* uit het menu *bewerken* de vorige HB-matrices herstellen.

U kunt bij het HB-patroon altijd kiezen uit alle aanwezige bestemmingen. Dit kan dus ook indien bestemmingen niet bereikbaar zijn vanuit de herkomst waarvoor u het HB-patroon wijzigt. In dat geval waarschuwt FOSIM hiervoor door die delen van de schuifbalken die niet-bereikbare bestemmingen betreffen rood te kleuren (zie figuur 110).



Afbeelding 110: Indien verkeer gestuurd wordt naar een niet-bereikbare bestemming, waarschuwt FOSIM hiervoor

Verkeer Voertuigparameters

Een deel van de kenmerken van de voertuig-bestuurdercombinaties is vastgelegd met een set van parameters die ingesteld kunnen worden in *voertuigparameters*. De bijbehorende *instrumentenbalk* staat in figuur 111. Hiermee kunt u ten eerste kiezen of u de kenmerken van de verschillende voertuigtypen (*individuele parameters*) of de algemeen geldige parameters (*algemene parameters*) wilt veranderen.



Afbeelding 111: *Instrumentenbalk* voor voertuigparameters

Bij de keuze voor *individuele parameters* toont het *ontwerpveld* schuifbalken voor de parameters die de kenmerken van de individuele voertuig-bestuurderklassen vastleggen (zie figuur 112). De getoonde waarden horen bij het voertuigtype dat in de *instrumentenbalk* is geselecteerd.

Parameter	Minimum	Maximum	Waarde	
max. sprong acc.	0.1 m/s ³	10.0 m/s ³	1.0 m/s ³	<input type="text"/>
z2	0.10 s	10.00 s	0.56 s	<input type="text"/>
max acc.	0.1 m/s ²	8.0 m/s ²	4.0 m/s ²	<input type="text"/>
max volgdec.	-2.0 m/s ²	0.0 m/s ²	-0.5 m/s ²	<input type="text"/>
strookwisseldec.	-8.0 m/s ²	0.0 m/s ²	-3.0 m/s ²	<input type="text"/>
max dec.	-8.0 m/s ²	-3.0 m/s ²	-7.0 m/s ²	<input type="text"/>
wensnelheid (120)	75.0 km/h	200.0 km/h	125.0 km/h	<input type="text"/>
lengte	3.0 m	26.0 m	4.5 m	<input type="text"/>
z1	0.1 m	8.0 m	3.0 m	<input type="text"/>
z3	0.0000 s ² /m	0.0200 s ² /m	0.0050 s ² /m	<input type="text"/>
wensnelheid (70)	70.00 km/h	100.00 km/h	95.00 km/h	<input type="text"/>
gem spec vermogen	5 kW/ton	100 kW/ton	80 kW/ton	<input type="text"/>
sdev spec vermogen	0.0 kW/ton	10.0 kW/ton	0.0 kW/ton	<input type="text"/>
luchtweerstandscoeff	0.1 /km	1.0 /km	0.6 /km	<input type="text"/>
a vri	-5.0 m/s ²	-1.0 m/s ²	-3.5 m/s ²	<input type="text"/>

Afbeelding 112: Instelscherm voor individuele parameters

In de linker kolom van figuur 112 staat de verkorte naam van de parameter. Om een uitgebreidere beschrijving te krijgen houdt u de muiscursor boven de verkorte naam: de *infobalk* toont dan de bijbehorende informatie over de parameter.

In de twee volgende kolommen staan de grenzen waarbinnen de waarden aangepast kunnen worden. In de kolom 'waarde' staat de huidig ingestelde waarde. Met de schuifbalken kunt u de waarden voor de parameters veranderen.

De eerste keer dat u een parameter verandert, waarschuwt FOSIM dat het aan te raden is om de standaard geleverde parameters te gebruiken. Als u toch besluit de parameter te wijzigen, zal FOSIM in het vervolg deze waarschuwing niet meer geven. U kunt overigens met de *herstel*-knop *alle* instellingen herstellen tot de oorspronkelijke waarden.

Voor de *individuele parameters* zijn standaard vijf voertuigtypen gedefinieerd. Dit aantal kunt u veranderen met de knoppen *nieuw* en *verwijder* in de *instrumentenbalk*. Met *nieuw* voegt u een nieuw voertuigtype toe, met *verwijder* verwijdert u het geselecteerde voertuigtype.

Het instelscherm voor de *algemene parameters* staat in figuur 113. Het werkt op dezelfde manier als het scherm voor het instellen van de *individuele parameters*.

Parameter	Minimum	Maximum	Waarde	
Strookwisseltijd	1.0 s	5.0 s	3.0 s	<input type="text"/>
Reactietijd acc.	0.0 s	2.0 s	0.3 s	<input type="text"/>
Reactietijd dec.	0.0 s	2.0 s	0.2 s	<input type="text"/>

Afbeelding 113: Instelscherm voor *algemene parameters*

4.6 Het *Simulatie*-menu



Afbeelding 114: Het *Simulatie*-menu

Simulatie Instellingen

Als u *instellingen* kiest, geeft de *instrumentenbalk* de benodigde velden om de simulatie-instellingen in te vullen (zie figuur 115). De figuur toont de twee mogelijke vormen van de *instrumentenbalk*, afhankelijk van het gekozen formaat van de invoer van de tijd.

Afbeelding 115: *Instrumentenbalk* bij *instellingen* (boven: tijd-formaat in seconden; onder: tijd-formaat in hh:mm:ss)

FOSIM biedt een keuze uit twee formaten voor de tijd-notatie: seconden of het hh:mm:ss-formaat (uren:minuten:seconden). Met het selectievakje rechts in de *instrumentenbalk* kiest u welk formaat u wenst te gebruiken. Als het selectievakje niet aangevinkt is, gebruikt u het seconden-formaat. Als u het vakje wel aanvinkt, kiest u voor het hh:mm:ss-formaat, en verschijnt er een invulvakje dat dient om het tijdstip te specificeren dat FOSIM gebruikt als begintijdstip voor de notatie van de tijd.

Het maximale tijdstip dat u kunt invoeren als starttijd is 23:59:59. Echter, bij het passeren van dit tijdstip lopen de uren van de klok verder met getallen van 24 en hoger. Aangezien de maximale simulatieduur gelijk is aan 23:59:59, betekent dit dat de klok een maximale tijd kan weergeven van 47:59:58. **DIT WERKT NU NOG NIET ZO, MAAR M.I. ZOU DAT WEL HET MEEST CONSISTENT ZIJN.**

Afhankelijk van de keuze verandert op verschillende plaatsen in de FOSIM-interface de gebruikte notatie voor de invoer en weergave van de tijd. Voor sommige delen van de invoer past FOSIM overigens altijd het seconden-formaat toe, ongeacht de keuze voor het hh:mm:ss-formaat. De invoer in het seconden-formaat is triviaal. Daarentegen vergt het gebruik van het hh:mm:ss-formaat enige verdere toelichting⁴.

Het is altijd mogelijk de tijd in het volledige formaat in te voeren, bijvoorbeeld '10:30:00'. Het is echter ook mogelijk de tijd verkort in te voeren, waarna FOSIM de invoer vertaalt naar de volledige notatie. Dit werkt als volgt (zie ook de voorbeelden in tabel 10):

- als u alleen een getal invoert, en dus niet het teken ":", dat de scheiding tussen uren en minuten en tussen minuten en seconden aangeeft, ziet FOSIM het ingevoerde getal als het uur van de dag, en neemt het voor het aantal minuten en seconden de waarde nul;
- in het verlengde van bovenstaande, als u twee getallen invoert gescheiden door het teken ":", ziet FOSIM de getallen als het aantal uren, respectievelijk het aantal minuten;

⁴ De hier gegeven uitleg betreft niet alleen *instellingen* uit het *simulatie*-menu, maar alle delen van FOSIM waar invoer van de tijd plaatsvindt.

- als u voor de uren, minuten, of seconden niet twee tekens invult, maar slechts één, bepaalt het programma aan de hand van de grootte van het getal een redelijke plaats in het hh:mm:ss-formaat;
- als u getallen probeert in te voeren die niet redelijk zijn, accepteert FOSIM deze invoer niet.

Verkorte invoer	Resultaat in hh:mm:ss-formaat
1	01:00:00
12:1	12:01:00
1:1:1	01:01:01

Tabel 10: Voorbeelden verkorte invoer tijd en resultaat in hh:mm:ss-formaat

Naast de keuze voor het tijdsformaat vraagt de *instrumentenbalk* om de volgende invoer

- *Stoppen op [] (seconden)*: geef de gewenste simulatieduur (afhankelijk van de keuze van het tijdsformaat in seconden of in het hh:mm:ss-formaat);
- *Simulatiestappen per seconde []*: FOSIM deelt de tijd op in kleine tijdstappen. Na elke tijdstap worden de nieuwe voertuigposities bepaald. Voor de tijdstap wordt sterk aanbevolen de standaard-waarde van halve seconde (ofwel, 2 tijdstappen per seconde) te gebruiken. Wanneer u toch een andere waarde kiest, geeft FOSIM een waarschuwing;
- *Startwaarde randomgenerator []*: Deze invoer gebruikt FOSIM bij de lotingen die de randomgenerator uitvoert. Met dezelfde startwaarde voor de randomgenerator zijn de uitkomsten van een simulatie altijd exact hetzelfde. Op deze manier zijn de resultaten van iedere simulatie reconstrueerbaar.

Om een goede uitspraak te kunnen doen over de verkeersafwikkeling is het **altijd** noodzakelijk een aantal simulaties uit te voeren met telkens andere waarden voor *startwaarde randomgenerator*. De startwaarde wordt zowel gebruikt bij *uitvoeren*, als ook als eerste waarde bij *serie*. De *startwaarde randomgenerator* dient oneven te zijn.

- *Detectoren geven uitvoer na [] seconden, en daarna iedere [] seconden*: u kunt hier de grootte van de aggregatieperiodes kiezen uit een lijst van voorgestelde lengtes, of u kunt volledig vrij een eigen waarde invullen.

Aangezien een simulatie enige inlooptijd vergt, kunt u voor de eerste meting ('detectoren geven uitvoer na [] seconden) een ander tijdsinterval gebruiken dan voor de daarop volgende intervallen ('en daarna iedere [] seconden'). De invoer van de duur van de meetintervallen vindt altijd plaats in seconden.

Simulatie

Uitvoeren

U gebruikt *uitvoeren* om een simulatie uit te voeren⁵. Het *ontwerpveld* toont dan de voertuigbewegingen, evenals de toestanden van de spits- en plusstroken (zie *lokale kenmerken* uit het *wegontwerp*-menu) en van de verkeerslichten (zie *verkeerslichten* uit het *wegontwerp*-menu) en de aanwezigheid van een tijdelijke blokkade (zie *tijdelijke blokkade* uit het *wegontwerp*-menu). U kunt tijdens het verloop van de simulatie keuzen maken met betrekking tot de manier waarop de voertuigen informatie weergeven, u kunt de simulatie pauzeren, stoppen, vertragen, of versnellen, en u kunt (detector-)uitvoer bekijken. De bijbehorende *instrumentenbalk* en het *ontwerpveld* staan in figuur 116.

De *instrumentenbalk* beschikt over de benodigde knoppen om de simulatie uit te voeren (i in figuur 116), twee pull-down lijsten om de simulatiesnelheid in te stellen (ii), een *pull-down*

⁵ Voor het uitvoeren van een serie van simulaties, specifiek om capaciteiten te bepalen, beschikt FOSIM over de optie *serie* uit het *simulatie*- menu.

lijst om te kiezen welke informatie de kleur van de voertuigen moet weergeven (iii), en enige gegevens over het verloop van de simulatie (iv):

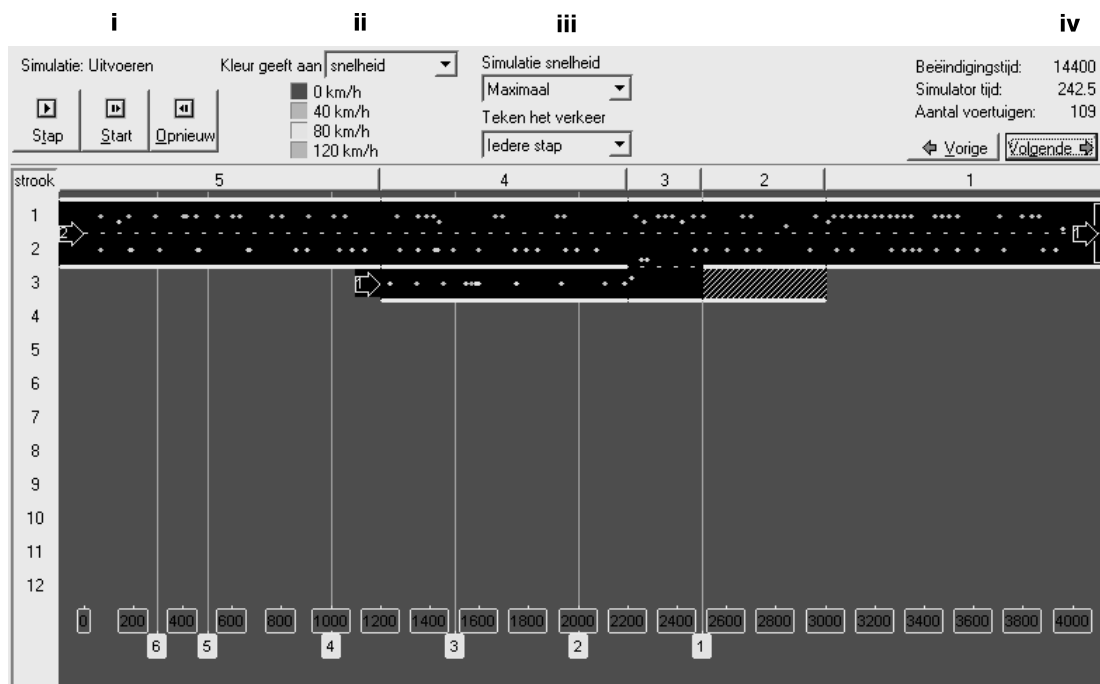
- i. u start simulaties met de knop *start*. Met *stop* gaat de simulator een enkele simulatiestap verder. Met *opnieuw* wordt de simulatietijd op nul gezet. Als u tijdens het verloop van een simulatie deze stopt, een verandering aanbrengt in de configuratie, terug gaat naar *uitvoeren* en de simulatie opnieuw start, zal FOSIM zelf de simulatie *herstarten*. Als u met *start* de simulatie laat lopen, verandert de knop *start* in *stop*. U kunt dan met deze knop de simulatie (tijdelijk) stoppen;
- ii. voor het instellen van de simulatiesnelheid is er de keuze uit de maximaal haalbare snelheid en een aantal snelheden uitgedrukt als een bepaald percentage. Dit percentage heeft betrekking op de verhouding tot het simuleren in real-time (100%). Een snelheid van 300% betekent dus dat de simulatiesnelheid 3 keer hoger is dan real-time.

Als u kiest voor de maximale snelheid is het mogelijk de snelheid nog verder te verhogen door de voertuigbewegingen niet elke tijdstap weer te geven. Tenslotte kunt u om een hogere snelheid te verkrijgen enigszins inzoomen. Het is overigens mogelijk dat de simulator de gevraagde simulatiesnelheid niet haalt, namelijk wanneer het model iedere tijdstap de handelingen van een zeer groot aantal voertuigen moet bepalen;

- iii. de kleuren van de voertuigen tijdens de simulatie representeren een bepaald kenmerk van die voertuigen/bestuurders. U kunt kiezen uit het weergegeven van:
 - de snelheid: hierbij gebruikt FOSIM hetzelfde continu verlopende kleurenpatroon als bij *snelheidscontouren* uit het menu *uitvoer*;
 - de versnelling;
 - de volgoestand, welke aangeeft of bestuurders hun volgfstand voldoende groot vinden. De afstanden die als voldoende beschouwd worden volgen uit de model-interne benadering van de gewenste volgfstand (zie afbeelding 9);
 - het voertuigtype;
 - de bestemming: hiermee kunt u visueel controleren of bestuurders hun bestemming wel halen. De voertuigen krijgen hiertoe afhankelijk van de bestemming een bepaalde kleur, en bovendien toont de grafische afbeelding van het wegvak voor iedere herkomst een corresponderende kleur;
 - routekeuze: op plaatsen waar routekeuze speelt, in de invoer opgegeven met splitsingsfracties, kan het zinvol zijn te kijken waar voertuigen de keuze maken tussen de twee beschikbare routes. De legenda maakt onderscheid tussen: nog geen route keuze gekozen, de linker van de twee routes gekozen, en de rechter van de twee routes gekozen.

De getoonde legenda verandert uiteraard mee met het gekozen kenmerk;

- iv. de *beëindigingstijd* is het simulatietijdstip waarop de simulatie eindigt. De *simulator tijd* is het huidige tijdstip in de simulatie. Het formaat waarin FOSIM de tijden toont (in seconden of in het hh:mm:ss-formaat) is afhankelijk van de keuze die gemaakt is bij *instellingen* uit het *simulatie*-menu (zie pagina 95). Het *aantal voertuigen* is het actuele aantal voertuigen dat op het wegvak aanwezig is.



Afbeelding 116: Instrumentenbalk en ontwerpveld bij simulatie

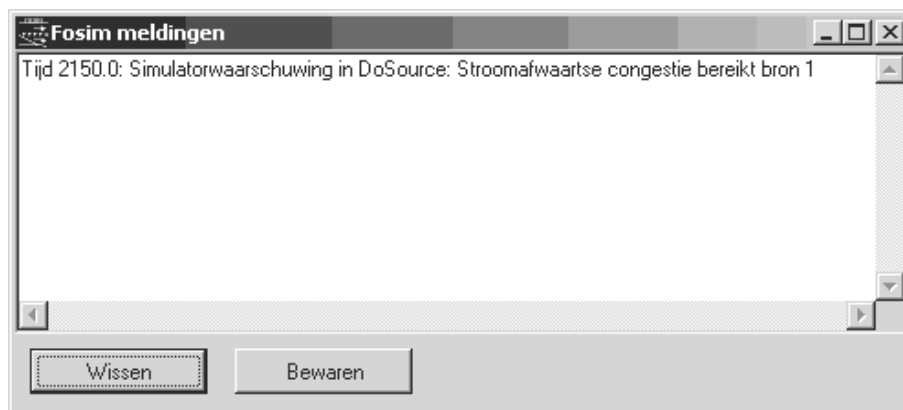
Bij het uitvoeren van een simulatie zijn verschillende waarschuwingen en foutmeldingen mogelijk. In het geval van een waarschuwing gaat de simulatie gewoon verder. Een foutmelding, daarentegen, stopt de simulatie.

FOSIM toont waarschuwingen in een apart venster dat verschijnt zodra er sprake is van een waarschuwing (zie figuur 117). Dit venster bevat een lijst van alle opgetreden meldingen, zowel van de huidige simulatie als mogelijk van eerdere simulaties. Er zijn twee soorten waarschuwingen:

- het is mogelijk dat voertuigen bij een andere bestemming uitkomen dan de bedoeling was. De oorzaak hiervan kan zijn dat ergens de weglengte om te voorsorteren te kort is en hierdoor bijvoorbeeld voertuigen niet op tijd kunnen uitvoegen. Het incidenteel optreden van deze waarschuwing zal naar verwachting geen belangrijke gevolgen hebben voor de uitkomsten van een simulatie;
- een file kan een herkomst bereiken. Hierdoor zal gewoonlijk deze herkomst niet meer in staat zijn de intensiteit aan te maken die in de invoer gespecificeerd is. Het model onthoudt hoeveel voertuigen een bestemming dan achter loopt en plaatst, als dat mogelijk is, later de voertuigen waarvan het plaatsen eerder uitgesteld was. Dit betekent wel dat in een dergelijk geval het gerealiseerde intensiteitenverloop van de herkomst niet in de tijd overeenkomt met het in de invoer gespecificeerde intensiteitenverloop.

