

Verkeersvoorspelling bij (her)ontwikkelingsprojecten

*Een studie naar de effecten van (her)ontwikkelingsprojecten op de
generatie van verkeer en de toepassing van de resultaten in een
modelstudie van het (her)ontwikkelingsproject 'Via Breda'*

Masterscriptie in het kader van het afstudeeronderzoek:
Civil Engineering & Management, Verkeer en Vervoer
Universiteit Twente, Enschede

Begeleiders:	Prof.dr.ir. M.F.A.M. van Maarseveen	(Universiteit Twente)
	Dr. T. Thomas	(Universiteit Twente)
	Ing. M.P. van de Graaff	(Witteveen+Bos)

S. Beumer (0022829)
15-01-2010

Witteveen + Bos


Universiteit Twente
de ondernemende universiteit

VERKEERSVOORSPELLING BIJ (HER)ONTWIKKELINGSPROJECTEN

Eindrapport

Plaats en datum	Deventer, 15 januari 2010
Betreft	Afstudeeropdracht
Status	Definitief
Aantal pagina's	113 (inclusief bijlagen)
Auteur	S. Beumer
Studentnummer	s0022829
E-mailadres	s.beumer@alumnus.utwente.nl
Afstudeercommissie	Prof.dr.ir. M.F.A.M. van Maarseveen Universiteit Twente Civil Engineering & Management (Centre of Transport Studies) Dr. T. Thomas Universiteit Twente Civil Engineering & Management (Centre of Transport Studies) Ing. M.P. van de Graaff Witteveen+Bos Verkeer- en vervoerstudies



Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
opleiding Civiele Techniek en Management
afdeling Verkeer, Vervoer en Ruimte
postbus 217
7511 AE Enschede
telefoon 053 489 4322
telefax 053 489 4040



Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Voorwoord

Dit rapport is de afronding van mijn masteropleiding Civil Engineering & Management aan de Universiteit Twente te Enschede. De afstudeeropdracht is uitgevoerd bij Witteveen+Bos in de groep Verkeer en Vervoerstudies.

Een flinke kluif, mijn afstuderen. De start van het opzetten van het onderzoek verliep traag en ook tijdens het proces is het moeilijk geweest om de ingeslagen weg te blijven volgen en niet te verdwalen in allerlei zijpaden. Uiteindelijk staat er dan toch een resultaat waar ik trots op ben: zowel een onderzoek als een compleet computermodel. Naast de inhoudelijke kennis heb ik ook procesmatig heel veel geleerd. Daarbij heb ik ook een hele leuke tijd bij Witteveen+Bos gehad.

Graag wil ik mij begeleiders Martin van Maarseveen, Tom Thomas en Merel van de Graaff bedanken voor alle tijd en moeite die zij aan mijn onderzoek hebben besteed. Zonder hun input, feedback, begeleiding, sturing en geduld had deze scriptie er nooit gelegen, bedankt! Martin, hoewel het aantal contactmomenten beperkt was, waren deze altijd erg verhelderend en gaven ze me altijd weer een flinke duw in de goede richting. Tom, jou wil bedanken voor de analytische input, het constructieve commentaar en de vele momenten waarop je direct voor me klaar stond als ik hulp nodig had. Merel, ik wil jou bedanken voor de vrijheid die ik heb gekregen in het onderzoek en de goede inhoudelijke en procesmatige ondersteuning.

Zonder medewerking van een aantal personen en instanties had ik nooit de juiste informatie kunnen verzamelen en daarom wil ik ook aan hen een woord van dank richten. Dit zijn Martijn Dijkhof van de gemeente Deventer, Sijtse van der Woude van de gemeente Amersfoort en de geënuquëerde winkeluitbaters van het winkelcentrum 'De Vijfhoek'. Een speciaal woord van dank gaat uit naar Roel van Oirschot van de gemeente Breda, die heeft geholpen met het verzamelen van informatie over 'Via Breda' en altijd klaar stond als ik daarover vragen of hulp nodig had.

Tijdens mijn tijd bij Witteveen+Bos heb ik me daar erg thuis gevoeld. Naast de interesse en bijdragen in mijn onderzoek heb ik een erg leuke tijd gehad en daarvoor wil ik mijn collega's van de groep Verkeer bij Witteveen+Bos erg bedanken. Deze scriptie is niet alleen een afsluiting van mijn afstudeeronderzoek, maar ook van een mooie studententijd. Daarom wil ik van deze gelegenheid gebruik maken om hiervoor een aantal mensen te bedanken: mijn oud-huisgenoten van Huize Soepkip, mijn bestuursgenoten van studievereniging ConcepT (B2004), teamgenoten van Drienerlo Heren 2 en tenslotte de Heeren van Servus voor de mogelijkheid om zo nu en dan aan iets heel anders dan studeren te denken. Allemaal, bedankt! Mijn studententijd is een hele fijne tijd geweest.

Als laatste wil ik nog enkele bijzondere personen bedanken. Rob, Cecile, Maud en Tim voor de (financiële) support voor de tijd dat ik in Enschede (en Deventer) studeerde en voor de mogelijkheid om lekker thuis te kunnen zijn in Epen als ik dat wilde. Ook Paul, Monique en Marinka, bedankt voor de ondersteuning en interesse in mijn afstudeeronderzoek. Speciale dank voor Monique die het hele verslag, woord voor woord, heeft gecontroleerd. Lieke, ik heb echt heel veel gehad aan jouw vertrouwen en hulp, zeker op de moeilijkere momenten. Dank je wel. Ondanks dat het allemaal wat langer heeft geduurd dan gepland bleef je toch geduldig en ondersteunend. Nu kunnen we eindelijk fijn samen, met onze Huppies, verder richting Utrecht!

Deventer, Januari 2010

Sjoerd Beumer

Samenvatting

Inleiding

Stedelijke (her)ontwikkelingen gaan gepaard met grote ruimtelijke veranderingen in een kort tijdsbestek. De vastgoedontwikkelingen hebben effect op het functiegebruik en daarnaast treden er ook veranderingen op in de beschikbare infrastructuur. Deze veranderingen hebben al tijdens de (her)ontwikkelingen invloed op de verplaatsingspatronen en de verkeersstromen. In dit dynamische werkveld is het moeilijk te voorspellen of er verkeersproblemen in de vorm van capaciteitsknelpunten gaan ontstaan en of deze problemen wellicht te voorkomen zijn als de projectplanning van de (her)ontwikkeling wordt aangepast.

Met deze probleembeschrijving als onderliggende gedachte is een onderzoek uitgevoerd naar verkeersvoorspelling bij (her)ontwikkelingsprojecten aan de hand van het doorlopen van drie stappen:

1. Het onderzoeken van verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten
2. Het ontwerpen van een rekenmethodiek om de verplaatsingsbehoefte en verkeersstromen van een bepaald moment tijdens de (her)ontwikkeling te voorspellen
3. Het toepassen van de rekenmethode in een computermodel met behulp van een case van het herontwikkelingsproject 'Via Breda'

Het doel van het onderzoek is daarnaast het verkrijgen van inzicht in de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten en het ontwerpen van een methode en een computermodel om voorspellingen te kunnen maken over capaciteitsknelpunten in bovengenoemd (her)ontwikkelingsgebied als gevolg van de (her)ontwikkeling.

Verkeersontwikkeling bij herontwikkelingsprojecten

De veranderingen van het ruimtegebruik tijdens (her)ontwikkelingen hebben direct (en indirect) grote invloed op de verkeersstromen rondom een projectgebied. Daarnaast leveren processen die direct volgen uit de herontwikkeling (zoals bouwprocessen) ook een bijdrage aan de veranderende verkeersontwikkeling. In het eerste deel van het onderzoek is daarom ingegaan op het in kaart brengen van het verloop van de verkeersontwikkeling bij dergelijke projecten. Door het gelijktijdig beschouwen van zowel ontwikkelingsprojectspecifieke en verkeersspecifieke processen zijn de raakvlakken van beide onderwerpen geïdentificeerd. Een drietal ontwikkelingsspecifieke processen zijn hierbij geïdentificeerd met een belangrijke invloed op de verkeersontwikkeling. Dit zijn [1] de effecten van de veranderingen in functiegebruik in het projectgebied op de ritgeneratie (verplaatsingsbehoefte), [2] de (negatieve) effecten van de aanwezigheid van bouwprocessen op de verkeersontwikkeling en tenslotte [3] het bouwverkeer dat wordt gegenereerd door de bouwactiviteiten. Het onderzoek heeft zich vervolgens gefocust op het eerste proces omdat deze de grootste invloed heeft en de beschikbare tijd in het onderzoek te kort was om de andere twee onderwerpen te onderzoeken.

De belangrijkste determinant van de verplaatsingsbehoefte is de hoeveelheid activiteiten die ergens wordt ontplooid. Bij (her)ontwikkelingen is dit niet anders. Een binnen de verkeerskunde veel gebruikte methode is het bepalen van de ritgeneratie op basis van socio-economische gegevens zoals aantal inwoners en werkplekken. Om dit te kunnen gebruiken bij (her)ontwikkelingen is het van belang om te weten hoeveel inwoners en werkplekken op een bepaald moment aanwezig zijn en hoe deze groeit dan wel afneemt als gevolg van de ontwikkeling. Met behulp van data analyse en interviews is geprobeerd een schatting te maken van deze groei en afname. Voor de functie wonen bleek de relatie tussen de hoeveelheid vastgoed (woningen) en het aantal inwoners een vrij directe relatie te hebben. De winkelfunctie bleek daarentegen veel meer afhankelijk van de hoeveelheid inwoners in het afzetgebied. Daarnaast bleek deze functie veel gevoeliger voor de effecten van de aanwezigheid van bouwprocessen.

Rekenmodel verplaatsingsbehoefte bij herontwikkeling

De kennis uit het onderzoek naar verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprocessen is vervolgens gebruikt bij het ontwikkelen van een rekenmodel dat op basis van projectplanning de verplaatsingsbehoefte op een bepaald moment gedurende de (her)ontwikkeling kan bepalen. De rekenmethodiek is op basis van een planningsafhankelijke interpolatie van de verplaatsingsbehoefte van een basisjaar en toekomstjaar om zo de verplaatsingsbehoefte van een tussenjaar te bepalen. De verplaatsingsbehoefte wordt beschreven in de vorm van HB-matrices die het aantal ritten tussen herkomsten en bestemmingen beschrijven. Deze HB-matrices kunnen worden verkregen uit eerdere modelstudies van het (her)ontwikkelingsproject die vaak al zijn uitgevoerd. Door onderscheid te maken tussen verschillende matrices voor verschillende reismotieven worden motiefafhankelijke eigenschappen van de ritten (zoals de distributie) meegenomen in de interpolatie.

De interpolatiemethodiek is een alternatief voor het uitvoeren van een berekening van de ritgeneratie, ritdistributie en vervoerswijzekeuze voor elk tussenjaar. Daarnaast zorgt de interpolatiemethodiek ervoor dat de resultaten consistent zijn met eerdere modelstudies. Uit analyse van de resultaten in de case 'Via Breda' bleek dat het verplaatsingsbehoeftemodel een realistische benadering geeft van de veranderingen.

Toepassing case Via Breda met computermodel

Om de toepasbaarheid van de onderzoeksresultaten te testen en het verplaatsingsbehoeftemodel te valideren is dit model verwerkt in een computermodel. Naast het verplaatsingsbehoeftemodel werkt het computermodel met een infrastructuurmodel en een toedelingsmodel. Het infrastructuurmodel modelleert de beschikbare infrastructuur van een bepaald moment op basis van planningsgegevens. Het toedelingsmodel berekent met behulp van een incrementele toedeling de routekeuze van de verplaatsingen zodat verkeersstromen kunnen worden gemodelleerd. Het resultaat van dit model zijn intensiteiten op wegvakken die de drukte aangeven. Hiermee zijn vervolgens knelpunten in het verkeersnetwerk te identificeren.

Het computermodel is ontwikkeld in het GIS-programma¹ Manifold om zo de ruimtelijke effecten gemakkelijk te visualiseren voor analyse. Het herontwikkelingsproject 'Via Breda' dient als case voor de toepassing. 'Via Breda' is de herontwikkeling van het station en de omliggende wijken in Breda. In ruwweg 20 jaar tijd wordt meer dan 1 miljoen m² brutovloeroppervlak ontwikkeld. Als belangrijkste databron dient het GGA-verkeersmodel van de regio Breda. Hierin zijn de situaties van 2006 en 2020 van westelijk Noord-Brabant uitgewerkt welke goed kunnen dienen als basisjaar en toekomstjaar voor het interpolatiemodel.

Voordat de data konden worden verwerkt in het computermodel zijn diverse bewerkingen uitgevoerd. De belangrijkste aanpassing is het verkleinen en versimpelen van het modelgebied. Hiermee is het aantal zones (gebieden) in het model teruggebracht van 1900 naar 57. Zonder deze bewerking zou de rekentijd van het computermodel veel te lang worden. Ondanks de versimpeling heeft het toedelingsmodel nog steeds twee dagen nodig om de verkeerssituatie van een tussenjaar te modelleren. Hierdoor is het model (nog) niet praktisch in het gebruik. Daarnaast is het netwerk in het herontwikkelingsgebied te grof om de effecten van wegafsluitingen goed te modelleren. Een aanbeveling is dan ook om het netwerk zodanig aan te passen dat wegafsluitingen tot realistische routewijzigingen leidt. De resultaatanalyse laat echter zien dat het model de effecten van (her)ontwikkelingen op de verplaatsingsbehoefte en verkeerspatronen redelijk kan modelleren.

¹ GIS staat voor Geografisch Informatie Systeem en is een programma waarmee ruimtelijke eigenschappen (zoals de drukte op een weg of het aantal inwoners van een wijk) grafisch kunnen worden weergegeven

Conclusie en aanbevelingen

Het onderzoek heeft inzicht gegeven in de manier waarop ritgeneratie bij (her)ontwikkelingen plaatsvindt. Dit onderzoek zou kunnen worden aangevuld door expliciet te kijken naar de veranderingen van gebruiksintensiteiten van werkfuncties, en door de relatie '*gebruiksintensiteit* <-> *verplaatsingsbehoefte*' kwantitatief beter te onderbouwen. Het verplaatsingsbehoeftemodel geeft met behulp van de interpolatiemethode een praktische weergave van de veranderingen in de verplaatsingsbehoefte ten gevolgen van de herontwikkeling.

De toepassing van het computermodel op de case 'Via Breda' is een goede 'speelgrond' gebleken voor de ontwikkeling van het computermodel. Hoewel er nog verbeteringen en uitbreidingen mogelijk zijn laat deze toepassing zien dat de interpolatiemethodiek bruikbaar is als verkeersvoorspeller bij (her)ontwikkelingsprojecten.

Voor een beter begrip van het onderwerp en een verbetering van het model worden onder andere de volgende aanbevelingen gedaan:

- Het onderzoeken en implementeren van de effecten van (her)ontwikkelingen op de activiteiten en ritgeneratie van de werkfunctie
- Het implementeren van kruispuntvertragingen in het toedelingsmodel en het kalibreren van de reistijdfuncties.
- Het versnellen van het toedelingsalgoritme om de bruikbaarheid van het computermodel te vergroten
- Het verbeteren van de bruikbaarheid van het model door de uitvoermogelijkheden van de resultaten uit te breiden

Summary

Introduction

Urban (re)developments are associated with large spatial changes within a short period of time. Property or real estate developments have an effect on the usage of space and functions and in addition to this, changes also occur in the available infrastructure. During the time of (re)developments, these changes already have an influence on travel patterns and traffic (flows). Within this dynamic field it is difficult to predict whether traffic problems in the form of capacity constraints (bottlenecks) will occur and whether these problems may be avoided if the project of (re)development is adapted.

This problem description forms the underlying idea for an investigation into traffic prediction at (re)development projects. This study was performed by completing the following three steps:

1. Exploring traffic development during (re)development projects
2. Designing a calculation method in order to predict the need for mobility and traffic at a specific time during (re)development
3. Using the calculation method in a computer model with the aid of a case study: the redevelopment project 'Via Breda'.

This study is also conducted to acquire insight into traffic development during (re)development projects and to design a method and a computer model to make predictions about capacity bottlenecks due to (re)development in the area of 'Via Breda'.

Traffic development in redevelopment projects

Changes in the use of the land during (re)developments have a direct (and an indirect) influence on traffic flows around a project area. On top of this, processes that follow directly from the redevelopment (such as construction processes) also contribute to changing traffic development. The first part of the study therefore further examines the mapping of the course of the traffic development in such projects.

By simultaneously considering both development project-specific and traffic-specific processes, the common ground of both issues are identified. Three development-specific processes are hereby identified which have a significant impact on traffic growth. These are [1] the effects of changes in function use in the project area on the need for mobility, [2] the (negative) effects of the presence of construction processes on traffic growth and finally [3] the construction traffic that is generated due to construction activities. The investigation has subsequently focused on the process first mentioned because it has presumably the largest impact and, moreover, the time available for this study proved to be too short to consider the other two issues as well.

The main determinant of the need for mobility is the amount of activities that are undertaken. This also holds true for (re)development. A common method within traffic engineering to determine the trip generation on the basis of socio-economic data such as population and workplaces. Therefore during (re)development projects, it is important to know how many residents and workplaces exist at a specific moment in time and how these vary as a result of the development. Using interviews and data analysis an attempt was made to estimate this variation. Important for the residential function is that the relation between the amount of houses and the number of residents proves to be a fairly direct one. The store function, on the other hand, shows a much higher dependence on the number of people in the area. This function also proves more sensitive to the effects of the presence of construction processes.

Mathematical model 'need for mobility' in (re)development areas

The knowledge obtained from the investigation into traffic increase or decrease in (re)development processes is then used to design a calculation model that - based on project

planning – can determine the need for mobility at a specific time during the (re)development. The calculation methodology is based on a schedule dependent interpolation of the need for mobility between a basic year and a future year, in order to determine the need for mobility in a year in-between. The need for mobility is described in the form of OD-matrices that describe the number of trips between origins [O] and destinations [D]. These OD-matrices can be obtained from numerous earlier model studies of (re)development projects. By distinguishing between different matrices for different travel motives, motivation-dependent properties of trips made (for example distribution) can be included in the interpolation.

The interpolation methodology is an alternative to running a calculation of trip generation, trip distribution and modal split for each in-between year. In addition to this, the interpolation methodology ensures that the results are consistent with previous pilot studies. From analysis of the results in the case 'Via Breda', it appeared that need for mobility model supplies a realistic approach of the changes.

Application case 'Via Breda' on computer model

In order to test the applicability of the results of the investigation and to validate the need for mobility model, this design has been incorporated in a computer model. In addition to the need for mobility model, the computer model works with an infrastructure model and an assignment model. The infrastructure model shapes the available infrastructure of a given point in time on the basis of planning data. The assignment model calculates - using an incremental assignment - the route choice of the trips so that traffic (flows) can be modeled. The results of this modeling are intensities on the road sections that indicate a certain amount of activity. In this way congestion of and bottlenecks in the traffic network can be identified.

The computer model has been developed in the GIS program Manifold for easy visualization of the spatial effects for the benefit of optimum analysis. The (re)development project 'Via Breda' is used as a case for the application. 'Via Breda' is the redevelopment of the Breda railway station and its surrounding districts. In roughly 20 years more than 1 million m² gross floor area will be redeveloped. The GGA (Region Oriented Approach) traffic model of the region of Breda serves as the main data source of the Breda area. This includes the situations of 2006 and 2020 of Western North Brabant which can well serve as a basic year and a future year for the interpolation model.

Before the data could be processed in the computer model, various operations were carried out. The most important adjustment was to reduce and simplify the model area. The number of zones in the model was reduced from 1900 to 57. Without this operation calculation time of the computer model would be for far too long. In spite of the simplification, the assignment model still needs two days to model the traffic situation of an in-between year. Therefore, the model is not (yet) very practical to use. In addition to this, the road network in the area of development is still too coarse to be able to model the effects of road closings in a satisfactory manner. This results in a recommendation to adapt the network in such a way that road closings will lead to realistic route changes. Still, the resulting analysis reveals that the model can indeed model the effects of (re)development on the need for mobility and on traffic patterns reasonably well.

Conclusion and recommendations

The investigation has provided an insight in the way in which trip generation takes place in (re)developments. This research could be supplemented by looking explicitly at the changes in intensity of use of work functions, and by providing a quantitative solid basis for the relationship 'intensity of use of functions <-> need for mobility'. The need for mobility model gives - through the interpolation method- a true account of the changes in the need for mobility as a result of the redevelopment.

