

**Modelleren van persoonlijke verkeers- en reisinformatie onder niet-recurrente  
verkeersomstandigheden**

Thijs J. Muizelaar

*t.j.muizelaar@ctw.utwente.nl*

Bart van Arem

*b.vanarem@ctw.utwente.nl*

Universiteit Twente

Faculteit Construerende Technische Wetenschappen

Civiele Techniek – Verkeer, Vervoer en Ruimte

Applications of Integrated Driver Assistance (AIDA)

Postbus 217

7500 AE Enschede

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2004,

25 en 26 november 2004, Zeist

## **Inhoudsopgave**

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Literatuurstudie</b>	<b>6</b>
2.1.	Betrouwbaarheid van verkeersnetwerken	7
2.2.	ITS en ATIS	8
2.3.	Weggebruikers	10
2.4.	Effecten van informatie	13
2.5.	Conclusies	15
<b>3.</b>	<b>Onderzoeksplan</b>	<b>16</b>
3.1.	Doelstellingen	16
3.2.	Onderzoeksmodel	17
<b>4.</b>	<b>Conclusie</b>	<b>18</b>
	<b>Referenties</b>	<b>19</b>

## **Samenvatting**

### *Modelleren van persoonlijke verkeers- en reisinformatie onder niet-recurrente verkeersomstandigheden*

In dit artikel wordt een onderzoeksplan beschreven voor het bepalen van de effecten van persoonlijke verkeers- reisinformatie, onder niet-recurrente verkeersomstandigheden. Als onderbouwing van het onderzoeksplan is een literatuurstudie uitgevoerd naar vier zaken, te weten: betrouwbaarheid van verkeersnetwerken, Intelligente Transport Systemen en Advanced Traveler Information Systems, weggebruikers en de effecten van informatie. Uit deze literatuurstudie komt naar voren dat er nog enkele leemtes zijn op het gebied van verkeers- en reisinformatie en dat enkele nieuwe trends zorgen voor nieuwe mogelijkheden voor onderzoek. Het onderzoek wordt ingevuld met o.a. focusgroups en enquêtes voor het achterhalen van gebruikerswensen voor informatie en de factoren die van belang zijn bij routekeuze onder niet-recurrente omstandigheden. Met behulp van een microsimulatie en een routekeuzemodel worden vervolgens de effecten bepaald.

## **Summary**

### *Modelling of personal travel and traffic information in non-recurrent traffic conditions*

In this paper a research proposal is defined to determine the effects of personal traffic and travel information for non-recurrent traffic conditions. As a foundation of this research proposal a literature study was undertaken into for subjects: reliability of traffic networks, Intelligent Transport Systems and Advanced Traveler Information Systems, road users and the effects of information. The literature study showed a few gaps in the existing knowledge of traffic and travel information. A few new trends also give new lines of research. The research is filled in with, amongst others, focus groups and surveys to identify the user needs for information and the factors that are important with route choices under non-recurrent traffic conditions. With the use of a microsimulation and a route choice model, the effects of information will be depicted.

## 1. Inleiding

De afgelopen jaren is in Nederland een sterke stijging van de zwaarte van de files waar te nemen. In 2003 bedroeg deze filezwaarte ongeveer 9,2 miljoen kilometerminuut, waarbij meer dan 34.000 files werden geregistreerd. Ten opzichte van 2002 was dit een groei van ongeveer vier procent (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004). De trend die is te vinden in de groei van de filezwaarte is dus steeds aanwezig. Als deze wordt doorgetrokken naar 2020, zoals het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft gedaan bij het verkennen van beleidsopties voor het NVVP (Nationaal Verkeer en Vervoers Plan), dan blijkt in het worstcase scenario dat er een verschil van 300% kan ontstaan in de voertuigverliesuren, vergeleken met 1995 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2001). De effecten van deze congestie op de economie, vertaald in de congestiekosten, variëren tussen de 0,8 miljard en 8,6 miljard euro (afhankelijk van de gebruikte definities van congestiekosten en de manier van modelleren) (Koopmans & Kroes, 2004). Dit laatste getal komt neer op ongeveer twee procent van het Bruto Binnenlands Product (BBP). Dit levert duidelijk bewijs voor het effect dat een stilstaand verkeersnetwerk kan hebben op de economie.

Behalve dit effect van congestie op de samenleving als geheel is er ook nog het persoonlijke effect. Elk individu dat gebruik maakt van het Nederlandse (snelwegen)netwerk zal te maken krijgen met de files. In een gebruikersonderzoek, uitgevoerd door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2002) wordt genoemd dat 32 % van alle weggebruikers meer last heeft gehad van files in 2002 dan 2000. 15% van alle weggebruikers zegt dan ook minstens elke week in de file te staan. De meest genoemde oorzaken voor de files zijn de structurele drukte, wegwerkzaamheden en ongevallen. Duidelijk wordt dat de overlast veroorzaakt door files groot is. Specifiek probleem hierbij vormt vooral de betrouwbaarheid van het verkeersnetwerk.

Dat rechtvaardigt ook meteen het zoeken naar oplossing voor dit fileprobleem in Nederland. Een van de mogelijkheden die zich de laatste twee decaden heeft aangediend om het probleem op te lossen dan wel te verminderen zijn Intelligente Transport Systemen, ook wel ITS genaamd. Connekt ([www.connekt.nl](http://www.connekt.nl)) gebruikt de volgende definitie op haar website:

*Intelligente Transport Systemen of Services (ITS) is het internationale verzamelbegrip voor de toepassing van diverse technologieën in relatie tot verkeer en vervoer om systemen veiliger,*

*efficiënter, betrouwbaarder en milieuvriendelijker te maken zonder noodzakelijkerwijs de fysieke infrastructuur te veranderen. ITS gebruikt de mogelijkheden van de meet- en regeltechniek, de informatie en communicatie techniek (ICT). ITS gaat niet over techniek ALLEEN maar JUIST over de implementatie en organisatie waarbij die kennisvragen beantwoord moeten worden die het proces kunnen versnellen en opschalen.*