Indien gewenst kunt u de waarschuwingen opslaan (standaard-extensie '.log') of de in het venster weergegeven waarschuwingen wissen.

Opmerking: het venster dat de waarschuwingen toont kan bij het optreden van een waarschuwing zodanig op het scherm verschijnen dat dit het FOSIM-venster deels afdekt. Een mogelijke oplossing hiervoor is in een dergelijk geval het scherm niet te sluiten, maar het te minimaliseren. Dan komt het scherm niet meer naar voren als u dat niet wenst.



Afbeelding 117: Venster ten behoeve van weergegeven waarschuwingen

FOSIM meldt elke fout altijd in een eigen venster (zie als voorbeeld figuur 118).

Foutmeldingen die u kunt tegenkomen zijn:

- een taperelement is korter dan toegestaan. U moet dan het taperelement langer maken;
- de strookwisselgebieden passen niet goed bij de weggeometrie. U dient dan de strookwisselgebieden opnieuw te genereren of bij te werken;
- u heeft voor een herkomst een hogere intensiteit opgegeven dan deze kan leveren. Verlaag dan de maximale intensiteiten in de invoer;
- FOSIM controleert of in de simulatie botsingen voorkomen. Dit behoort nooit te gebeuren, maar indien FOSIM toch een aanrijding constateert, staakt het model de simulatie met een foutmelding.

Bij het optreden van foutmeldingen kan het de moeite waard zijn ondersteuning aan te vragen op www.fosim.nl, bijvoorbeeld wanneer de strekking van de melding niet duidelijk is, of geen oplossing gevonden kan worden. Tenslotte is het voor de ontwikkeling van het model van belang dat u altijd gevallen doorgeeft waarbij in een simulatie een aanrijding optreedt.



Afbeelding 118: Venster met foutmelding die de simulatie doet stoppen

Tijdens het uitvoeren van een simulatie kunt u de volgende uitvoer bekijken:

- u kunt de kenmerken van afzonderlijke voertuigen inspecteren:
 - door tijdens de simulatie met de *linker* muisknop op een voertuig te klikken, toont de *infobalk* gegevens over dat voertuig, namelijk het (FOSIM-interne) voertuignummer, het voertuigtype, de positie, de snelheid, de versnelling en de bestemming;
 - door met de *rechter* muisknop een voertuig aan te klikken opent FOSIM een nieuw venster (zie figuur 119) dat de kenmerken van het voertuig blijft tonen zolang u het venster niet sluit. Gedurende de simulatie worden de gegevens bovendien bijgewerkt (de titelbalk van het venster toont het moment waarvoor de gegevens gelden, evenals het nummer van het voertuig) zodat u de handelingen van de bestuurder in detail kunt volgen. Wanneer het voertuig de simulatie verlaat, toont het venster de gegevens van het moment waarop het voertuig voor het laatst op het wegvak was. FOSIM tekent een cirkel om alle voertuigen waarvoor het een venster met kenmerken toont. Op deze wijze is het mogelijk de betreffende voertuigen te blijven herkennen terwijl een simulatie loopt.



Parameter	Waarde
Voertuigtype	3
Strook	2
Positie	2214.3m
Snelheid	80.2 km/h
Versnelling	0.30 m/s ²
Specifiek vermogen	35.00 kW/ton
Bestemming	1
Strookwisselstatus	ML -0.03

Afbeelding 119: Kenmerken van een voertuig in een apart venster

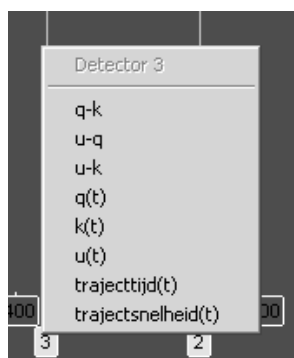
Van de getoonde gegevens vergt de strookwisselstatus enige toelichting. Deze wordt weergegeven met een combinatie van twee letters gevolgd door een getal. De letters geven weer of het voertuig gewenst of verplicht moet strookwisselen en bovendien in welke richting. Hierbij staat *W* voor een gewenste en *M* voor een verplichte strookwisseling. *R* betekent dat de het voertuig naar rechts wil gaan, *L* naar links. Het getal toont de deceleratie die het voertuig bereid is te accepteren bij het strookwisselen;

- u kunt geaggregeerde detectordata grafisch bekijken. De data kunt u per detector en per strook of voor alle stroken samen verkrijgen, in de vorm van:
 - *het basisdiagram*: de dichtheid tegen de snelheid, de snelheid tegen de intensiteit, of de snelheid tegen de dichtheid;
 - *verkeerskenmerken als functie van de tijd*: de intensiteit, dichtheid, of snelheid tegen de tijd;
 - *trajecttijden en -snelheden als functie van de tijd*: het gaat hierbij om de gemiddelde trajecttijd- of snelheid tussen de geselecteerde detector en de stroomopwaartse detector.

Opmerking: FOSIM gaat altijd uit van het harmonisch gemiddelde van lokaal gemeten snelheden omdat dit een goede benadering is van het momentane gemiddelde. Het momentane gemiddelde is in het algemeen van meer betekenis voor de analyse van het verkeer dan het lokale gemiddelde.

Om de een grafiek te verkrijgen klikt u met de linker of rechter muisknop op de detector waarvan u de uitvoer wilt zien. Er verschijnt een context-menu zoals in figuur 120. Kies hieruit één van de mogelijkheden. FOSIM maakt dan een nieuw venster aan die de gevraagde grafiek weergeeft (zie figuur 121).

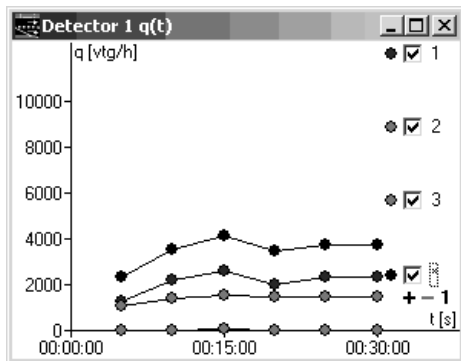
U kunt de gewente grafieken overigens niet alleen kiezen bij het onderdeel *uitvoeren* uit het *simulatie*-menu, maar ook al bij het onderdeel *instellingen*. De gekozen grafieken worden verder ook getoond bij *serie* uit het *simulatie*-menu. Gedurende het verloop van een simulatie werkt FOSIM de grafieken bij naar gelang meer datapunten gemeten zijn.



Afbeelding 120: Context-menu voor detectorgrafieken

Bij iedere grafiek toont de titelbalk om welke detector en welk type grafiek het gaat. In de grafiek zijn de meetgegevens ten eerste per strook weergegeven, geaggregeerd volgens de bij *instellingen* opgegeven intervallen voor uitvoer. De grafiek kan de uitvoer zowel per strook tonen als voor alle aanwezige stroken samen.

De uitvoer per strook kiest u door rechts naast te grafiek aan te vinken voor welke stroken u de meetdata wenst te zien. De nummering van de stroken komt overeen met de nummers van de stroken zoals getoond aan de linker zijde van de afbeelding van de weg in het *ontwerpveld*. Voor iedere strook gebruikt FOSIM een bepaalde kleur voor de datapunten.



Afbeelding 121: Simulatie-uitvoer in grafiek

De grafiek is ook geschikt om de uitkomsten over een volledige doorsnede te bekijken. Hiertoe selecteert u het onderste selectievakje (*). **Bij de weergave van de gegevens over meerdere stroken kunnen de intensiteiten en dichtheden zodanig zijn dat de grafiek moet herschalen om de gegevens af te beelden. DIT KLOPT NATUURLIJK NIET MEER IN VERSIE 5.1!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!** nog aanpassen dus!

Indien u dit wenst kunt u de intensiteiten en dichtheden van de volledige wegdoorsnede delen door het aantal stroken, zodat het gemiddelde per strook getoond wordt. Hiertoe gebruikt u het '+'- en '-'-teken dat staat naast het selectievakje waarmee u de uitvoer voor de gehele wegbreedte selecteert. Daar weer rechts naast staat het getal waardoor gedeeld wordt, en dat u verhoogt door op het plus-teken te klikken, en verlaagt door op het min-teken te klikken.

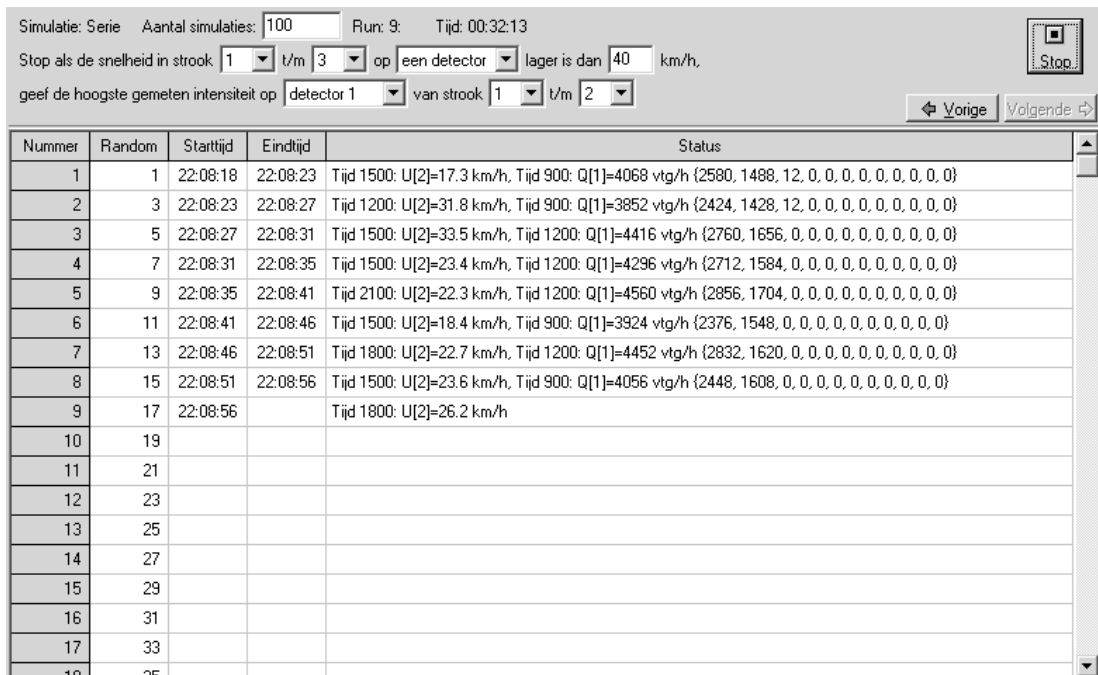
De waarden van de meetpunten zijn van de assen van de grafiek af te lezen. Bovendien is door te klikken in de grafiek de betreffende waarde nauwkeuriger te bepalen. Dan geeft FOSIM namelijk de coördinaten van de muiscursor.

Een mogelijkheid om een grafiek van de detectoruitvoer te exporteren is gebruik te maken van de volgende standaard-WINDOWS methode om een afbeelding van een venster te kopiëren:

- zorg dat het venster met de gewenste grafiek actief is;
- druk op [alt] + [print screen]. Het venster is dan gekopieerd naar het klembord;
- druk op plakken (paste) in het programma (bijvoorbeeld een tekstverwerker) waarin u de afbeelding wilt plaatsen.

In het *uitvoer*-menu wordt een lijst van de geopende detector-uitvoervensters bijgehouden. Zie voor meer informatie hierover *verwijder alle detectorgrafieken* in paragraaf 4.7.

Om met FOSIM uitspraken over de verkeersafwikkeling te kunnen doen zijn altijd meerdere simulaties met verschillende waarden voor de randomgenerator noodzakelijk. Bij het uitvoeren van deze simulaties is bovendien vaak geen (processorkracht kostende) animatie noodzakelijk. FOSIM biedt daarom de optie *serie*, waarbij de animatie van het verkeer achterwege blijft en gezorgd wordt dat voor iedere simulatie een andere waarde van de randomgenerator gebruikt wordt. *Serie* biedt bovendien specifiek de benodigde middelen om de capaciteitsverdeling van de wegconfiguratie te bepalen. Figuur 122 toont het scherm dat *serie* gebruikt.



Simulatie: Serie Aantal simulaties: 100 Run: 9 Tijd: 00:32:13

Stop als de snelheid in strook 1 t/m 3 op een detector lager is dan 40 km/h.

geef de hoogste gemeten intensiteit op detector 1 van strook 1 t/m 2

Vorige Volgende

Nummer	Random	Starttijd	Eindtijd	Status
1	1	22:08:18	22:08:23	Tijd 1500: U[2]=17.3 km/h, Tijd 900: Q[1]=4068 vtg/h {2580, 1488, 12, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
2	3	22:08:23	22:08:27	Tijd 1200: U[2]=31.8 km/h, Tijd 900: Q[1]=3852 vtg/h {2424, 1428, 12, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
3	5	22:08:27	22:08:31	Tijd 1500: U[2]=33.5 km/h, Tijd 1200: Q[1]=4416 vtg/h {2760, 1656, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
4	7	22:08:31	22:08:35	Tijd 1500: U[2]=23.4 km/h, Tijd 1200: Q[1]=4296 vtg/h {2712, 1584, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
5	9	22:08:35	22:08:41	Tijd 2100: U[2]=22.3 km/h, Tijd 1200: Q[1]=4560 vtg/h {2856, 1704, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
6	11	22:08:41	22:08:46	Tijd 1500: U[2]=18.4 km/h, Tijd 900: Q[1]=3924 vtg/h {2376, 1548, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
7	13	22:08:46	22:08:51	Tijd 1800: U[2]=22.7 km/h, Tijd 1200: Q[1]=4452 vtg/h {2832, 1620, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
8	15	22:08:51	22:08:56	Tijd 1500: U[2]=23.6 km/h, Tijd 900: Q[1]=4056 vtg/h {2448, 1608, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
9	17	22:08:56		Tijd 1800: U[2]=26.2 km/h
10	19			
11	21			
12	23			
13	25			
14	27			
15	29			
16	31			
17	33			
18	35			

Afbeelding 122: Het *serie*-venster

Bij *serie* specificeert u het aantal simulaties dat u wenst uit te voeren met het huidige invoerbestand. *Serie* gebruikt bij de eerste simulatie de startwaarde voor de randomgenerator die bij *instellingen* uit het *simulatie*-menu is ingevoerd. De startwaarde voor de volgende simulatie wordt telkens met twee opgehoogd. Wanneer de maximale simulatietijd is bereikt, gaat FOSIM verder met de volgende simulatie (dus met de verhoogde startwaarde voor de randomgenerator).

U kunt er ook voor kiezen de simulatie eerder af te breken, en wel op basis van de door de meetdetectoren waargenomen snelheden. Deze mogelijkheid is speciaal gericht op het meten van capaciteiten. De waargenomen snelheden zijn namelijk een indicator voor het ontstaan van congestie, en het ontstaan van congestie betekent dat de capaciteit bereikt is. U kunt zelf de snelheid specificeren die gebruikt wordt als grenswaarde: wanneer een (specifieke) detector een lagere snelheid waarneemt, geaggregeerd volgens het opgegeven meetinterval, zal de huidige simulatie beëindigd worden.

Zodra bepaald is dat de grenswaarde is onderschreden, gaat de simulatie nog gedurende één meetinterval verder. De capaciteit kan immers alleen stroomafwaarts van de capaciteitsbepalende doorsnede gemeten worden, en het is mogelijk dat de hoogste intensiteit deze stroomafwaartse locatie nog niet bereikt heeft op het moment dat voor het eerst congestie wordt waargenomen. FOSIM neemt uiteindelijk als capaciteitswaarde de hoogst waargenomen intensiteit gemeten met de daarvoor aangewezen detector.

Het is belangrijk te onderkennen dat de capaciteit van een wegvak niet altijd hetzelfde is, maar afhankelijk van de omstandigheden behoorlijk kan variëren. Deze variatie kan

voortkomen uit duidelijke oorzaken⁶, maar ook bij ogenschijnlijk gelijkwaardige omstandigheden is een significante variatie te verwachten. Dit betekent dat de capaciteitswaarde volgens een enkele simulatie slechts één mogelijke realisatie is uit een bepaalde bandbreedte van mogelijke capaciteiten.

Door de maximale intensiteitswaarde die *serie* voor elke simulatie van FOSIM bepaalt, af te beelden in de vorm van een (cumulatieve) verdelingsvorm verkrijgt u een beeld van de capaciteit van het beschouwde wegvak. FOSIM biedt hiertoe in het *uitvoer*-menu de optie *capaciteitsverdeling*, welke bovendien een aantal kentallen van de verdeling berekent. Overigens kunt u de resultaten van *serie* ook buiten FOSIM beschouwen en, indien gewenst, bewerken. Hiertoe gebruikt u de optie *serie opslaan als* in het *bestand*-menu.



Afbeelding 123: *Instrumentenbalk bij serie*

Serie vereist dat u het volgende specificeert in de *instrumentenbalk* (zie afbeelding 123):

- *het gewenste aantal simulaties*
In paragraaf 3.3 vindt u enige informatie over het kiezen van het aantal simulaties;
- *de stroken waarvan detectoren de snelheden waarnemen*
Het moet gaan om een aaneengesloten aantal stroken, gespecificeerd door de meest linker strook en de meest rechter strook. Op een aantal specifieke stroken meten is vooral zinvol in situaties waarbij (in eerste instantie) de congestie maar op een deel van de aanwezige stroken ontstaat. Dit is bijvoorbeeld mogelijk bij a-symmetrisch weefvakken met bepaalde HB-patronen;
- *de detectoren die de snelheid waarnemen*
U kunt hierbij kiezen alle aanwezige detectoren te gebruiken, of slechts één detector;
- *het snelheids criterium [km/h]*
Het snelheids criterium is de snelheid waarvan de onderschreiding leidt tot het beëindigen van de huidige simulatie-run. Als standaard-waarde gebruikt FOSIM 40 km/h om te bepalen of er congestie is. Door enig experimenteren, gebruik makend van de uitvoer van de detectorgrafieken, kunt u bepalen of de voorgestelde snelheid geschikt is, of dat beter een waarde gebruikt kan worden. Het is duidelijk dat als u kiest voor 0 km/h als grenswaarde, nooit een simulatie zal worden beëindigd voordat de maximale simulatieduur is bereikt. In dat geval zal bovendien nooit de maximaal waargenomen intensiteit worden weergegeven;
- *de detector die de intensiteiten waarneemt*
Om capaciteiten te meten dient de detector die de intensiteiten waarneemt zich op enige afstand stroomafwaarts te bevinden van de discontinuïteit die de capaciteit bepaalt (zie ook paragraaf 3.2.4);
- *de stroken waarvoor de intensiteiten worden waargenomen*
Het moet gaan om een aaneengesloten aantal stroken, gespecificeerd door de meest linker strook en de meest rechter strook

Omdat detectoren de snelheden en intensiteiten meten, moet overigens om *serie* te gebruiken in de configuratie minimaal één detector voorkomen.

Wanneer de bij *serie* benodigde invoer compleet is, kunt u de serie simulaties starten. U gebruikt hiertoe de *start*-knop, rechts op de *instrumentenbalk* van *serie*. Bij onderbreking van *serie*, bijvoorbeeld door naar een ander menu te gaan, zal *serie* (tijdelijk) gestaakt worden. Als er vervolgens niets in de invoer verandert, kan dezelfde serie simulaties verder gaan door op de knop *hervat bij serie* te drukken.

⁶ Zoals niet-ideale weersomstandigheden. Dergelijke omstandigheden kunnen overigens in het algemeen in simulatiemodellen niet meegenomen worden; dit geldt ook voor FOSIM.