The application of the computer model on the case 'Via Breda' has proven to be a good 'playground' for designing and developing a computer model. Although there is still enough room for improvement and addition, this practical application shows that the interpolation methodology can indeed be used as a traffic (level) predictor in (re)development projects.

For a better understanding of the subject, and an improvement in the model the following recommendations can be made:

- Study and implementation of the effects of (re)developments on the activities and trip generation as to the work function
- Implementation of junction delays in the assignment model, and the calibration of the time-flow relationships
- The speeding up of the assignment algorithm in order to enhance the serviceability of the computer model
- Improvement of the usefulness of the model by extending and refining the possibilities for output of the results

Inhoudsopgave

Voorwoord	III
Samenvatting.....	V
Summary	IX
1 Inleiding	1
1.1 Leeswijzer	1
1.2 Aanleiding	2
1.3 Probleemverkenning	3
1.4 Doelstelling.....	5
1.5 Onderzoekskader	6
1.6 Onderzoeksmethodiek.....	7
2 Theoretische introductie	9
2.1 (Her)ontwikkeling	9
2.2 Verkeersontwikkeling	9
DEEL I – IDENTIFICATIE EN VERDIEPING	11
3 (Her)ontwikkelingsprojecten en verkeer.....	12
3.1 Methodiek kennisgeneratie	12
3.2 Resultaat van de identificatie	12
3.3 Geselecteerde processen	15
3.3.1 Veranderingen in de gebruiksintensiteit (gebruikersgroei).....	15
3.3.2 Effecten van bouwprocessen op verplaatsingspatronen.....	16
4 Verdiepend onderzoek	17
4.1 Verandering van gebruiksintensiteit	17
4.1.1 Veranderingen van gebruiksintensiteit.....	18
4.1.2 Gebruikersgroei wonen.....	20
4.1.3 Gebruikersgroei winkelen	24
4.1.4 Gebruikersgroei werken.....	27
4.2 Effecten van bouwprocessen op de verkeersontwikkeling.....	27

DEEL II – TOEPASSING	29
5 Rekenmodel	30
5.1 Doel.....	30
5.2 Algemene methodiek rekenmodel	30
5.3 Uitwerking van het rekenmodel	33
5.3.1 Uitgangssituatie.....	33
5.3.2 Basisprincipes modelontwerp	34
5.3.3 [Ruimtelijk model] Interpolatie van de socio-economische data	36
5.3.4 [Verplaatsingsbehoeftemodel] Interpolatie van de HB-matrices	37
5.3.5 [Verkeersnetwerkmodel] Interpolatie van het verkeersnetwerk	42
5.3.6 [Verkeersmodel] Toedelen van de HB-matrices op het netwerk	42
5.4 Conclusies rekenmodel	42
6 Computermodel	45
6.1 Doelstelling computermodel	45
6.2 Globale beschrijving computermodel	46
6.2.1 Onderdelen computermodel	46
6.2.2 Inputbeschrijving	48
6.2.3 Dataopslag	49
6.2.4 Mogelijkheden van implementatie bouwverkeer	49
6.3 Praktische zaken van het computermodel	49
6.4 Conclusies en aanbevelingen computermodel	50
7 Case Via Breda	53
7.1 Algemene casebeschrijving	53
7.2 Databewerkingen voor toepassing	55
7.2.1 Herzoneren	55
7.2.2 Verkeersnetwerk	55
7.2.3 HB-matrices splitsen naar motief	56
7.2.4 Projectplanning	56
7.3 Resultaatanalyse	57
7.3.1 Resultaat verplaatsingsbehoeftemodel	57
7.3.2 Resultaat infrastructuurmodel	60
7.3.3 Resultaat toedelingsmodel	61
7.3.4 Resultaat verkeersvoorspelling van tussenjaren	64
7.4 Conclusies modeltoepassing op 'Via Breda'	69
8 Eindconclusies en aanbevelingen.....	71
8.1 Conclusie onderzoeksvraag 1	71
8.2 Conclusie onderzoeksvraag 2	71
8.3 Conclusie onderzoeksvraag 3	72
8.4 Eindconclusie	74
Literatuurverwijzingen	75
BIJLAGEN	77

1 Inleiding

Dit onderzoek gaat over verkeersvoorspelling bij stedelijke (her)ontwikkelingsprojecten. In de veranderlijke situaties bij stedelijke (her)ontwikkelingsprojecten is het lastig om de verkeersstromen goed te voorspellen. Oude stadsfuncties verdwijnen en daar komen nieuwe functies voor in de plaats, en ook de infrastructuur blijft vaak de (her)ontwikkeling niet bespaard. Ondanks al deze processen moet het stadsdeel bereikbaar blijven voor de functies die nog wel actief zijn. In dit spanningsveld is het interessant om te weten hoe de verkeersstromen gedurende de (her)ontwikkeling veranderen en of er capaciteitsproblemen van het verkeersnetwerk kunnen worden verwacht. In dat laatste geval kan de keuze worden gemaakt om het project of de planning anders in te richten of om verkeersmaatregelen te nemen.

Verkeersvoorspelling in nagenoeg statische situaties is een uitgebreid bestudeerd onderwerp. In dit onderzoek wordt gekeken wat er gebeurt met de verkeersontwikkeling als er geen sprake is van een nagenoeg statische omgeving (zoals deze in normale omstandigheden aanwezig is), maar als de omgeving en het ruimtegebruik, als gevolg van een (her)ontwikkeling, erg verandert.

1.1 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de resultaten van het onderzoek naar verkeersvoorspelling bij (her)ontwikkelingsprojecten. In dit inleidende hoofdstuk worden de aanleiding, probleemverkenning, doelstelling en onderzoeksmethodiek van het onderzoek toegelicht. Hiermee is voor de lezer duidelijk wat het onderzoek inhoudt en in welke context het geplaatst wordt. In hoofdstuk 2 worden de verschillende onderwerpen die van belang zijn binnen dit onderzoek nader toegelicht. Hierbij hoort ook overzicht van de belangrijkste theorie en literatuur.

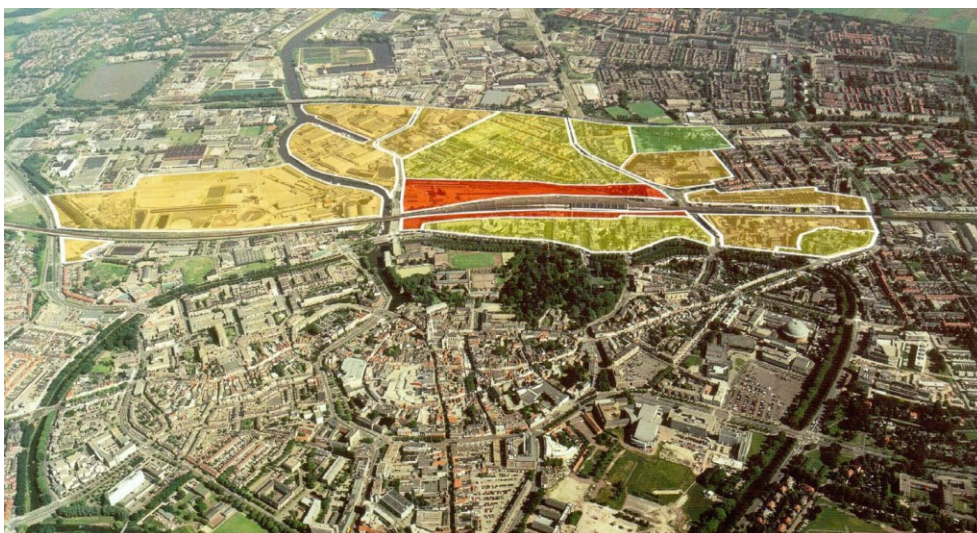
Het daadwerkelijke onderzoek bestaat uit twee duidelijk te definiëren onderdelen en dit onderscheid is ook in de rapportage aangehouden. Het eerste deel (I) gaat in op de **identificatie en verdieping** van processen die spelen bij (her)ontwikkelingen en verkeer. Dit deel komt overeen met de eerste onderzoeksdoelstelling (zie hoofdstuk 1.4) en bestaat uit twee hoofdstukken. In hoofdstuk 3 wordt het raakvlak van verkeersontwikkelingen bij (her)ontwikkelingen in kaart gebracht. Hieruit blijkt dat voornamelijk de veranderingen in verplaatsingsbehoefte een belangrijke component is bij (her)ontwikkelingen. In hoofdstuk 4 wordt het verdiepende onderzoek beschreven naar de effecten van (her)ontwikkelingen op verplaatsingsbehoefte en de manier waarop dit doorwerkt in de generatie van ritten.

In het tweede deel van het onderzoek (deel II) worden de bevindingen uit deel I **toegepast in een computermodel** waarmee de verkeerssituatie bij het herontwikkelingsproject 'Via Breda' wordt voorspeld. Dit deel van het rapport bestaat uit drie hoofdstukken. Hoofdstuk 5 beschrijft de ontwikkeling van het rekenmodel waarmee de verplaatsingsbehoefte op een bepaald moment tijdens de (her)ontwikkeling kan worden bepaald. De bevindingen van het verdiepende onderzoek uit hoofdstuk 4 vormen een belangrijke basis voor de gebruikte methodiek van het rekenmodel. In hoofdstuk 6 wordt de ontwikkeling van het computermodel op basis van het rekenmodel beschreven. Hoofdstuk 7 gaat in op de case die voor de toepassing wordt gebruikt, het herontwikkelingsproject 'Via Breda' dat rondom het stationsgebied van de gelijkgenaaude stad plaatsvindt.

Dit rapport sluit af met de eindconclusies in hoofdstuk 8. Daarnaast worden aanbevelingen gegeven voor het gebruik van de bevindingen en voor verder onderzoek.

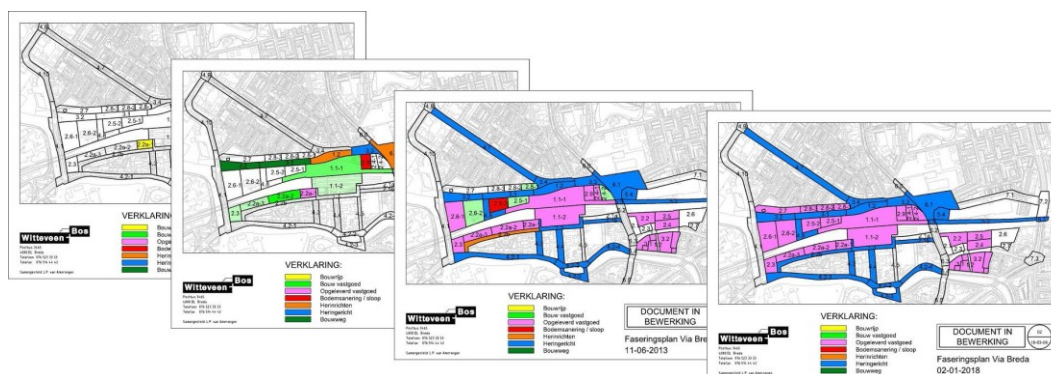
1.2 Aanleiding

De komende twee decennia ondergaan het stationsgebied en de omliggende wijken in Breda grote veranderingen in het kader van het herontwikkelingsproject 'Via Breda'. De aansluiting van het treinstation Breda op de HSL-lijn tussen Amsterdam/Schiphol en Parijs (gepland voor eind 2009) vormt de aanleiding om het gehele stationsgebied te herontwikkelen. De herontwikkeling bestaat uit de bouw van een nieuwe OV-terminal, nieuwe commerciële zones en nieuwe wooncomplexen door onder andere oude wijken en oude industriële locaties te herstructureren. De totale oppervlakte van het gebied is ongeveer 160 hectare waarin meer dan 1 miljoen vierkante meter (m²) nieuw brutovloeroppervlak wordt gerealiseerd (figuur 1).



Figuur 1 - luchtfoto van Breda met de ligging van de geplande herontwikkelingen [Gemeente Breda (2009)]

Om inzicht en afstemming te verkrijgen op de planning en conflicten tussen de verschillende deelprojecten heeft Witteveen+Bos voor de gemeente Breda een planningstool ontwikkeld. Met behulp van deze applicatie wordt aan de hand van een projectplanning een visueel overzicht gegeven in de vorm van een film van de ruimtelijke ontwikkelingen over de tijd. De kleurcodering geeft de bouwfase aan van de verschillende deelprojecten. Dit is te zien in figuur 2. De verkeerskundige effecten zijn binnen deze applicatie echter mager uitgewerkt, hoewel de verwachting is dat tijdens (en na) de looptijd van het project veel veranderingen zullen optreden op het gebied van bereikbaarheid. Vanuit Witteveen+Bos is de vraag gerezen wat de mogelijkheden zijn om de applicatie uit te breiden met een verkeerskundige component. Met behulp van een uitbreiding van de functionaliteiten van de oorspronkelijke tool moet op een eenvoudige manier inzicht worden verkregen in de verkeerskundige bereikbaarheidsproblemen die kunnen optreden tijdens de herontwikkeling.



Figuur 2 – Beelden uit de planningstool van 'Via Breda'

Bij projecten zoals Via Breda is de bestaande verkeerssituatie bekend en is in dit geval ook gemodelleerd met een verkeersmodel. Daarnaast is de verkeerssituatie in het uiteindelijke plan ook geanalyseerd met behulp van een verkeersmodel om ervoor te zorgen dat in de toekomstige situatie geen verkeersproblemen optreden. Het is zelfs verplicht om deze analyse uit te voeren in het kader van de Milieueffectrapportage (MER). De verkeerssituatie tijdens de herontwikkelingsperiode is echter beperkt inzichtelijk. Door projectontwikkelaars wordt vaak slechts nagedacht over de routes van bouwverkeer en de momenten waarop infrastructuur wordt ontwikkeld. De veranderingen van verplaatsingspatronen ten gevolge van de herontwikkeling worden hierbij echter niet geanalyseerd.

De verwachting is dat verplaatsingspatronen bij grote ontwikkelingsprojecten, zoals Via Breda, net zo veranderen als de ruimtelijke situatie zelf. Nieuwe bewoners hebben hun eigen verplaatsingsbehoeften en dit geldt ook voor de nieuwe bedrijven die zich gaan vestigen in het gebied. De infrastructuur verandert en de komst van verbeterde OV-voorzieningen en voorzieningen voor langzaam verkeer hebben effect op de vervoerswijzekeuze. Deze veranderingen zijn niet alleen zichtbaar als het herontwikkelingsproject is afgerond, maar zullen ook al plaatsvinden tijdens het project op verschillende momenten. Iedere set van verplaatsingspatronen resulteert in een aparte verkeerssituatie, waarbij de kans bestaat dat deze verkeerssituatie niet voldoet aan de gewenste situatie, bijvoorbeeld in de vorm van slechte bereikbaarheid, veiligheid en leefbaarheid. Dit maakt het interessant om te kijken naar de verkeerssituaties die optreden gedurende de doorlooperperiode van het project.

1.3 Probleemverkenning

Alle ruimte in Nederland wordt gebruikt voor één of meerdere functies. Zo wordt de ruimte waar een stad is gesitueerd gebruikt om te wonen en te werken, een weiland heeft een agrarische functie en de ruimte waar een autosnelweg ligt heeft een mobiliteitsfunctie. Door het steeds veranderende gebruik van functies en door wijzigingen in zienswijzen en wensen zullen de functies die in een gebied gehuisvest zijn op een gegeven moment niet meer. Voorbeelden hiervan zijn een verpauperd industriegebied dat opgewaardeerd moet worden, een agrarische functie die men liever wil gebruiken voor een bedrijventerrein of een vooroorlogse woonwijk die niet meer aan de kwaliteitseisen voldoet die nu aan een woonfunctie zijn verbonden. Het veranderen van deze functies gebeurt continu, zodat er economisch, sociaal en ruimtelijk een – volgens het heersende gedachtegoed – goede invulling wordt gegeven aan de beschikbare ruimte.

(Her)ontwikkeling

Er is onderscheid te maken tussen het ontwikkelen van nieuw stedelijk gebied en herontwikkelingen waarin bestaand stedelijk gebied opnieuw wordt ingericht. In het eerste geval wordt aan de betreffende ruimte een stedelijke functie gegeven. Vaak gebeurt dit aan de rand van bestaand stedelijk gebied en wordt ook wel een uitleggebied genoemd. Een voorbeeld van dit type ruimtelijke ontwikkeling is een VINEX-wijk zoals IJburg. De tweede mogelijkheid is dat een bestaande stedelijke functie niet meer voldoet aan de geldende wensen en eisen op bijvoorbeeld economisch, maatschappelijk-sociaal of ruimtelijk vlak. In dat geval wordt de bestaande stedelijke functie vernieuwd of compleet herontwikkeld. Voorbeelden hiervan zijn stedelijke vernieuwingsprojecten of transformatieprojecten. Bij het laatste type projecten verandert (transformeert) de functie helemaal.

Bij de (her)ontwikkeling van een gebied spelen veel ruimtelijke, economische en sociaal-maatschappelijke processen een rol. Een van deze processen is het veranderen van de verplaatsingsbehoeften en daarmee de verkeerssituatie. Bij het ontwikkelen van een VINEX-wijk wordt veel bouwverkeer gegenereerd, terwijl de tractoren die oorspronkelijk in het gebied reden, er niet meer voorkomen. Als de herontwikkeling voltooid is, zal er verkeer worden gegenereerd in de wijk, maar ook naar gebieden buiten de wijk. Hoe dit gebeurt, is vooraf niet altijd even gemakkelijk te voorspellen. Verder wordt een herontwikkelingsproject over het algemeen in fasen gerealiseerd zodat er ook al tijdens de herontwikkeling veranderingen in de verkeerssituatie optreden.

Veranderingen in verkeerssituatie

Veranderingen in de verkeerssituatie vormen op zichzelf geen probleem. Er kunnen echter wel situaties ontstaan die onwenselijk zijn, zoals problemen in de bereikbaarheid. Door de verkeerssituatie voor een herontwikkelingsproject te voorspellen kunnen capaciteitsproblemen van het verkeersnetwerk worden gesignaleerd en vervolgens kunnen maatregelen worden genomen om deze te voorkomen. Om voorspellingen te kunnen doen over optredende verkeerssituatie is inzicht nodig in de processen en factoren die de verkeerssituatie tijdens (her)ontwikkelingen bepalen. De verwachting is dat het ontstaan van verkeerssituaties tijdens (her)ontwikkelingsprojecten in grote mate overeen komt met normale situaties, maar dat er ook een aantal verschillen zijn, bijvoorbeeld door een veranderde aantrekkelijkheid van het ontwikkelingsproject als bestemming of de invloed van bouwverkeer op de verkeersstromen. Door deze verschillen zijn de normale methoden om verkeer te voorspellen niet één-op-één bruikbaar bij grote veranderingen in functiegebruik, zoals bij (her)ontwikkelingen en zijn aanpassingen nodig aan de methodiek.

Verkeersvoorspelling

Het voorspellen van verkeersstromen en de eigenschappen hiervan gebeurt al vele decennia. Inmiddels is een breed scala van methoden beschikbaar om het verkeer in specifieke situaties te modelleren. De dynamiek van verkeersstromen waaronder de onderlinge interactie tussen voertuigen wordt onderzocht met behulp van microsimulatiemodellen. Op een hoger niveau worden verplaatsingsbehoeften gemodelleerd en vertaald naar verplaatsingen met behulp van macroscopische modellen. Vooral bij deze macroscopische modellen wordt gebruik gemaakt van een methodiek die in de verkeerskunde het 'traditionele vierstapsmodel' heet. In vier hoofdstappen wordt achtereenvolgens bepaald hoe groot de verplaatsingsbehoefte is (ritgeneratie), van welke herkomst en naar welke bestemming deze verplaatsingsbehoefte is (ritdistributie), met welke vervoerswijze de ritten worden gemaakt (vervoerswijzekeuze) en welke route er wordt gekozen (routekeuze oftewel toedeling). Bij sommige voorspellingen speelt nog een vijfde stap een rol, de vertrektijdstopkeuze, die dan meestal voor de vervoerswijzekeuze wordt toegepast.

De mogelijkheden van gebruik van resultaten van verkeersvoorspellingen zijn erg divers. Zo kan inzicht worden verkregen in de verplaatsingspatronen, de vervoerswijze en de routekeuze, maar kan ook worden gekeken of de infrastructuur (zoals wegen en OV-verbindingen) de vervoersvraag aankan en of er verkeersgerelateerde problemen ontstaan (zoals files, geluidsoverlast en bereikbaarheidsproblemen).