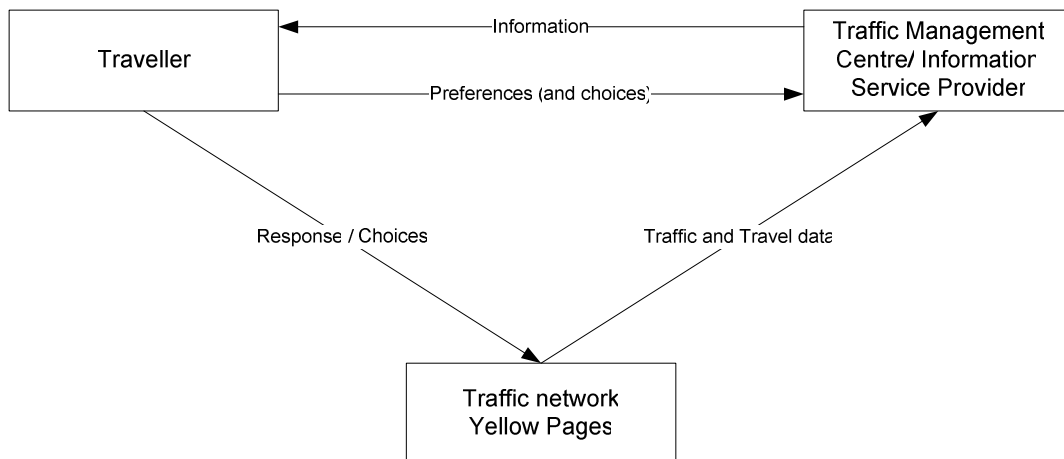
Binnen ITS zijn verschillende mogelijkheden voor handen om de congestie in eerste instantie te verminderen door sturing van de individuele reiziger in tegenstelling tot het sturen van verkeersstromen. Hierbij wordt gekeken naar het niveau waarop wordt ingegrepen (Michon, 1985):

- Strategisch: beslissingen over de totale reis, bestemming, modaliteit, route, etc. kunnen worden beïnvloed door informatie en “nieuwe” modaliteiten.
- Tactisch: beslissingen over de te nemen rijstrook, afstand tot de voorligger, inhalen, etc. kunnen worden beïnvloed door min of meer automatische of informerende systemen.
- Operationeel: elementaire taken zoals het sturen en gas geven kunnen met name worden beïnvloed door automatische systemen.

Binnen het hier te presenteren onderzoek gaat het om het strategische niveau, en dan met name om de beslissing over de te nemen route naar een bestemming. De tak van ITS die zich hier mee bezig houdt wordt verder in dit artikel ATIS (Advanced Traveller Information Systems) of verkeers- en reisinformatie genoemd genoemd.

Het probleemveld van verkeers- en reisinformatie bestaat uit drie spelers, te weten een reiziger, het verkeersnetwerk met haar bestemmingen en de verkeerscentrale of service provider. In Figuur 1 zijn deze drie terug te vinden, samen met de onderlinge relaties. In een ideale situatie krijgt de reiziger precies die informatie die hij/zij nodig heeft om de beoogde reis te kunnen maken. Deze informatie is afkomstig van een service provider of een verkeerscentrale (in Nederland is er voor gekozen om de informatie te verspreiden via marktpartijen, dus commerciële service providers) die op de hoogte is van de persoonlijke voorkeuren en wensen van de reiziger. Zodra de reiziger zijn/haar keuze heeft gemaakt is deze aan twee kanten merkbaar, namelijk op het verkeersnetwerk (waar een verplaatsing valt waar

te nemen) en bij de service provider (die op de hoogte wordt gebracht door de reiziger). Alle verplaatsingen op het verkeersnetwerk bijeen vormen de verkeersstromen, die waar te nemen zijn met behulp van verschillende detectie methoden zoals inductielussen of camera's. Hierdoor krijgt de verkeerscentrale een beeld van de huidige situatie op het verkeersnetwerk. Op basis van deze informatie en de individuele keuzes van de reizigers kan dan nieuwe informatie worden verspreid naar diezelfde reizigers.



**Figuur 1: Context van verkeers- en reisinformatie**

Binnen deze context zijn al veel onderzoeken uitgevoerd. Deze onderzoeken variëren tussen de bereidheid om te betalen voor de verkeers- en reisinformatie, optimale informatie strategieën en de presentatievorm van de informatie. Veel van deze onderzoeken zijn vooral gericht op de min of meer voorspelbare situatie, wat betreft de verkeersomstandigheden. In het onderzoeksplan wat hier beschreven wordt, wordt de onbetrouwbaarheid van verkeerssituaties wel direct meegenomen.

In de rest van dit paper wordt het onderzoeksplan gepresenteerd. Als eerste volgt een literatuuronderzoek naar min of meer de drie eerder genoemde spelers en als overall beeld de mogelijke effecten van informatie. Daarna volgt een beschrijving van de precieze aanpak en mogelijke methodieken. Als laatste wordt nog de relevantie van het onderzoek toegelicht. Daarna volgende conclusies.

## 2. Literatuurstudie

De literatuurstudie is uitgevoerd naar vier hoofdonderdelen, te weten de betrouwbaarheid van verkeersnetwerken, ITS en ATIS, weggebruikers en de effecten van informatie. De literatuurstudie is bedoeld om ten eerste een overzicht te geven van de al bekende kennis over

deze vier zaken. Daarnaast is het ook van belang om aan te duiden wat nog geen aandacht heeft gekregen binnen deze gebieden, waarbij het met name gaat om de relaties ertussen. Als eerste wordt begonnen met de betrouwbaarheid, gevolgd door ITS en ATIS. Als derde is de weggebruiker aan de beurt, met als laatste de effecten.