Tijdens het uitvoeren van *serie* toont FOSIM de op dat moment beschikbare resultaten, en worden, zodra beschikbaar, nieuwe resultaten toegevoegd. Dit gebeurt in het *ontwerpverld*, waarin zich bij *serie* een tabel bevindt, met in de kolommen het volgende (van links naar rechts):

- het volgnummer van de simulatie;
- de gebruikte startwaarde voor de randomgenerator (de bij de eerste simulatie-run gebruikte startwaarde is de waarde die bij *instellingen* uit het *simulatie*-menu is ingevoerd);
- het starttijdstip van de simulatie (volgens de tijdregistratie van de computer);
- het tijdstip waarop de simulatie is beëindigd (volgens de tijdregistratie van de computer);
- de status, dat wil zeggen:
 - of een simulatie loopt;
 - of een simulatie afgebroken is door de gebruiker;
 - of een simulatie hervat is;
 - wanneer een simulatie beëindigd is omdat de maximale simulatieduur is bereikt: FOSIM toont een melding dat de maximale simulatieduur bereikt is;
 - wanneer de simulatie beëindigd is vanwege het overschrijden van de grenswaarde voor de snelheid:
 - het tijdstip in de simulatie waarop de snelheid lager dan de grenswaarde is waargenomen [s];
 - de daarbij gemeten snelheid [km/h];
 - het tijdstip in de simulatie waarop de hoogste intensiteit is waargenomen [s];
 - de hoogste intensiteit waargenomen op de in de invoer gespecificeerde doorsnede en stroken. Deze waarde wordt altijd gevolgd door de bijbehorende intensiteiten per strook, weergegeven tussen accolades (met links de intensiteit op strook 1 en volledig rechts op strook 12).

Tijdens *serie* kunt u het verloop van de simulaties volgen in de detector-uitvoergrafieken, zoals beschreven bij *uitvoeren*. Deze worden namelijk ook tijdens *serie* bijgewerkt. Bij *serie* is het bekijken van trajectoriën en snelheidscontouren echter niet mogelijk.

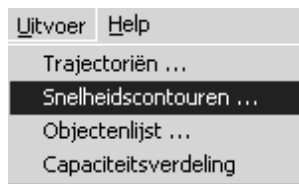
Als u *serie* afbreekt, kunt u de simulatie in *uitvoeren* vervolgen op het tijdstip waarop u *serie* hebt afgebroken. Het is echter niet mogelijk hierna de simulatie weer te hervatten in *serie*.

Indien u na *serie* één van de uitgevoerde simulaties in detail wilt bekijken, haalt u uit de lijst met *serie*-resultaten het betreffende randomgetal. Dit getal geeft u op bij *instellingen* uit het *simulatie*-menu, waarna u met *uitvoeren* de simulatie kunt bekijken.

Wanneer u *serie* vanuit de grafische interface van FOSIM uitvoert, worden foutmeldingen en waarschuwingen op dezelfde manier afgehandeld als bij *uitvoeren* uit het *simulatie*-menu. Wel wordt bij het loggen van waarschuwingen in het FOSIM-meldingenvenster het volgnummer van de simulatie in *serie* weergegeven. Fouten worden gemeld in een eigen venster, dat de gebruiker zelf moet sluiten voordat de volgende simulatie-run start.

Mocht u een serie van simulaties uitvoeren vanaf de commandoregel (zie paragraaf 4.9), dan worden fouten ook geschreven bij FOSIM-meldingen, zodat het in dat geval niet nodig is dat de gebruiker handmatig moet ingrijpen wanneer een fout optreedt. Er is gekozen voor deze implementatie omdat simulaties vanaf de commandoregel vaak gekozen worden om uit te voeren zonder enige tussenkomst van de gebruiker.

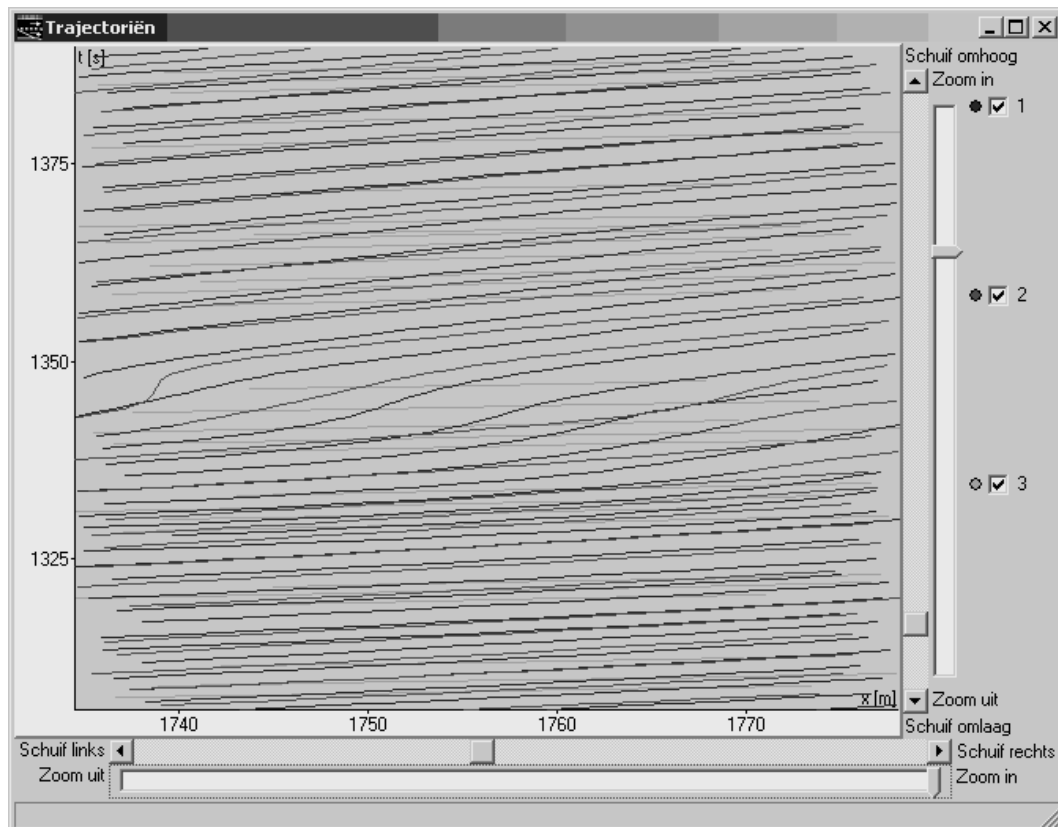
4.7 Het *Uitvoer*-menu



Afbeelding 124: Het *Uitvoer*-menu

Uitvoer Trajectoriën

FOSIM bootst het gedrag van de individuele bestuurder na om kenmerken van de verkeersstroom te kunnen voorspellen. Het is dan ook mogelijk het verkeer te bekijken op het niveau van de bewegingen van de individuele voertuigen. De grafische weergave van deze bewegingen als functie van de tijd en locatie worden ook wel trajectoriën genoemd. De optie *trajectoriën* uit het *uitvoer*-menu in FOSIM opent dan ook een venster dat het tijd-wegdiagram toont voor de huidige simulatie (zie figuur 125). *Trajectoriën* werkt alleen bij *uitvoeren* uit het *simulatie*-menu, niet bij *serie*.



Afbeelding 125: Het *trajectoriën*-venster

De horizontale as toont de coördinaten van het wegvak (in meters) en de verticale as de tijd. De weergave van de tijd is in seconden of in het hh:mm:ss-formaat (zie pagina 95). Elke lijn stelt de beweging van één voertuig voor. Hierbij komt een kleinere snelheid overeen met een steilere helling.

De kleur van iedere lijn verwijst naar de strook waarop het voertuig zich bevindt. De legenda voor de kleuren bevindt zich bij de selectievakjes aan de rechter kant van het venster. Met deze selectievakjes kan gekozen worden voor welke stroken de grafiek de

trajectoriën weer moet geven. Als u slechts één strook selecteert, tonen de kleuren van de grafiek de volgstatus van ieder voertuig, dat wil zeggen, of de volgafstanden van de bestuurders voldoende zijn of dat zij deze zouden willen vergroten (volgens de relatie gewenste volgafstand - snelheid in figuur 9). Door met de *linker* muisknop te klikken in de grafiek laat FOSIM de coördinaat van het betreffende punt zien.

U kunt op twee manieren een deel van de trajectoriën gedetailleerder in beeld brengen:

- gebruik de *zoombalken* rechts en onder het tijd-wegdiagram om meer of minder van de grafiek in beeld te brengen. Met de *schuifbalken* zorgt u vervolgens dat u exact het gebied ziet waar u in geïnteresseerd bent;
- sleep met de *rechter* muisknop een rechthoek rondom het gebied dat u beter wilt bekijken.

FOSIM toont niet onmiddellijk de nieuwe trajectoriën. Het tekenen kost namelijk relatief veel tijd, zodat dit alleen gebeurt wanneer er geen andere handelingen verricht worden. Dat betekent ten eerste dat het bijwerken van de grafiek alleen plaatsvindt wanneer de simulatie niet loopt. Daarnaast wordt bij het instellen van *trajectoriën* (bijvoorbeeld ten aanzien van de keuze van de af te beelden stroken) een kort moment ingelast tussen het maken van keuzen door de gebruiker en het tekenen van de nieuwe trajectoriën. Dit wachten met tekenen wordt in de rechter bovenhoek van het venster weergegeven met een klein klokje en in de statusbalk (onderin het venster) met de tekst 'Nog niet ververst...'. Zodra FOSIM begint met het herberekenen van de trajectoriën, staat rechts bovenin een teken in de vorm van een 'bliksemschicht'. In de statusbalk staat dan de tekst 'Bezig...'

Een mogelijkheid om de afbeelding van het tijd-wegdiagram te exporteren is gebruik te maken van de volgende standaard-WINDOWS methode om een afbeelding van een venster te kopiëren:

- zorg dat het venster met de grafiek actief is;
- druk op [alt] + [print screen]. Het venster is dan gekopieerd naar het klembord;
- druk op plakken (paste) in het programma (bijvoorbeeld een tekstverwerker) waarin u de afbeelding wilt plaatsen.

Uitvoer **Snelheidscontouren**

Als u *snelheidscontouren* kiest, opent FOSIM een nieuw venster dat de snelheidscontouren weergeeft (zie figuur 126). *Snelheidscontouren* is alleen beschikbaar als de simulatie is uitgevoerd met de menu-keuze *uitvoeren* uit het *simulatie*-menu, en dus niet bij simulaties die uitgevoerd zijn met *serie*.

Een grafiek met snelheidscontouren is een afbeelding die met kleuren de gerealiseerde snelheden toont als functie van zowel de tijd als de locatie. Op deze wijze ontstaat een figuur waarin gebieden onderscheiden kunnen worden waarin bepaalde verkeerstoestanden heersen. Een dergelijke grafiek maakt het mogelijk een beeld te krijgen van het verloop van de simulatie. FOSIM gebruikt een grafiek met een continu kleurenverloop voor de snelheid en met op de horizontale as de coördinaten van de weg en op de verticale as de tijd. Het kleurenverloop gaat van groen (hoge snelheid, maximaal 150 km/h) via geel naar rood (lage snelheid, minimaal 0 km/h).

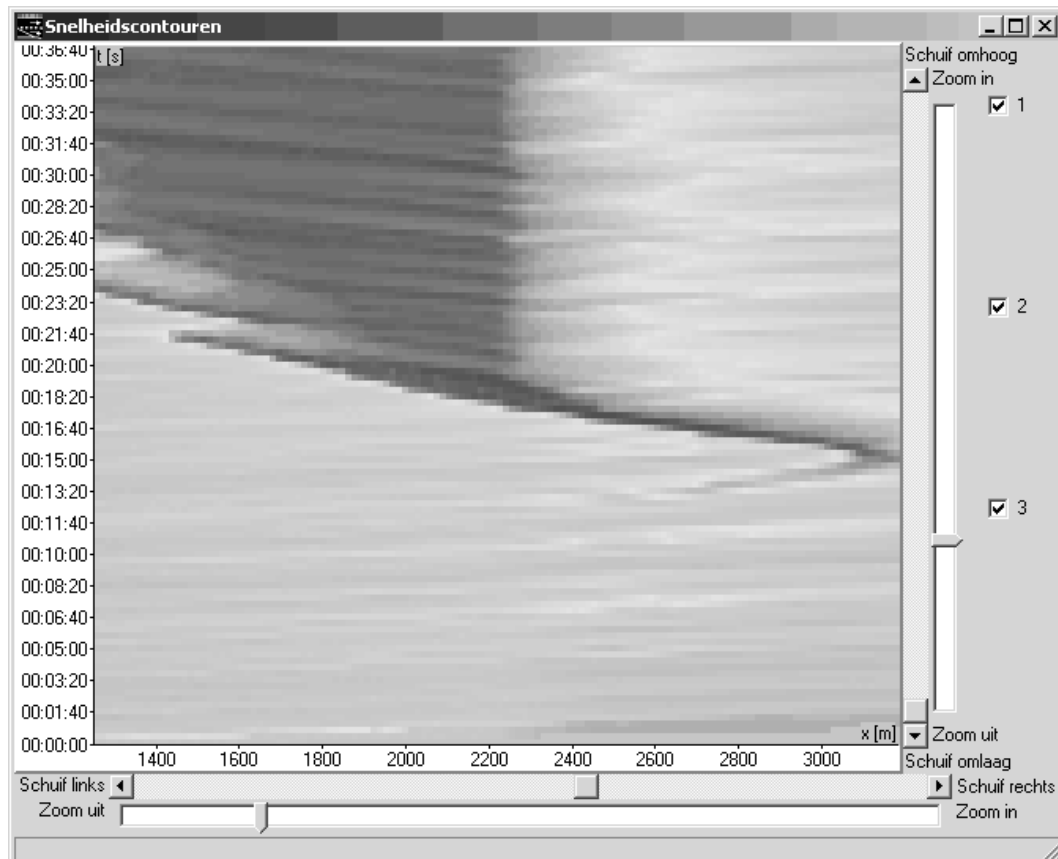
Door met de linker muisknop te klikken op de snelheidscontouren toont FOSIM getalsmatig de snelheid voor de betreffende plaats en tijd. De selectievakjes rechts van de figuur dienen om te kiezen welke stroken betrokken moeten worden in de berekening van de snelheidscontouren, zodat het mogelijk is de snelheidscontouren van specifieke rijstroken te bekijken.

Bij het inzoomen geldt hetzelfde als bij *trajectoriën*: u kunt de zoom- en schuifbalken gebruiken of met de *rechter* muisknop een rechthoek slepen rondom het gebied dat u

nauwkeuriger wilt zien. Het duurt enige tijd voordat FOSIM het gebied waarop u inzoomt toont.

Een mogelijkheid om de afbeelding van de snelheidscontouren te exporteren is gebruik te maken van de volgende standaard-WINDOWS methode om een afbeelding van een venster te kopiëren:

- zorg dat het venster met de gewenste grafiek actief is;
- druk op [alt] + [print screen]. Het venster is dan gekopieerd naar het klembord;
- druk op plakken (paste) in het programma (bijvoorbeeld een tekstverwerker) waarin u de afbeelding wilt plaatsen.



Afbeelding 126: Het *snelheidscontouren*-venster

Uitvoer

Objectenlijst

FOSIM houdt tijdens de simulatie gegevens van alle 'objecten' bij. Objecten zijn hierbij zowel voertuigen als bijvoorbeeld sectiegrenzen. De lijst van alle objecten is beschikbaar via *objectenlijst*. Hiermee verkrijgt u een tabel zoals weergegeven in figuur 127. Deze tabel hoort bij het simulatietijdstip waarop het venster geopend is. Indien u voor een volgend tijdstip de tabel wilt zien, moet u opnieuw de *objectenlijst* openen. Voor de objectenlijst van het nieuwe tijdstip wordt dan een nieuw venster geopend. U kunt de objectenlijst opslaan met *opslaan als* in het *bestand*-menu van het *objectenlijst*-venster. Hierbij gebruikt FOSIM als extensie voor het bestand '.lst' ([lijst](#)).

Objectenlijst											
Bestand											
Nummer	Type	Leider	Volger	Strook	Bestemming	Status	Positie	Snelheid	Acceleratie	Vorige pos.	Vorige snelh.
4	phys bound	3		-1			0				
1	source 2	2775		1			0				
1	source 2	2774		2			0				
2775	veh type 2	2772	1	1	1	0	17.04355621 25.92089655	-0.289303661		4.0527 m	26.00769 m/s
2774	veh type 3	2771	1	2	1	0	41.69409175 21.53614425	-0.5		30.8635 m	21.78614 m/s
2772	veh type 2	2769	2775	1	1	0	69.93875122 23.70208930	-2.905113221		57.7246 m	25.15465 m/s
2771	veh type 3	2766	2774	2	1	0	98.95045471 16.95925331	-3.88809108		89.9848 m	18.90330 m/s
2769	veh type 1	2767	2772	1	1	0	116.9362411 15.74098014	-4.826976771		108.4624 m	18.15447 m/s
2766	veh type 3	2763	2771	2	1	0	132.7523803 8.263221740	-3.90581917		128.1325 m	10.21613 m/s
2767	veh type 2	2765	2769	1	1	0	145.0769195 6.643033504	-4.87587833		141.1459 m	9.08097 m/s
2763	veh type 3	2760	2766	2	1	0	148.4776916 0.059999999	0.300000011		148.4717 m	0.00000 m/s
2765	veh type 2	2762	2767	1	1	0	156.6022491 0	0		156.5851 m	0.37024 m/s
2760	veh type 4	2756	2763	2	1	0	160.6063842 1.674999952	1		159.8939 m	1.17500 m/s
2762	veh type 1	2759	2765	1	1	0	165.4557952 2.349999904	2		164.5308 m	1.35000 m/s
2756	veh type 3	2753	2760	2	1	0	179.1875305 7.455167293	1.890335675		175.6962 m	6.51000 m/s

Tijd 2423.5 s, 00:40:22.5, 477 objecten.

Afbeelding 127: Het *objectenlijst*-venster

In elke kolom staat een ander gegeven over het betreffende object:

- *Nummer*: het volgnummer van het object. Strookwisselgebieden zijn overigens strikt genomen intern in FOSIM geen objecten, en hebben in de objectenlijst daarom geen nummer;
- *Type*: het type object. Voor voertuigen komt het objecttype-nummer overeen met het voertuigtype-nummer. Voor een beschrijving van de overige objecttypen, zie Dijker & Knoppers (2004).
- *Leider*: het nummer van het eerste stroomafwaartse object op dezelfde strook;
- *Volger*: het nummer van het eerste stroomopwaartse object op dezelfde strook;
- *Strook*: de strook waarin het object zich bevindt;
- *Bestemming*: de bestemming van het object. Voor alle objecten die geen voertuig betreffen, is de bestemming nul;
- *Status*: de strookwisselstatus;
- *Positie*: de coördinaat van het object [m];
- *Snelheid*: de huidige snelheid van het object [m/s];
- *Acceleratie*: de huidige versnelling van het object [m/s²];
- *Vorige positie*: de positie van het object in de vorige tijdstap [m];
- *Vorige snelheid*: de snelheid van het object in de vorige tijdstap [m/s].

Het is mogelijk in de objectenlijst te zoeken naar een specifiek voertuig. Hiertoe klikt u met de *rechter* muisknop in de objectenlijst. Er verschijnt dan een menu zoals weergegeven in afbeelding 128. Dit menu biedt de volgende opties:

- *zoek leider in strook*: FOSIM toont de leider van het voertuig dat u met de rechter muisknop aanklikte;
- *zoek volger in strook*: FOSIM toont de volger van het voertuig dat u met de rechter muisknop aanklikte;
- *zoek voertuig*: u dient hier het nummer in te vullen van het voertuig dat u zoekt. Indien dit voertuig in de lijst staat, toont de tabel de gezochte gegevens.