Een 'verkeersproblemen-bij-ruimtelijke-ontwikkelingen-voorspeller'

Op dit moment is er geen methode voorhanden om op een eenvoudige wijze de veranderlijke omgeving bij grootschalige ruimtelijke ontwikkelingsprojecten te analyseren op het ontstaan van verkeersproblemen. Door de grootschaligheid en complexiteit van dergelijke projecten zijn verkeersproblemen ook niet meer te voorspellen aan de hand van ervaring van de expert. Daarnaast is het te kostbaar om voor elke mogelijk optredende situatie een uitgebreide verkeersanalyse te doen. De projectverantwoordelijke heeft daarom behoefte aan een manier om snel en gemakkelijk de effecten van een bepaalde ontwikkelingsconfiguratie (bijvoorbeeld projectplanning) op het verkeer te kunnen bekijken.

Om te voorzien in een winst van eenvoud en snelheid van een voorspelling moeten concessies worden gedaan aan het detailniveau en nauwkeurigheid van de verkeersvoorspelling. Het maken van een verkeersanalyse met een uitgebreid verkeersmodel zoals dit gebeurt bij een normale verkeersstudie is ondoenlijk voor elke mogelijk optredende situatie bij een ruimtelijke ontwikkeling. Vandaar dat er qua voorspellingsniveau wordt ingezet op een voorspelling die op een quikscan-achtige wijze een indicatie geeft van bereikbaarheidsproblemen op basis van intensiteit-capaciteitsverhoudingen (I/C-verhoudingen) van de wegen in en rondom het studiegebied. Met behulp van deze voorspelling worden mogelijke verkeersproblemen gesignaleerd en kan de projectleider aan de hand van deze signalering besluiten over wenselijke acties. Deze insteek beïnvloedt ook het niveau waarop er naar de problematiek wordt gekeken. I/C-verhoudingen geven geen inzicht in individuele voertuigen en bijbehorende eigenschappen.

Het breed geparkeerd staan van een dieplader bij een bouwproject op een doorgaande weg zit dus niet in de groep problemen die binnen de scope van dit onderzoek vallen. De drukte die bij een wegopbreking ontstaat op het omliggend wegennet is wel een voorbeeld van een dergelijk probleem dat met een dergelijke tool kan worden geanalyseerd.

1.4 Doelstelling

Op basis van de aanleiding en de probleemverkenning is de doelstelling voor het onderzoek geformuleerd. Voor praktische redenen is naast een hoofddoelstelling ook een nevendoelstelling opgesteld. De hoofddoelstelling luidt:

Hoofddoelstelling:

"Het in kaart brengen en beschrijven van de belangrijkste processen, factoren en relaties die van invloed zijn op de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten, met als doel deze te gebruiken in de voorspelling van verkeersintensiteiten in de nabijheid van (her)ontwikkelingsprojecten voor de signalering van mogelijke capaciteitsproblemen op basis van een door de gebruiker ingevoerde projectfasering"

In deze doelstelling komen twee belangrijke elementen naar voren. De eerste is **het in kaart brengen en beschrijven** van de processen, factoren en relaties die van invloed zijn op de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten. Omdat er vanuit de literatuur nog weinig bekend is over welke processen en factoren belangrijk zijn in deze situatie is het nodig om eerst een goed beeld te krijgen van de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten in het algemeen. Om inzicht te krijgen in de wijze waarop deze processen en factoren doorwerken in het bepalen van de verkeerssituatie worden de belangrijkste elementen nauwkeuriger onderzocht en beschreven.

Mede door de aanleiding van dit onderzoek, maar ook als een controlemiddel of de bevindingen bruikbaar zijn, wordt de gegenereerde kennis toegepast op een voorspelling van de verkeerssituatie bij het herontwikkelingsproject 'Via Breda'. Hiermee is **het toepassen** van de bevindingen het tweede deel in dit onderzoek. Voor dit deel van het onderzoek zal een rekenmethode worden ontworpen en worden toegepast in een computermodel waarin het maken van een verkeersvoorspelling mogelijk is op basis van een door de gebruiker ingevoerde projectfasering. Vanwege de beperkte tijd zal het niet mogelijk zijn om een perfect werkend model te ontwikkelen, maar de werking van het concept wordt getoetst door scenario's voor 'Via Breda' in ieder geval door te rekenen. Voor dit specifieke doel is een nevendoelstelling geformuleerd:

Nevendoelstelling:

"Het toepassen van de bevindingen van het onderzoek in een modelvoorspelling van de verkeerssituatie voor het herontwikkelingsproject Via Breda van verschillende momenten tijdens het project. Hiertoe wordt een rekenmethodiek in een computermodel ontworpen en getoetst waarin de fasering van de herontwikkeling als input vanuit de gebruiker kan worden meegenomen"

Op basis van de bevindingen van deze toepassing wordt een oordeel gegeven over de bruikbaarheid van de resultaten van het onderzoek in de praktijk. Tevens worden aanbevelingen gedaan voor de verdere ontwikkeling van het model.

Onderzoeksvragen

Op basis van de drie elementen (in kaart brengen, beschrijven en toepassen) uit de twee doelstellingen zijn drie onderzoeksvragen opgesteld die ieder een element van de doelstellingen behandelen. Door in het onderzoek antwoord te geven op deze onderzoeksvragen wordt er aan de doelstellingen van het onderzoek voldaan.

Onderzoeksvraag 1:

- "Welke processen, factoren en relaties spelen een rol bij het tot stand komen van de verplaatsingsbehoeften en ritpatronen tijdens een herontwikkelingsproject?"

Onderzoeksvraag 2:

- "Op welke wijze spelen de belangrijkste processen en factoren een rol bij het tot stand komen van verplaatsingsbehoefte en ritpatronen?"

Onderzoeksvraag 3:

- "Hoe kan de opgedane kennis over verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten worden toegepast voor een voorspelling van de verkeersstromen bij Via Breda in de vorm van verkeersintensiteiten en I/C-verhoudingen van autoverkeer met behulp van een computermodel?"

1.5 Onderzoekskader

Al bij de initiële onderwerpverkenning aan het begin van het onderzoek is duidelijk geworden dat het aantal mogelijke onderwerpen en onderdelen om in het onderzoek te betrekken gigantisch groot is. Zowel vooraf als gedurende het onderzoek zijn constant keuzes gemaakt over het wel of niet meenemen van onderdelen in dit onderzoek. In deze paragraaf staan de belangrijkste onderwerpkaders genoemd die in het onderzoek zijn gesteld. De onderdeel specifieke en minder substantiële kaders zijn in het rapport bij de desbetreffende onderwerpen genoemd.

Alleen gebruikersgroei en negatieve effecten bouwprocessen

Bij het in kaart brengen van de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten bleek dat er tot in de oneindigheid processen en factoren kunnen worden bedacht die aanvullingen of juist beperkingen zijn op eerdere processen en factoren. Daarom is de keuze gemaakt om de mee te nemen processen en factoren te beperken tot diegene die direct het effect zijn van de (her)ontwikkelingsprocessen en de grootste invloed worden geacht te hebben op de verkeersontwikkeling. Dit zijn de processen die een directe invloed hebben op de vier onderdelen van het klassieke vierstaps-verkeersmodel; de ritgeneratie, -distributie, vervoerswijzekeuze en de routekeuze. Dit houdt in dat er veel processen niet worden meegenomen. Op basis van de kennis van de onderzoeker is het echter de verwachting dat deze processen de belangrijkste determinanten zijn van de verkeerssituatie en voldoende de verkeerssituatie kunnen benaderen.

Als resultaat van bovenstaand kader is ervoor gekozen om in het verdiepende deel van het onderzoek (zie onderzoeksvraag 2) het onderzoek te beperken tot veranderingen van de verplaatsingsbehoefte (ritgeneratie) als gevolg van (her)ontwikkeling en de effecten die bouwprocessen hebben op ritgeneratie en distributie. De veranderingen in verplaatsingsbehoefte staat voor de manier hoe functieveranderingen doorwerken op het aantal activiteiten en daarmee het aantal ritten dat een functie genereert. Naast de gebruikersgroei worden ook de effecten van bouwprocessen kort aangestipt in het onderzoek. Deze effecten gaan over de (negatieve) invloed die bouwprocessen zoals bouwverkeer, geluidsoverlast en verminderde leefbaarheid hebben op zowel de ritgeneratie, ritdistributie als de routekeuze.

Geen onderzoek naar bouwverkeer

Hoewel wordt verwacht dat bouwverkeer door de (her)ontwikkeling een significante bijdrage kan leveren aan de verkeersdruk is vanwege pragmatische redenen (tijdsbesteding) gekozen om minimale aandacht aan het bouwverkeer te besteden. De aanwezigheid van bouwverkeer is vanwege de grote invloed wel meegenomen in het verkennen van de verkeersontwikkeling bij

(her)ontwikkelingsprojecten, maar wordt dus niet specifiek onderzocht en geanalyseerd. Bij het ontwerpen van het computermodel is rekening gehouden met de mogelijkheid om bouwverkeer in een vervolgonderzoek te implementeren in de modellering, maar dit is echter minimaal uitgewerkt. Dit heeft als resultaat dat mogelijk de I/C-verhoudingen te laag zijn.

Specifiek situatie Via Breda

Zoals uit de onderwerp- en theoriebeschrijving (hoofdstuk 2) blijkt, zijn er veel verschillende typen (her)ontwikkelingen in nog meer verschillende ruimtelijke situaties. Hoewel in grote lijnen het onderzoek toepasbaar is op deze verschillende situaties is vooral in het toepassingsgedeelte van het onderzoek (zie onderzoeksvraag 3) gefocust op de situatie zoals deze bij het project Via Breda is. Hierdoor zijn sommige elementen niet meegenomen zoals tramvoorzieningen, de aanwezigheid van een vliegveld en de effecten van landelijke gebieden. In de casebeschrijving van 'Via Breda' (hoofdstuk 7) staan de elementen genoemd die wel zijn meegenomen. Dit kader heeft gevolgen voor de generaliseerbaarheid van de resultaten. Bij het trekken van conclusies en het doen van aanbevelingen op basis van de resultaten is hiermee rekening gehouden.

Alleen (gemotoriseerd) wegverkeer

In de modellering van het verkeer is alleen het gemotoriseerd wegverkeer meegenomen, dus auto en vrachtverkeer. Hiervoor zijn een drietal redenen. Allereerst zijn vanuit de case Via Breda enkel de data van het gemotoriseerde wegverkeer gemakkelijk bruikbaar. Gegevens over andere modaliteiten (lopen, fiets, OV) zijn wel beschikbaar, maar moeilijk te verwerken. Dit is tevens de tweede reden; het uitbreiden van het model naar meerdere modaliteiten is te complex voor dit onderzoek. Tenslotte is de aanname gemaakt dat het gemotoriseerde wegverkeer de maatgevende modaliteit is bij het ontstaan van bereikbaarheidsproblemen, zodat inzicht hierin voldoende is om een werkende voorspelling te kunnen maken. Deze keuze heeft als effect dat veranderingen in de vervoerswijzekeuze niet kunnen worden meegenomen in de modellering.

Beperkte uitwerking verkeersmodellering

Het onderzoek poogt inzicht te krijgen in de mogelijkheden om de verkeersprocessen bij (her)ontwikkelingsprojecten te modelleren. Verkeersprocessen kunnen op veel verschillende manieren worden beschreven en gemodelleerd. De nadruk bij het toepassen van de bevindingen in een model ligt op het verkrijgen van intensiteitsgegevens van het netwerk. Hiermee kunnen voornamelijk capaciteitsproblemen in kaart worden gebracht. Op basis van de beschikbare data van de gemeente Breda wordt enkel het drukste, maatgevende uur in de middagspits gemodelleerd.

Een belangrijke factor in stedelijk verkeer, de kruispuntvertraging, wordt niet gemodelleerd. Dit om het toedielingsmodel en de datavereisten eenvoudig te houden. Het effect van de keuze hiervoor moet echter wel worden meegenomen bij de analyse van de modelresultaten.

1.6 Onderzoeksmethodiek

Het uiteindelijke doel van het onderzoek is om een voorspelling te kunnen doen over een verkeerssituatie tijdens een grootschalige ruimtelijke (her)ontwikkeling. Om dit doel te bereiken worden in het onderzoek drie stappen ondernomen welke overeen komen met de drie onderzoeksvragen (zie paragraaf 1.4).

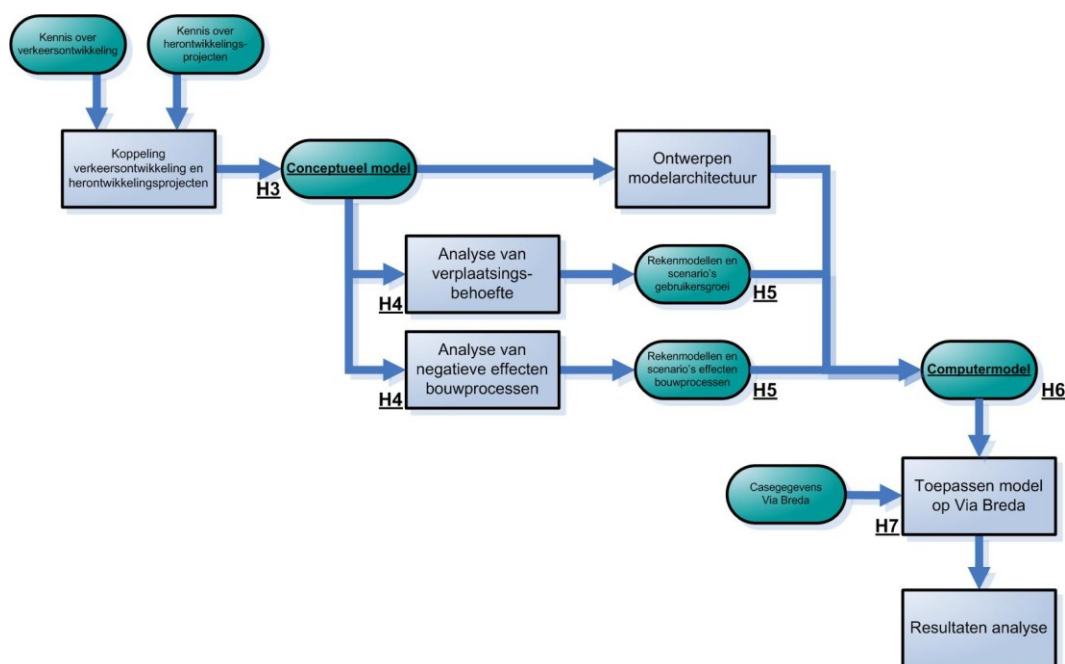
Er wordt eerst bekeken welke veranderingen er ten opzichte van een normale situatie zijn, bij het ontstaan van een verkeerssituatie tijdens een grootschalige (her)ontwikkeling. Door de kennis over verkeersprocessen en (her)ontwikkelingsprocessen te koppelen is een **conceptueel model** opgesteld waarin de belangrijkste relaties en processen zijn geïdentificeerd die relevant zijn bij het ontstaan van de verkeerssituatie bij een (her)ontwikkeling. Dit conceptuele model vormt de representatie van de werkelijkheid die voor dit onderzoek gebruikt is.

Op basis van de bevindingen uit de eerste stap is gebleken dat er voor twee belangrijke processen (de **veranderingen in verplaatsingsbehoefte** en de eventuele negatieve **effecten**

van bouwprocessen op ritdistributie en routekeuze) nog onvoldoende inzicht is over hoe deze processen een rol spelen. Daarom is er een verdiepend onderzoek uitgevoerd naar deze processen. Dit deel van het onderzoek geeft dus een antwoord op de tweede onderzoeksvraag. De belangrijkste processen worden beschrijvend in kaart gebracht. Deze beschrijving wordt vervolgens verwerkt in het rekenmodel dat gebruikt wordt in de verkeersvoorspelling.

Het laatste deel van het onderzoek gaat in op de daadwerkelijke verkeersvoorspelling met behulp van een **computermodel** op de case 'Via Breda'. Op basis van het conceptuele model is een rekenmodel ontworpen waarin de bevindingen uit de tweede deelvraag zijn meegenomen. In tegenstelling tot de eerste twee onderdelen van het onderzoek wordt er in dit onderdeel voornamelijk ontworpen. De ontwerpruimte voor het model is echter aan een aantal beperkingen gebonden, zoals de beschikbaarheid van data, de wens om de projectplanning te kunnen meenemen en programmeerqualiteiten van de onderzoeker. Door de resultaten van de toepassing op 'Via Breda' te analyseren wordt er gekeken of het model, en daarmee de methodiek, valide is.

De systematiek van deze onderzoeksmethodiek is gevisualiseerd in het onderzoeksmodel in figuur 3. De eerste stap van het onderzoek is beschreven in hoofdstuk 3. Hierin wordt ook dieper ingegaan op de specifieke methodiek die is gebruikt bij deze stap. Het onderzoek naar de verplaatsingsbehoefte en de effecten van bouwprocessen op het verkeer is beschreven in hoofdstuk 4. Ook voor deze stap geldt dat in de eerste paragraaf van dat hoofdstuk een nauwkeurige beschrijving is gegeven van de onderzoeksmethodiek. Vervolgens wordt een rekenmethodiek ontworpen (hoofdstuk 5) om de verplaatsingsbehoefte bij (her)ontwikkelingsprojecten te voorspellen en wordt deze geïmplementeerd in een computermodel (hoofdstuk 6). Tenslotte wordt de rekenmethode toegepast op de case van 'Via Breda' (hoofdstuk 7) om de werking te valideren en te analyseren.



Figuur 3 - Onderzoeksmodel

2 Theoretische introductie

Als inhoudelijke basis voor het onderzoek is vooraf en gedurende het onderzoek gebruik gemaakt van theorie en literatuur. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste onderwerpen kort geïntroduceerd. Een uitgebreidere beschrijving van de gebruikte theorie is te vinden in Bijlage I. In dit hoofdstuk wordt eerst kort ingegaan op het begrip (her)ontwikkeling en daarna worden de belangrijkste begrippen van verkeersontwikkeling en verkeersvoorspelling toegelicht. Over verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten is weinig specifieke kennis beschikbaar. Vandaar dat deze zelf moet worden gegenereerd. Dit gebeurt in hoofdstuk 3 door de kennis over verkeer en (her)ontwikkelingsprojecten naast elkaar te leggen.

2.1 (Her)ontwikkeling

Stedelijke herontwikkeling is het proces waarin bestaand stedelijk gebied grootschalig wordt aangepast aan nieuwe wensen. Vaak betreffen het stedelijke zones die op economisch, ruimtelijk of sociaal vlak niet meer voldoen of passen binnen de stad. Voorbeelden van dit soort gebieden zijn verouderde bedrijventerreinen of verpauperde naoorlogse wijken. Door het herontwikkelen van deze gebieden wordt op sociaal-economisch en/of fysiek-ruimtelijk vlak de kwaliteit van het stadsgebied verbeterd.

Herontwikkelingen kunnen plaatsvinden in veel verschillende vormen en met veel verschillende doelen. Bij de (her)ontwikkeling van een functie waarbij de kwaliteit van het functiegebruik wordt verbeterd (bijvoorbeeld het aanpakken van een verpauperde woonwijk) wordt er gesproken over stedelijke vernieuwing. Daarnaast kan ook een functie niet (meer) passen in het ruimtegebruik. In dat geval wordt de ruimte naar een nieuwe functie getransformeerd en wordt er gesproken over een transformatieproject. Een vaak voorkomend voorbeeld hiervan is een dicht bij het stadscentrum gelegen, verouderd bedrijventerrein dat wordt getransformeerd naar een woonwijk. Een derde mogelijkheid is dat er vooraf nog geen sprake is van een stedelijke functie en dat deze wordt ontwikkeld. Een voorbeeld hiervan is de bouw van een VINEX-wijk aan de rand van een stad. Voor een uitgebreidere beschrijving van (her)ontwikkelingen wordt verwezen naar bijlage I.III.