### *2.1. Betrouwbaarheid van verkeersnetwerken*

De Nederlandse overheid erkent ook dat betrouwbaarheid of voorspelbaarheid van verkeersnetwerken belangrijker zijn dan de reductie van congestie op zichzelf. In een brief naar de Tweede Kamer wordt gesteld: “De betrouwbaarheid van de reistijd over de hele reis staat centraal. Files zullen blijven bestaan, maar de overlast voor de gebruiker wordt zoveel mogelijk beperkt door de focus op de betrouwbaarheid van de reistijd, de samenhang tussen het hoofd- en onderliggend wegennet en op grote fileknelpunten.” (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004)

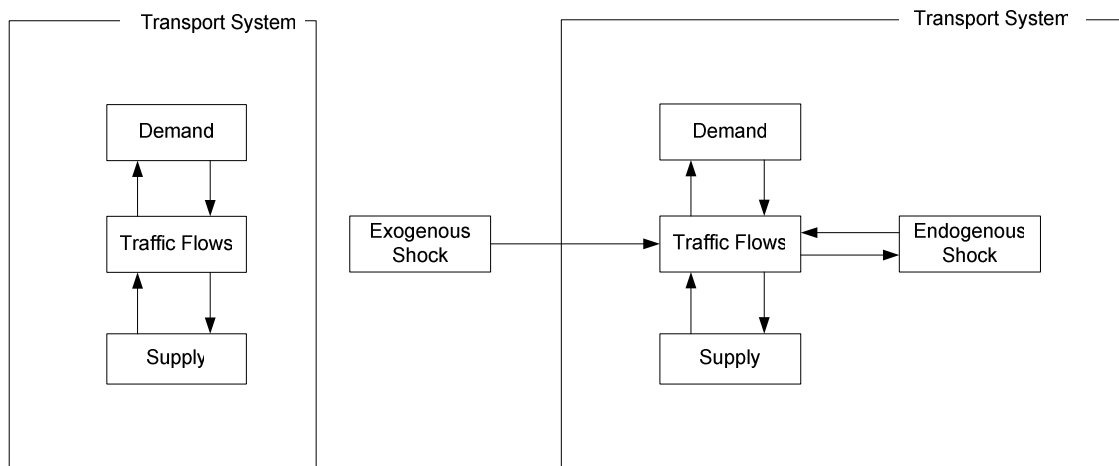
Betrouwbaarheid van het wegennetwerk is recentelijk onderzocht door het Ruimtelijke Planbureau (Hilbers et al., 2004). Door middel van een literatuurstudie, een analyse van de huidige situatie en een (model)voorspelling van 2020 geven ze een beeld van de betrouwbaarheid van het Nederlandse snelwegennetwerk. Uit de analyse van de huidige situatie blijkt dat er nu al een vrij grote onbetrouwbaarheid is, waarbij betrouwbaarheid van reistijden wordt vertaald met de variatie ervan.<sup>1</sup> De variatie in reistijden is minstens even groot als de gemiddelde reistijd zelf. Met het ontwikkelde model (SMARA) is berekend dat in de huidige situatie een marge van 33% van de reistijd gehanteerd moet worden om met 95% betrouwbaarheid aan te komen voor de spitsperiode. In 2020 is deze marge vergroot tot 40%. Buiten de spitsperiode groeit de marge van 25% naar 33%. Behalve deze groei in marges is ook de verspreiding over het netwerk gegroeid; grotere delen van het verkeersnetwerk zullen te maken krijgen met onvoorspelbaardere reistijden.

Samenhangend met de betrouwbaarheid is er de recurrentie of frequentie waarmee congestie optreedt (als oorzaak van de onbetrouwbare reistijden). Recurrentie wordt regelmatig gebruikt als onderscheid voor verkeerssituaties. Er is echter geen formele definitie van recurrentie

---

<sup>1</sup> In principe bestaat betrouwbaarheid uit twee elementen, de variatie en de voorspelbaarheid. Voorspelbaarheid van reistijden is in het onderzoek van Hilbers et al. dus niet meegenomen. Dit vanwege de vele noodzakelijke aannamen die gemaakt moeten worden.

beschikbaar. Emmerink et al. (1995b) geven echter wel een beeld (zie Figuur 2) van de oorzaken van recurrente en niet-recurrente congestie.



**Figuur 2: Transport systeem zonder en met schokken**

In het linker transportsysteem treden geen onverwachte incidenten op, waardoor er alleen recurrente congestie kan ontstaan. Congestie ontstaat wanneer hier de vraag hoger is dan het aanbod van infrastructuur. In het rechter transportsysteem zijn echter wel schokken aanwezig, vanuit en van buiten het systeem. Een schok van binnenuit is bijvoorbeeld een ongeval, voor van buiten geldt bijvoorbeeld slechte weersomstandigheden als een schok. Deze schokken zorgen voor onverwachte variaties in vraag en aanbod, waardoor ook onverwachte congestie kan ontstaan. Dit wordt beschouwd als niet-recurrentie congestie.

Het is duidelijk dat congestie wordt veroorzaakt door een mismatch tussen vraag en aanbod. Beiden hebben hun reguliere situatie, maar kunnen verschillen door speciale situaties. Hierdoor is de situatie minder voorspelbaar en daarmee ook minder betrouwbaar.

## 2.2. ITS en ATIS

ITS is een erg breed veld. Om dit veld enigszins te structureren en overheden te helpen met het invoeren van verschillende vormen van ITS en hun wetgeving er voor klaar te maken is er een architectuur ontworpen in Europa (FRAME, 2002). In de functionele architectuur is een area bedoeld voor verkeers- en reisinformatie. Binnen dit gebied zijn vier hoofdfuncties, te weten het bepalen van de reisvoorkeuren, het plannen van de reis, het geven van ondersteuning tijdens de reis en het evalueren van de reis.



Deze architectuur kan op vele manieren, met vele technieken en systemen worden ingevuld. Een kort overzicht van mogelijkheden, waarvan vele nu al op de markt zijn, wordt hier gegeven. Ten eerste is er RDS-TMC (Radio Data System – Traffic Message Channel). Het eerste bericht werd hiermee verzonden in 1997, waarbij gebruik wordt gemaakt van een subkanaal van de FM frequentie ([www.rds.org.uk](http://www.rds.org.uk)). Moderne navigatie systemen of auto radio's kunnen deze signalen ontvangen en informeren op deze manier de weggebruiker. In navigatie systemen komt vaak de mogelijkheid voor om op basis van de RDS-TMC gegevens een nieuwe route te laten bepalen, om eventuele files heen. Systemen worden onder andere gemaakt door VDO-Dayton en Pioneer en bestaan vaak uit een GPS ontvanger (voor de plaatsbepaling), een RDS-TMC ontvanger en een digitale kaart (met of zonder display). Tegenwoordig worden ook veelal PDA's (Personal Digital Assistants) gebruikt voor routenavigatie, waarbij met een RDS-TMC ontvanger ook actuele verkeersinformatie is op te vragen. Bekende bedrijven met software voor PDA's zijn TomTom en Route66. Ook de ANWB heeft met Engin een PDA oplossing gemaakt. Hier wordt echter behalve verkeersinformatie ook reisinformatie verspreid, waarbij het gaat om parkeerplaatsen, restaurants, toeristische attracties en meer.