2771	veh type 3	2766	2774
2769	veh type 1	2767	2772
2766	veh type 3	2766	2774
2767	veh type 2	2769	2775
2763	veh type 3	2760	2766
2765	veh type 2	2762	2767

Afbeelding 128: Zoekopties in *objectenlijst*

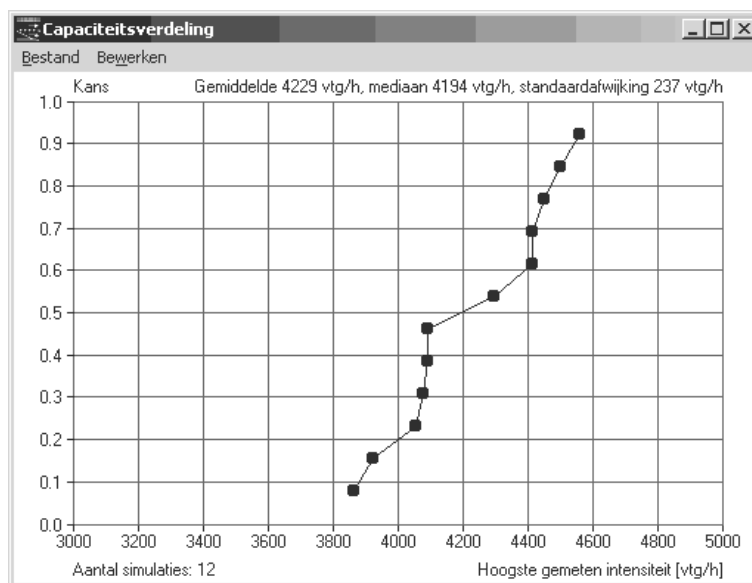
Capaciteitsverdeling toont grafisch de maximale intensiteiten per simulatie-run zoals berekend met *serie* uit het *simulatie*-menu. Hiertoe opent FOSIM een nieuw venster wanneer u *capaciteitsverdeling* selecteert (zie figuur 129). U kunt *capaciteitsverdeling* uiteraard alleen selecteren indien met *serie* simulaties uitgevoerd zijn. De grafiek neemt namelijk de waarden voor de maximaal gerealiseerde intensiteiten direct over uit de tabel die *serie* toont.

Indien u bij *serie* een selectie gemaakt heeft van de stroken waar de capaciteitswaarde betrekking op heeft, geldt deze selectie ook voor de grafische weergave van de capaciteitsverdeling. Mocht u uiteindelijk de grafiek willen zien voor een andere selectie van stroken, dan dient u de selectie van stroken te veranderen en de serie van simulaties opnieuw uit te voeren.

Uit de capaciteitsverdeling blijkt duidelijk dat de capaciteit die een wegvak biedt in bepaalde mate varieert. In de grafiek kunt u eenvoudig aflezen wat volgens de simulaties de kans is dat de capaciteit kleiner (of groter) is dan een bepaalde waarde. Bijvoorbeeld, volgens figuur 129 is de kans dat de capaciteit kleiner is dan 4000 vtg/h (af te lezen op de horizontale as) ongeveer gelijk is aan 22% (te zien op de verticale as). Overigens komt de door FOSIM berekende capaciteitsverdeling niet helemaal overeen met de werkelijkheid: in de realiteit is in het algemeen een enigszins grotere spreiding te verwachten dan FOSIM berekent.

Het venster laat naast de grafiek enige statistische kentallen zien. Dit zijn: het gemiddelde, de mediaan, ofwel, de vijftig-percentielwaarde, de standaardafwijking en het aantal gebruikte simulaties, ofwel, de grootte van de steekproef.

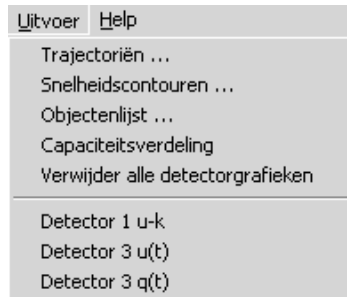
Het *capaciteitsverdeling*-venster bevat twee menu's: *bestand* en *bewerken*. In het *bestand*-menu staat de optie *verversen* die de grafiek opnieuw tekent en *sluiten* die het venster sluit. *Verversen* is van belang omdat u de verdeling al kunt bekijken terwijl *serie* nog aan het rekenen is. FOSIM voegt echter niet automatisch nieuwe uitkomsten toe. Dit dient u handmatig met *verversen* te doen (ook beschikbaar via de *shortcut* [F5]). In het *bewerken*-menu staat de optie *kopiëren*. Wanneer u deze selecteert, kunt u de grafiek in een andere applicatie, zoals een tekstverwerker, plakken.



Afbeelding 129: Het *capaciteitsverdeling*-venster

Uitvoer Verwijder alle detectorgrafieken

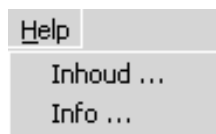
Zodra u een venster met detectoruitvoer opent (zie de beschrijving bij *uitvoeren* uit het *simulatie*-menu), wordt in het *uitvoer*-menu een verwijzing naar dit venster opgenomen (zie figuur 130). Wanneer veel detector-uitvoervensters geopend zijn, kan zo snel het gewenste venster teruggevonden worden.



Afbeelding 130: Verwijder alle detectorgrafieken in het *uitvoer*-menu

De detector-uitvoervensters kunnen alleen collectief verwijderd worden uit *uitvoer*-menu met *verwijder alle detectorgrafieken*. Het sluiten van een detector-uitvoervenster zelf verwijdert dit namelijk alleen van het scherm en laat de verwijzing naar de detector in het *uitvoer*-menu staan.

4.8 Het *Help*-menu



Afbeelding 131: Het *Help*-menu

Overal in het programma is contextgevoelige help aanwezig. Als u een knop of menu aanklikt (linker muisknop) en tegelijkertijd op [F1] drukt, krijgt u de helptekst die hoort bij het aangewezen menu-onderdeel of de betreffende knop. Als u alleen op [F1] drukt krijgt u hulp voor het actueel geselecteerde onderdeel.

Help Inhoud

Met *inhoud* krijgt u een overzicht van het helpbestand. Vanuit inhoud kunt u alle belangrijke onderdelen van *help* bereiken.

Help Info

Info toont het openingsscherm van FOSIM. Vanuit dit venster is informatie beschikbaar over de versie van FOSIM waarmee u werkt. Ten eerste toont de titelbalk van het venster het versienummer. Detail-informatie over de versie van het model is beschikbaar via de knop *versie*. Indien u deze knop indrukt opent FOSIM een nieuw venster waarin de versie nummers en data getoond worden van verschillende modules waaruit FOSIM intern bestaat.

Het *info*-venster biedt verder de knop *info*, waarmee u enige algemene informatie over FOSIM krijgt zoals beschikbaar in het help-bestand. Tenslotte toont het *info*-venster links onderin de einddatum van uw licentie.

4.9 Het uitvoeren van simulaties vanaf de commandoregel

Door FOSIM niet met menu's te bedienen maar vanaf de commandoregel is het mogelijk simulaties van meerdere wegvakconfiguraties uit te voeren zonder verdere tussenkomst van de gebruiker. De commandoregel verkrijgt u bijvoorbeeld in WINDOWS 2000 door onder de categorie *Accessoires* de optie *Command Prompt* te selecteren (of, in het Nederlands, vanuit *Bureau-accessoires* de optie *Opdrachtprompt*). Verder is het mogelijk de commandoregel bijvoorbeeld te bedienen via de optie *Run* (of *Uitvoeren*) uit het WINDOWS start-menu.

Vanaf de commandoregel kunt u FOSIM starten wanneer u zich in de folder (directory) van FOSIM bevindt en intoetst: `FOSIM`. Op deze manier start FOSIM op dezelfde manier als wanneer u normaal onder WINDOWS FOSIM start. De speciale mogelijkheden om het uitvoeren van simulaties te automatiseren ontstaan door het opstarten van FOSIM te combineren met enige parameters. Ook met deze parameters start FOSIM gewoon op, maar nu wordt automatisch een simulatie gestart en FOSIM afgesloten na het voltooien van de simulatie.

U dient de parameters als volgt in te voeren:

```
Fosim invoerbestand [simulatieparameter ...]
```

Invoerbestand moet de naam van het invoerbestand bevatten. Als dit bestand niet in de huidige folder staat, moet u bovendien de volledige verwijzing naar de correcte folder specificeren.

Voor [simulatieparameter] heeft u de volgende mogelijkheden (de onderstreepte tekst moet u exact overnemen, voor de cursieve tekst moet u enige getallen invoeren, tekst tussen blokhaken betreft optionele parameters):

- vehicletrace=filename[*tracefrequency*]
Met deze parameter schrijft FOSIM de voertuigpositie van elk voertuig naar het bestand *filename*. *Tracefrequency* geeft aan om de hoeveel tijdstappen dit gebeurt (*tracefrequency* is standaard 1).
Voorbeeld: `Fosim inv_21.fos vehicletrace=posities.trc,2`
- detectiontrace=filename
Met deze parameter schrijft FOSIM dezelfde uitvoer weg als met *micro detector uitvoer*, een onderdeel van *detailuitvoer* uit het *bestand*-menu. De gegevens worden opgeslagen in *filename*.
Voorbeeld: `Fosim inv_21.fos detectiontrace=passings.trc`
- detectortodetectortraveltimetrace=filename
Met deze parameter schrijft FOSIM dezelfde uitvoer weg als met *trajecttijden tussen detectoren uitvoer*, een onderdeel van *detailuitvoer* uit het *bestand*-menu. De gegevens worden opgeslagen in *filename*.
Voorbeeld: `Fosim inv_21.fos detectortodetectortraveltimetrace=travt.ddt`
- odtraveltimetrace=filename
Met deze parameter schrijft FOSIM dezelfde uitvoer weg als met *trajecttijden tussen herkomst en bestemming uitvoer*, een onderdeel van *detailuitvoer* uit het *bestand*-menu. De gegevens worden opgeslagen in *filename*.
Voorbeeld: `Fosim inv_21.fos odtraveltimetrace=odtravt.odt`
- lanechangetrace=filename
Met deze parameter schrijft FOSIM dezelfde uitvoer weg als met *strookwisselingen uitvoer*, een onderdeel van *detailuitvoer* uit het *bestand*-menu. De gegevens worden opgeslagen in *filename*.

Voorbeeld: `Fosim inv_21.fos lanechangetrace=passings.lct`

Let op: de hierboven beschreven uitvoermogelijkheden leveren gegevens op microscopisch niveau, zodat *zeer* grote bestanden kunnen resulteren.

- simulationresults=filename
Met deze parameter schrijft FOSIM dezelfde uitvoer weg als met *simulatieresultaten opslaan als* uit het *bestand*-menu. De gegevens worden opgeslagen in *filename*.
Voorbeeld: `Fosim inv_21.fos simulationresults=detect.fsr`
- extendedresults=filename
Met deze parameter schrijft FOSIM dezelfde uitvoer weg als met *uitgebreide simulatieresultaten opslaan als* uit het *bestand*-menu. De gegevens worden opgeslagen in *filename*.
Voorbeeld: `Fosim inv_21.fos extendedresults=detect.fsx`
- batch=numberofruns,reportspeedat,reportflowat,speedlimit[,fromlane,uptolane]
Met deze parameter voert u voor *invoerbestand* een serie van simulaties uit met telkens een ander randomgetal. De werking is hetzelfde als bij *serie* uit het menu *simulatie*. U moet bij *batch* de volgende gegevens specificeren:
 - *numberofruns* aantal uit te voeren simulaties
 - *reportspeedat* detector die de snelheid meet vanwege het afbreekcriterium; geef de waarde 0 om op alle detectoren de snelheid te meten
 - *reportflowat* detector die de intensiteit bepaalt
 - *speedlimit* snelheid die als grens wordt gebruikt voor het afbreken van de simulatie [km/h]; Een waarde van 0 km/h betekent dat de simulatie nooit afgebroken wordt
 - *fromlane*
 uptolane FOSIM meet de snelheid op de stroken *fromlane* tot en met *uptolane*. Indien deze stroken niet gespecificeerd zijn, meet FOSIM de snelheid op alle stroken.

HIER IS HET NU NOG NIET MOGELIJK DE CAP VAN ALLEEN BEPAALDE STROKEN UIT TE VOEREN...!!!!!!!!!!!!!!!

FOSIM schrijft de resultaten weg naar een bestand met dezelfde naam als het invoerbestand maar nu met de extensie *.fbr*.

Voorbeeld: `Fosim inv_21.fos batch=100,0,1,50,1,3`

Zorg ervoor dat u de invoer zeer precies opgeeft. Onder andere het intypen van spaties op verkeerde plaatsen (bijvoorbeeld bij *batch*) zorgt er voor dat het commando niet uitgevoerd kan worden.

U kunt de verschillende parameters combineren. Zo kunt u een serie simulaties uitvoeren met *batch* en voor elke simulatie de simulatieresultaten weg laten schrijven met *simulationresults*. Om ervoor te zorgen dat de resultaten van *simulationresults* allemaal in een apart bestand komen, moet u de bestandsnaam (*filename*) zodanig opgeven dat ieder uitvoerbestand een volgnnummer krijgt. Dit doet u door in *filename* de tekens *%d* op te nemen. FOSIM vervangt bij het wegschrijven van het bestand deze tekens telkens door het volgnnummer van de simulatie. Het is ook mogelijk een vast aantal posities voor het volgnnummer op te geven en de niet door het volgnnummer gebruikte posities op te vullen met nullen. Indien u drie posities wilt gebruiken, doet u dit door *%03d* in de bestandsnaam op te nemen. Bijvoorbeeld: als u voor *filename* `inv21%02d.fsr` opgeeft, heten de uitvoerbestanden `inv2101.fsr`, `inv2102.fsr`, `inv2103.fsr`, enzovoort. Het combineren van de parameters kan er dan bijvoorbeeld als volgt uit zien:

`Fosim inv21.fos batch=100,0,1,50 simulationresults=inv21%03d.fsr`

FOSIM voert dan volgens *serie* 100 simulaties uit om de capaciteit te berekenen maar schrijft bovendien elke simulatie ook alle detectoruitvoer weg.

Het is in WINDOWS toegestaan lange bestandsnamen inclusief spaties te gebruiken. Afhankelijk van de WINDOWS-versie kan dit enige complicaties opleveren bij het opgeven van de bestandsnaam via de commandoregel. Dergelijke problemen zijn ten eerste te

omzeilen door korte bestandsnamen te gebruiken. Een tweede manier is de directorynaam aan te roepen met de verkorte DOS-namen. Deze DOS-notatie houdt in dat een directorynaam meestal afgekort wordt tot zes karakters, gevolgd door een tilde (~) en een volgnummer (bijvoorbeeld `c:\Progra~1` als verkorte weergave van `C:\Program Files`). Een andere mogelijkheid betreft het plaatsen van de bestandsnaam tussen aanhalingstekens ("bestandsnaam"). Zie de documentatie van WINDOWS voor meer informatie.

Het voordeel van het gebruik van de commandoregel komt pas echt naar voren als u na elkaar voor verschillende invoerbestanden simulaties wilt uitvoeren. U kunt dan in een batch-bestand FOSIM verschillende malen na elkaar laten aanroepen, telkens met andere parameters. Zo kan in uw afwezigheid de computer het rekenwerk verrichten. Een batch-bestand is niets anders dan een tekstbestand met de uitgang `.bat`. Wanneer u op een dergelijk bestand dubbelklikt, voert WINDOWS de commando's die in dit bestand staan na elkaar uit.

Wanneer u in een batchbestand meerdere malen FOSIM start, is het mogelijk dat WINDOWS deze versies tegelijkertijd laat draaien. Om ervoor te zorgen dat telkens maar één exemplaar van FOSIM draait, moet u bij de aanroep van FOSIM een extra commando aan het begin van de commandoregel zetten. Welk commando dit is, wisselt per WINDOWS-versie. In WINDOWS 2000 zijn zowel het commando `start/w` als het commando `call` mogelijk, in andere WINDOWS-versies werkt mogelijk slechts een van deze twee. Een batch-bestand om voor vier verschillende wegconfiguraties de capaciteit te berekenen zou er nu (op een WINDOWS 2000-systeem) als volgt uit kunnen zien:

```
call c:\progra~1\Fosim5.1\Fosim ".\wf2122 700 5 25.fos" batch=100,0,1,50
call c:\progra~1\Fosim5.1\Fosim ".\wf2122 700 5 50.fos" batch=100,0,1,50
call c:\progra~1\Fosim5.1\Fosim ".\wf2122 700 5 75.fos" batch=100,0,1,50
call c:\progra~1\Fosim5.1\Fosim ".\wf2122 700 5 100.fos" batch=100,0,1,50
```

Als u tijdens BatchMode de *stop*-knop selecteert, verschijnt de melding 'BatchMode uitgeschakeld'. FOSIM reageert nu verder op dezelfde manier als bij de normale opstartprocedure. Als op de achtergrond een DOS-batchbestand actief is, zal dit zijn werk pas vervolgen als FOSIM afgesloten wordt.

Indien zich gedurende de simulaties vanaf de commandoregel waarschuwingen of fouten voordoen (bijvoorbeeld vanwege voertuigen die de verkeerde bestemming bereiken), schrijft FOSIM deze weg naar een bestand met dezelfde naam als het invoerbestand maar nu met de extensie `'log'`.

4.10 Het verwerken van simulatieresultaten in Excel⁷

Om het verwerken van de uitvoer van FOSIM te vereenvoudigen is bij het model een invoegtoepassing (ook wel macro geheten) voor Microsoft EXCEL meegeleverd die helpt bij het verwerken van de simulatieresultaten (`.fsr`-bestanden) en serieresultaten (`.fbr`-bestanden)⁸. Deze paragraaf behandelt de manier waarop deze invoegtoepassing werkt. Paragraaf 4.10.1 gaat in op de installatie van de invoegtoepassing in EXCEL. Hierna volgt een paragraaf over de verwerking van simulatieresultaten (`.fsr`) en een paragraaf over de verwerking van serieresultaten (`.fbr`). In bijlage 5 staat enige technische informatie over de werking van de invoegtoepassing.

⁷ Deze paragraaf is in grotendeels overgenomen uit De Leeuw (2000).

⁸ Het is uiteraard niet noodzakelijk de gegevens in EXCEL te verwerken. Er zijn vele andere programma's te koop die mogelijk beter geschikt zijn voor uw doel.

4.10.1 Installatie invoegtoepassing

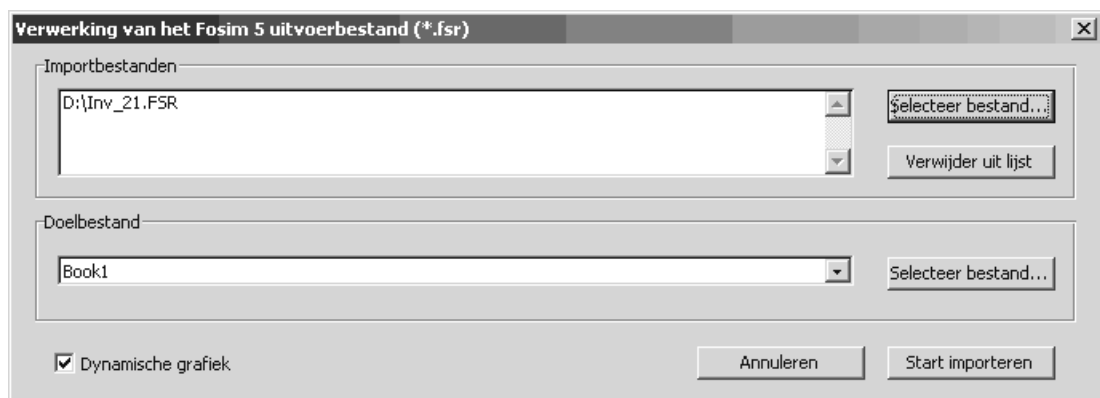
De bestandsnaam van de te installeren invoegtoepassing is Fosim5.xla⁹. De invoegtoepassing is getest voor zowel de Nederlands- als Engelstalige EXCEL-versies 95, 97, 2000, en 2003. Bij de installatie van FOSIM wordt de invoegtoepassing automatisch in de FOSIM-directory geplaatst. De nu volgende installatieprocedure gaat ervan uit dat FOSIM reeds geïnstalleerd is.