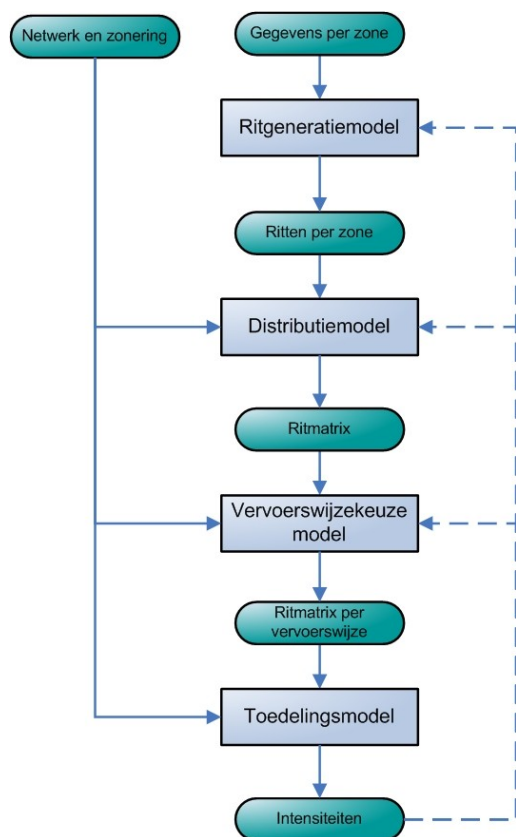
2.2 Verkeersontwikkeling

Verkeer, en specifiek het wegverkeer, ontstaat door een verplaatsingsbehoefte. Deze behoefte kan bestaan uit het verplaatsen van personen, maar dit kunnen ook middelen oftewel goederen zijn. Indien aan de verplaatsingsbehoefte gehoor wordt gegeven, zal een verplaatsing (een rit) plaatsvinden van een bepaalde herkomst naar een bepaalde bestemming, op een bepaald tijdstip met een of meerdere vervoerswijzen. Daarnaast dient een verplaatsing ook nog een bepaald doel, wat binnen de verkeerskunde een verplaatsingsmotief wordt genoemd. Enkele belangrijke verplaatsingsmotieven voor personen zijn woon-werkverplaatsingen, woon-winkel, familiebezoek, recreatie, etc.

Alle ritten bij elkaar zorgen voor een verplaatsingspatroon en voor een bepaald gebruik van de verkeersinfrastructuur zoals de wegen, het spoor, de waterwegen en ook de OV-voorzieningen. Op locaties en momenten waarop meer ritten worden gemaakt dan de infrastructuur aankan ontstaat een degradatie van de mobiliteit in reistijd/bereikbaarheid (bijvoorbeeld bij files) of reiskwaliteit (bijvoorbeeld moeten staan in een drukke trein). In het kader van dit onderzoek wordt gekeken naar de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingen en de daaruit volgende capaciteitsproblemen van de verkeersinfrastructuur. Deze capaciteitsproblemen volgen direct uit de verplaatsingsbehoefte in relatie tot het aanbod van de infrastructuur. De beschikbare infrastructuur is over het algemeen een goed te bepalen onderdeel. Verplaatsingsbehoefte

daarentegen is lastiger te bepalen. Binnen de verkeerskunde wordt een methodiek gebruikt waarmee in vier stappen de verplaatsingsbehoefte tussen locaties (zones) wordt geschat en de ritpatronen bepaald; het vierstapsverkeersmodel. De eerste stap is de ritgeneratie waarin op basis van gegevens over de functies per gebied (zoals bewoners en werkplekken) een schatting wordt gemaakt over het aantal ritten dat deze functies produceren of attracteren. Vaak wordt hierbij al onderscheid gemaakt tussen reismotieven. In de tweede stap wordt de ritproductie gekoppeld aan de ritattractie (dus het reisdoel wordt gekoppeld aan het reisdoel). Dit gebeurt in de ritdistributie. Het resultaat van deze stap is een herkomst-bestemming of HB-matrix, waarin in matrixvorm de aantallen ritten tussen elke herkomst en bestemming is beschreven. In de derde stap wordt gekeken met welke vervoerswijze deze ritten worden gemaakt. Daarnaast kan er eventueel worden gekeken op welk tijdstip de ritten worden gemaakt indien dat noodzakelijk is. Uiteindelijk worden de routes bepaald waarop de ritten worden toegedeeld. Het resultaat van deze stap zijn intensiteiten (aantallen auto's of voertuigen per tijdseenheid) op deze routes, waarmee ook is te bepalen hoe druk het op een bepaald wegvak wordt. Door de intensiteit van een wegvak te delen door de capaciteit van het wegvak ontstaat een grootte die I/C-verhouding (intensiteit-capaciteit verhouding) wordt genoemd. Dit is een maat voor de drukte op een weg en is een indicator voor mogelijke files of knelpunten in het verkeersnetwerk.

Een schema van de stappen van het vierstapsverkeersmodel is te zien in Figuur 4.



Figuur 4 – Modelstructuur van het traditionele vierstapsverkeersmodel

DEEL I – IDENTIFICATIE EN VERDIEPING

Het eerste deel van het onderzoek gaat in op de manier waarop het verkeer wordt gevormd bij (her)ontwikkelingsprojecten en welke invloed deze projecten hierop hebben. Allereerst wordt in hoofdstuk 3 het raakvlak tussen (her)ontwikkelingsprojecten en verkeer onderzocht. Op basis van dit onderzoek is een conceptueel model opgesteld waarin de belangrijkste relaties tussen projectgerelateerde en verkeersgerelateerde processen zijn beschreven. Dit conceptueel model vormt de basis, het kader, van het verder onderzoek.

Op basis van het conceptueel model zijn twee processen geïdentificeerd die belangrijk zijn bij de vorming van verkeersstromen bij (her)ontwikkelingsprojecten en die daarom dieper worden onderzocht. Dit zijn de veranderingen in verplaatsingsbehoefte als gevolg van veranderende functies en activiteiten en het tweede proces is de (negatieve) invloed die bouwprocessen hebben op ritdistributie en routekeuze. Beide onderwerpen worden in hoofdstuk 4 onderzocht.



3 (Her)ontwikkelingsprojecten en verkeer

In dit hoofdstuk komt de **identificatie** van (her)ontwikkelingsprojectgerelateerde verkeersprocessen aan bod. Deze stap wordt uitgevoerd door een systematische koppeling te maken tussen (her)ontwikkelingsprocessen en verkeersprocessen. De verkeersprocessen zijn gestructureerd door middel van het traditionele vierstapsverkeersmodel (zie figuur 6). Deze koppeling leidt tot een conceptueel model waarin de belangrijkste relaties tussen de herontwikkelingsprocessen en de verkeersontwikkeling zijn meegenomen. Dit conceptueel model is in de rest van het onderzoek gebruikt als een kader waarin de processen worden beschreven.

Specifieke kennis over de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten is beperkt beschikbaar in de Nederlands- en Engelstalige literatuur. Huidige methoden modelleren enkel de eindsituatie en er wordt niet specifiek gekeken naar de processen die spelen tijdens ontwikkelingsprojecten. Om toch inzicht hierin te krijgen is door middel van open interviews met experts en eigen inzichten bekeken welke relaties er allemaal te bedenken zijn tussen (her)ontwikkelingsprojecten en de ontwikkeling van verkeer. Hoewel er dan geen garantie is van een theoretisch onderbouwde koppeling is de verwachting tot deze inductieve benadering (*open minded* naar de data kijken) tot een reëel en werkbaar beeld leidt van de koppeling tussen (her)ontwikkeling en verkeer.

3.1 Methodiek kennisgeneratie

Door gebrek aan specifieke kennis over effecten van (her)ontwikkelingsprojecten op de verkeersontwikkeling is het nodig om deze inzichten zelf te genereren. Door de onderwerpen '(her)ontwikkelingsproject' en 'verkeersontwikkeling' naast elkaar te leggen, te ontrafelen en naar relaties te zoeken is een beeld verkregen van de raakvlakken. Een groot nadeel aan deze methode is dat het resultaat niet volledig hoeft te zijn (niet alle relaties ontdekt) en dat het belang van relaties kan worden over- of onderschat. Om volledigheid na te streven, is geprobeerd om op verschillende abstractieniveaus naar het onderwerp te kijken.

Hierbij is het wel belangrijk om in het achterhoofd te houden met welk doel het onderzoek wordt verricht. Het doel is om de kennis uiteindelijk te gebruiken in het voorspellen van intensiteiten en capaciteitsproblemen in een projectgebied. Daarom worden alleen processen en relaties meegenomen die relevant zijn voor dit doel. Zo valt bijvoorbeeld het effect van een breed geparkeerde mobiele kraanwagens buiten de scope van dit onderzoek evenals de economische effecten van de herontwikkeling op de regionale verplaatsingsbehoefte.

Hierbij speelt ook mee dat het praktisch is om het maken van een verkeersvoorspelling te structureren volgens de gangbare methodes binnen de verkeerskunde. Om deze reden is het klassieke vierstapsmodel (figuur 4) als basisstructuur gebruikt om de onderwerpen (her)ontwikkeling en verkeer te koppelen.

3.2 Resultaat van de identificatie

Herontwikkelingsprojecten hebben een complexe invloed op het ruimtegebruik (zoals beschreven in hoofdstuk 2 en bijlage I.III). Het ruimtegebruik en de daarmee samenhangende activiteiten vormen de basisinput voor het bepalen van de verplaatsingsbehoefte. Deze relatie (herontwikkeling → ruimtegebruik → verplaatsingsbehoefte) is dan ook de belangrijkste relatie voor het bepalen van de verkeersstromen bij (her)ontwikkelingen. Tabel 1 laat een samenvatting zien van de belangrijkste (her)ontwikkelingsprocessen en op welk verkeersproces deze invloed heeft.

	Ritgeneratie	Ritdistributie	Vervoerswijzekeuze	Routekeuze
(her)ontwikkelingsproces				
Afnemen activiteiten als gevolg van de (her)ontwikkeling	X			
Toenemen activiteiten als gevolg van de (her)ontwikkeling	X			
Veranderen type activiteit als gevolg van de (her)ontwikkeling	X	X	X	
Beschikbare modaliteiten			X	
Beschikbare infrastructuur			X	X
Aanwezigheid bouwprocessen	X	X		X
Bouwverkeer	X	X		X

Tabel 1 – Koppeling herontwikkelingsprocessen aan stappen verkeersmodellering

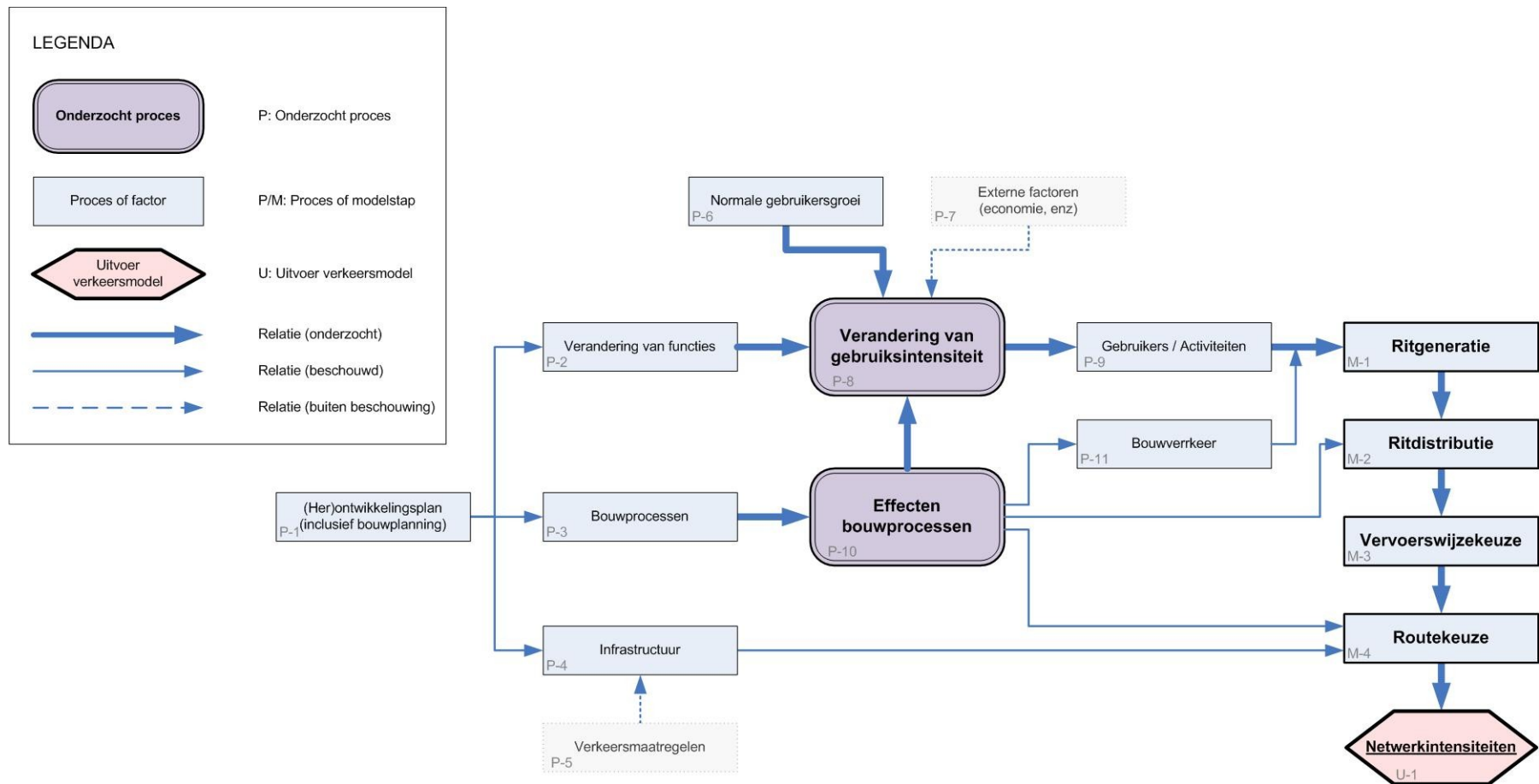
Op basis van deze relaties is een conceptueel model gemaakt. Hierin zijn de (her)ontwikkelingsgerelateerde processen gekoppeld aan de verkeersprocessen en zijn ook onderlinge relaties beschreven. Het conceptueel model is te zien op de volgende pagina in figuur 4. Het model zal hieronder kort worden toegelicht. Voor een volledige beschrijving wordt verwezen naar bijlage II.I.

Toelichting conceptueel model

Aan de rechter zijde van het figuur zijn de vier verkeerprocessen zichtbaar die samen een voorspelling maken van de verkeerstromen volgens het klassieke vierstapsverkeersmodel. Dit zijn de ritgeneratie, ritdistributie, vervoerswijzekeuze en de routekeuze. Vanuit de linkerkant zijn de (her)ontwikkelingsprojectgerelateerde processen te zien die zijn gedefinieerd vanuit het (her)ontwikkelingsplan. In dit plan staan namelijk de geplande wijzigingen in ruimtegebruik en op basis van de projectplanning is inzichtelijk op welke momenten de wijzigingen plaatsvinden.

Op basis van de herontwikkeling zijn effecten te verwachten door veranderingen van functies, veranderingen in infrastructuur en door aanwezige bouwprocessen. De functieveranderingen hebben een belangrijke invloed op de verplaatsingsbehoefte. In het model is deze relatie weergegeven door relatie die functieveranderingen hebben op de veranderingen in gebruikers en hun activiteiten. Deze gebruikers en activiteiten zijn vervolgens leidend in het bepalen van de verplaatsingsbehoefte (ritgeneratie). De veranderingen van gebruikers wordt niet enkel door de functieveranderingen bepaald. De gebruiksintensiteit van functies wordt namelijk mede bepaald door 'normale' (niet ontwikkelingsgerelateerde) invloeden.

Daarnaast wordt een relatie verondersteld tussen de aanwezigheid van bouwprocessen en de veranderingen in gebruiksintensiteit. De aanwezigheid van bouwprocessen kan bijvoorbeeld mensen beïnvloeden om niet in die omgeving te wonen, werken of winkelen. Deze invloed kan zowel doorwerken op de ritgeneratie als de ritdistributie. Indien bouwprocessen ervoor zorgden dat er minder verplaatsingen plaatsvinden, moet het effect via de gebruiksintensiteit worden meegenomen in de ritgeneratie, maar als enkel een alternatieve bestemming wordt gekozen beïnvloedt het de ritdistributie. De bouwprocessen op zichzelf genereren ook verkeer, namelijk bouwverkeer. Zoals in de onderzoeksafkadering (paragraaf 1.5) is vermeld, wordt het bouwverkeer echter niet uitgebreid onderzocht.



Figuur 5 – Conceptueel model

3.3 Geselecteerde processen

Bij het raakvlak tussen (her)ontwikkelingen en verkeer spelen dus een aantal processen een significante rol. Van een tweetal processen wordt verwacht dat zij een dusdanig grote invloed hebben dat ze in grote lijnen bepalend zijn voor de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten. Het eerste proces is de groei van gebruikers en hun bijbehorende groei van activiteiten. Op basis van alle ruimtelijke ontwikkelingen tijdens een (her)ontwikkeling verandert het functiegebruik en daarmee het aantal en type gebruikers over de tijd.

Het tweede proces wordt gevormd door de negatieve effecten van bouwprocessen. De verwachting is dat de aanwezigheid van bouwprocessen een significant effect heeft op het ontstaan van verplaatsingspatronen, en dan voornamelijk de ritgeneratie (via de gebruiksintensiteit) en de ritdistributie (bestemmingskeuze). Van alle processen die zijn geïdentificeerd, beschrijven de veranderingen in gebruiksintensiteit en effecten van bouwprocessen een directe relatie tussen de (her)ontwikkeling en de verkeersontwikkeling. Deze twee processen zijn daarom geselecteerd om verder te onderzoeken. Beide processen worden nader toegelicht.

3.3.1 Veranderingen in de gebruiksintensiteit (gebruikersgroei)

Door de ruimtelijke ontwikkelingen veranderen de functies van de ruimte en de gebruikers van deze functies. Om een goede verkeersvoorspelling te kunnen doen is het van belang om te weten hoe het functiegebruik verandert. De veranderingen van de functies bij herontwikkelingen zijn redelijk te voorspellen, want deze zijn namelijk vooraf vastgelegd in bestemmingsplannen. Ook is het moment waarop de functie verandert vooraf bekend in de projectplanning. Hoe deze verandering van functie gedurende de doorlooptijd van het project echter doorwerkt in het gebruik van de ruimte is niet direct te bepalen. Dat de situatie zich uiteindelijk zal vormen naar het bestemmingsplan is een redelijke aanname, maar hoe snel die situatie wordt bereikt is onbekend. Deze vraag kan worden beantwoord door het bepalen van de gebruikersgroei in de zin van de mate waarin de hoeveelheid gebruikers toe- en afneemt als gevolg van (aangekondigde) veranderingen in het ruimtegebruik.

Vanuit de brainstorm worden drie variabelen van noemenswaardige invloed geacht op de veranderingen van gebruikersintensiteit. De eerste variabele is de beschikbaarheid van functies op basis van het ruimtegebruik. Het ruimtegebruik staat vastgelegd in het ontwikkelingsplan en de projectplanning. Indien de functie van een ruimte verandert, zal de gebruiksintensiteit niet van het ene op het andere moment zijn aangepast aan de nieuwe situatie. Hierin zit een zekere overgangperiode. De verwachting is dat per functietype een standaard groei kan worden gedefinieerd. Dit is dan ook een onderwerp van onderzoek in de verdiepende studie (zie hoofdstuk 4).

Het tweede type variabele dat invloed heeft op de veranderingen van gebruiksintensiteit zijn de natuurlijke veranderingen, oftewel de 'normale' groei. Een speciale oorzaak hiervan zijn externe factoren zoals de economie. Bij een slechtlopende economie zal het bijvoorbeeld langer duren voordat nieuwe werkfuncties in gebruik worden genomen. Dit proces wordt binnen het onderzoek niet specifiek onderzocht en daarom buiten beschouwing gelaten.

De derde variabele wordt daarentegen wel bekeken; de effecten van bouwprocessen in de nabijheid van het normale functiegebruik. De verwachting is dat door de bouwprocessen het functiegebruik in de omgeving wordt beïnvloedt. Voorbeelden hiervan zijn de evacuatie van bewoners na verzakkingen door de bouw van het metrostation aan de Vijzelgracht voor de bouw van de Noord/Zuidlijn in Amsterdam, maar ook het afnemen van winkelbezoek als in de omgeving van deze functie grootschalige wegwerkzaamheden zijn.