Behalve RDS-TMC zijn “oudere” technieken ook nog steeds aanwezig, zoals teletext en de radio-uitzendingen. Ook via de telefoon (veelal mobiel) kan reisinformatie worden opgevraagd. Internet is ook steeds meer een bron van informatie voor reizigers, vanwege de vele routeplanners die ook de actuele verkeerstoestand weergeven.

Een goed voorbeeld van een commerciële service provider is Trafficmaster ([www.trafficmaster.co.uk](http://www.trafficmaster.co.uk)). Het bedrijf heeft in licentie om in Engeland, Schotland en Wales de volledige detectie en informatievoorziening te verzorgen. Ze hebben dan ook verschillende diensten geïntroduceerd, waaronder verkeersinformatie. Meest opvallend is hierbij dat ook delen van het stedelijke wegennet hierin zijn meegenomen.

In de toekomst is er een grotere rol weggelegd voor meer gepersonaliseerde informatie (Rogers, 1998) (Adler & Blue, 1998). Een systeem met deze informatie zou moeten zorgen voor een grotere acceptatie en daarmee een betere doorstroming op het wegennet. Een van de aspecten die hierbij komt kijken is de combinatie van kunstmatige intelligentie en ATIS.

Hiermee wordt het systeem intelligent en kan leren van de gebruiker van het systeem. Dat is echter nog niet op de markt te vinden.

### 2.3. *Weggebruikers*

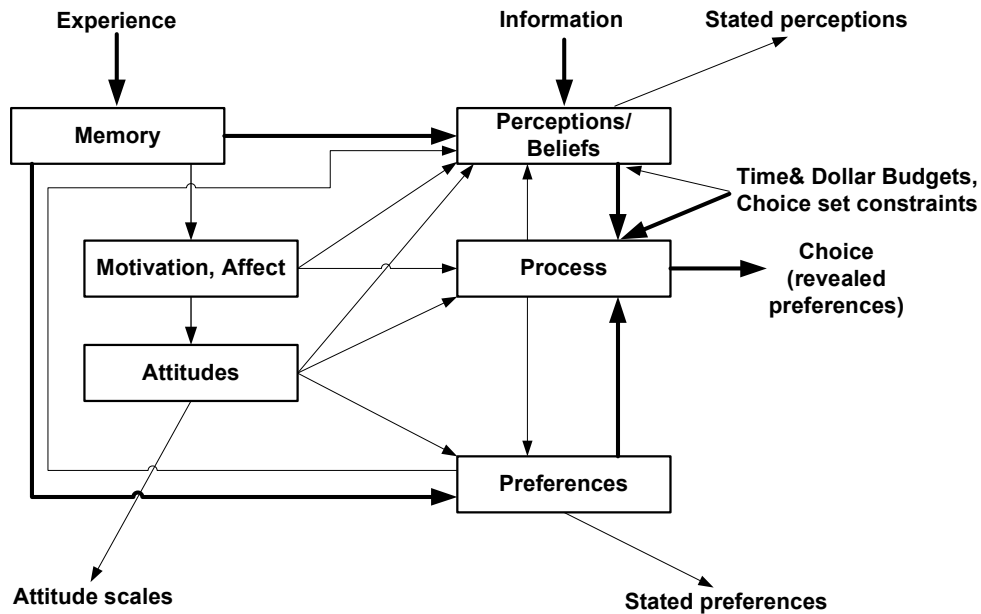
De doelstelling van het verstrekken van informatie is het behalen van een meer efficiënte distributie van het verkeer over het netwerk. Dit wordt meestal als doelstelling gehanteerd, maar geldt met name voor de netwerkbeheerder of de verkeersmanagement centrale. Een weggebruiker heeft echter meer belang bij efficiënte routes en minder stress bij het plannen van reizen. Daarnaast zijn er natuurlijk de reducties in reistijden en afstanden, vertragingen en het brandstofverbruik als mogelijk voordelen voor de weggebruikers (Adler & Blue, 1998). Voor weggebruikers lijken er vooral voordelen te zijn door informatie te ontvangen. Er moet echter wel rekening worden gehouden met de verschillende typen weggebruikers, waardoor de reacties op informatie niet elke keer gelijk zijn. Daarom is het van belang om de weggebruiker goed te beschrijven, in het bijzonder de gedragskant, naast de specifieke wensen ten aanzien van informatie.

Ten aanzien van de gedragskant is heel veel onderzoek gedaan. In principe komt onderzoek over gedragingen bij ATIS neer op het bestuderen van de routekeuze van weggebruikers. Volgens Adler en Blue (1998) zijn er vijf gebieden die nodig zijn om route keuze te begrijpen bij het gebruik van verkeers- en reisinformatie.

1. Vaststellen van de gebruikersvoorkeuren voor ATIS (type informatie, type display, etc).
2. Begrijpen en modelleren van routekeuze gedrag, gefocused op de factoren en wensen die het beslissingsproces beïnvloeden.
3. Weergeven en modelleren van het cognitieve proces dat routekeuze en de vraag naar informatie beïnvloed.
4. Beoordelen en evalueren van de effecten van ATIS op een verkeersnetwerk door middel van simulatie.
5. Conceptualizeren van dynamische modellen voor de analyse van de interactie tussen gedrag en ATIS.