Om de invoegtoepassing te kunnen gebruiken gaat u als volgt te werk: start EXCEL op de gebruikelijke manier en kies in het menu *Extra* het onderdeel *Invoegbeheer...* (in de Engelse versie gaat het om het menu *Tools* en het onderdeel *Add-Ins...*). Na enige tijd verschijnt een overzicht van de invoegtoepassingen die beschikbaar zijn. De momenteel actieve invoegtoepassingen zijn in de lijst aangevinkt. Selecteer nu de knop *Bladeren...* (*Browse...*) en zoek het bestand Fosim5.xla op. Bij een standaard installatieprocedure van FOSIM 5.1 kunt u dit bestand vinden in de directory *C:\Program Files\Fosim5.1*. Met het selecteren van dit bestand en het verlaten van het dialoogvenster 'Invoegbeheer' met OK wordt de installatie afgesloten. U kunt de installatie controleren door het menu *Extra* te kiezen. In dit menu zijn nu twee menu-onderdelen toegevoegd: 'Verwerken Fosim 5 fsr-bestand' en 'Verwerken Fosim 5 fbr-bestand'.

De invoegtoepassing is nu geïnstalleerd en behoeft een volgende keer niet opnieuw geactiveerd te worden. Als u de invoegtoepassing tijdelijk niet gebruikt, is het mogelijk om via *Invoegbeheer...* (*Add-Ins...*) het item 'Fosim 5' tijdelijk af te vinken. Hiermee voorkomt u dat de invoegtoepassing zonder noodzaak in het geheugen geladen wordt.

4.10.2 Verwerking simulatieresultaten

De verwerking van het .fsr-bestand start u via *Verwerken Fosim 5 fsr-bestand* in het menu *Extra* (*Tools*). Dan toont EXCEL het FSR-dialoogvenster (figuur 132). In het bovenste kader kunt u aangeven welke .fsr-bestanden verwerkt moeten worden. Het juiste bestand kiest u door de knop 'Selecteer bestand...' te kiezen. Hierna volgt het standaardvenster van WINDOWS voor het openen van bestanden en kunt u het gewenste bestand opzoeken. Na het afsluiten van het openen-venster verschijnt de volledige naam van het gekozen bestand in het bovenste deel van het FSR-dialoogvenster. Het is mogelijk om meerdere .fsr-bestanden tegelijk in te lezen. Kies hiertoe nogmaals 'Selecteer bestand...'. EXCEL plaatst elk FOSIM-uitvoerbestand op een eigen werkblad.



Afbeelding 132: Het dialoogvenster voor het importeren van .fsr-bestanden in Excel

In het onderste deel van het FSR-dialoogvenster, bij Doelbestand, staat de naam van het bestand waarin het .fsr-bestand opgenomen zal worden. Als default-waarde staat hier het EXCEL-bestand dat u momenteel in gebruik heeft. Indien gewenst kunt u een ander bestand selecteren via de knop 'Selecteer bestand...'. Het is in principe mogelijk om handmatig een

⁹ Deze macro is niet geschikt voor uitvoer van versies van FOSIM eerder dan FOSIM 5.0.

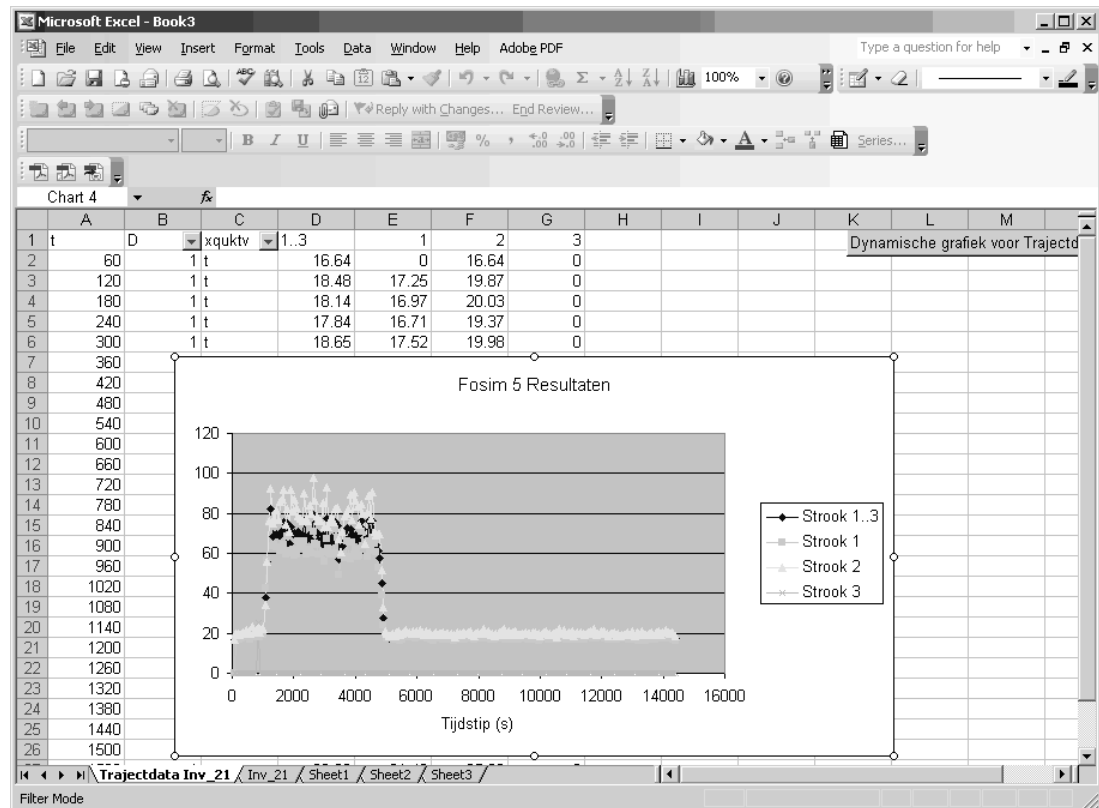
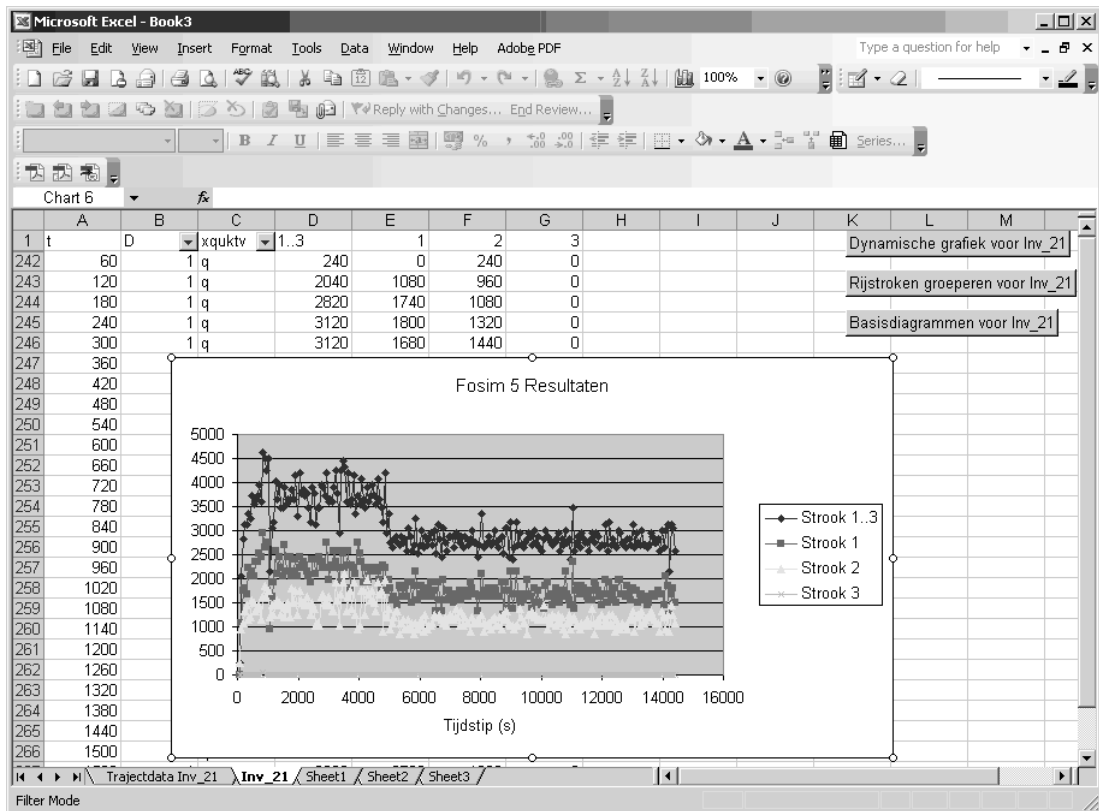
bestandsnaam in te typen. Dit is echter niet aan te raden, omdat alleen bestandsnamen geldig zijn die voorkomen in de keuzelijst van het onderste venster.

Het aanvinken van de optie 'Dynamische grafiek' heeft tot gevolg dat na het importeren van het .fsr-bestand automatisch een grafiek aangemaakt wordt. Over deze grafiek volgt in het vervolg van de tekst meer informatie.

Als zowel de keuze van de importbestanden als van het doelbestand gereed is, komt de knop 'Start importeren' beschikbaar. Het feitelijke importeren van het .fsr-bestand vindt plaats zodra u op deze knop klikt. Op de achtergrond voert EXCEL dan de volgende handelingen uit:

- het openen of activeren van het doelbestand;
 - het importeren van de .fsr-bestanden in het doelbestand op verschillende werkbladen. Voor elk .fsr-bestand afzonderlijk gelden de volgende handelingen:
 - indien het decimaalteken van uw WINDOWS-systeem een komma is, vervangt de invoegtoepassing de in het importbestand gebruikte punten in komma's;
 - de invoegtoepassing scheidt de data die betrekking heeft op snelheid, intensiteit, dichtheid en het aantal strookwisselingen, en de data die trajectsnelheden en trajecttijden omvat. Deze data worden op aparte werkbladen geplaatst, respectievelijk een werkblad vernoemd naar het .fsr-invoerbestand en een werkblad met als naam 'Trajectdata' gevolgd door de naam van het .fsr-invoerbestand.
- Voor beide werkbladen apart volgen dan nog de volgende handelingen:
- het sorteren van de data;
 - het aanbrengen van een zogenaamd Automatisch filter op de data;
 - (indien aangevinkt) het produceren van een dynamische grafiek;
 - het aanmaken van extra knoppen op het werkblad, waarmee u aanvullende bewerkingen kunt uitvoeren.

Het resultaat van deze handelingen is weergegeven in figuur 133. Enkele punten uit bovenstaande lijst van handelingen door de invoegtoepassing worden hieronder verder uitgewerkt.



Afbeelding 133: Resultaat verwerken .fsv-bestand in Excel

Sorteren

De gegevens worden achtereenvolgens gesorteerd naar het veld Detector (D), de gemeten grootheid (x, q, u en k, resp. t en v) en het veld Tijd (t).

Automatisch filter

Op de velden detector en grootheid wordt een zogenaamd 'automatisch filter' toegepast. In de cellen B1 en C1 verschijnen daardoor *pull-down*knoppen waarmee een selectie uitgevoerd kan worden. Door bijvoorbeeld in cel B1 te kiezen voor detector 1, wordt (in de gehele gegevenstabel) alleen de informatie van detector 1 getoond. De overige gegevens worden niet gewist, alleen verborgen (zoals ook blijkt uit de rijnummers aan de linkerzijde van het werkblad). De volledige tabel is weer te verkrijgen door in de cellen B1 en C1 te kiezen voor '(Alles)'. Een andere mogelijkheid is het volledig verwijderen van het Autofilter via het menu *Data* → *Filter* → *Automatisch filter*. Via de knoppen in de cellen B1 en C1 kunt u snel de gegevens van andere detectoren afbeelden.

Dynamische grafiek

De dynamische grafiek is direct verbonden aan het automatisch filter. Alleen als in cel B1 een detector en in cel C1 een grootheid is geselecteerd, geeft de dynamische grafiek zinvolle informatie. De dynamische grafiek is bedoeld om snel een indruk te verkrijgen van de simulatieresultaten als functie van de tijd. Als via het Automatisch filter een andere detector gekozen wordt, verandert de grafiek automatisch mee. De y-as in deze grafiek is niet van een titel en een eenheid voorzien, omdat de betekenis van de y-as afhangt van de gekozen eenheid in cel C1.

Als u een normale kopie van de grafiek maakt via knippen/plakken, zal de kopie ook meeveranderen bij een andere keuze via het Automatisch filter. Om dit te verhinderen kunt u een bepaalde grafiek ook kopiëren als een statische afbeelding. Hiervoor gaat u als volgt te werk: selecteer de gewenste grafiek. Houd de [Shift]-toets ingedrukt en kies dan pas het menu *bewerken*. Doordat u de [Shift]-toets ingedrukt houdt, bevat het *bewerken*-menu een extra optie: *figuur kopiëren*. Door deze optie te kiezen plaatst u een statische kopie van de grafiek op het WINDOWS-klembord. Het beste resultaat ontstaat als u de opties 'Als op scherm' en 'Figuur' kiest. Zowel in EXCEL als in uw tekstverwerkingsprogramma kunt u de grafiek nu plaatsen via de functie 'plakken' ([Ctrl] + [v]), zonder dat deze zal veranderen door het automatisch filter.

De dynamische grafiek is een normale EXCEL grafiek. U kunt zelf de grafiek aanpassen aan uw wensen.

Knoppen voor extra bewerkingen

Bij het importeren van het .fsr-bestand wordt een aantal knoppen op het werkblad geplaatst ter hoogte van kolom K, zie figuur 133. Deze knoppen hebben betrekking op het werkblad waarop ze geplaatst zijn. De naam van het werkblad is daarom opgenomen in de tekst van elke knop. Voor de het werkblad met de 'trajectdata' is alleen de knop beschikbaar waarmee u de dynamische grafiek verkrijgt.

- **Dynamische grafiek voor ... werkbladnaam**
Met deze knop kunt u alsnog een dynamische grafiek aanmaken, als u daar in het FSR-dialogvenster niet voor gekozen hebt, of als u de dynamische grafiek eerder verwijderd hebt.
- **Rijstroken groeperen voor ... werkbladnaam**
Deze optie maakt het mogelijk om de gegevens van verschillende rijstroken te combineren tot rijbaan-gegevens. Na het groeperen is bijvoorbeeld de intensiteit van een totale rijbaan eenvoudig af te lezen, zonder dat de strookintensiteiten handmatig opgeteld moeten worden. Van de drie grootheden intensiteit, snelheid en dichtheid worden de intensiteiten en de dichtheden per rijstrook eenvoudig opgeteld. De snelheid over de rijbaan wordt opnieuw berekend door de rijbaan-intensiteit te delen door de rijbaan-dichtheid. De vierde grootheid, het aantal strookwisselingen, is in het .fsr-bestand alleen bekend over alle rijstroken samen. Deze grootheid speelt daarom bij het samenvoegen van individuele stroken geen rol.

Als er slechts twee rijstroken aanwezig zijn, verloopt het samenvoegproces automatisch. Er wordt alleen melding gemaakt van de rijstrooknummers die samengevoegd worden. Als er meerdere rijstroken aanwezig zijn, moet u allereerst het *aantal* rijstroken opgeven dat u wilt samenvoegen. Als u voor het maximale aantal rijstroken kiest, geeft EXCEL de rijstrooknummers weer en voegt deze verder automatisch samen. Als u voor minder rijstroken kiest, dient u vervolgens op te geven welke rijstroken u wilt samenvoegen. Tenslotte wordt de vraag gesteld of de oorspronkelijke data verwijderd mag worden. Het verwijderen van de oorspronkelijke data heeft voordelen als u van plan bent basisdiagrammen te laten produceren. Het verwijderen van de oorspronkelijke data beperkt het aantal grafieken namelijk aanzienlijk. De nieuwe rijbaangegevens worden aan de rechterzijde van de gegevenstabel toegevoegd, met in de kop van de nieuwe kolom de rijstrooknummers die gegroepeerd zijn.

- **Basisdiagrammen voor ... *werkbladnaam***
Deze optie produceert voor de gegevens op het werkblad alle basis-grafieken van één detector op een nieuw werkblad. Dit werkblad heeft als naam de naam van het oorspronkelijke werkblad gevolgd door 'Detector x', waarin 'x' het gekozen detectornummer is.

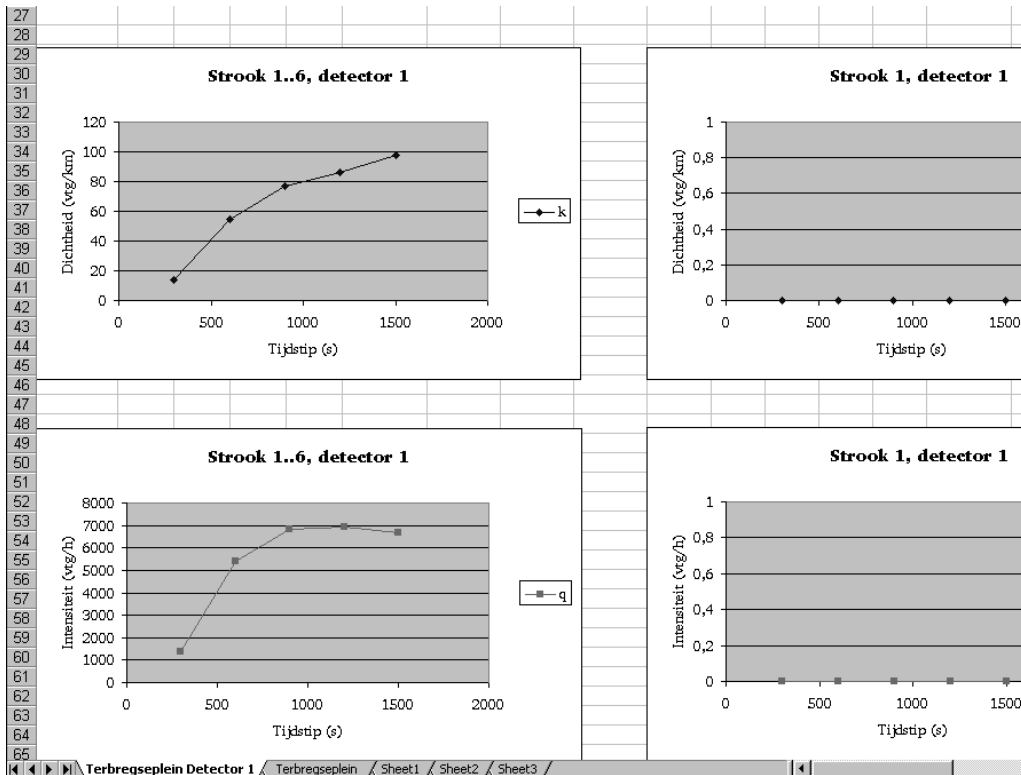
Let op: In EXCEL mag een werkbladnaam niet langer zijn dan 31 karakters. Dit betekent dat de huidige werkbladnaam, voordat u basisdiagrammen laat produceren, niet langer mag zijn dan 20 karakters. U kunt de werkbladnaam verkorten door te dubbelklikken op de tab van het werkblad en vervolgens een kortere naam op te geven.