3.3.2 Effecten van bouwprocessen op verplaatsingspatronen

Het andere proces dat specifiek wordt bekeken zijn de effecten die bouwprocessen hebben op de verplaatsingspatronen. Vanwege een tussentijdse verdere inkadering van het onderzoek is hier minder prioriteit aan gegeven. Desondanks zijn er genoeg praktijkvoorbeelden te vinden waarbij de aanwezigheid van bouwprocessen de verplaatsingspatronen beïnvloeden. Bouwprocessen kunnen bestaan uit bouwactiviteiten van vastgoed of infrastructuur of uit ondersteunende activiteiten zoals de verplaatsingen van bouwverkeer. De invloed die deze processen hebben op verplaatsingspatronen kan op twee manieren plaatsvinden. Allereerst op een directe manier waarbij de aanwezigheid van bouwprocessen de bestemmingskeuze, vervoerswijzekeuze of routekeuze van verkeersdeelnemers beïnvloedt. Voorbeeld hiervan zijn een wegopbreking (routekeuze) of de onaantrekkelijkheid van een winkelcentrum waar ingrijpende verbouwingen in de omgeving plaatsvinden (bestemmingskeuze). De tweede mogelijkheid is ook al genoemd bij de gebruiksintensiteit: door de aanwezigheid van bouwprocessen kan de (groei van) gebruikersintensiteit veranderen omdat het gebied onaantrekkelijk is voor vestiging.

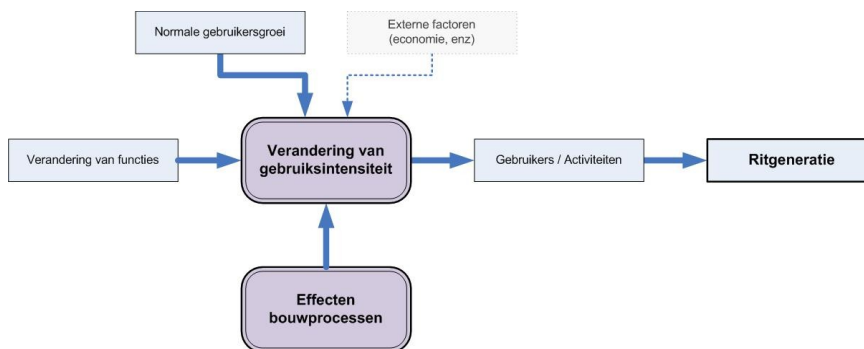
4 Verdiepend onderzoek

Op basis van de bevindingen bij het maken van het conceptueel model is gekozen om een verdiepend onderzoek uit te voeren naar de manier waarop de verandering van gebruiksintensiteit verloopt bij een (her)ontwikkeling en welke effecten bouwprocessen hebben op de verkeersontwikkeling. Deze kennis wordt vervolgens gebruikt bij het maken van de verkeersvoorspellingen in het reken- en computermodel. In dit hoofdstuk worden de resultaten van het verdiepend onderzoek beschreven.

Hoewel de beschikbare tijd van het onderzoek naar de verdieping en de toepassing in het computermodel beperkt is geweest, bieden de resultaten van het onderzoek naar de veranderingen van de gebruiksintensiteit een voldoende basis voor de toepassing in het reken- en computermodel. Dit onderzoek is voornamelijk uitgevoerd door middel van analyse van groeigegevens van ontwikkelde wijken en gesprekken met uitbaters van winkels in deze wijken. De bepaling van de effecten van bouwprocessen op de verkeersontwikkeling bleek echter lastig uit te voeren. Een degelijk kwantitatief onderzoek hiernaar was niet haalbaar in de beschikbare tijd. Wel zijn enkele kenmerken van effecten van bouwprocessen naar boven gekomen bij de gesprekken met betrokkenen. Eerst zal in paragraaf 4.1 de verandering van de gebruiksintensiteit worden toegelicht. In paragraaf 4.2 worden vervolgens de belangrijkste effecten van de aanwezigheid van bouwprocessen op de verkeersontwikkeling beschreven.

4.1 Verandering van gebruiksintensiteit

De groei van gebruikers van een ruimte, en daarmee ook de groei van de verplaatsingsbehoefte van, naar en binnen een gebied is één van de belangrijkste componenten in de vorming van de verkeersstromen bij een herontwikkeling. Zoals bij de probleemverkenning al is geconcludeerd hebben diverse processen invloed op deze veranderingen in gebruiksintensiteit. In het conceptueel model (hoofdstuk 3) zijn de belangrijkste relaties met andere processen geïdentificeerd (zie ook figuur 6).

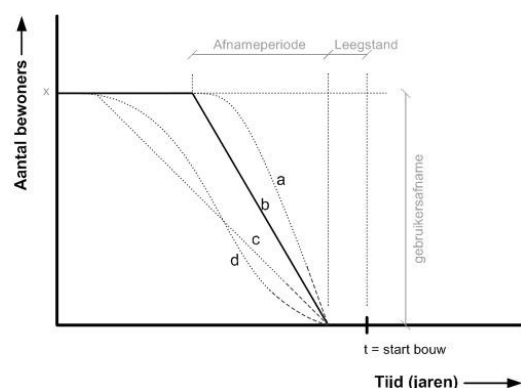


Figuur 6 – De verandering van gebruiksintensiteit en gerelateerde processen

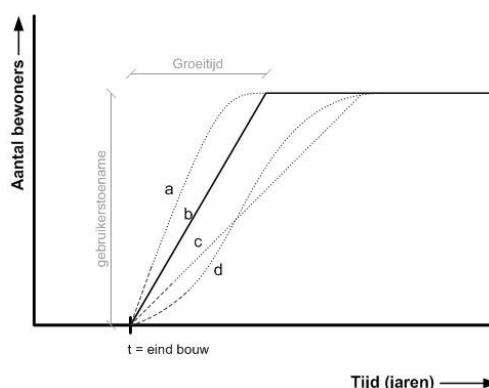
De verandering van gebruiksintensiteit is in dit onderzoek gedefinieerd als een proces dat de verandering van het aantal gebruikers en hun activiteiten beschrijft op basis van veranderingen in de beschikbare ruimte en functies. Veranderingen in het aantal gebruikers en hun activiteiten veroorzaakt onherroepelijk ook een verandering in het aantal ritten. Om de gebruiksintensiteit te kunnen voorspellen is het nodig om zowel de situatie bij de herkomst als de bestemming mee te nemen. Beide zijn immers van invloed op de vervoersvraag. Verplaatsingen kunnen worden onderscheiden naar motief. Dit onderscheid komt in de verplaatsingspatronen tot uiting door de selectie naar functie van de herkomsten en bestemmingen van de verplaatsing. Daarom worden, naast een algemene beschrijving in paragraaf 4.1.1, de effecten van veranderingen in gebruiksintensiteit per motief (functie) beschreven.

4.1.1 Veranderingen van gebruiksintensiteit

Bij de herontwikkeling van een gebied (zoals een woonwijk) worden eerst de oude functies beëindigd voordat de daadwerkelijke herontwikkeling plaatsvindt. Als de bouwphase van de ontwikkeling klaar is, worden de nieuwe functies actief. Voordat een woonwijk wordt herontwikkeld zal dus (een deel van) de bewoners moeten vertrekken. Dit gebeurt niet van de ene op de andere dag en heeft dus een bepaalde afnameperiode. Het aantal bewoners dat (tijdelijk) uit de wijk moet vertrekken is ook een variabele. Een versimpelde weergave van de afname van het aantal bewoners om ruimte te maken voor de herontwikkeling is te zien in figuur 7. Oorspronkelijk wonen er x aantal bewoners in de wijk. Deze moet afnemen zodat de herontwikkeling kan plaatsvinden, dit is de *gebruikersafname*. Op tijdstip t staat de start van de herontwikkeling gepland en de periode waarin de bewoners uit de wijk verhuizen om ruimte te maken voor de herontwikkeling is de *afnameperiode*. Soms is er nog een periode waarin (een deel van) de wijk niet gebruikt wordt, maar ook de herontwikkeling nog niet is gestart. In dit geval is er dus *leegstand*.



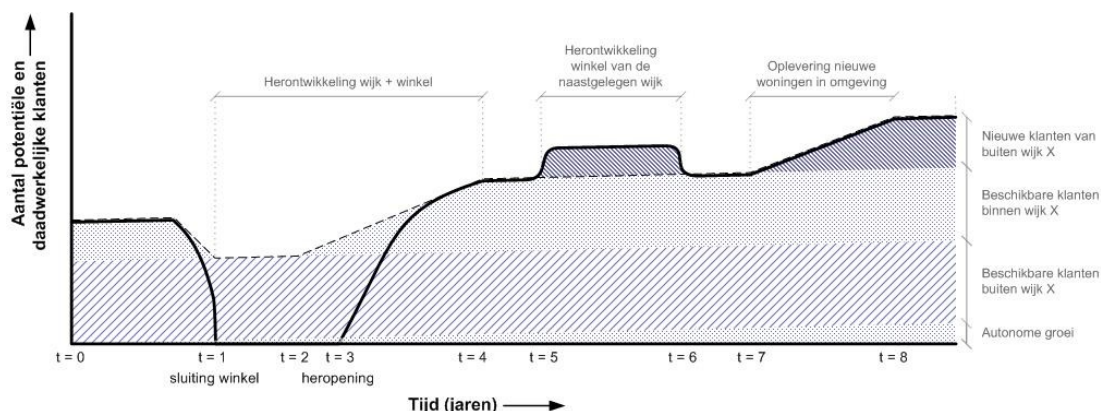
Figuur 7 – Voorbeeld bewonersafname



Figuur 8 – Voorbeeld bewonerstoename

Als (een deel van) de herontwikkeling klaar is, kan de ruimte weer in gebruik worden genomen. In het geval van een woonwijk betekent dit dat in een bepaalde *groeitijd* een bepaalde *gebruikerstoename* plaatsvindt. Figuur 8 laat dit voorbeeld versimpeld schematisch zien. Zowel bij de afname als de groei is niet precies te voorspellen hoe deze veranderingen het beste kunnen worden geschematiseerd. De meest simpele vorm is lineair zoals lijn b in figuur 8. Er zijn echter ook andere mogelijkheden te bedenken zoals een meer gelijkmatige groei (a) een langzamere groei (c) of start en eind van de groeicurve (d). Welke curve het beste met de werkelijkheid overeen komt is, onderzocht per type ruimtegebruik (wonen, werken, etc.). Dit onderscheid is gemaakt omdat er tussen de functies een duidelijk verschil zit in de manier hoe de gebruiksintensiteit af- of toeneemt.

De groei is echter niet alleen afhankelijk van een soort 'standaardgroei' van een functie, maar er spelen ook nog andere variabelen een rol. De belangrijkste variabelen zijn al geïdentificeerd in het conceptueel model (zie figuur 6). Voordat er dieper op deze processen per type ruimtegebruik wordt ingegaan, worden de belangrijkste processen die kunnen optreden toegelicht aan de hand van een voorbeeld. Figuur 9 laat het gebruik van gebied met een winkelfunctie zien dat onderhevig is aan verschillende effecten van de herontwikkeling gedurende een periode van bijvoorbeeld tien jaar.



Figuur 9 – Voorbeeld verloop gebruikersgroei

De dikke zwarte lijn (—) is het verloop van het daadwerkelijke aantal klanten van de winkelfunctie. De onderbroken lijn (---) geeft het aantal potentiële klanten aan. Door de gebruikersveranderingen over de tijd te doorlopen zijn er verschillende situaties te zien. Op het tijdstip $t=0$ heeft de winkel een klantenkring die bestaat uit klanten uit de eigen wijk (X) en uit klanten van buiten deze wijk. Op $t=2$ wordt er echter begonnen met de herontwikkeling van wijk X zodat de winkel tijdelijk moet sluiten. De bewoners van wijk (X) zullen ook moeten vertrekken tijdens de herontwikkeling zodat een bepaalde tijd voor de start van de herontwikkeling ($t=1$) het aantal bewoners (en daarmee klanten) zal afnemen. Gedurende de sluiting van de winkel zullen de klanten van buiten wijk X een alternatief moeten zoeken. Vanaf tijdstip $t=2$ worden de eerste woningen binnen wijk X opgeleverd en groeit het aantal bewoners en klanten. Als ook de winkel klaar is kan deze worden heropend ($t=3$). De groei van het winkelgebruik hangt af van de groei van het aantal potentiële klanten, maar is ook afhankelijk van de snelheid waarop klanten van hun alternatieve winkelbestemming afstappen en weer kiezen voor de winkel in wijk X. Deze snelheid kan bijvoorbeeld negatief worden beïnvloed door de aanwezigheid van bouwprocessen in de nabijheid van de winkel.

Op $t=4$ is de wijk klaar. In dit voorbeeld zijn alle potentiële klanten van buiten de wijk dan al overgestapt en trekt de winkel haar maximale aantal klanten aan. Daarna wordt echter op $t=5$ de naastgelegen wijk (Y) herontwikkeld. Hierdoor sluit ook de concurrerende winkel die zich in deze wijk bevindt. Daardoor krijgt de winkel in wijk X een deel van de klanten en wordt het dus extra druk. Op $t=6$ wordt de winkel in wijk (Y) weer heropend en kiezen de klanten weer voor hun 'oude' winkel. Tenslotte wordt op $t=7$ begonnen met de oplevering van een nieuwe woonwijk Z. Deze nieuwe bewoners hebben ook de behoefte aan een winkel en een deel gaat naar de winkel in wijk X. In dit voorbeeld gaan bestaande klanten niet op zoek naar een alternatief als de winkel drukker wordt, maar dit is uiteraard wel een mogelijkheid. Op $t=8$ is de nieuwe woonwijk klaar en ontstaat er weer een evenwichtssituatie met een bepaald klantenaandeel voor de winkel uit wijk X.

Gedurende alle veranderingen van het aantal bezoekers van de winkel in wijk X, speelt er nog een extra groei mee die nog niet is uitgelegd. Dit is de autonome groei. Door veranderingen in welvaart, autobezit, huishoudgrootte, etc. verandert ook het gemiddelde aantal ritten (bijvoorbeeld naar een winkel) per huishouden. Ook deze groei is te zien in de figuur, namelijk helemaal onderin.

Al met al zijn er een groot aantal verschillende processen en factoren die van invloed zijn op de veranderingen van het aantal gebruikers van een functie en daarmee het aantal ritten van en naar deze functie. Omdat er duidelijke verschillen zitten in het groeigedrag van het aantal ritten tussen de verschillende reismotieven wordt de gebruikersgroei per functie (reismotief) uitgewerkt.

4.1.2 Gebruikersgroei wonen

Een groot deel van de ritten die gemaakt worden zijn woninggerelateerd. Dat wil zeggen dat de woning óf de herkomst óf de bestemming is van de rit. Het aantal bewoners is dan ook een belangrijke determinant voor de hoeveelheid verplaatsingen binnen een gebied. Naast het aantal bewoners wordt binnen de verkeerskunde het aantal ritten van een woning, huishouden of zone ook vaak bepaald aan de hand van socio-economische data, zoals de gemiddelde huishoudgrootte, inkomen en autobezit.

De veranderingen van het aantal inwoners en de socio-economische data kunnen dus goed worden gebruikt bij het in beeld brengen van de effecten op de verkeersontwikkeling, en dan voornamelijk de effecten op de ritgeneratie. Met behulp van dit gegeven is onderzocht hoe het aantal bewoners in een woonfunctie af- en toeneemt als het gevolg van een herontwikkeling.

Gebruikersafname

Bij nieuwe ontwikkelingen (zoals VINEX-locaties) zal de afname van gebruikers niet optreden. Bij herontwikkelingen speelt die echter wel een rol. Bepalend hierbij is de periode voor de daadwerkelijke herontwikkelingsfase waarin het gebruik van de oude functie afneemt om ruimte te maken voor de bouwactiviteiten. In het geval van woonwijken is het dus nodig om de bewoners te herhuisvesten voordat de herontwikkeling plaatsvindt. Hier gaat een bepaalde tijd overheen, de *afnameperiode* zoals ook te zien is in figuur 7. Nadat alle bewoners uit een wijk zijn vertrokken kan het nog even duren voordat er daadwerkelijk wordt begonnen met de bouwfase. Er is in dat geval dan sprake van een tijdelijke leegstand van de wijk.

De *gebruikersafname* hangt af van het aantal woningen in de wijk dat wordt herontwikkeld en het aantal bewoners dat hierin woont. In de meeste gevallen van herontwikkeling van een woonwijk wordt maar een gedeelte van de wijk echt gesloopt en opnieuw gebouwd, en vindt de herontwikkeling plaats in meerdere fasen.

Om de *afnameperiode* te bepalen is er gekeken naar de procedures rondom de onteigening bij herontwikkeling van achterstandswijken. De procedures voor administratieve en gerechtelijke onteigeningen kunnen bij dergelijke projecten al snel oplopen tot enkele jaren. Zeker als vrijwillige grondverwerving (minnelijk aankopen) door de gemeente niet lukt en onteigeningsprocedures moeten worden gestart. De projectontwikkelaar wil immers geen risico lopen dat de herontwikkeling vertraging oploopt door deze procedures. De afname van het aantal bewoners zal niet zo lineair verlopen als lijn *b* in Figuur 7, maar meer volgens lijn *a* of *d*. Voor het gebruik van deze processen in een modellering is de lineaire variant echter goed genoeg en een stuk praktischer in het gebruik bij berekeningen.

De periode van leegstand is afhankelijk van het verloop van de grondverwerving door de gemeente en de planning. De doelstelling is echter om deze periode zo kort mogelijk te houden, mede om ongewenste leefbaarheidsituaties zoals in figuur 10 te voorkomen. Er is echter niet een eenduidige duur van de leegstand in woonwijken te definiëren. Het wordt daarom aangeraden om bij gebruik in de modellering deze leegstandperiode te laten vervallen.



Figuur 10 – Leegstand in een te herontwikkelen wijk

Gebruikerstoename

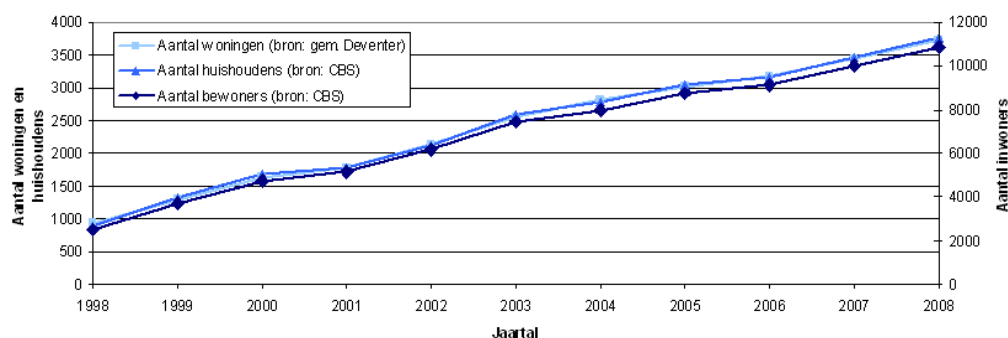
Als de herontwikkeling klaar is, wordt de ruimte weer beschikbaar voor de functie. Zodra bewoners terugkomen zal hiermee ook de verplaatsingsbehoefte groeien. De bewoners zullen naar hun werk willen en inkopen willen doen. Om inzicht te krijgen in de groei van deze woninggerelateerde verplaatsingen is er gekeken naar afgeronde woningbouwprojecten, zoals VINEX-wijken. Hierop is, door de relatief weinig externe beïnvloedingen, gemakkelijk een beeld te krijgen van de groei van het aantal bewoners. Er wordt aangenomen dat de groei kan worden vergeleken met de groei van bewoners in herontwikkelingsgebieden.

Via gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek [CBS, 2009-a] is het mogelijk om het aantal huishoudens en bewoners van een nieuwe wijk gedurende een aantal jaar wijk te bekijken. De gemeente Deventer heeft daarbij gegevens beschikbaar gesteld met de woningaantallen van de VINEX-locatie 'de Vijfhoek' (zie figuur 11) zodat een vergelijking kan worden gemaakt tussen de groei van het aantal woningen en bewoners in een nieuwe ontwikkeling.