Ten aanzien van het derde punt zijn meerdere modellen beschikbaar. Ben-Akiva et al. (1991). Een verbeterde en vernieuwde variant hierop is het model gemaakt door McFadden (2001)

(zie Figuur 3). Het verschil wordt veroorzaakt door het apart nemen van o.a. de ervaringen, waardoor perceptie van verschillende informatiebronnen anders kan worden gemodelleerd. Ook Bovy en Stern (1990) hebben hun eigen conceptuele model ontwikkeld wat weer andere elementen naar voren haalt.



**Figuur 3: Keuzetheorie (McFadden, 2001)**

Ten aanzien van punt 2 uit de lijst is er door Bovy en Stern een onderverdeling gemaakt in vier categoriën:

1. De beschikbare routes;
2. Het karakter van de reiziger;
3. De reis die ondernomen wordt;
4. Andere omstandigheden.

Deze categoriën zijn uitgebreid onderzocht, met vaak variërende resultaten ten aanzien van de uiteindelijke factoren die meegenomen worden in een routekeuze model. Bovy en Stern geven zelf al een overzicht van een groot aantal factoren dat is gevonden. Dit leidt bij hun tot de conclusie dat er geen algemene valide set van factoren is voor routekeuze. Echter bleek wel dat één van de belangrijkste factoren reistijd is.

Andere studies laten echter zien dat voornamelijk betrouwbaarheid van de reistijd belangrijk wordt gezien (Liu et al., 2004). Een verbetering van de betrouwbaarheid van de reistijd wordt door de reiziger dan dus belangrijker geacht dan een verbetering (vermindering) van de

reistijd op zichzelf. Wel lieten verschillende gebruikers andere resultaten zien, wat meteen aangeeft dat de categorie met het karakter van de reiziger niet onderschat mag worden.

Bekendheid met het netwerk en de routes naar de bestemming is ook een belangrijke factor, zoals wordt beargumenteerd door onder andere Lotan (1997) en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2004). Zeker in relatie met het verkrijgen van informatie hebben gebruikers die onbekend zijn met het verkeersnetwerk andere doelstellingen dan bekende gebruikers. Onbekende gebruikers vertrouwen ook meer op de informatie die ze krijgen, zoals ook is aangetoond door Bonsall (1991). De studie van het Ministerie liet duidelijk merken dat ook zonder informatie bekendheid een rol speelt. Immers, onbekende routes worden ook niet meegenomen in een beslissing. Andere factoren die uit de studie van het Ministerie naar voren kwamen zijn bijvoorbeeld de lengte van de reis, de drukte op de routes, het gemak van de route (veel/weinig geregelde kruispunten) en gewoonte.

Meer gekeken vanuit de informatie, is van belang wat voor informatie precies wordt verstrekt. Dat betreft niet alleen de inhoud van de boodschap, maar ook de manier waarop deze gepresenteerd wordt. Het kan daarbij gaan om bijvoorbeeld kwalitatieve of kwantitatieve informatie, of informatie die bepaalde routes voorschrijft in plaats van adviseert. Ook voorspellende informatie is mogelijk. Een studie van Dia (2002) geeft aan dat gebruikers de meeste wisselingen van route maken bij voorschrijvende informatie. Voorspellende informatie was een goede tweede, gevolgd door kwalitatieve informatie over de gebruikelijke én de alternatieve route. Behalve het type informatie, is ook de kwaliteit ervan van belang (Katteler et al., 2002). Er zijn daarbij drie aspecten waar te nemen: betrouwbaarheid, accuratesse en de stiptheid.

Ook de bereidheid om te betalen voor informatie is van belang, zeker in een setting waarbij een service provider een commerciële instelling heeft. In dat geval zal alleen “onbewerkte” informatie gratis beschikbaar zijn, maar persoonlijke informatie, evt. met informatie over bestemmingen, zal geld gaan kosten. Een studie naar de bereidheid om te betalen voor telefonische informatie is uitgevoerd door Khattak et al. (2003). Hieruit bleek dat vooral voor persoonlijke informatie men bereid is om meer te betalen.

Voor elk van de vier eerder genoemde categoriën zijn dus wel meerdere factoren aan te geven die een rol spelen in het maken van de routekeuze. In principe is het geven van informatie niet een wezenlijke verandering in het proces, er wordt immers geen wezenlijke verandering gemaakt in het cognitieve proces. Er wordt alleen een aantal nieuwe factoren toegevoegd, die specifiek te maken hebben met de informatie die beschikbaar is. Waar wel voor gezorgd moet worden is een aangrijpingspunt voor informatie in de conceptuele modellen voor routekeuze. Informatie heeft, zoals is te zien in het schema van McFadden, meerdere oorsprongen, bijvoorbeeld het geheugen.

Duidelijk is ook dat er geen eenduidige set van factoren is die het volledige routekeuze proces bepalen. De factoren die statistisch gezien significant zijn, verschillen per studie en dus ook per onderzoeksgebied. Een routekeuze model zou dan ook niet één vaste set van factoren moeten gebruiken, maar flexibel zijn in de keuze van de factoren. Een routekeuze model wordt dan eerder een vertaling van een conceptueel model naar een raamwerk, waarbij de set van gebruikte factoren telkens kan veranderen.

#### 2.4. *Effecten van informatie*

Het idee achter het geven van informatie is dat weggebruikers weinig of geen informatie hebben over alternatieve modaliteiten en routes in het algemeen en dat ze slecht geïnformeerd zijn over de specifieke verkeersomstandigheden op enige dag. Deze onwetendheid leidt tot mispercepties aan de kant van de reiziger ten aanzien van de aantrekkelijkheid van verschillende reisalternatieven (modaliteit, route, evt. zelfs bestemming). Informatie probeert deze onwetendheid dus te doorbreken, met als gevolg een verminderd een mogelijke vermindering van kilometers, uren en verbruikte brandstof en een verhoging van veiligheid, comfort en kennis van verkeer. Behalve deze positieve effecten noemen Ben-Akiva et al. (1991) ook 3 mogelijke negatieve effecten:

- Oververzadiging: gebruikers kunnen de hoeveelheid informatie niet verwerken.
- Overreactie: teveel gebruikers reageren op de informatie, waardoor bepaalde wegen te druk worden en andere rustig; een beeld dat steeds wisselt.
- Concentratie: teveel gebruikers gaan dezelfde route gebruiken waardoor één route te druk wordt.