Na het aanklikken van de knop 'Basisdiagrammen voor ... *werkbladnaam*' volgt één invoerscherm waar u het nummer van de gewenste detector in kunt voeren. Na de detectorkeuze wordt het nieuwe werkblad aangemaakt met de tabellen en basisdiagrammen. Op het nieuwe werkblad staan nieuwe tabellen waarin de grootheden q, u, k, x overzichtelijk gegroepeerd zijn voor de gekozen detector, zie figuur 134. FOSIM toont alleen gegevens voor de stroken waar verkeer is waargenomen. Het is mogelijk dat u naar rechts moet *scrollen* om de gegevens van een volgende strook te zien.

Elke tabel komt overeen met een kolom gegevens van het originele werkblad. Deze tabellen zijn zogenaamde draaitabellen; door op een tabel te klikken met de rechter muisknop en vervolgens 'Draaitabel...' te kiezen, kunt u de instellingen van elke draaitabel wijzigen. Ook kunt u in elke tabel het label voor Tijd (t) selecteren (dubbelklikken) om niet-gewenste tijdstippen te verbergen. Draaitabellen zijn overigens ook praktisch als u FOSIM-uitkomsten verwerkt zonder gebruik te maken van de meegeleverde macro.

Onder de eerste tabel staan zeven grafieken waarin de cijfers uit de tabel op verschillende manieren gevisualiseerd worden. Rechts van de tabel staan de tabellen van de individuele rijstroken, of, als de stroken gegroepeerd zijn, van de rijbanen. Onder elke volgende tabel staan zes grafieken met de visualisatie van de tabelcijfers. Het aantal strookwisselingen is in een .fsr-bestand alleen voor de gehele rijbaan gegeven. Vandaar dat de zevende grafiek, met het aantal rijstrookwisselingen, alleen voorkomt bij de eerste tabel, die de gegevens van alle stroken samen betreft.

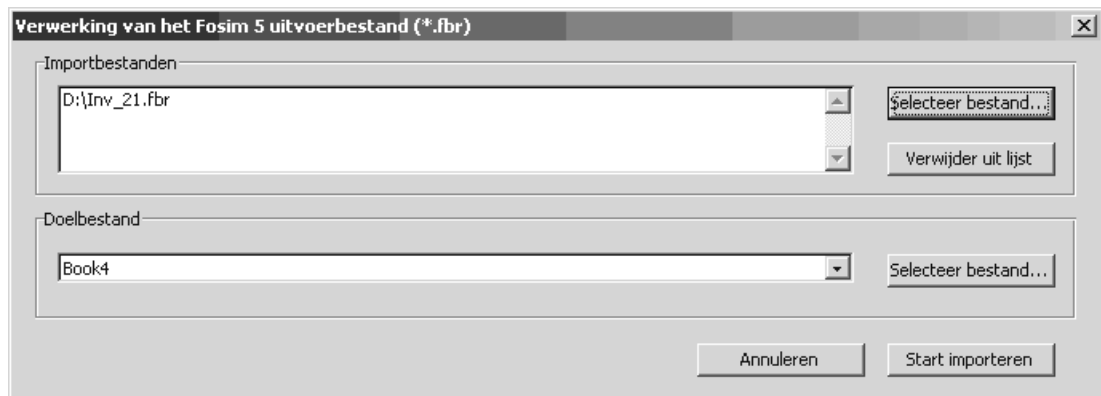
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Strook 1..6	D	x/q/u/k							Strook 1	D	x/q/u/k			
2			1									1			
3	t	k	q	u	x					t	k	q	u	x	
4	300	13,52	1380	102,11	46					300	0	0	0	0	
5	600	54,41	5388	99,03	165					600	0	0	0	0	
6	900	76,72	6840	89,15	100					900	0	0	0	0	
7	1200	85,98	6948	80,81	86					1200	0	0	0	0	
8	1500	97,62	6696	68,59	155					1500	0	0	0	0	
9															
10															



Afbeelding 134: Voorbeeld resultaat basisdiagrammen

4.10.3 Verwerking serieresultaten

Om capaciteit-uitvoerbestanden van FOSIM te verwerken met EXCEL kiest u in het menu *Extra* (*Tools*) voor *Verwerken Fosim 5 fbr-bestand*. Na het selecteren van dit item volgt het FBR-dialogovenster (zie figuur 135).



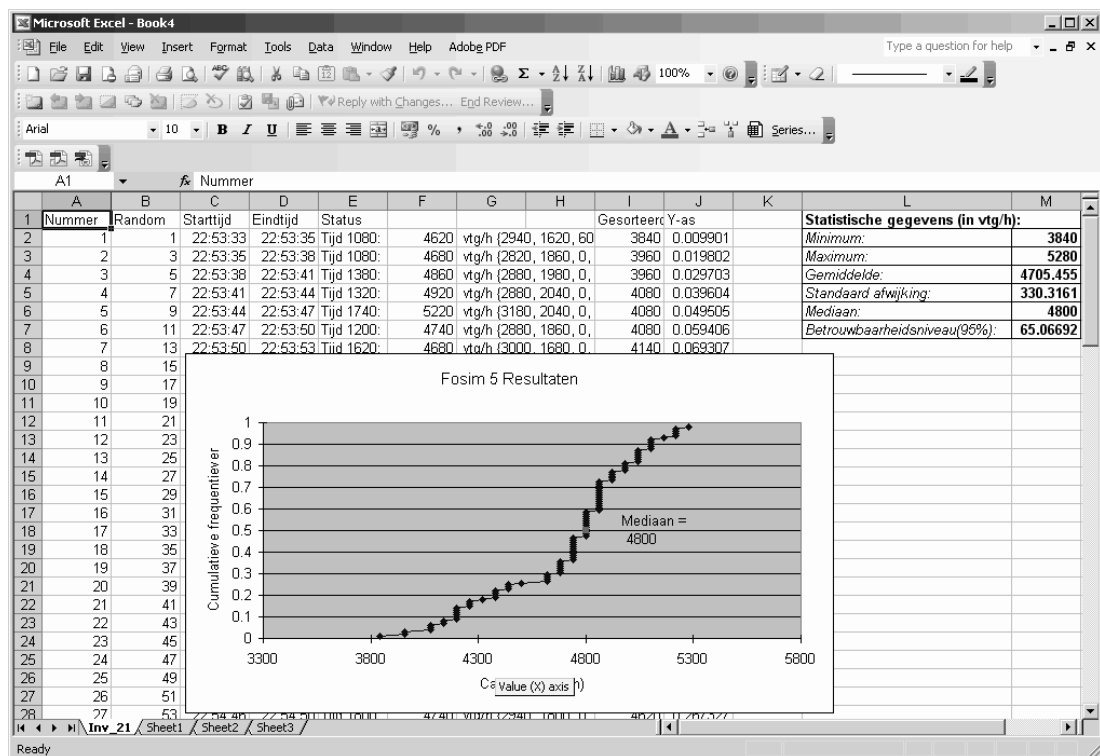
Afbeelding 135: Het dialoogvenster voor het importeren van .fbr-bestanden in Excel

Dit dialoogvenster werkt op dezelfde manier als het FSR-dialoogvenster. Met de knop 'Selecteer bestand...' kunt u bestanden aan de lijst toevoegen en met de knop 'Verwijder uit lijst' verwijdert u een bestandsnaam uit de lijst. Met de knop 'Start importeren' start de verwerking van de .fbr-bestanden. Het resultaat staat in figuur 136.

Op de achtergrond heeft EXCEL de volgende handelingen uitgevoerd:

- het openen of activeren van het doelbestand;
- het importeren van de .fbr-bestanden in het doelbestand op verschillende werkbladen. Voor elk .fbr-bestand afzonderlijk gelden de volgende handelingen:
 - het kopiëren van de capaciteitswaarden naar kolom I;
 - het sorteren van deze kolom;
 - het toevoegen van Y-as gegevens in kolom J;
 - het produceren van een grafiek op basis van de kolommen I en J met de cumulatieve frequentieverdeling van de capaciteitswaarden;
 - het aanmaken van een tabel met de belangrijkste statistische gegevens van de capaciteitswaarden in de kolommen L en M.

Enkele punten uit bovenstaande lijst van handelingen worden hieronder verder uitgewerkt.



Afbeelding 136: Resultaat verwerken .fbr-bestand in Excel

Cumulatieve frequentieverdeling

Uit de cumulatieve frequentieverdeling kan eenvoudig afgelezen worden wat de kans is dat de capaciteit lager of hoger is dan een bepaalde waarde. Bovendien worden vaak bepaalde kentallen van de verdeling gebruikt om de capaciteit mee te specificeren, zoals de mediaan van de verdeling. De mediaan kan direct in de grafiek afgelezen worden, waar de y-waarde gelijk is aan 0,5. De y-waarden komen als volgt tot stand (voor *capaciteitsverdeling* uit het *uitvoer*-menu van FOSIM geldt hetzelfde):

als het totaal aantal capaciteiten gelijk is aan n , is de eerste y-waarde gelijk aan $\frac{1}{n+1}$, de

tweede y-waarde gelijk aan $\frac{2}{n+1}$, enzovoort. De laatste y-waarde is gelijk aan $\frac{n}{n+1}$.

Tabel met statistische gegevens

In de kolommen L en M staat een tabel met de belangrijkste statistische gegevens van de capaciteitsverdeling:

- minimum/maximum [vtg/h]
Deze waarden zijn direct uit de grafiek af te lezen.
- gemiddelde [vtg/h]
- standaardafwijking [vtg/h]
- mediaan [vtg/h]
Deze waarde wordt ook de 50-percentielwaarde genoemd. De mediaan is de middelste waarde uit de capaciteitsverdeling. Bij een dataset met een even aantal datapunten is de mediaan het gemiddelde van de twee middelste datapunten. De mediaan wordt vaak gebruikt als uiteindelijke capaciteitswaarde. De mediaan is minder gevoelig voor extreme minimum- en maximumwaarden in de verdeling dan het gemiddelde.
- betrouwbaarheidsniveau (95%) [vtg/h]
Het *betrouwbaarheidsniveau (95%)* geeft een bandbreedte weer waarbinnen het werkelijke gemiddelde van de verdeling met 95% zekerheid zal liggen, onder de aanname dat de capaciteitsverdeling normaal is.
Voorbeeld: Als de gemiddelde waarde van de steekproef gelijk is aan 10.000 vtg/h en het *betrouwbaarheidsniveau (95%)* is gelijk aan 50 vtg/h, dan kan gesteld worden dat met een zekerheid van 95% de werkelijke gemiddelde waarde van de capaciteitsverdeling zal liggen tussen 9.950 en 10.050 vtg/h.

Het betrouwbaarheidsniveau wordt berekend met de volgende EXCEL-formule:

=CONFIDENCE(0.05;STDEV(*Xwaarden*);COUNT(*Xwaarden*))

Hierin verwijst *Xwaarden* naar de cellen van de capaciteitswaarden in kolom F. Om een ander betrouwbaarheidsniveau te bepalen (ongelijk aan 95%) dient u de waarde 0,05 in de formule aan te passen. Deze 0,05 is gelijk aan 1 - 0,95. Bij een betrouwbaarheidsniveau van 85% wordt de formule bijvoorbeeld gelijk aan:

=CONFIDENCE(0.15;STDEV(*Xwaarden*);COUNT(*Xwaarden*)).

Literatuur

Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'CAPACITEITSWAARDEN INFRASTRUCTUUR AUTOSNELWEGEN - HANDBOEK, VERSIE 2', Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2002

Bos, M.D. van den, 'DE VERKEERSAFWIKKELING OP HELLINGEN - AFSTUDEERRAPPORT', Delft: Technische Universiteit Delft, 2002

Bouwdienst Rijkswaterstaat, 'HANDLEIDING SIMVRA+', Apeldoorn: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Bouwdienst, 1998

Bullen, A.G.R., 'DEVELOPMENT OF COMPACT MICROSIMULATION FOR ANALYSING FREEWAY OPERATIONS AND DESIGN', In: Transportation Research Record 841, Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1982

Leeuw, A.M. de, 'FOSIM 4.1 - AANVULLING OP DE GEBRUIKERSHANDLEIDING VAN VERSIE 4.0', Delft: Laboratorium voor Verkeerskunde, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, Technische Universiteit Delft, 2000

Dijker, T. & P. Knoppers, 'FOSIM 5.0 - PROGRAMMABESCHRIJVING', Delft: Transport & Planning, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, Technische Universiteit Delft, 2004

Minderhoud, M.M. & K. Kirwan, 'VALIDATIE FOSIM VOOR ASYMMETRISCHE WEEFVAKKEN - CAPWEEF FASE 1', Delft: Laboratorium voor Verkeerskunde, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, Technische Universiteit Delft, 2001

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 'RICHTLIJNEN VOOR HET ONTWERPEN VAN AUTOSNELWEGEN', 's-Gravenhage: SDU Uitgeverij, 1993

Schuurman, H. & R.G.M.M. Vermijs, 'ONTWIKKELING VAN HET MIKROSIMULATIE-MODEL FOSIM VOOR WEEFVAKKEN EN INVOEGINGEN', Delft: Laboratorium voor Verkeerskunde, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft, 1993

Soest, J. van, 'ELEMENTAIRE STATISTIEK', Delft: Delftse Uitgevers Maatschappij, 1997

Transportation Research Board, 'HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000', Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2000

Transpute & TU Delft, 'PROGNOSE VERKEERSAFWIKKELING TERBREGSEPLEIN - EFFEKTEN VAN HET PROJECT VRACHTSTROKEN A20 EN A16 - 2E FASE OP DE VERKEERSAFWIKKELING', Gouda: Transpute, 1995

Vermijs, R.G.M.M., 'KALIBRATIE EN VALIDATIE VAN HET MIKROSIMULATIEMODEL FOSIM VOOR SYMMETRISCHE WEEFVAKKEN', Delft: Laboratorium voor Verkeerskunde, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft, 1991

Vermijs, R.G.M.M., 'HET MIKROSIMULATIEMODEL FOSIM - BESCHRIJVING VAN HET KOMPUTERPROGRAMMA', Delft: Laboratorium voor Verkeerskunde, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft, 1992

Vermijs, R.G.M.M. & F. Middelham, 'HET MIKROSIMULATIEMODEL FOSIM - GEBRUIKERSHANDLEIDING BIJ VERSIE 3', Delft: Laboratorium voor Verkeerskunde, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft, 1998

Wiedemann, R., 'TRAFFIC FLOW SIMULATION', Karlsruhe: Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Heft 8, 1974

Bijlagen

Bijlage 1: Installatie

Systeemeisen

Minimaal:

Besturingssysteem	Microsoft WINDOWS 95/98/NT/2000/ME/XP
Processor en geheugen	Intel Pentium III, 32 MB
Beeldscherm	256 kleuren 800 x 600 beeldpunten

Aanbevolen:

Besturingssysteem	Microsoft WINDOWS 95/98/NT/2000/ME/XP
Processor en geheugen	Intel Pentium IV / AMD Athlon 64, 128 MB
Beeldscherm	16 miljoen kleuren 1024 x 768 beeldpunten

Installeren

Voor de installatie van FOSIM is het installatieprogramma nodig samen met een licentiebestand. Dit licentiebestand, 'Fosim.key', bevat de naam van de licentiehouder en zonder dit bestand is het niet mogelijk om FOSIM te gebruiken. De licentiebestanden die gebruikt versies ouder dan FOSIM 5.0 zijn niet meer geschikt voor FOSIM 5.1.

Voor de installatie van FOSIM gaat u als volgt te werk:

- start het FOSIM-installatiebestand 'Setup.exe'. Waar dit bestand zich bevindt is afhankelijk van de manier waarop FOSIM aan u geleverd is (bijvoorbeeld op een CD-ROM);
- bevestig in het installatieprogramma de standaardinstelling voor de locatie van FOSIM 5.1 op de harde schijf of selecteer een andere directory;
- start na afloop van de installatie FOSIM 5.1. Alleen de eerste keer vraagt FOSIM om het licentiebestand. Kies 'Ja' op de vraag of u dit bestand wilt opzoeken en selecteer het bestand 'Fosim.key' (dit bestand hoort bij FOSIM geleverd te zijn). Dit licentiebestand wordt nu automatisch gekopieerd naar de directory van FOSIM en het programma is vervolgens klaar voor gebruik.

VERWIJDEREN

Voor het verwijderen van FOSIM kunt u gebruik maken van de standaard-verwijderingsprocedure van WINDOWS. Kies in het WINDOWS Start-menu *Instellingen* (Settings) en vervolgens *Configuratiescherm* (Control Panel). Kies in dit venster *Toevoegen/verwijderen programma's* (Add/Remove Programs) en selecteer FOSIM 5.1 uit de getoonde lijst van verwijderbare programma's.

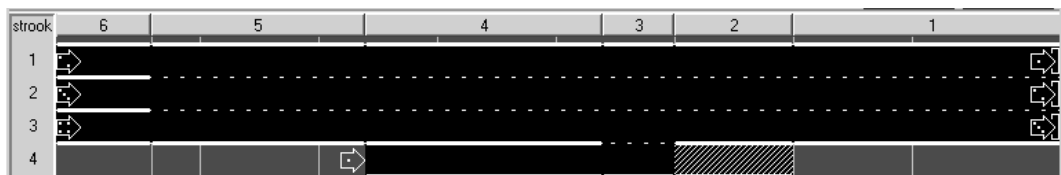
Bijlage 2: Conversie van oude FOSIM-bestanden naar FOSIM 5.0/5.1

FOSIM gaat vanaf versie 5.0 anders om met herkomsten en bestemmingen dan in versies eerder dan FOSIM 5.0. De belangrijkste verandering is dat vanaf versie 5.0 herkomsten en bestemmingen altijd de gehele rijbaan betreffen in plaats van één strook. Het gevolg hiervan is dat het noodzakelijk kan zijn oude invoerbestanden aan te passen voordat ze ingelezen worden in de nieuwe FOSIM-versie. Deze aanpassingen moeten ervoor zorgen dat de verkeergegevens uit het oorspronkelijke invoerbestand in FOSIM 5.0 of 5.1 bij de juiste herkomsten en bestemmingen blijven horen.

De benodigde aanpassingen zijn als volgt:

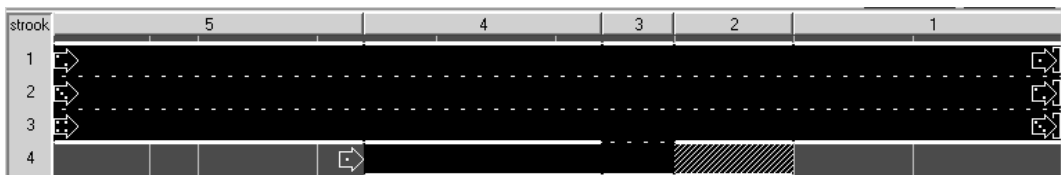
1. in eerdere versies kon het voorkomen dat stroken die samen een rijbaan dienden te vormen, in eerste instantie bij de herkomst gescheiden waren in enkele stroken. Zorg ervoor dat ze in FOSIM nu daadwerkelijk altijd één rijbaan vormen.

Figuur B2.1 geeft een voorbeeld van een invoerbestand gebruikt in FOSIM 4.2. Hierin begint de driestrooks hoofdrijbaan met enkele stroken.



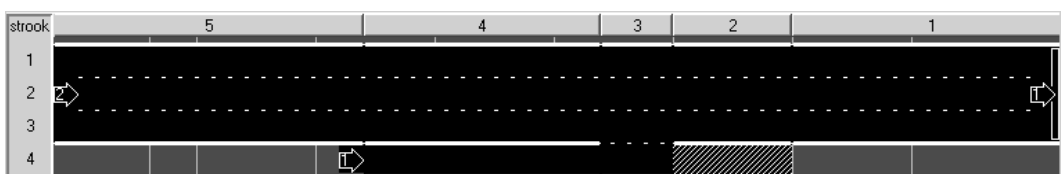
Afbeelding B2.1: Oorspronkelijk wegvak in FOSIM 4.2

Pas dit wegvak aan tot het wegvak in figuur B2.2.