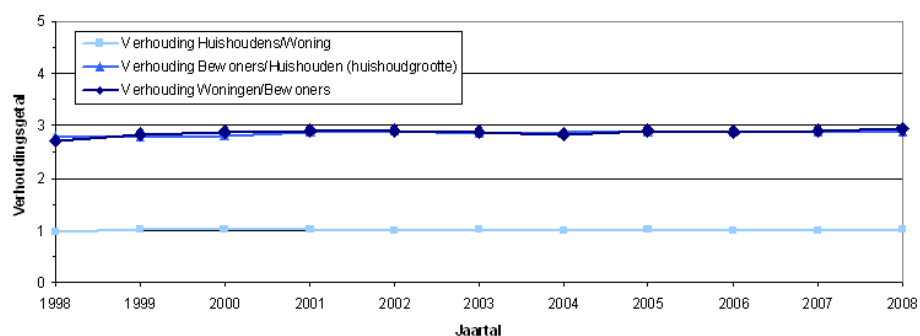


Figuur 11 – De locatie van nieuwe wijk 'De Vijfhoek' te Deventer

De Vijfhoek is een nieuwe wijk waarmee in 1995 met de bouw is begonnen. Het uiteindelijke plan is om 4.600 woningen te bouwen voor circa 12.000 nieuwe inwoners. In figuur 12 is de groei van het aantal woningen, huishoudens en bewoners te zien in de Vijfhoek. Wat direct opvalt is dat het aantal woningen en huishoudens in de wijk in principe gelijk is, zoals ook blijkt uit de verhouding 'huishoudens per woning' in figuur 13. Hieruit kan worden opgemaakt dat er nagenoeg geen leegstand is van woningen nadat ze zijn opgeleverd, aangenomen dat er één huishouden per woning zetelt.



Figuur 12 – Aantal woningen, huishoudens en bewoners in de Vijfhoek, Deventer



Figuur 13 – Verhoudingen tussen aantal woningen, huishoudens en inwoners

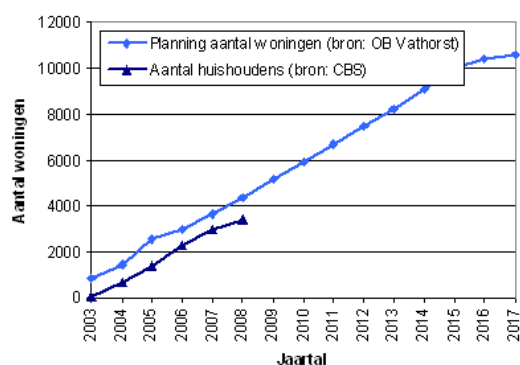
Ook het aantal inwoners heeft in deze wijk een directe relatie met het aantal woningen en huishoudens. Dit blijkt onder andere uit de constante en gelijke verhoudingen tussen het aantal bewoners per huishouden en woning (figuur 13). Ook uit gesprekken met de ontwikkelaar van de Deventerse wijk De Vijfhoek blijkt dat in principe de woning na oplevering ook binnen korte tijd (rond maximaal een maand) bewoond is. De aanwezigheid van bouwactiviteiten in de omgeving heeft hier geen merkbare invloed op. Echter, de huidige economische condities op met name de huizenmarkt, zijn wel oorzaak van een langere leegstand na oplevering. Om deze redenen worden nieuwe ontwikkelingen uitgesteld of pas gebouwd wanneer een groter percentage van de woningen vooraf besproken of verkocht is.

Dezelfde resultaten zijn ook te zien bij de VINEX-locatie Vathorst te Amersfoort (zie figuur 14). In Vathorst moeten uiteindelijk rond het jaar 2014 ruimte zijn voor circa 30.000 inwoners in 11.000 woningen. Daarnaast wordt bijna 60 hectare grond ontwikkeld voor bedrijven en kantoren.

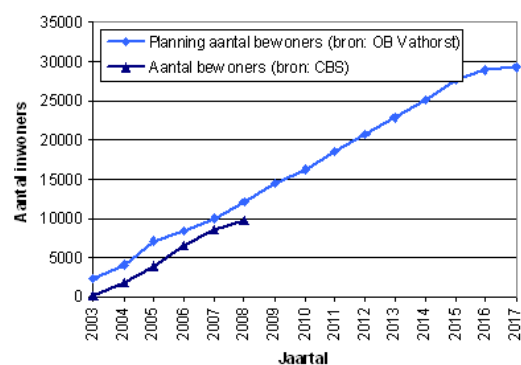


Figuur 14 – De locatie van de nieuwe wijk 'Vathorst' te Amersfoort

Uit gesprekken met het Ontwikkelingsbedrijf Vathorst dat zich bezig houdt met de ontwikkeling van de nieuwe Amersfoortse wijk Vathorst komt ook de ervaring naar voren dat de woningbezetting bij nieuwbouw nagenoeg direct is. Zodra een woning klaar is, wordt deze ook binnen korte tijd bewoond. Daardoor is de opleveringssnelheid een goede indicator voor het aantal bewoners. Ditzelfde wordt ondersteund door de woning en inwonersaantallen van deze wijk en de planning die dit ontwikkelingsbedrijf zelf voor ogen had wat betreft de oplevering van woningen en het aantal bewoners in de wijk (zie figuur 15 en figuur 16). Hoewel te zien is dat de oplevering van de woningen ongeveer een jaar achterloopt, groeit het bewonersaantal gelijk met het woningaantal.

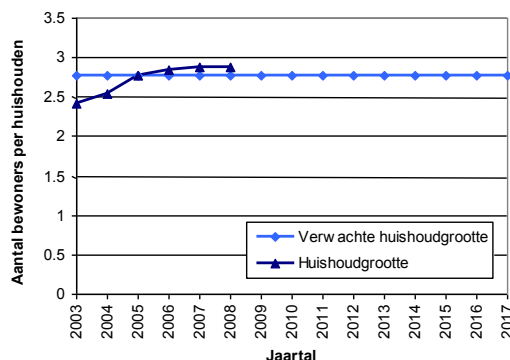


Figuur 15 – Woningaantallen in Vathorst



Figuur 16 – Inwoneraantallen in Vathorst

De huishoudgrootte fluctueert rondom het verwachte gemiddelde van 2,77 bewoners per huishouden en is redelijk conform de verwachting, zoals te zien is in figuur 17.



Figuur 17 – Huishoudgrootte in Vathorst

Op basis van de resultaten uit Deventer en Amersfoort wordt verondersteld dat oplevering van een woning betekent dat deze binnen korte termijn bewoond en gebruikt wordt. Op de vraag hoe de verplaatsingsbehoefte meegroeit met de ingebruikname van een woonfunctie is lastiger antwoord te geven. Het idee was om dit te meten aan de hand van verkeerstellingen die bij (en voor en na) een ontwikkelingsproject zijn gehouden. Er is echter geen enkel project gevonden waarbij op enige structurele manier verkeerstellingen zijn uitgevoerd. Ook andere landelijke mobiliteitsonderzoeken zoals het MobiliteitsOnderzoek Nederland (MON) zijn niet bruikbaar aangezien hiervoor de resultaten niet significant genoeg zijn door de kleine gebiedsgrootte van een herontwikkelingsproject. Daarom moet hier een aanname voor worden gedaan.

Het lijkt redelijk om aan te nemen dat nieuwe bewoners gelijk verplaatsingsbehoefte hebben. Zo zullen ze naar werk en school willen en ook moet er naar de supermarkt worden gereden. Voor de verplaatsingsbehoefte van de functie wonen wordt daarom aangehouden dat deze een direct verband heeft met het aantal bewoners en dus ook het aantal opgeleverde woningen. Dit betekent dat verwacht wordt dat een nieuwe bewoner direct de verplaatsingsbehoeften heeft die hij of zij uiteindelijk ook zou hebben. Deze verplaatsingsbehoefte kan worden bepaald met behulp van bestaande voorspellingsmethoden zoals de ritgeneratie- en ritdistributiemodellen.

Een aspect wat nog niet is benoemd, maar ook niet verder is onderzocht, is de vervoerswijzekeuze. Zeker in wijken die nog ontwikkeld worden zijn de weginfrastructuur of OV-voorzieningen nog niet altijd volledig functioneel. Ook kan het zijn dat bepaalde voorzieningen nog niet beschikbaar zijn, zodat bijvoorbeeld de dichtstbijzijnde supermarkt niet op loop- of fietsafstand is. Deze factoren kunnen allemaal invloed hebben op de vervoerswijzekeuze.

Samenvattend zijn er voor de gebruikersgroei van de functie wonen de volgende resultaten en aannamen gemaakt.

Variable	Resultaten en aannamen
Afnameperiode	2 tot 4 jaar
Leegstand	Geen tot enkele maanden
Gebruikersafname	Afhankelijk van plannen
Groeiperiode	Afhankelijk van opleveringsperiode
Gebruikerstoename	Afhankelijk van plannen
Vertraging ingebruikname	Geen vertraging (directe ingebruikname na oplevering woning)
Vorm toe- en afname	Lineair
Relatie bewoond - verplaatsingsbehoefte	Direct (als de woning bewoond is, dan hebben de bewoners al hun uiteindelijke verplaatsingsbehoeften).

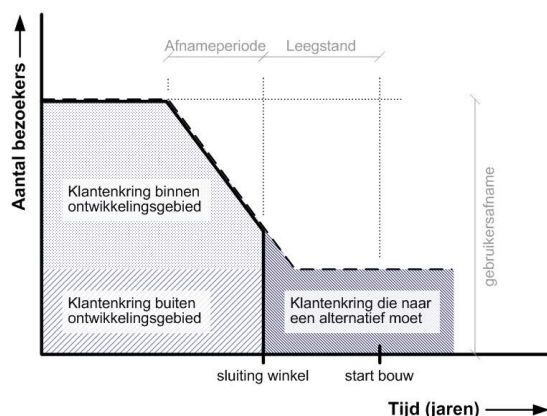
Tabel 2 – Samenvatting resultaten en aannamen gebruikersgroei bij de functie 'wonen'

4.1.3 Gebruikersgroei winkelen

De groei van gebruikers van gebieden met een winkelfunctie verloopt anders dan bij een woonfunctie. Dit kwam ook al naar voren in het voorbeeld van paragraaf 4.1.1. Het aantal ritten van en naar een winkel is afhankelijk van het aantal klanten dat in het afzetgebied woont en van factoren als de aanwezigheid van concurrenten en de bereikbaarheid van de locatie. Hoewel de maximale groei van een winkel wordt beperkt door een bepaalde capaciteit (bijvoorbeeld in de vorm van ruimte, aantal kassa's of parkeermogelijkheden) is de groei zelf voornamelijk afhankelijk van externe factoren. Om inzicht te krijgen in deze externe factoren is een hypothese opgesteld van de groei van het gebruik van een winkel en deze voorgelegd aan bedrijfsleiders van winkels in het winkelcentrum van de nieuwe wijk 'de Vijfhoek' in Deventer.

Afname winkelgebruik

Allereerst wordt de afname van winkelgebruik beschreven. Dit proces treedt op als door de herontwikkeling de winkelfunctie (tijdelijk) moet worden gestaakt. Hiervoor zijn twee oorzaken aan te wijzen. De eerste mogelijkheid betreft de noodzakelijke sluiting van de winkel of het winkelgebied doordat de ruimte moet worden herontwikkeld. De andere mogelijkheid is dat niet de winkel zelf, maar het afzetgebied wordt herontwikkeld, zodat de klantenkring te klein wordt. Deze laatste mogelijkheid zal voornamelijk optreden bij de kleinere, lokale winkeltjes met een klein afzetgebied, zoals een bakkerij. In figuur 18 is een schematisering te zien van het winkelgebruik voorafgaand aan een herontwikkeling.



Figuur 18 – Schematisering afname winkelgebruik bij een herontwikkeling

De dikke zwarte lijn (—) is het verloop van het daadwerkelijke aantal klanten van de winkelfunctie en de onderbroken lijn (---) geeft het aantal potentiële klanten aan. Een deel van de klanten komt van buiten het gebied dat ontwikkeld gaat worden. Door de herontwikkeling neemt het aantal inwoners in de wijk af. Als direct gevolg hiervan neemt ook het aantal klanten van de winkel af. Op een bepaald moment is de winkel genoodzaakt te sluiten. Dit kan zijn doordat de klantenkring te klein wordt om nog rendabel te kunnen opereren of doordat de winkel moet sluiten om de herontwikkeling mogelijk te maken. In sommige gevallen zal de winkel op een andere locatie (tijdelijk) openen. Na sluiting van de winkel moeten de nog aanwezige klanten op zoek naar een alternatief. Of dit gebeurt, is afhankelijk van het type winkel en de beschikbaarheid van alternatieven. Klanten van een supermarkt zullen na sluiting allemaal op zoek gaan naar een alternatief (dat meestal ook wel aanwezig is). Hierbij kan echter bijvoorbeeld het aantal ritten dat wordt gemaakt verminderen doordat klanten inkopen voor een langere periode doen. Gebruikers van andere winkeltypen kunnen er voor kiezen om de rit helemaal niet meer te maken, zeker als een alternatief niet of moeilijk beschikbaar is.

De snelheid van afname van het aantal gebruikers is afhankelijk van de beschikbaarheid van deze gebruikers, dus de gebruiksintensiteit van de functie 'wonen' (zie paragraaf 4.1.2). Of een winkel gaat sluiten en wat het moment is waarop dit gebeurt, is erg afhankelijk van de projectspecifieke situatie en dus moeilijk te generaliseren. Ook zijn situaties mogelijk waarin een winkelier een tijdelijke compensatie krijgt voor de inkomstenderving door de herontwikkeling. In een dergelijk geval zal de winkelfunctie helemaal niet sluiten.

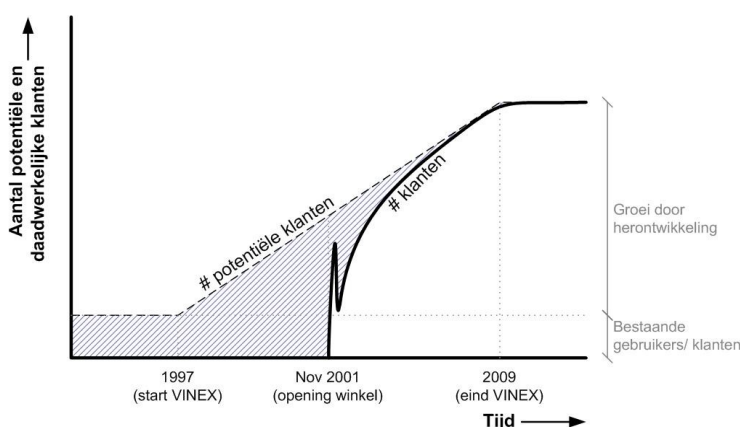
Gebruikerstoename

Net als bij de gebruikersafname is de groei van gebruikers van een winkelfunctie erg afhankelijk van het aanbod van klanten in het afzetgebied. Om beter inzicht te krijgen in hoe een groei kan verlopen zijn twee winkeluitbaters geïnterviewd uit het winkelcentrum 'De Vijfhoek' in de zelfgenaamde VINEX-wijk te Deventer. De Vijfhoek is sinds 1997 uitgegroeid tot een wijk met ongeveer 11.000 inwoners. Sinds november 2001 bevindt zich midden in de wijk een winkelcentrum ('De Vijfhoek'), waarin de wijkbewoners terecht kunnen voor de meeste (dagelijkse) winkels zoals supermarkten, een slagerij, drogist, huishoudartikelen, kapper, etc. Totdat het winkelcentrum werd geopend waren het winkelcentrum Flora (op 2,5km) en het stadscentrum van Deventer (op ongeveer 6km) de belangrijkste alternatieven voor de bewoners van de Vijfhoek.

Een van de uitbaters die al vanaf de opening in het winkelcentrum gevestigd is, is de slager. Uit het interview met de bedrijfsleider komt naar voren dat de keuze om in november 2001 het winkelcentrum te openen gebaseerd is op het feit dat toen de helft van de wijk was ontwikkeld (zie ook figuur 12). Als het winkelcentrum eerder zou zijn geopend geeft de uitbater aan dat het voor een slagerij nog niet rendabel zou zijn geweest om zich er te vestigen. Als er wordt gekeken naar de groei van het aantal klanten beschrijft de uitbater dat na een drukke eerste maand (door interesse van bewoners voor de nieuwe voorzieningen en de feestdagen in december) de groei stagneerde en zelfs terugliep. Doordat er nog werd gebouwd in en rondom het winkelcentrum ontstond er een rommelige, onprettige situatie waardoor bezoekers weer terug gingen naar hun

alternatieve winkellocaties, voornamelijk winkelcentrum Flora. Pas toen het winkelcentrum echt afgewerkt was haalde de slagerij pas het potentieel aantal klanten. Dit heeft echter ruim een half jaar geduurd. Sinds die tijd is de groei gestaag gegaan in gelijke trend met de groei van woningen in de wijk en er is inmiddels een verdubbeling te zien van het winkelend publiek ten opzichte van de situatie in 2002. Dit komt overheen met de verwachting, aangezien het aantal inwoners in de wijk sinds 2002 ook verdubbeld is.

Bovenstaande situatieschets is uitgewerkt in de schematisering in figuur 19 en deze groeivorm wordt ook onderschreven door de bedrijfsleider van de drogisterij op de Vijfhoek. Vanaf 1997 wonen er inwoners in de nieuwe wijk De Vijfhoek. Rond november 2001 was de ontwikkeling van de wijk voor de helft gevorderd. Op dit moment werd ook het winkelcentrum geopend. De groei van het aantal klanten begon pas echt door te zetten na een half jaar wanneer het winkelcentrum echt af was en de bewoners dit als hun beste optie zagen.



Figuur 19 – Schematisering van de groei van klanten op winkelcentrum Vijfhoek

De noodzaak van voldoende klanten in het afzetgebied bij de opening is bij een zelfstandig ondernemer groter dan bij bijvoorbeeld een supermarkt van een groot concern, zoals ook door de bedrijfsleider van de AH werd gezegd. Deze supermarkt kan best een beginperiode overleven waarbij het aantal inwoners in de wijk nog te klein is om de supermarkt rendabel te laten zijn, maar een zelfstandig ondernemer zoals bovengenoemde slagerij kan dit niet. Voor wat betreft het moment van ingebruikname wordt verwacht dat hier met de planning rekening mee wordt gehouden en niet al winkels worden opgeleverd die nog niet geopend zullen worden. Voor de groeiperiode is de situatie bij opening belangrijk. Zoals ook bij de slagerij bleek, was de animo om naar de nieuwe voorzieningen te gaan in het begin groot, maar werd dit door de ruimtelijke kwaliteit door de bouwprocessen minder. Hierdoor duurde het ongeveer een half jaar voordat de potentiële gebruikersgroep werd aangetrokken. Voor de groeiperiode wordt daarom aangenomen dat deze binnen enkele maanden ligt, maar dat deze door negatieve effecten van bouwprocessen langer kan worden dan een half jaar.

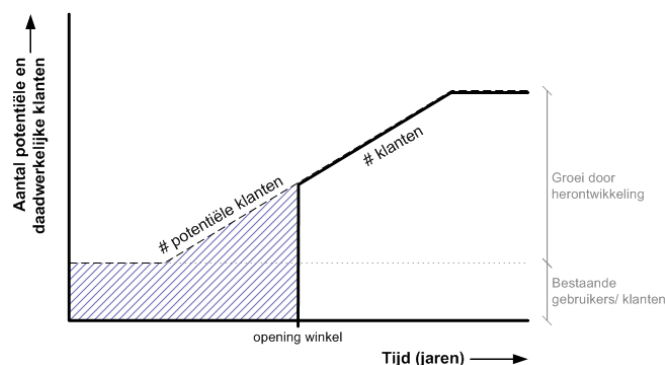
Als laatste onderdeel rest nog de koppeling van het gebruik van een winkelvoorziening aan de verplaatsingsbehoefte. Winkelen is een activiteit die vaak wordt gekoppeld aan andere reismotieven, zoals de kinderen van school ophalen of vanuit werk naar huis. In ritgeneratiemodellen zit dit effect meestal al verwerkt in de variabelen die hiervoor gebruikt worden, dus is hier geen specifiek onderzoek meer naar uitgevoerd. Ditzelfde geldt ook voor de vervoerswijzekeuze. Omdat geen significante verschillen worden verwacht tussen het verplaatsingsgedrag bij een nieuwe winkelvoorziening en een winkelvoorziening die al een tijd aanwezig is, wordt aangenomen dat de verplaatsingsbehoefte direct evenredig is met het aantal gebruikers.