Emmerink et al. (1995a, 1995b) gebruikten een model met beperkte rationaliteit, wat inhoudt dat er bepaalde grenswaarden zijn voor het wisselen van routes (de winst die behaald wordt moet groter zijn dan deze grenswaarde voordat gewisseld wordt) om de effecten bij recurrente en bij niet-recurrente congestie te bepalen. De resultaten laten duidelijk zien dat gebruikers van informatie voordelen behalen, maar ook de niet gebruikers van informatie, uiteraard afhankelijk van de marktpenetratie. Wat ook een rol speelt is de zwaarte van de congestie. In de situatie van niet-recurrente congestie blijkt dat gebruikers van informatie altijd beter af zijn dan de niet-gebruikers, wat anders is bij de situatie met recurrente congestie. Uiteindelijk valt er in deze situaties een winst te behalen van 25% in de totale reistijd in het systeem. Dit is een groter effect dan bij recurrente congestie, waardoor informatie juist in de niet-recurrente situatie meer gerechtvaardigd lijkt.

Twee andere interessante studies zijn uitgevoerd door Lo & Szeto (2002, 2004). Zij bekeken de drie spelers die van belang zijn voor het succesvol en duurzaam invoeren van informatie: de reiziger, de provider en de netwerkbeheerder. Elk heeft zijn eigen doel, en om het geheel duurzaam in te voeren moeten deze min of meer bereikt worden. Uit het onderzoek wordt duidelijk dat met weinig congestie er geen duurzame oplossing te vinden is. Dat verandert zodra de congestie groeit. Bij het uitgangspunt van een winstmaximalisatie (marktwerking) is er een reductie te behalen van vier procent in de totale reistijd. Een ander opmerkelijk resultaat was het verschil in uitkomst bij de dynamische en statische situatie, met veel congestie. In het dynamische geval zijn alle richtingen van kosten en marktpenetratie omgedraaid. Dit wordt veroorzaakt door de capaciteit in het statische model. Hiermee wordt ook duidelijk aangegeven dat het bepalen van effecten van informatie niet goed mogelijk is met statische modellen.

Wat duidelijk wordt uit deze twee onderzoeken is dat er eigenlijk geen eenduidig resultaat te bepalen van informatie. Het is erg afhankelijk van de precieze methode waarop is gemodelleerd wat in deze modellen wel en niet is meegenomen. Een van de zaken is natuurlijk het routekeuze model dat een grote rol speelt. De dynamiek van de simulaties spelen ook een grote rol in het bepalen van de uitkomsten. Van belang is ook het individuele karakter van de beslissingen. Ook bij het bepalen van effecten en het valideren ervan zijn dus geen eenduidige resultaten te vinden.

## 2.5. *Conclusies*

De literatuurstudie heeft bepaalde kennisgebieden blootgelegd waaraan nog weinig aandacht is besteed. De gebieden zijn niet alleen geselecteerd op basis van de leemtes, maar ook op basis van veelbelovendheid ten aanzien van resultaten op wetenschappelijk en praktisch gebied. De belangrijkste bevindingen, die daarmee ook de richting geven aan het onderzoek worden hieronder genoemd.

Ten aanzien van de betrouwbaarheid van verkeersnetwerken kan worden gesteld dat betrouwbaarheid belangrijk wordt gevonden door én de weggebruikers én de wegbeheerders. Betrouwbaarheid is echter geen eenduidig begrip. Er wordt gerefereerd naar objectieve en subjectieve betrouwbaarheid, en zoals al genoemd, naar voorspelbaarheid en variatie in reistijden. Echter, een definitie, zowel voor de weggebruiker als voor de wegbeheerder wordt niet gegeven. Deze is echter wel interessant, omdat beleid, evaluaties en mogelijk ook informatieverstrekking rekening moet houden met wensen van wegbeheerders en weggebruikers ten aanzien van betrouwbaarheid.

Voor ITS en ATIS kan worden gesteld dat er een groot aanbod is van verschillende systemen die informatie kunnen geven aan weggebruikers. Ook de verschillende soorten informatie nemen toe, een beperking hierbij is echter de beperkte data en informatie die beschikbaar is. Echter zijn in de toekomst wel veel verbeteringen van het inwinnen van data en informatie te verwachten, waardoor er een vergroting van het aanbod zal plaatsvinden. Daarnaast is er een duidelijke trend waar te nemen in de richting van persoonlijker informatie.

De weggebruikers zijn voornamelijk van belang vanwege hun keuzegedrag ten aanzien van routes, maar ook ten aanzien van de soorten informatie. Van deze wensen voor verschillende soorten informatie is nog weinig bekend, zeker in relatie tot niet-recurrente verkeerssituaties en betrouwbaarheid van het verkeersnetwerk. Over routekeuzegedrag is veel onderzoek gedaan, ook in relatie tot verkeersinformatie. Waar echter weinig over bekend is, is hoe dit routekeuzegedrag verandert onder ongebruikelijke situaties, zoals niet-recurrente verkeerssituaties. Hierbij draait het ook vooral om de relatie tussen gedrag onder beide situaties, immers “normaal” gedrag is wel degelijk van invloed op gedrag in “speciale”

situaties. De relatie met verkeersinformatie in deze situaties is ook niet bekend. Daarnaast valt over het keuzegedrag te melden dat het een erg complex proces is, waar nog geen algemeen geldende theorie voor bestaat. De vele factoren en verschillende conceptuele modellen zijn goede uitgangspunten voor het verdere onderzoek.

Ten aanzien van de effecten van informatie zijn er verschillende mogelijkheden waarop deze bepaald kunnen worden. Er zijn verschillende modellen gebruikt, elk model heeft verschillende eigenschappen en is vaak toegespitst op een bepaalde situatie. Door deze verschillen, in combinatie met de vaak hypothetische en eenvoudige verkeerssituaties, zijn er geen eenduidige en generaliseerbare effecten van informatie vast te stellen. Vaak is ook niet geheel duidelijk hoe de koppeling wordt gemaakt tussen een verkeersmodel en het routekeuze model.