Afbeelding B2.2: Aangepast wegvak in FOSIM 4.2

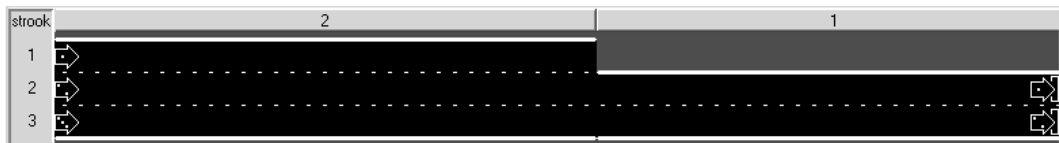
Dan verbindt FOSIM 5.0 (of nieuwer) de verkeersgegevens van de drie oorspronkelijke herkomsten van de hoofdrijbaan aan een één herkomst (zie figuur B2.3).



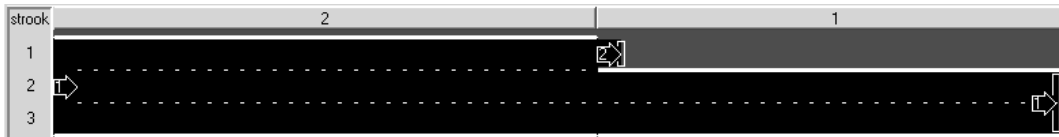
Afbeelding B2.3: Aangepast wegvak in FOSIM 5.0 (of nieuwer)

2. als een strook direct gevolgd wordt door een onverharde strook ('gras'), plaatst FOSIM 5.0 (of nieuwer) hier een bestemming, terwijl dit in eerdere versies niet het geval was. Om te zorgen dat in de nieuwe versie van FOSIM op dezelfde plaatsen bestemmingen staan als in versies voor FOSIM 5.0, is het dan ook noodzakelijk in het oude invoerbestand in dit soort gevallen na het beëindigen van een strook een afgestreepte of afgezette strook toe te passen. Figuur B2.4 geeft een voorbeeld.

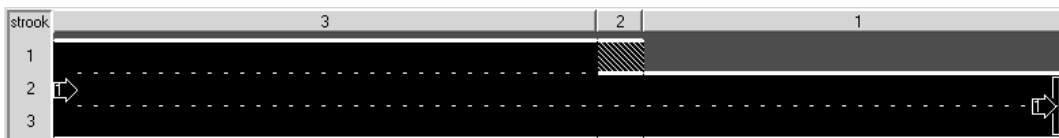
Beëindigen strook met onverhard strooktype in versie 4.2 ...



... leidt tot een nieuwe bestemming in versie 5.0/5.1.



Oplossing: een afgestreepte of afgezette strook toepassen



Afbeelding B2.4: Plaatsing bestemmingen bij beëindigen strook

- Vanaf FOSIM 5.0 bestaan er speciale taperelementen, welke in eerdere versies nog niet voorkwamen. U dient deze te gebruiken indien u in een oud invoerbestand een tapersamenvoeging of -uitvoeging nabootste.

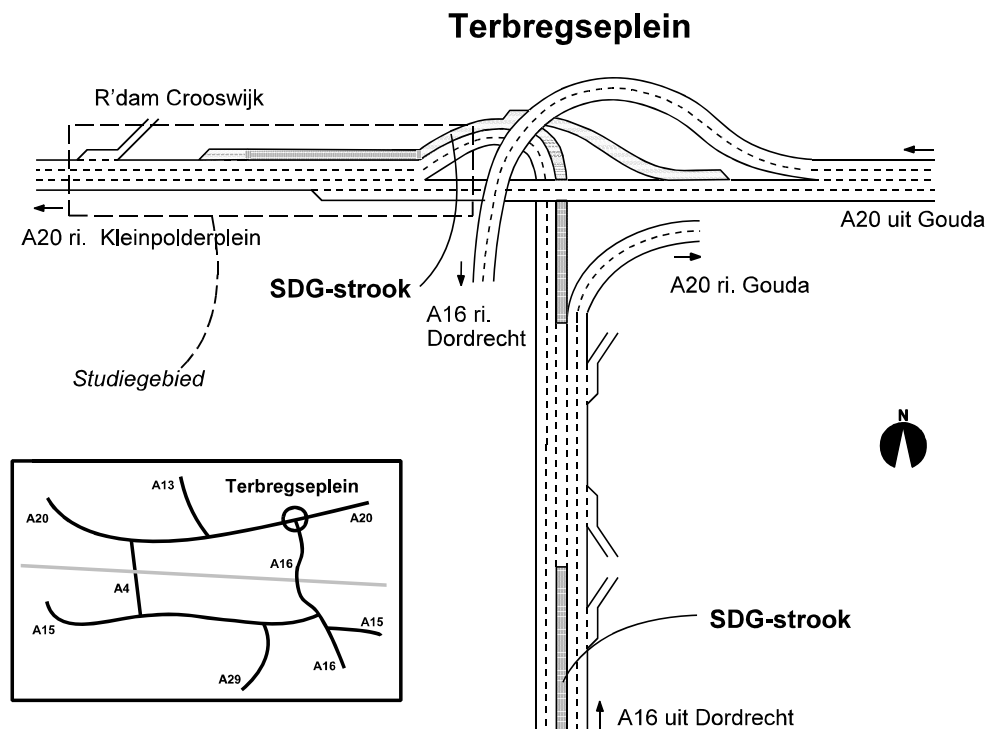
Let op: U moet de aanpassingen altijd in een oude FOSIM-versie uitvoeren, waarna u het bestand inleest in FOSIM 5.0/5.1. Het is verstandig vervolgens te controleren of de verkeersgegevens in de nieuwe versie zijn zoals bedoeld. Het strookwisselgedrag moet overigens *altijd* opnieuw aangemaakt worden in de nieuwe FOSIM-versie.

Bijlage 3: Praktijkvoorbeeld Terbregseplein

Deze bijlage geeft een voorbeeld van het praktisch gebruik van FOSIM. Dit gebeurt door te beschrijven hoe met simulatie de capaciteit van een bestaand wegvak bepaald kan worden, namelijk van een deel van het Terbregseplein te Rotterdam. De wegvakconfiguratie is te vinden in het meegeleverde bestand TERBREGSEPLEIN.FOS en is eerder gebruikt in een onderzoek van TRANSPUTE & TU DELFT (1995). Deze bijlage volgt nauwkeurig de stappen gegeven in hoofdstuk 3 van deze handleiding, zoals ook aangegeven met verwijzingen naar de relevante paragrafen in hoofdstuk 3. In zowel deze bijlage als in hoofdstuk 3 zijn de uit te voeren stappen geaccentueerd met kaders om de betreffende tekst. Het voorbeeld dient overigens alleen ter illustratie van het gebruik van FOSIM, en is niet bedoeld om conclusies uit af te leiden over de situatie op het Terbregseplein.

➔ § 3.2 De werkelijkheid schematiseren

Het studiegebied betreft een gedeelte van de A20, Gouda richting Hoek van Holland, vanaf het Terbregseplein tot aan de oprit Rotterdam Crooswijk. In figuur B3.1 is dit studiegebied aangegeven. De A20 en de A16 uit de richting Dordrecht voegen samen met twee maal twee rijstroken. Vervolgens wordt de linker strook beëindigd, zodat een driestrooks rijbaan resulteert. Op deze rijstroken is geen vrachtverkeer aanwezig, omdat er speciale doelgroepstroken (SDG-stroken) zijn voor het vrachtverkeer. Deze beide vrachtstroken vanaf de A16 en vanaf de A20 komen samen tot één rijstrook om op enige afstand van de rijstrookvermindering in te voegen op de hoofdrijbaan. Na ruim 1 km voegt verkeer vanuit Rotterdam Crooswijk in op de hoofdrijbaan.¹⁰



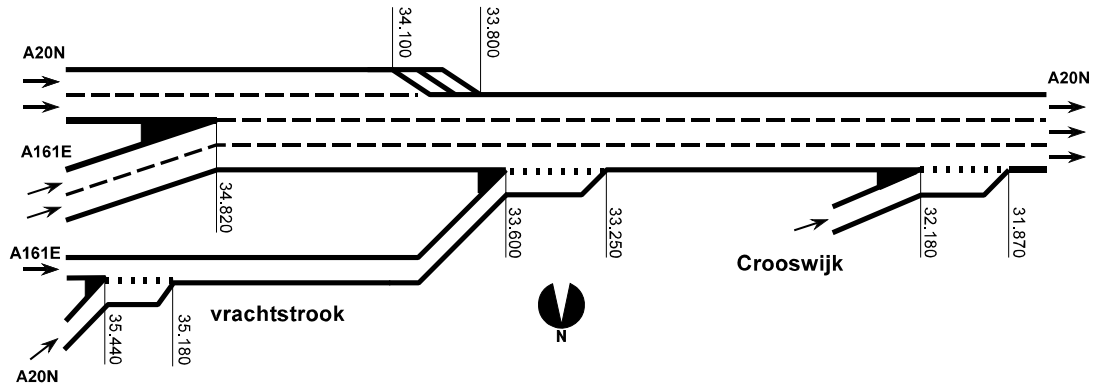
Afbeelding B3.1: Positie studiegebied

¹⁰ De actuele situatie op het Terbregseplein is overigens (qua belijning) enigszins gewijzigd ten op zichte af van de situatie waar dit voorbeeld van uit gaat.

➔ § 3.2.1 Schematisering fysieke infrastructuur

1. Onderscheid alle delen van de weg waarin de dwarsdoorsnede constant is. Bepaal de lengtes van deze secties en de coördinaten van de sectiegrenzen.

In figuur B3.2 is een schematisering van het bewuste wegvak opgenomen. Op plaatsen waar de dwarsdoorsnede verandert, is een coördinaat weergegeven. De richting van de noordpijl is bewust omgedraaid, omdat in FOSIM de voertuigen van links naar rechts rijden.



Afbeelding B3.2: Schematisering wegvak

2. Noteer binnen elke sectie welk strooktype geldt.

Zoals in de meeste gevallen, is ook voor dit wegvak deze stap triviaal.

3. Onderscheid alle secties waarbinnen de 'lokale kenmerken' (dat wil zeggen, het inhaalverbod voor vrachtverkeer, de maximumsnelheid, snelheidsonderdrukking, en de aanwezigheid van plus-/spitsstroken) constant zijn. Voeg deze sectiegrenzen toe aan de eerder onderscheiden sectiegrenzen.

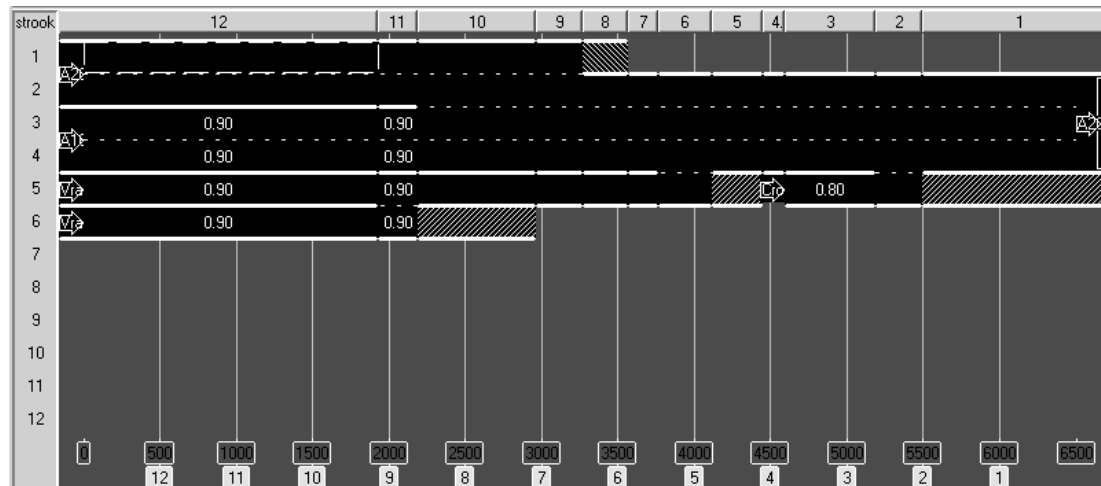
Op de gehele weg geldt een snelheidslimiet van 100 km/h. Verder is op een deel van de weg snelheidsonderdrukking toegepast, namelijk zoals weergegeven in figuur B3.3. In dit geval is het niet nodig extra secties aan te brengen om de snelheidsonderdrukking mogelijk te maken. De snelheidsonderdrukking van 0,90 is opgegeven omdat dit weggedeelte zich in een boog bevindt. Op de oprit Crooswijk is een snelheidsonderdrukking van 0,80 toegepast, omdat deze oprit te kort is om volledig te accelereren. Er is geen sprake van een inhaalverbod voor het vrachtverkeer of van de toepassing van plus-/spitsstroken.

4. Indien te verwachten is dat verkeersregelingen op het onderliggend wegennet de verkeersafwikkeling op de autosnelweg beïnvloeden, vertaal deze regelingen naar eenvoudige starre regelingen en plaats in de schematisatie van het wegvak de benodigde verkeerslichten.

Bij deze simulatiestudie zijn geen verkeersregelingen toegepast. Het is echter denkbaar een verkeerslicht te plaatsen bij de toerit Crooswijk om de invloed van de regeling bij de aansluiting mee te nemen.

5. Voer, indien van toepassing, de gegevens in van de tijdelijke blokkade die tijdens de simulatie moet plaatsvinden.

Er is tijdens de simulatie geen sprake van een tijdelijke blokkade.



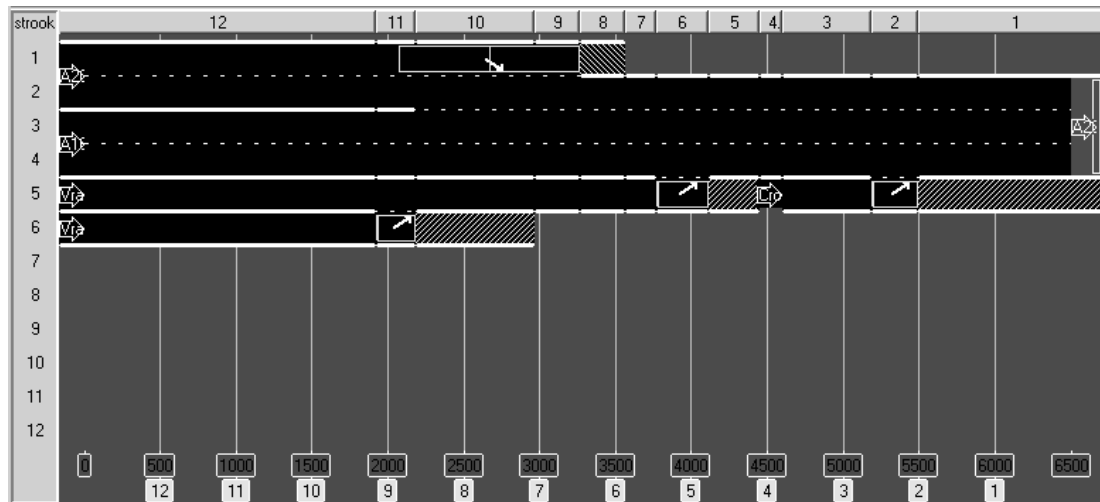
Afbeelding B3.3: Gekozen strooktypen en snelheidsonderdrukking

➔ § 3.2.2 Schematisering strookwisselen

1. Indien gewenst toevoegen secties ten behoeve van markeringen die de strookwisselgebieden verlengen.

In dit geval is het niet nodig dergelijke secties aan te maken. Ze zullen eerder een rol spelen bij het simuleren van het verkeer op een weefvak (zie hiervoor de voorbeeld-bestanden die met FOSIM 5.1 zijn meegeleverd en in bijlage 4 beschreven).

2. Vastleggen van de drie parameters (lengte verplicht strookwisselen, lengte gewenst strookwisselen, additionele lengte verplicht strookwisselen) en automatisch genereren strookwisselgebieden.



Afbeelding B3.4: Verplicht en gewenst strookwisselen

In dit geval speelt de additionele lengte geen rol: er moet op de verschillende locaties per keer maximaal één strook naar links of naar rechts gewisseld worden. Voor de lengte van het verplicht en gewenst strookwisselen wordt beide 600 m aangenomen. Het resultaat van het gegenereerde strookwisselen staat in figuur B3.4.

3. Controleren van alle automatisch gegenereerde strookwisselgebieden. Bij de toepassing van spits-/plusstroken dient deze controle plaats te vinden voor alle tijdens de simulatie optredende combinaties van groepen. Waar nodig aanpassen van de automatisch gegenereerde lengtes en opgeven splitsingspercentages.

Voor de hier beschouwde situatie levert het automatisch genereren van het strookwisselen direct een geschikt resultaat op.

➡ § 3.2.3 Schematisering verkeersbelasting

Wanneer congestie ontstaat, betekent dat op een locatie op het wegvak de capaciteit is bereikt. Hierop aansluitend kan gesteld worden dat om met simulatie de capaciteit te bepalen, het wegvak in de simulatie zodanig belast moet worden dat er inderdaad congestie ontstaat. Twee belangrijke factoren in het intensiteitenverloop die de capaciteit bepalen zijn de verhouding tussen de verschillende verkeersstromen en het percentage vrachtverkeer.

Om zeker te zijn dat congestie ontstaat, wordt het intensiteitenverloop gedurende de simulatie steeds verder verhoogd. Hierbij blijft de verhouding tussen de verkeersstromen en het percentage vrachtverkeer constant. De snelheid waarmee het intensiteitenverloop toe dient te nemen hangt samen van het gebruikte aggregatie-interval (zie §3.2.3, stap 2)

Er is de volgende verkeersprognose beschikbaar voor de te onderzoeken situatie:

Herkomst	Prognose-intensiteit [vtg/h]
A16 personenauto's	2500
A16 vrachtauto's	300
A20 personenauto's	3700

A20 vrachtauto's	300
Crooswijk (6% vracht)	500
Totaal	7300

Tabel B3.1: Prognosecijfers wegvak A20 Terbregseplein - Crooswijk

1. Specificeer de verkeerssamenstelling voor elke herkomst.

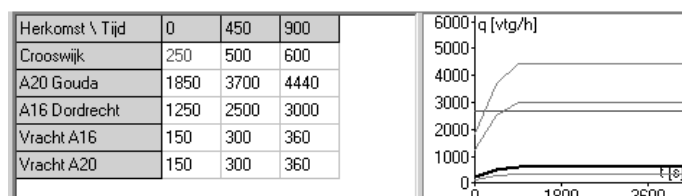
In de schematisatie is aangenomen dat al het vrachtverkeer gebruik maakt van de doelgroepbanen ('vrachtstrook'). Verder is de aanname dat het aandeel zwaar vrachtverkeer (type 5) groter is dan het aandeel licht vrachtverkeer (type 4). Op de herkomsten van de hoofdrijbanen genereert FOSIM alleen personenauto's (type 1, 2 en 3). Van ieder type wordt evenveel aangemaakt. Vanaf de samenvoeging Crooswijk komt zowel vracht- als personenverkeer. Er is hier een aandeel vrachtverkeer van 6% aangenomen. Deze gegevens zijn direct in te voeren in FOSIM. Figuur B3.5 laat het resultaat per voertuigbestuurdercombinatie zien.