Variabele	Resultaten en aannamen
Afnameperiode	Afname met vermindering gebruikersgroei
Leegstand	a) Vanaf het moment dat het aantal gebruikers onder een bepaalde grens komt (bijvoorbeeld de helft)

	b) Vanaf x jaar voordat de ruimte wordt herontwikkeld c) Niet (als winkel zelf niet wordt herontwikkeld en eventueel steun krijgt om inkomstenderving te compenseren)
Gebruikersafname	Afhankelijk van het aantal gebruikers in het afzetgebied
Groeiperiode	Eén tot enkele maanden (mogelijk langer door de aanwezigheid van bouwprocessen)
Gebruikerstoename	Afhankelijk van het aantal gebruikers in het afzetgebied
Vorm toe- en afnamen	Lineair (aanname)
relatie gebruik - verplaatsingsbehoefte	Directe relatie (het aantal gebruikers bepaalt de hoeveelheid ritten)

Tabel 3 – Samenvatting resultaten en aannamen gebruikersgroei bij de functie 'winkelen'

Hoewel de groei van activiteiten van een winkelfunctie erg kan afhangen van externe factoren zoals de aanwezigheid van bouwprocessen, is dit niet van tevoren te voorspellen. Indien de opening volgens planning zou lopen is een scherpe stijging te verwachten van het aantal gebruikers tot het potentieel. Dit is de reden dat de verandering van het gebruik van een winkelvoorziening volgens de grafiek in figuur 20 wordt geschematiseerd. De negatieve effecten van de bouwprocessen die in de Vijfhoek zichtbaar waren worden dus niet standaard verondersteld.



Figuur 20 – Schematisering van de gebruiksintensiteit van een winkelvoorziening bij een herontwikkeling

Indien de potentiële klantenkring kleiner wordt door de herontwikkeling van woongebieden wordt ook het gebruik van de winkelfunctie verminderd. Het moment waarop vernieuwde winkelfuncties actief worden zijn over het algemeen vastgelegd in de projectplanningen. Indien dit niet het geval is, is de ingebruikname van de winkelfunctie als de halve klantenkring aanwezig is, een goede aanname.

4.1.4 Gebruikersgroei werken

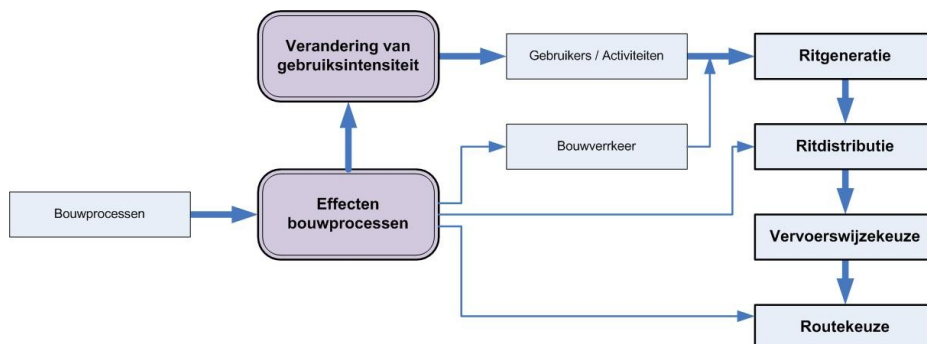
Naar veranderingen in de gebruiksintensiteit van de functie 'werken' is geen specifiek onderzoek gedaan. Er wordt daarom verondersteld dat de afname- en groeiscema's lopen volgens de resultaten van het onderzoek naar de woonfunctie.

Het kan verwacht worden dat deze aanname niet geheel conform de werkelijkheid is. De leegstand van kantoren panden is namelijk een veel voorkomend beeld bij (her)ontwikkelingsprojecten. Verder onderzoek moet deze functiespecifieke karakteristieken beschrijven. Dit is dan ook een aanbeveling.

4.2 Effecten van bouwprocessen op de verkeersontwikkeling.

De andere variabele, naast de gebruiksintensiteit, waarvan verwacht wordt dat het een belangrijke invloed heeft op de verkeersontwikkeling, is de aanwezigheid van bouwprocessen.

Zoals in het conceptueel model al is toegelicht worden diverse processen onderscheiden die invloed hebben op de verkeersontwikkeling via de effecten van bouwprocessen (zie figuur 21).



Figuur 21 – De effecten van bouwprocessen en gerelateerde processen

Het begrip 'bouwprocessen' dat hier gebruikt wordt, is erg breed en beschrijft een breed scala aan processen die plaatsvinden bij bouwactiviteiten. Het meest voor de hand liggende element is het daadwerkelijk realiseren van de constructies, dus de bouwprocessen. Dit kunnen gebouwen zijn, maar ook grondwerken of infrastructuur. Deze bouwactiviteiten worden over het algemeen gezien als negatieve elementen vanwege het effect op de leefbaarheid in de vorm van bijvoorbeeld geluidsoverlast of een slordige uitstraling. De aantrekkelijkheid van het gebied wordt dan minder, zodat de **gebruiksintensiteit** afneemt. Dit effect is ook al beschreven bij de gebruiksintensiteit. Hierbij is gezien dat bij de woonfunctie dit effect klein is (zie paragraaf 4.1.2) terwijl er bij de winkelfunctie een noemenswaardige invloed van bouwprocessen aanwezig is op de verandering van de gebruiksintensiteit (paragraaf 4.1.3).

In het geval van de winkelfunctie is het wellicht logischer om te spreken over een veranderende **ritdistributie** (bestemmingskeuze) van het winkelpubliek dan een verandering van de gebruiksintensiteit. In de meeste gevallen zal het winkelpubliek immers een andere bestemming zoeken. Vanwege de beperkt beschikbare tijd van het onderzoek is niet verder ingegaan op dit verschijnsel.

Naast het effect van de aanwezigheid van bouwprocessen op de gebruiksintensiteit wordt er ook een effect verondersteld op de **routekeuze**. Door de aanwezigheid van bouwprocessen en het daarmee gegenereerde bouwverkeer kunnen reizigers de behoefte hebben om een route te kiezen waarmee ze deze invloed vermijden. Zoals aangegeven is dit effect vanwege pragmatische redenen niet kwantitatief onderzocht. Een belangrijk deel van deze invloed kan echter al met bestaande verkeersmodeltechnieken worden meegenomen; de aanwezigheid van bouwverkeer op een route kan namelijk eenvoudig worden gemodelleerd door dit als een soort extra reismotief mee te nemen in de verkeersmodellering. Het bouwverkeer is verder niet meegenomen in het onderzoek maar het onderwerp wordt wel kort aangestipt. Dit is te lezen in paragraaf 6.2.4.

DEEL II - TOEPASSING

Op basis van het conceptueel model is in Deel I een verdiepend onderzoek uitgevoerd naar de veranderingen van het gebruik van functies bij (her)ontwikkelingsprojecten. Voor drie functies (wonen, werken en winkelen) is een beschrijving van deze processen gemaakt zodat ze kunnen worden gebruikt in een voorspelling van verkeersstromen in een (her)ontwikkelingsproject in een rekenmodel.

In dit deel wordt het (ontwerp van dit) rekenmodel toegelicht (hoofdstuk 5). Het rekenmodel wordt daarna geïmplementeerd in een computermodel (hoofdstuk 6), welke uiteindelijk wordt toegepast en getest op de case 'Via Breda' (hoofdstuk 7).



5 Rekenmodel

Op basis van het conceptueel model is een verdiepend onderzoek uitgevoerd naar de veranderingen van het gebruik van functies bij (her)ontwikkelingsprojecten. Voor drie functies (wonen, werken en winkelen) zijn deze processen inzichtelijk gemaakt zodat ze kunnen worden gebruikt in een voorspelling van verkeersstromen in een (her)ontwikkelingsproject middels een rekenmodel. In dit hoofdstuk wordt het (ontwerp van het) rekenmodel toegelicht. Het rekenmodel wordt daarna geïmplementeerd in een computermodel waarmee uiteindelijk een casestudy wordt uitgevoerd.

Een waardering van het rekenmodel wordt nog niet in dit hoofdstuk besproken. Daarvoor wordt verwezen naar hoofdstuk 6 waarin het rekenmodel wordt toegepast in een computermodel. In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens het doel van het rekenmodel besproken (paragraaf 5.1), de (keuze voor de) algemene methodiek van het rekenmodel toegelicht (paragraaf 5.2) en een gedetailleerde beschrijving gegeven van de berekeningen (paragraaf 5.3).

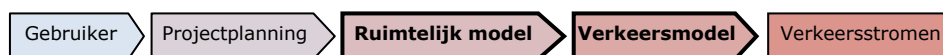
5.1 Doel

Het doel van dit rekenmodel is het inzichtelijk maken van de verkeersstromen in en rondom een (her)ontwikkelingsgebied in de tijd, op basis van de projectfasering om op een gemakkelijke manier problemen in de bereikbaarheid te kunnen signaleren. Zoals ook al uit de probleemverkenning bleek (zie paragraaf 1.3) zijn bij grote bouwprojecten verkeersproblemen te verwachten op veel verschillende schaalniveaus. Hierbij kan gedacht worden aan bereikbaarheidsproblemen door extra verkeer, een tijdelijke vermindering van het aantal parkeerplekken of de overlast van het bouwverkeer. In deze toepassing gaat het voornamelijk om de hoeveelheid verkeer die er rijdt in verhouding tot de capaciteit van de beschikbare infrastructuur. Dit kan kwantitatief worden uitgedrukt in de Intensiteit-Capaciteitverhouding (I/C -verhouding) waardoor kan worden gesproken van een verkeersanalyse op macroscopisch niveau.

Het belangrijkste doel van het rekenmodel betreft het inzichtelijk maken van de verkeersstromen om problemen in de bereikbaarheid te kunnen signaleren. Dit is een louter verkeerskundige opgave waar al een grote hoeveelheid methodes en kennis beschikbaar voor is. Een veelgebruikte methode om bereikbaarheid- het capaciteitsproblemen in kaart te brengen is het bepalen van de verhouding tussen intensiteit en capaciteit (I/C) op wegvakken. Indien de intensiteit de capaciteit nadert ontstaat er immers congestie en wordt de reistijd langer. Dit doel wordt aangevuld met de mogelijkheid om de verkeersanalyse afhankelijk te maken van een projectplanning en projectspecifieke veranderingen in verplaatsingsbehoefte te kunnen meenemen.

5.2 Algemene methodiek rekenmodel

In het conceptueel model is een onderscheid gedefinieerd tussen de ruimtelijke component en de verkeerscomponent. Dit onderscheid is ook in het rekenmodel aangehouden omdat het de richting is van de belangrijkste causaliteit van het onderwerp, namelijk 'een ruimtelijk gebruik van functies leidt tot verplaatsingsbehoefte. In het ruimtelijk deel van het rekenmodel wordt dan de input bepaald voor het verkeersdeel. Schematisch bekeken is de methodiek als volgt. De gebruiker bepaalt een projectplanning die hij wil doorrekenen. Op basis van deze projectplanning wordt in het ruimtelijk model de ruimtelijke situatie bepaald waarin functies en gebruikers zijn gedefinieerd. Dit vormt op zijn beurt weer de input voor het verkeersmodel waarmee de verkeersstromen worden gemodelleerd (zie figuur 22).

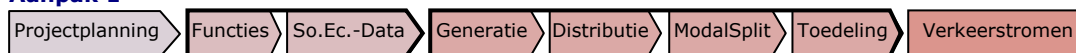


Figuur 22 - Globale methodiek van het rekenmodel

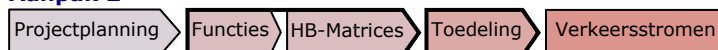
Twee mogelijke modelmethodieken

In dit onderzoek zijn twee verschillende aanpakken bekeken om het rekenmodel invulling te geven. Deze zijn schematisch weergegeven in figuur 23. In de eerste aanpak wordt op basis van een door de gebruiker ingevoerde projectplanning de ruimtelijke situatie bepaald van de gewenste tussenjaren. Deze ruimtelijke situatie bestaat dan uit socio-economische gegevens, zoals inwonersaantallen en werkplekken. Op basis van deze gegevens wordt voor ieder tussenjaar de vier stappen van het klassieke vierstapsverkeersmodel doorlopen (ritgeneratie, -distributie, vervoerswijzekeuze en routekeuze, zie ook paragraaf 2.2) waarmee de HB-matrices worden bepaald en toegedeeld. Deze aanpak komt overeen met de globale methodiek zoals deze in het schema van figuur 22 is te zien. Omdat de ritgeneratie en -distributie vrij omvangrijke rekenstappen zijn, is gekeken of het mogelijk is om deze stappen los te trekken van het verkeersmodel en te werken met vooraf bepaalde HB-matrices. Door in het ruimtelijk model niet eerst de socio-economische gegevens te bepalen, maar te werken met bewerkingen in HB-matrices, is het model te versimpelen en kunnen de ritgeneratie- en ritdistributiestap in het verkeersmodel worden overgeslagen. De effecten die de projectplanning op de ruimtelijke situatie heeft wordt dan direct verwerkt in de HB-matrices. Door uit te gaan van HB-matrices waar reeds een vervoerswijzekeuze is verwerkt is het mogelijk om ook de stap waarin de Modal Split (vervoerswijzekeuze) wordt bepaald over te slaan. Een voordeel van deze methodiek is dat gebruik wordt gemaakt van een reeds gevalideerde HB-matrix.

Aanpak 1



Aanpak 2



Figuur 23 - Verschillende aanpakken van modelindeling

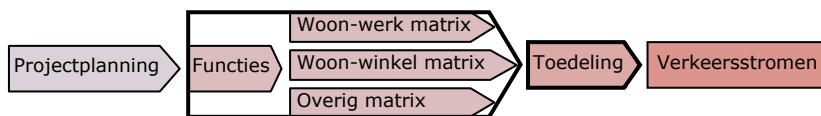
Het omzeilen van de ritgeneratie, -distributie en vervoerswijzekeuze in de tweede aanpak versnelt weliswaar de rekenmethode, maar zorgt er ook voor dat in het model wordt ingeleverd aan kwaliteit van de resultaten die in de ritgeneratie en ritdistributie worden toegevoegd. Om toch de eigenschappen van de ritgeneratie- en ritdistributiestap te kunnen meenemen is een uitbreiding nodig op de methode van aanpak 2.

Ruimtelijk model op basis van HB-matrices

In de tweede aanpak worden de effecten van de herontwikkeling direct vertaald naar veranderingen in de HB-matrix door het bepalen van groeifactoren. De aanwezigheid van bijvoorbeeld meer of minder bewoners in een gebied als gevolg van de herontwikkeling vertaalt zich dan naar een vermeerdering of vermindering van het aantal ritten van en naar dit gebied. De ene rit is echter de andere rit niet (bijvoorbeeld door het reismotief of geografische verschillen) en deze verschillen in ritsoorten worden normaal gesproken bepaald met behulp van de ritgeneratie-, ritdistributie- en vervoerswijzekeuzemodellen. Om toch recht te doen aan deze verschillen is het mogelijk om de berekening uit te voeren per reismotief in plaats van alle ritten op een hoop te gooien. Op deze manier blijven belangrijke kenmerken van de vervoerspatronen voor de verschillende reismotieven behouden. Om dit te verduidelijken een kort voorbeeld:

In een woonwijk wordt voor een herontwikkeling een winkelcentrum afgebroken. Als je geen onderscheid in reismotieven maakt is te beargumenteren dat een bepaald deel van de ritten van en naar het winkelcentrum zal verdwijnen in dat gebied. Op basis van, bijvoorbeeld, kentallen over ritgeneratie is te achterhalen hoe groot het aandeel winkelverkeer is op het totaal. Echter is dan nog niet bekend of dit de korte ritten naar naastgelegen woonwijken betreffen of HB-relaties naar verder gelegen gebieden. Door onderscheid te maken in reismotief is een veel specifiekere aanpassing te maken aan de HB-matrices. In dit specifieke geval van een winkelcentrum zou enkel de HB-matrix voor het woon-winkelmotief worden aangepast aan het verdwijnen van de winkelvoorzieningen en eventueel de woon-werkmatrix voor het verdwijnen van de werkplekken in het winkelcentrum. De distributiever verschillen van beide matrices worden dan automatisch meegenomen.

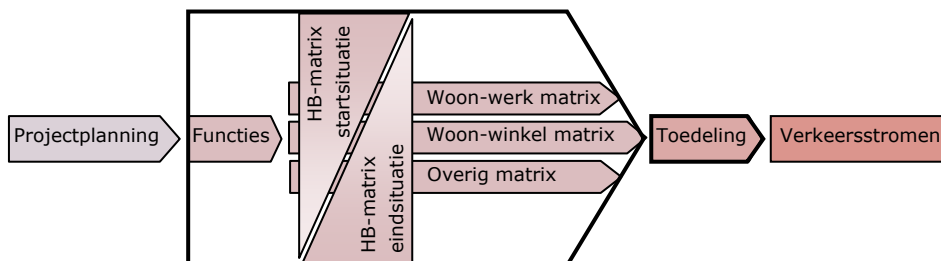
Door onderscheid te maken in reismotieven² komt de modelindeling van aanpak 2 er als volgt uit te zien (figuur 24).



Figuur 24 - Uitgebreidere modelindeling aanpak 2

Dan rest nog een tweede punt dat moet worden bepaald; hoe worden de matrices veranderd op basis van veranderingen van de ruimtelijke situatie in een tussenjaar? Er zijn twee methodes bekeken. Allereerst is het mogelijk om als uitgangspunt de HB-matrices te nemen die corresponderen met de situatie vóór de herontwikkeling. Door de ritaantallen van herkomsten en bestemmingen in deze HB-matrices aan te passen met de ruimtelijke veranderingen wordt voor tussenjaren een nieuwe HB-matrix verkregen. Het is dan echter van belang om de veranderingen in absolute vorm te bepalen en te vertalen naar ritaantallen om zo de nieuwe HB-matrices te verkrijgen. Dit is echter vrij complex en vereist weer een grotere diepgang in ritgeneratie en distributie.

Een andere mogelijkheid is om niet alleen uit te gaan van een HB-matrix van de beginsituatie maar ook van de eindsituatie. Bij ingrijpende (her)ontwikkelingsprojecten is het in Nederland nodig om door middel van een verkeersmodel inzicht te geven in verkeersstromen bij de eindsituatie. Hiermee wordt gecontroleerd of de infrastructuur in de toekomst nog voldoet qua capaciteit en veiligheid en of er wordt voldaan aan de eisen voor uitstoot en geluid. Met deze toekomstmodellering zijn zowel de matrices van de begin- als de eindsituatie beschikbaar. Samen met de netwerken van beide jaren geven de HB-matrices een betrouwbaar beeld van de ritpatronen in de begin- en eindsituatie. Door (per HB-relatie) slim te interpoleren tussen deze matrices kan een matrix worden verkregen voor een tussenjaar waarbij ook veranderingen in de distributie tussen de begin- en eindsituatie worden meegenomen. Ook dit kan dan weer per motief worden uitgevoerd zodat de methode wordt uitgebreid zoals te zien is in figuur 25.



Figuur 25 – Modelindeling met behulp van interpolatie tussen matrices (aanpak 2)

Een nadeel van deze methode is dat extreme projectspecifieke situaties niet (of moeilijk) kunnen worden meegenomen. Wat er met dergelijke situaties wordt bedoeld, wordt toegelicht in het volgende voorbeeld:

In een gebied dat wordt herontwikkeld liggen twee woonwijken ('A' en 'B') met elk hun eigen (winkel)voorzieningen. Als door de herontwikkeling de winkelveorzieningen in wijk 'A' tijdelijk gesloten zijn kan worden verwacht dat de bewoners van wijk 'A' tijdelijk hun inkopen in wijk 'B' gaan doen. Door enkel te interpoleren tussen de begin- en eindsituatie is deze verschuiving van distributie niet te genereren. De eindsituatie is immers dat de bewoners van wijk 'A' hun inkopen in wijk 'A' doen.

Om deze verschuiving in de distributie wel te kunnen meenemen is het nodig om voor de inwoners van wijk 'A' een distributie te bepalen of aan te nemen. Een mogelijkheid zou kunnen zijn om dit te doen op basis van de bestaande ritdistributie over de 'overige' bestemmingen. Verplaatsingsbehoeften van en naar functies in het herontwikkelingsproject die niet kunnen

² De hierin getoonde motieven komen overeen met de motieven die in de toepassing op de case 'Via Breda' zijn gebruikt.

plaatsvinden door de herontwikkeling krijgen dan alternatieve bestemming. Een probleem dat hierbij komt kijken is dat moet worden geschat hoeveel ritten er nog wel en niet meer worden gemaakt. Daarnaast is er ook nog een verschuiving mogelijk in de vervoerswijzekeuze, omdat er bijvoorbeeld verder moet worden gereisd naar de nieuwe bestemming. In de literatuur is weinig over de veranderingen van vervoerswijzekeuze in deze specifieke situaties geschreven. Uit de verdiepende studie blijkt dat dit effect wel degelijk plaatsvindt (zie bijvoorbeeld paragraaf 4.1.3), maar omdat het niet met een voldoende kwantitatieve basis is te onderbouwen is het verder niet meegenomen in het rekenmodel.