In veel gevallen zijn de effecten van informatie bepaald voor de situatie waarin wel congestie optreedt, maar in bijna alle gevallen gaat het om effecten bij recurrente congestie. Ongevalssituaties en andere oorzaken voor niet-recurrente congestie worden vaak niet meegenomen in het bepalen van effecten, terwijl al wel is aangetoond dat in deze situaties informatie het meeste effect kan hebben. Daarnaast is er vaak een slecht onderscheid gemaakt in de typen effecten, er zijn immers meerdere spelers betrokken bij verkeersinformatie.

### **3. Onderzoekplan**

#### *3.1. Doelstellingen*

Uit de literatuurstudie blijkt dat er toch een aantal kennisleemtes zijn, ondanks het vele onderzoek dat al is uitgevoerd. Het uit te voeren onderzoek zal zich richten op het invullen van een aantal van deze leemtes.

Ten eerste is de keuze van de verkeerssituatie van belang voor het gehele onderzoek en daarmee ook voor de verschillende modellen binnen dit onderzoek. Keuze-aspecten zijn bijvoorbeeld het wegennet, mate van recurrentie, soorten gebruikers, enzovoorts. Dat betekent dus dat gekeken moet worden naar de informatie op zich, het routekeuzeproces en de effecten van informatie op de situatie. Daarbij hangt het natuurlijk van de situatie af of er korte- of lange termijn effecten bekeken worden. De bedoeling is om voornamelijk te gaan kijken naar



de situaties waarin niet-recurrente congestie optreedt. Dit vanwege het weinige onderzoek dat hier specifiek aan gewijd is, evenals het beleid om een betrouwbaar wegennet te creëren. Ten tweede is er de wens om een specifiek routekeuze model op te stellen, waarbij alle mogelijke factoren meegenomen kunnen worden, afhankelijk van de gekozen situatie. Hiertoe wordt een raamwerk ontwikkeld, gebaseerd op conceptuele cognitieve modellen, dat vertaald moeten worden naar een uiteindelijk werkbaar model. Als derde is er de trend om meer persoonlijke informatie te verstrekken. In de vele onderzoeken gaat het voornamelijk om algemene, voor iedereen gelijk informatie, die wordt verspreid. In het voorliggende onderzoek is het de bedoeling om de informatie persoonlijk te maken, wat meteen ook betekent dat de effecten hiervan bepaald moeten worden. Daarnaast krijgt ook reisinformatie aandacht, in tegenstelling tot alleen de verkeersinformatie. Met reisinformatie wordt de informatie over bestemmingen en daarmee gerelateerde zaken bedoeld. Dit alles geldt uiteraard voor niet-recurrent verkeersomstandigheden. Als vierde is er de noodzaak om met behulp van bovenstaande punten een effect van informatie te gaan bepalen, speciaal voor niet-recurrente omstandigheden.

Deze vier zaken leiden tot de volgende vraagstelling:

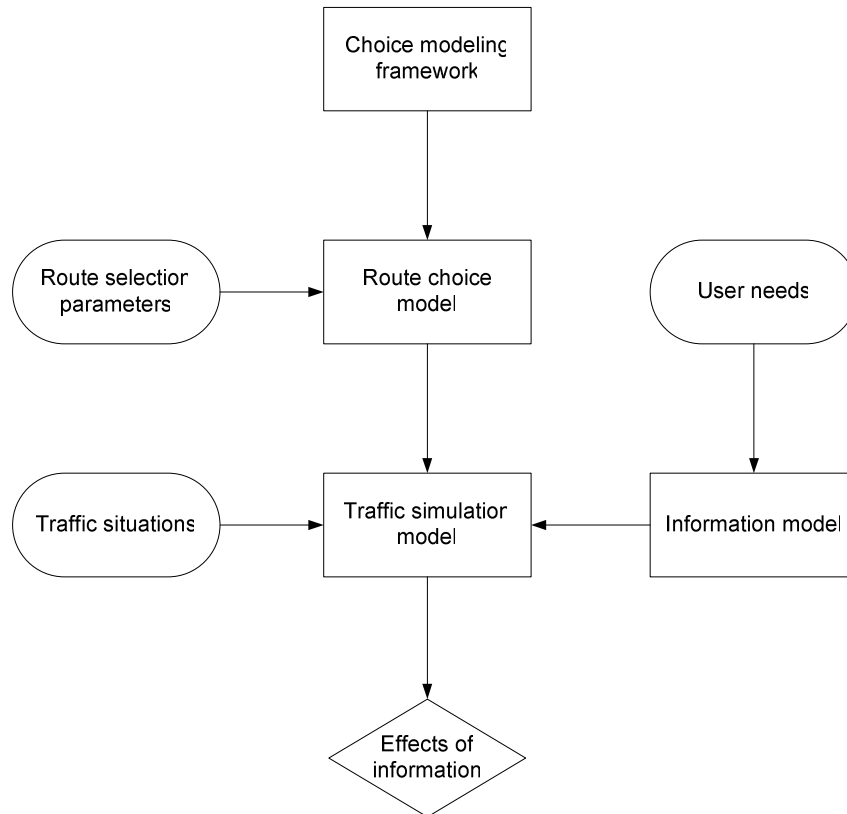
*Hoe gaan individuele weggebruikers om met persoonlijke verkeers- en reisinformatie, gericht op niet-recurrente verkeerssituaties en wat zijn de effecten van deze informatie?*

### 3.2. Onderzoeksmodel

In Figuur 4 is het onderzoeksmodel weergegeven, met als doelstelling het beantwoorden van de vraagstelling. Er zijn drie typen input waar te nemen, te weten de gebruikerswensen (ten aanzien van informatie), de factoren die van belang zijn bij de routekeuze (gericht op de verkeerssituaties die worden gekozen) en de verkeerssituaties (met als uitgangspunt de niet-recurrentie). Via een framework voor het kiezen van routes, een routekeuze model dat wordt gekoppeld aan een verkeerssimulatie wordt uiteindelijk het effect van informatie bepaald. De informatie wordt gekoppeld aan het model via een informatiemodel, waarin het verwerken van de verkeers- en reisdata wordt gemodelleerd, gebaseerd op de gebruikerswensen.