Verkeer: Samenstelling	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Wijzig: <input type="radio"/> Fractie vrachtverkeer <input checked="" type="radio"/> Alle voertuigtypen	Crooswijk	1: 31.3%				2: 31.3%				3: 31.3%	3: 31.3%
	A20 Gouda	1: 34.0%				2: 33.0%				3: 33.0%	
	A16 Dordrecht	1: 34.0%				2: 33.0%				3: 33.0%	
	Vracht A16				4: 45.0%					5: 55.0%	
	Vracht A20				4: 30.0%					5: 70.0%	

Afbeelding B3.5: Toegepaste voertuigtypeverdeling

2. Bepaal het intensiteitenverloop per herkomst. Voor elk tijdstip kan een waarde opgegeven worden, waarna de intensiteiten voor de tussenliggende tijdstippen volgen met lineaire interpolatie.

De intensiteiten worden nu vanaf een laag niveau (50% van de prognosewaarde) op $t=0$ s opgehoogd tot aan de prognose-intensiteit op $t=450$ s. In dit stadium is het nog niet duidelijk of er met deze intensiteiten congestie bereikt wordt. Daarom wordt ook na het bereiken van de prognose-intensiteit de intensiteit verder opgehoogd, tot aan 120% op $t=900$ s. Uit testsimulaties is namelijk gebleken dat bij 120% procent van de prognose-intensiteit altijd congestie optreedt en tevens dat het voor de generatoren nog steeds mogelijk is om deze intensiteiten te genereren. Het resultaat hiervan staat in figuur B3.6.



Afbeelding B3.6: Toegepast intensiteitenverloop

3. Geef voor elke herkomst aan welk deel van de voertuigen naar welke bestemming wil. Dit kan per voertuig-bestuurdercombinatie gebeuren, zodat voor vrachtverkeer een andere HB kan gelden dan voor het overige verkeer. Het HB-patroon is constant gedurende de simulatie.

In dit voorbeeld is er slechts één bestemming, de hoofdrijbaan van de A20.

➡ §3.2.4 Bepalen locaties detectoren

Het meten van de capaciteit dient stroomafwaarts van de bottleneck plaats te vinden. Enige proefsimulaties geven inzicht in de locatie van de bottleneck. Het blijkt dat de capaciteit praktisch tegelijk bereikt wordt ter plaatse van de invoeging Crooswijk en de invoeging van de doelgroeprijbaan. Wanneer om de 500 m zich detectoren bevinden op het wegvak (zie afbeelding B3.3), betekent dit dat detector 1 de capaciteit meet. De overige detectoren dienen om te registreren of het afbreekcriterium (onderschreiden grenswaarde geaggregeerde snelheid) is bereikt, en dus congestie is ontstaan. In dat geval beëindigt FOSIM de simulatie-run en slaat het de maximale intensiteit op.

➡ §3.3 Het uitvoeren van de simulaties

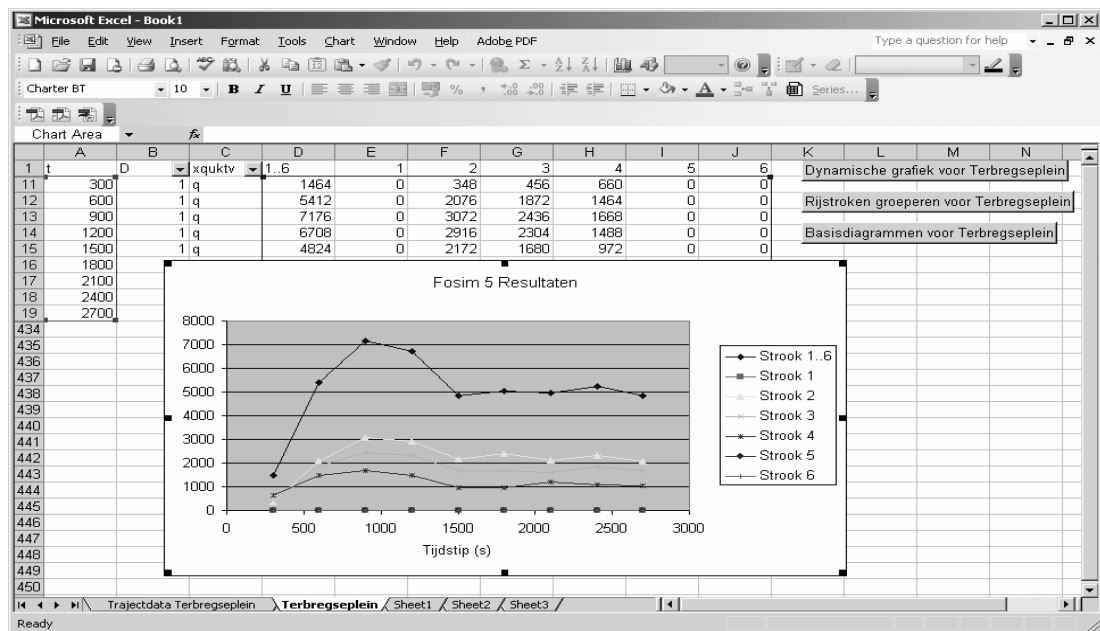
Het bepalen van de capaciteit gebeurt met *serie* in het menu *simulatie*. In totaal worden in dit voorbeeld met *serie* 100 simulaties uitgevoerd om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de capaciteit. De volgende paragraaf, 'Analyseren van de simulatieresultaten' gaat in op de daadwerkelijk bereikte nauwkeurigheid.

Als aggregatieperiode wordt gekozen voor vijf minuten, ingesteld in het menu *simulatie* → *instellingen*. Verder wordt gebruik gemaakt van een maximale simulatieduur van één uur. Als voor het verstrijken van dit uur op een meetraai gedurende een meetinterval een snelheid lager dan 40 km/h wordt gemeten, breekt FOSIM de simulatie-run af en bewaart de hoogst gerealiseerde intensiteit op detector 1 als de capaciteit van deze simulatie-run. Er is gekozen voor de grenswaarde van 40 km/h nadat met enige testsimulaties is gecontroleerd of dit een geschikte snelheid is om te bepalen of congestie is ontstaan. Er wordt overigens gekeken naar de snelheden en intensiteiten over de gehele rijbaan. Indien gewenst kan in plaats hiervan een selectie gemaakt worden uit de aanwezige stroken.

➡ §3.4 Analyseren van de simulatieresultaten

Na het uitvoeren van de 100 simulaties zijn er verschillende bestanden met resultaten beschikbaar. De bij FOSIM geleverde invoegtoepassing voor Microsoft EXCEL is beschikbaar voor het verwerken van de .fsr- en .fbr-uitvoerbestanden.

Opmerking: In het geval u niet de invoegtoepassing gebruikt, kunnen er complicaties ontstaan met betrekking tot...Er kunnen met sommige spreadsheets problemen zijn met het inlezen van het .fsr -bestand. Het is namelijk noodzakelijk dat het decimaal-teken in het spreadsheetprogramma ingesteld staat op een punt, niet op een komma. Als dit problemen oplevert, dienen de punten in het bestand vervangen te worden door komma's, vóórdat het bestand geopend wordt in het spreadsheetprogramma. Dit vervangen kan eenvoudig plaatsvinden in een teksteditor. Het *.fbr -bestand kan zonder meer ingelezen worden, omdat de capaciteiten in dit bestand geen decimalen bevatten. Wanneer u de meegeleverde invoegtoepassing gebruikt, wordt overigens bovenstaand probleem automatisch verholpen.



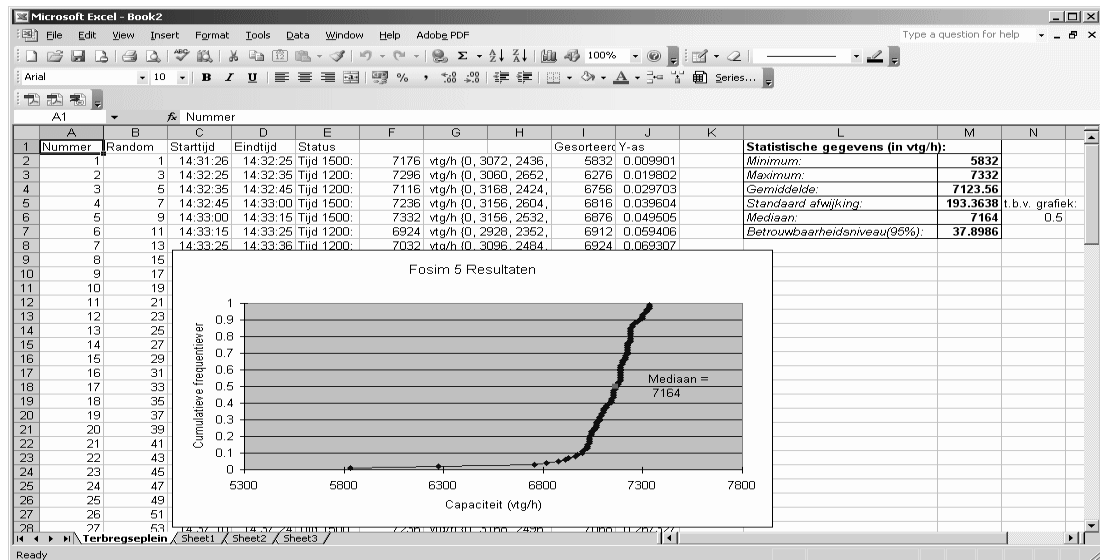
Afbeelding B3.7: Resultaat invoegtoepassing voor .fsr-bestand

Analyse van 'TERBREGSEPLEIN.FSR'

Het inlezen van TERBREGSEPLEIN.FSR met de invoegtoepassing gebeurt zoals beschreven is in paragraaf 4.10. Het resultaat is te vinden in afbeelding B3.7. Deze figuur geeft een grafiek weer van het intensiteitsverloop van detector 1. De hoogste waarde uit deze grafiek (7176 vtg/h) is terug te vinden als de eerste capaciteitswaarde in het .fbr -bestand. In plaats van het intensiteitsverloop is het ook mogelijk de snelheid en de dichtheid als functie van de tijd uit te zetten. Verder kunnen alle basisdiagrammen gereproduceerd worden.

Analyse van 'TERBREGSEPLEIN.FBR'

Voor de capaciteitsbepaling is het bestand TERBREGSEPLEIN.FBR ingelezen met de EXCEL-invoegtoepassing. Figuur B3.8 toont de cumulatieve frequentieverdeling van de capaciteit, evenals enige statistische gegevens. Op basis van de geprognosticeerde intensiteit en de mediaanwaarde van de capaciteit is een I/C-verhouding te berekenen: deze bedraagt op basis van de simulaties 1,02.



Afbeelding B3.8: Resultaat invoegtoepassing voor .fbr-bestand

Nu een schatting van de standaarddeviatie bekend is (193,36), is het mogelijk de bereikte nauwkeurigheid te berekenen volgens de formule uit paragraaf 3.3:

$$100 = \frac{1,96^2}{d^2} \cdot 193,36^2$$

Hieruit volgt dat de nauwkeurigheid d met een zekerheid van 95% ($Z=1,96$) gelijk is aan plus of min 37,89 vtg/h.

Conclusie

De I/C-verhouding op basis van de mediaanwaarde is gelijk aan 1,02. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat de geprognosticeerde intensiteit niet file-vrij afgewikkeld kan worden: de geprognosticeerde intensiteit van 7300 vtg/h valt binnen de capaciteitsverdeling. Uitgaande van de spreiding die uit de FOSIM-simulatie volgt, kan de conclusie ook als volgt gedefinieerd worden: in ca. 95% van de gevallen is de capaciteit van het wegvak ontoereikend. De spreiding die FOSIM berekent is overigens kleiner dan de spreiding die in realiteit voorkomt. FOSIM veronderstelt immers droog weer en een goed wegdek, terwijl regen en duisternis de capaciteit reduceren. Dergelijke omstandigheden zouden kunnen leiden tot een nog negatievere I/C-verhouding dan al uit FOSIM blijkt.

Bijlage 4: Standaard FOSIM-invoerbestanden

Bij FOSIM 5.1 worden 19 invoerbestanden meegeleverd met daarin veel voorkomende wegvakconfiguraties. In tabel B4.1 is van elk bestand de bestandsnaam en een beschrijving opgenomen. Deze voorbeeldbestanden kunnen op twee verschillende manieren toegepast worden.

Allereerst is het mogelijk om een voorbeeldbestand te wijzigen en dit vervolgens op te slaan onder een andere bestandsnaam. Verder is het mogelijk om een gedeeltelijk of volledig invoerbestand in een ander invoerbestand (het doelbestand) op te nemen. De meest handige manier hiervoor is als volgt:

- open FOSIM twee maal: éénmaal met het voorbeeldbestand en éénmaal met het doelbestand;
- ga naar het FOSIM-venster met het voorbeeldbestand;
- kies *strookdefinitie* uit het menu *wegontwerp*;
- selecteer in het voorbeeldbestand het gewenste wegvak;
- kies *kopiëren* uit het menu *bewerken*;
- ga naar het doelbestand in de andere geopende versie van FOSIM 5.0;
- kies één van de manieren om te *plakken* uit het menu *bewerken*.

Bij het kopiëren wordt het strookwisselgedrag niet meegenomen.

Bij de ontwikkeling van de voorbeeldbestanden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- voor alle invoerbestanden is het percentage vrachtverkeer *per rijbaan* 10%;
- het intensiteitsverloop wordt eerst lineair opgehoogd vanaf het starttijdstip tot aan 900 seconden om daarna 1500 seconden constant te blijven. De intensiteit neemt vervolgens af en is op het tijdstip 3600 seconden weer gelijk aan de oorspronkelijke intensiteit;
- de tijdstapgrootte is gelijk aan 0,5 seconde;
- elke 500 m is een detector aanwezig;
- de intensiteiten zijn zodanig dat in elk invoerbestand met het merendeel van de startwaarden voor de randomgenerator congestie ontstaat;
- de maximumsnelheid is gelijk aan 120 km/h;
- bij de twee bestanden met werk in uitvoering (*Wiu1_2.fos* en *Wiu2_2.fos*) is een snelheidsonderdrukking toegepast van 80%. Dit betekent dat de langzaamste voertuigen (type 5) ter plaatse van het werkvak een wenssnelheid hebben van 68 km/h en de snelste voertuigen (type 1) een wenssnelheid van 100 km/h;
- omdat het gaat om voorbeelden en niet om specifieke, werkelijk bestaande wegvakken, is voor het strookwisselgedrag een vrij globale inschatting gemaakt.

Bestands-naam	Beschrijving
Afv_21.fos	Tweestrooks rijbaan waarvan de linker strook beëindigd wordt
Afv_32.fos	Driestrooks rijbaan waarvan de linker strook beëindigd wordt
Inv_21.fos	Tweestrooks rijbaan met enkelstrooks invoeging
Inv_21b.fos	Tweestrooks rijbaan met enkelstrooks invoeging, waarbij de invoegende rijbaan is teruggebracht van twee rijstroken naar één rijstrook
Inv_31.fos	Driestrooks rijbaan met enkelstrooks invoeging
Uitv_21.fos	Tweestrooks rijbaan met enkelstrooks uitvoeging
Uitv_31.fos	Driestrooks rijbaan met enkelstrooks uitvoeging
Wiul_2.fos	Tweestrooks rijbaan met Werk In Uitvoering op linker strook
Wiur_2.fos	Tweestrooks rijbaan met Werk In Uitvoering op rechter strook
Weef_11.fos	Symmetrisch weefvak tussen twee enkelstrooks rijbanen
Weef_21.fos	Symmetrisch weefvak tussen een tweestrooks en een enkelstrooks rijbaan
Weef_31.fos	Symmetrisch weefvak tussen een driestrooks en een enkelstrooks rijbaan
Weef_41.fos	Symmetrisch weefvak tussen een vierstrooks en een enkelstrooks rijbaan
Weef_42.fos	Symmetrisch weefvak tussen een vierstrooks en een tweestrooks rijbaan
Weef_22.fos	Symmetrisch weefvak tussen twee tweestrooks rijbanen
Weef_32.fos	Symmetrisch weefvak tussen een driestrooks en een tweestrooks rijbaan
Wf_22_31.fos	Asymmetrisch weefvak van twee plus twee naar drie plus één rijstroken
Tap_43.fos	Tapersamenvoeging van twee tweestrooks rijbanen tot één driestrooks rijbaan
Spitsstr.fos	Tweestrooks wegvak met spitsstrook tussen twee aansluitingen

Tabel B4.1: Voorbeeldbestanden FOSIM 5.1

Bijlage 5: Technische Informatie EXCEL-invoegtoepassing¹¹

Het is mogelijk om de invoegtoepassing voor EXCEL naar uw wensen aan te passen. Te denken valt aan relatief eenvoudige wijzigingen zoals het veranderen van de grafiektitels en -opmaak, maar ook aan ingrijpende wijzigingen zoals het toevoegen van compleet nieuwe functies. Deze bijlage geeft enige achtergrondinformatie over de wijzigingsprocedure en over de structuur van de invoegtoepassing.

Wijzigingsprocedure

De invoegtoepassing is geschreven in de macrotaal die standaard bij EXCEL meegeleverd wordt: Microsoft Visual Basic. Het is onmogelijk om de het bestand met de invoegtoepassing 'Fosim.xla' zelf aan te passen. Daarom is het bron-bestand Fosim5.xls meegeleverd. De wijzigingsprocedure is als volgt. Open het bestand Fosim5.xls als een normaal werkblad. Nu zijn allerlei wijzigingen mogelijk. U kunt Fosim5.xls opslaan om de wijzigingen te bewaren, maar daarmee is de invoegtoepassing nog niet aangepast. De invoegtoepassing past u aan door de oude versie van het '.xla'-bestand te overschrijven. Kies daarvoor bij een geopend Fosim5.xls-bestand in het menu voor *Extra* → *Invoegmacro maken...* en schrijf vervolgens de originele invoegtoepassing Fosim.xla over met de nieuwe versie. Het is hierbij raadzaam om vooraf een reserve-kopie te maken van het originele bestand.

De invoegtoepassing bestaat uit zes modulebladen en twee dialoogwerkbladen. Van elk onderdeel volgt hieronder een korte beschrijving. Ook de eigenlijke programmacode is voorzien van commentaar.

Structuur invoegtoepassing

Hoofdmodule

Deze module bevat twee hoofdrouines, één voor het verwerken van het .fsr-bestand en één voor het .fbr-bestand. De menu-onderdelen *Extra* → *Verwerken Fosim fsr-bestand* en *Extra* → *Verwerken Fosim fbr-bestand* verwijzen direct naar deze hoofdrouines. De hoofdmodule zorgt voor het aanroepen van de FSR- en FBR-dialoogvensters.

FSRcode

Dit onderdeel bevat de code die schuilgaat achter het FSR-dialoogvenster, inclusief alle vervolprocedures die tot dit dialoogvenster behoren. Voor het aanmaken van de grafiek wordt het moduleblad 'Grafieken' aangeroepen.

FBRcode

Dit onderdeel bevat de code die schuilgaat achter het FBR-dialoogvenster, inclusief alle vervolprocedures die tot dit dialoogvenster behoren. Voor het aanmaken van de grafiek wordt het moduleblad 'Grafieken' aangeroepen.

Grafieken

Deze module verzorgt het aanmaken van twee grafieken. In het geval van de FSR-procedure maakt deze module de dynamische grafiek aan. Bij de FBR-procedure genereert deze module de grafiek met de cumulatieve frequentieverdeling en daarnaast zorgt deze module voor de tabel met statistische gegevens.

GroeppeerRijstroken

Deze module handelt alle opdrachten af die verricht moeten worden als een gebruiker kiest voor de knop 'Rijstroken groeperen voor ... *werkbladnaam*'.

Basisdiagrammen

Deze module zorgt voor de aanmaak van de basisdiagrammen en voor de tabellen (Draaitabellen) die nodig zijn om de basisdiagrammen weer te kunnen geven.

¹¹ Deze bijlage is overgenomen uit De Leeuw (2000).