Ten aanzien van de verschillende methoden die gebruikt kunnen worden valt te vermelden dat nog geen definitieve keuzes zijn gemaakt. Voor het verkrijgen van de gebruikerswensen en de

routekeuze paramaters zijn enquêtes, focusgroups en routekeuze simulatoren de voor de hand liggende keuzes. De eerste voorkeur ten aanzien van het routekeuze model ligt op het moment bij Intelligent Agents (Wooldridge & Jennings, 1995). Hiermee kan een koppeling worden gemaakt met een verkeerssimulatie model, zoals bijvoorbeeld Paramics-Online (Dia, 2002).



**Figuur 4: Onderzoeksmodel**

#### 4. Conclusie

Het beschreven onderzoek is gericht op het bepalen van de effecten van persoonlijk verkeers- en reisinformatie bij niet-recurrente verkeerssituaties. Hiermee worden een aantal niet eerder onderzochte gebieden binnen de ITS wereld verder onderzocht. Het beschreven onderzoek biedt voldoende mogelijkheden om ook inderdaad deze effecten te bepalen, waarbij gebruik wordt gemaakt van moderne technieken zoals intelligent agents.

## Nawoord

Het onderzoek is een vierjarig promotie onderzoek en maakt deel uit van het onderzoeksprogramma van het kenniscentrum Applications of Integrated Driver Assistance (AIDA), dat is opgericht door TNO Inro, TNO Technische Menskunde en de Universiteit Twente. Het kenniscentrum AIDA is gehuisvest bij de afdeling Verkeer, Vervoer en Ruimte van de Universiteit Twente.

## Referenties

- Adler, J.L. & Blue, V.J., 1998, *Toward the design of intelligent traveler information systems*, Transportation Research C, Volume 6, 157-172
- Ben-Akiva, M., De Palma, A. & Kaysi, I., 1991, *Dynamic network models and driver information systems*, Transportation Research A, Volume 25A, Nummer 5, 251-266
- Bonsall, P.W. & Joint, M., 1991, *Driver compliance with route guidance advice: the evidence and its implications*, VNIS 1991
- Bovy, P.H.L. & Stern, E., 1990, *Route choice: wayfinding in transport networks*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Dia, H., 2002, *An agent-based approach to modeling driver route choice behaviour under the influence of real time information*, Transportation Research C, Volume 10, 331-349
- Emmerink, R.H.M., Axhausen, K.W., Nijkamp, P. & Rietveld, P., 1995a, *Effects of information in road transport networks with recurrent congestion*, Transportation, Volume 22, 21-53
- Emmerink, R.H.M., Axhausen, K.W., Nijkamp, P. & Rietveld, P., 1995b, *The potential of information provision in a simulated road transport network with non-recurrent congestion*, Transportation Research C, Volume 3, Nummer 5, 293-309
- FRAME, 2002, *European ITS Framework Architecture; Functional Architecture*, [www.frame-online.net](http://www.frame-online.net)
- Hilbers, H., Eck, J. R. van & Snellen, D., 2004, *Behalve de dagelijkse files; Over betrouwbaarheid van reistijd*, Ruimtelijk Planbureau, NAI Uitgevers, Rotterdam
- Katteler, H., Bokma, H. & Broeders, W., 2002, *Impacts of in-car traffic information in Dutch pilot*, 9<sup>th</sup> ITS world congress, Chicago
- Khattak, A.J., Yim, Y. & Stalker Prokopy, L., 2003, *Willingness to pay for travel information*, Transportation Research C, Volume 11, 137-159

- Koopmans, C. en Kroes, E., januari 2004, *Estimation of congestion costs in the Netherlands*, Stichting voor Economisch Onderzoek der Universiteit van Amsterdam, Amsterdam
- Liu, H.X., Recker, W. & Chen, A., 2004, *Uncovering the contribution of travel time reliability to dynamic route choice using real-time loop data*, Transportation Research A, Volume 38, 435-453
- Lo, H.K. & Szeto, W.Y., 2002, *A methodology for sustainable traveler information services*, Transportation Research B, Volume 36, 113-130
- Lo, H.K. & Szeto, W.Y., 2004, *Modeling advanced traveler information services: static versus dynamic paradigms*, Transportation Research B, Volume 38, 495-515
- Lotan, T., 1997, *Effects of familiarity on route choice behaviour in the presence of information*, Transportation Research C, Volume 5, Nummer 3/4, 225-243
- McFadden, D., 2001, *Disaggregate behavioural travel demand's RUM side: a 30-year retrospective*, In Travel behaviour research; The leading edge, Hensher, D. (eds.), 17-63
- Michon, J.A., 1985, A critical view of driver behaviour models: what do we know, what should we do? In Evans, L. en Schwing, R.S. (eds.), *Human behavior and traffic safety*, New York, Plenum Press 485-524
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Directoraat Generaal Rijkswaterstaat – Adviesdienst Verkeer en Vervoer, januari 2004, *Filemonitor 2003*
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Directoraat Generaal Rijkswaterstaat – Adviesdienst Verkeer en Vervoer, januari 2001, *NVVP Beleidsopties verkend, Deel 1: Personenvervoer*, Rotterdam
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Directoraat Generaal Rijkswaterstaat – Adviesdienst Verkeer en Vervoer, november 2002, *Gebruikersonderzoek Nederlandse autosnelwegen*
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Directoraat Generaal Rijkswaterstaat – Adviesdienst Verkeer en Vervoer, mei 2004, *Routekeuze in het Knooppunt Arnhem Nijmegen (KAN)*
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, mei 2004, *Relatie Nota Ruimte en hoofdlijnen Nota Mobiliteit*, Bijlage bij brief Tweede Kamer Nota Mobiliteit
- Rogers, S., Russakoff, D., Langley, P. & Elio, R., 1998, *Adapting route plans to individual preferences*
- Wooldridge, M. & Jennings, N.R., 1995, *Intelligent agents: theory and practice*, Knowledge Engineering Review