Keuze modelmethodiek

Ondanks de genoemde nadelen van de interpolatiemethode is op basis van bruikbaarheid en verwachte resultaten de keuze gemaakt voor de tweede aanpak. Daarnaast heeft meegespeeld dat voor de case 'Via Breda' de gemeente Breda het verkeersmodel ter beschikking heeft gesteld dat zowel de oorspronkelijke als de uiteindelijke situatie bevat, inclusief de HB-matrices.

Op basis van deze aanpak wordt in paragraaf 5.3 de ruimtelijke component van het rekenmodel verder uitgewerkt. Voor het verkeersdeel van het rekenmodel wordt gebruik gemaakt van de uitgebreide kennis die binnen de verkeerskunde beschikbaar is over het modelleren van verkeer. De verkeerskundige methodieken die passen bij het beoogde type verkeersmodellering (op macroniveau) zijn reeds in paragraaf 2.2 behandeld. De basis vormt het klassieke vierstapsmodel waarmee op basis van socio-economische data, ruimtelijke kenmerken en een verkeersnetwerk de verkeersstromen over het verkeersnetwerk kunnen worden berekend. Aangezien er gebruik wordt gemaakt van de beschreven interpolatiemethode is het niet nodig om de ritgeneratie, - distributie en vervoerswijzekeuze te modelleren. De verkeerscomponent van het model dient dus enkel de HB-matrix van een tussenjaar toe te delen op het desbetreffende netwerk van dat tussenjaar. In paragraaf 5.3.6 is de verkeerscomponent van het rekenmodel verder uitgewerkt.

Tenslotte is het aan te bevelen om gebruik te maken van HB-matrices die het drukste uur beschrijven in plaats van bijvoorbeeld etmaalmatrices. Door te werken met HB-matrices van het drukste uur onderzoek je de maatgevende situatie en is het niet nodig om achteraf extra berekeningsslagen te moeten uitvoeren om bruikbare I/C-verhoudingen te kunnen bepalen.

5.3 Uitwerking van het rekenmodel

De verplaatsingsbehoefte en verkeersstromen worden berekend met behulp van een interpolatiemethode tussen de situatie in het basis- en toekomstjaar. Het rekenmodel bepaalt eerst de ruimtelijke situatie in een tussenjaar. Dit deel van het model wordt het '*ruimtelijk model*' genoemd aangezien het de ruimtelijke situatie van het project bepaalt in een bepaald tussenjaar. Op basis van de ruimtelijke situatie worden de verplaatsingsbehoeften bepaald van het gebied, het 'verplaatsingsbehoeftemodel'. Tenslotte worden de verplaatsingsbehoeften in het 'verkeersmodel' vertaald naar verkeersstromen. Belangrijk is hierbij dat het netwerk (infrastructuur) wordt meegenomen zoals de situatie in het tussenjaar voorschrijft. Dit zou je het verkeersnetwerkmodel kunnen noemen. In deze paragraaf worden eerst de uitgangspunten van het rekenmodel beschreven en de globale werking toegelicht. Daarna wordt per modelcomponent een gedetailleerde beschrijving gegeven.

5.3.1 Uitgangssituatie

Om de methode te kunnen gebruiken zijn invoerdata nodig. De volgende onderdelen moeten in ieder geval beschikbaar zijn:

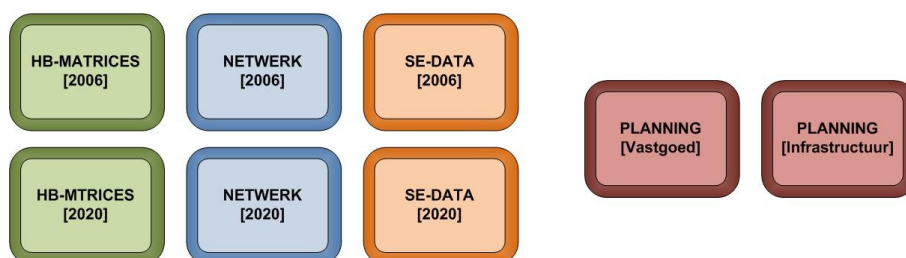
- HB-matrices (drukste uur) voor alle motieven voor het basis- en toekomstjaar
- Verkeersnetwerk met daarin de relevante wegverbindingen en een geschikte zonering, voor het basis- en toekomstjaar
- Socio-economische gegevens per zone en voor het basis- en toekomstjaar
- Projectplanning van alle vastgoedprojecten (die wordt gekoppeld aan de zones)

- Projectplanning van alle infrastructurele projecten (die wordt gekoppeld aan het netwerk)

Om het rekenmodel toe te lichten wordt het herontwikkelingsproject beschouwd dat ook in de case 'Via Breda' wordt gebruikt. Dit vindt plaats van 2010 tot 2025. Er is beschikking over een verkeersmodel van de situatie in 2006 (basisjaar) en van 2020 (toekomstjaar). In de toelichting wordt de berekening van de situatie in het tussenjaar 2015 uitgelegd. Voordat in de volgende paragrafen het hele modelontwerp gedetailleerd wordt beschreven, wordt eerst het basisprincipe beter uitgelegd. Op deze manier is het gemakkelijker om de verschillende onderdelen te begrijpen.

5.3.2 Basisprincipes modelontwerp

Voor het model zijn de volgende databronnen beschikbaar:



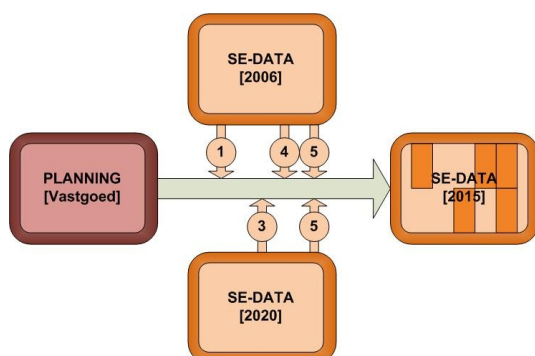
Figuur 26 – Beschikbare dataonderdelen voorbeeld rekenmodel

Vanuit het originele verkeersmodel zijn de situatie in 2006 en 2020 bekend. Deze situaties staan beschreven in HB-matrices met daarin de ritaantallen, het netwerk met de infrastructuur en socio-economische data met gegevens over bewoners, werkplekken, gezinssamenstelling, etc. Daarnaast is een planning beschikbaar waarin de ontwikkelingen van het vastgoed en infrastructuur staan beschreven.

Het doel is om de situatie in 2015 te voorspellen. Door de situaties van 2006 en 2020 te interpoleren en daarbij rekening te houden met de planning is het mogelijk om een beeld te krijgen van de ruimtelijke situatie in 2015. Dit gebeurt in de vier deelmodellen.

Stap 1 - Ruimtelijk model (Bepaling gebruiksintensiteit)

In de eerste stap wordt voor elke zone een schatting gemaakt van het aantal werkenden (inwoners) en werkplekken in 2015, dus de gebruiksintensiteit. Op basis van de planning van de vastgoedontwikkelingen wordt bepaald in hoeverre een zone is ontwikkeld volgens de situatie in 2006 en de situatie in 2020. Dit is grafisch weergegeven in onderstaand schema (figuur 27).

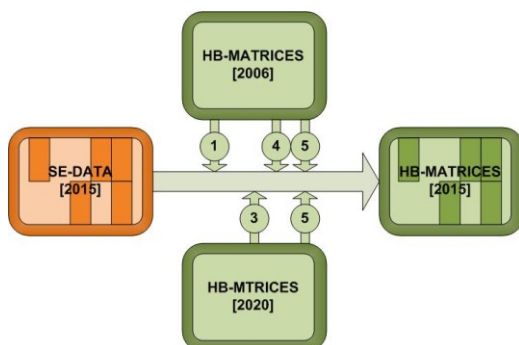


Figuur 27 – Schema interpolatie socio-economische data (stap 1)

Van de vijf zones die in dit voorbeeld aanwezig zijn, is een deel van de socio-economische gegevens volgens de situatie in 2006 (zone 1, 4 en 5) en een deel zijn volgens 2020 (zone 3 en 5). Zone (2) wordt bijvoorbeeld pas in 2018 herontwikkeld en in zone (5) is een deel van de werkplekken en arbeidsplaatsen volgens 2006 en een ander deel volgens 2020. Uiteindelijk resulteert dit in een socio-economische situatie van 2015.

Stap 2 - Verplaatsingsbehoeftemodel

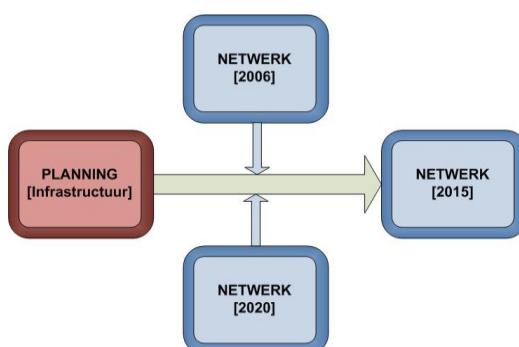
Deze beschrijving van de socio-economische situatie uit het ruimtelijk model wordt gebruikt bij het bepalen van de HB-matrices die de verplaatsingsbehoefte beschrijven. Deze bepaling gebeurt per motief. Het aantal ritten tussen een herkomst en bestemming wordt bepaald door het percentage activiteit in de herkomst en de bestemming te combineren en te vermenigvuldigen met het oorspronkelijk aantal ritten. Het resultaat zijn HB-matrices per motief voor het tussenjaar 2015. Gecombineerd vormen deze een totaalmatrix voor het tussenjaar 2015 (zie figuur 28).



Figuur 28 – Schema interpolatie HB-matrices (stap 2)

Stap 3 - Verkeersnetwerkmodel

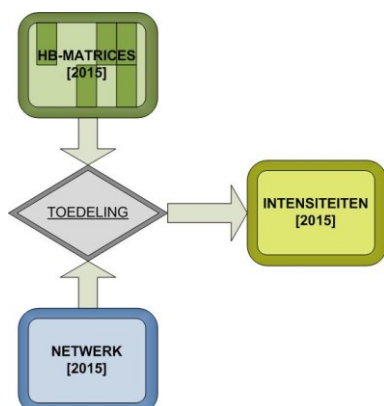
Het netwerk in tussenjaar 2015 wordt ook bepaald door de infrastructuurplanning te combineren met het netwerk in 2006 en 2020. Dit is schematisch weergegeven in figuur 29.



Figuur 29 – Schema interpolatie verkeersnetwerk (stap 3)

Stap 4 - Verkeersmodel

Door het netwerk en de HB-matrix van 2015 in te voeren in een toedelingsmodel worden intensiteiten berekend (figuur 30). Deze intensiteiten geven het beeld van de verkeersstromen zoals ze in 2015 zullen optreden.



Figuur 30 – Schema interpolatie toedeling (stap 4)

Met behulp van de verkeersstromen kan dan worden gekeken of er locaties in het verkeersnetwerk zijn die de vervoersvraag niet aankunnen. Als dit het geval is kan het nuttig zijn om de projectplanning aan te passen. Door deze rekenmethode voor meerdere tussenjaren uit te voeren zijn ook veranderingen van verkeersstromen in de tijd te bepalen.

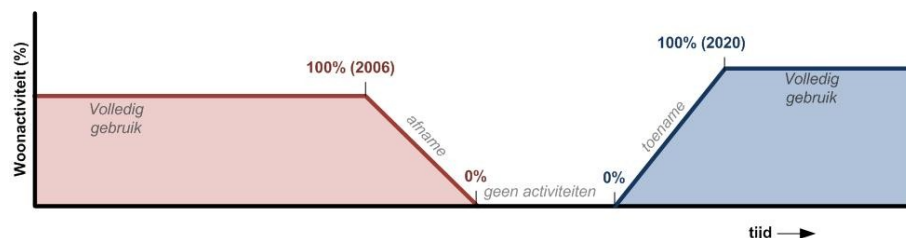
5.3.3 [Ruimtelijk model] Interpolatie van de socio-economische data

Op basis van de projectplanning worden de ruimtelijke functies van een bepaald moment bepaald. De planning beschrijft per zone op welk tijdstip de herontwikkeling plaatsvindt. Er is gekozen om de bouwprocessen te definiëren in drie fasen; de sloop/saneringsfase, de ruwbouwfase en de afbouwfase.

In de planningsdefinitie wordt onderscheid gemaakt tussen bouwprocessen die werkplekken betreffen en bouwprocessen die woningen betreffen. Dit is gedaan om in het verplaatsingsbehoeftemodel de verplaatsingsbehoefte per motief te kunnen bepalen. Daarnaast kunnen een aantal variabelen worden gedefinieerd die zijn onderzocht in het verdiepende onderzoek naar verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten (hoofdstuk 4). De eerste variabele is de periode voorafgaand aan de sloop waarop de gebruikers hun functie al hebben verlaten. Bij de sloop van woningen is een periode van zo'n 6 maanden een redelijke aanname en bij werkplekken kan dit variëren van een paar maanden tot een jaar. Dit is natuurlijk ook afhankelijk van het type arbeidsplaats. Ook voor de ingebruikname is een periode te definiëren. Uit het verdiepend onderzoek kwam naar voren dat de woonfunctie vrij snel na oplevering wordt gebruikt (bijvoorbeeld 1 maand). Bij de werkfunctie kan dit enkele maanden zijn. Deze waarde is natuurlijk van veel factoren afhankelijk zoals de economische condities van dat moment. Een redelijke aanname voor de periode voor ingebruikname van werkfuncties lijkt drie maanden te zijn.

In sommige projecten volgen de drie bouwfasen elkaar serieel op. De bouw van een kantorencomplex is hiervan een voorbeeld. Sommige projecten hebben echter parallelle bouwfasen zoals de ontwikkeling van een woonwijk. Hierbij begint de ruwbouwfase al voordat de sloopfase is geëindigd. Bij een bouwproject van bijvoorbeeld 50 woningen wordt eerst begonnen met het bouwklaar maken van de eerste woningen. Als dit klaar is wordt gestart met de ruwbouw van die woningen, maar ook met het bouwklaar maken van de grond voor de volgende serie woningen. Ditzelfde geldt ook voor de afbouwfase.

Met behulp van de planningsinformatie kan de bouwplanning van de woningen in een zone worden vertaald naar de mate van woonactiviteiten in die zone. De mate van activiteiten kan dan in het verplaatsingsbehoeftemodel worden vertaald naar een verplaatsingsbehoefte. Het bepalen van de activiteiten gebeurt zowel vanuit de situatie in 2006 als de situatie van 2020. Vanuit 2006 zijn drie fasen te onderscheiden; de fase waarin het gebied volledig wordt gebruikt, de fase waarin de activiteiten afnemen en de fase waarin geen activiteiten meer plaatsvinden. Voor 2020 liggen deze fasen in precies omgekeerde chronologische volgorde. Figuur 31 laat dit zien.

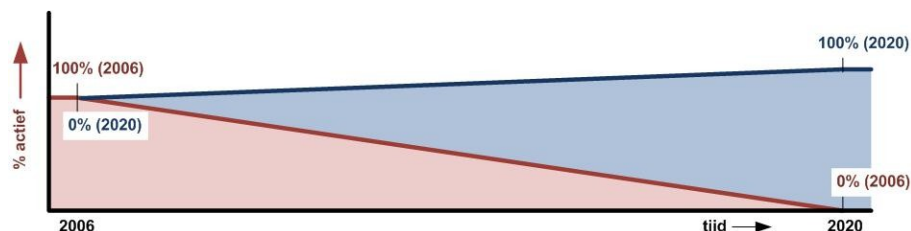


Figuur 31 – Schematisering afname en toename van de gebruiksintensiteit volgens de situatie van respectievelijk 2006 en 2020

Met behulp van deze lijnen kan vervolgens de gebruiksintensiteit van een tussenjaar worden bepaald en volgens welke HB-matrix de ritten verlopen (2006 of 2020). Indien dus 50% van de woningen is ontwikkeld dan is 50% van de gebruiksintensiteit van de woonfunctie actief.

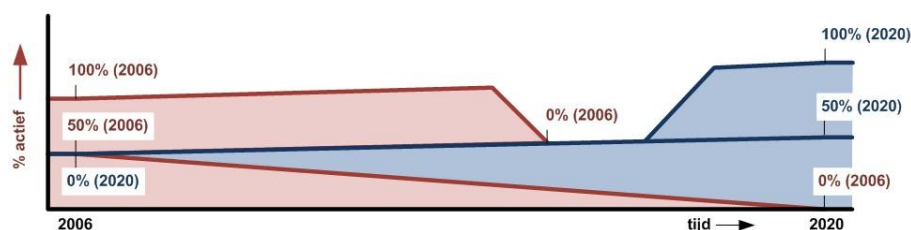
Zones zonder ontwikkeling of gedeeltelijke ontwikkeling

In sommige zones zal niet al het vastgoed worden ontwikkeld maar enkel een deel daarvan. Zones buiten het ontwikkelingsproject hebben zelfs helemaal geen ontwikkeling. In deze gevallen wordt een lineaire overgang verondersteld van de basissituatie in 2006 naar de toekomstige situatie in 2020. Ondanks dat er geen ontwikkeling plaatsvindt zijn er namelijk wel verschillen tussen de begin- en eindsituatie. Deze methode geeft daarmee een benadering van de autonome groei zoals te zien is in figuur 32. De situatie van 2006 neemt dan lineair af en de situatie van 2020 komt geleidelijk op.



Figuur 32 – Benaderingsmethode van de autonome groei in een zone zonder herontwikkeling

Indien een deel van de zone wordt herontwikkeld, dan wordt het deel van een zone dat niet wordt ontwikkeld hetzelfde behandeld als een zone waarin geen herontwikkeling plaatsvindt. In het schema in figuur 33 is als voorbeeld de groei weergegeven van een wijk die voor de helft zal worden herontwikkeld. 50% van de activiteiten groeien volgens de autonome groei en 50% van de activiteiten groeien volgens de herontwikkelingspercentages. Dit zijn dus Figuur 31 en Figuur 32 gecombineerd.



Figuur 33 – Schematisering van autonome groei in een zone met herontwikkeling (50% wordt herontwikkeld)

Zoals ook uit figuur 31 blijkt gaat het model niet uit van een autonome groei als er sprake is van een herontwikkeling. De lijnen van de percentage van 2006 en 2020 zijn immers horizontaal totdat er sprake is van af- of toename als gevolg van de herontwikkeling. In werkelijkheid zal ook hier sprake zijn van autonome groei zoals ook wordt gemodelleerd in de zones zonder herontwikkeling. Dit is een verbeterpunt voor het rekenmodel.

Als de berekening is toegepast voor alle zones is per zone bekend welk percentage woon- en werkactiviteiten er plaatsvindt in het tussenjaar. Hierbij is het onderscheid behouden tussen de situatie in 2006 en 2020.

5.3.4 [Verplaatsingsbehoeftemodel] Interpolatie van de HB-matrices

Met behulp van de berekende percentages van de woon- en werkfunctie in elke zone, worden in de tweede stap de HB-matrices bepaald. Dit gebeurt voor elk reismotief apart. Daarnaast is het belangrijk om te weten dat gedurende de hele berekening onderscheid wordt gemaakt tussen de ritten die gebaseerd zijn op het basisjaar (2006) en de ritten die gebaseerd zijn op het toekomstjaar (2020). Pas op het eind worden de ritten van beide matrices bij elkaar opgeteld. Voor elke herkomst en bestemming is vanuit het ruimtelijk model (paragraaf 5.3.3) bekend hoe groot het percentage actieve woon- en werkfunctie is ten opzichte van 2006 en 2020. Deze percentages worden gebruikt om de randtotalen per herkomst (O_i) en bestemming (D_j) te bepalen en het aantal ritten (T_{ij}) tussen herkomst i en bestemming j te berekenen. De methodiek is schematisch weergegeven in figuur 34.

0. Ruimtelijk model

In het ruimtelijk model zijn de activiteitspercentages van de woon en werkfunctie voor elke zone bepaald. Deze vormen de input voor het verplaatsingsbehoeftemodel.

1. Bepalen randtotaal tussenjaar

Op basis van de activiteitspercentages, de randtotaal en de productie- en attractiefactoren uit de OD-informer worden de randtotaal van de HB-matrix van het tussenjaar bepaald en de verhouding die deze randtotaal hebben ten opzichte van de randtotaal van het basisjaar.

2. Bepalen ritten per HB-paar

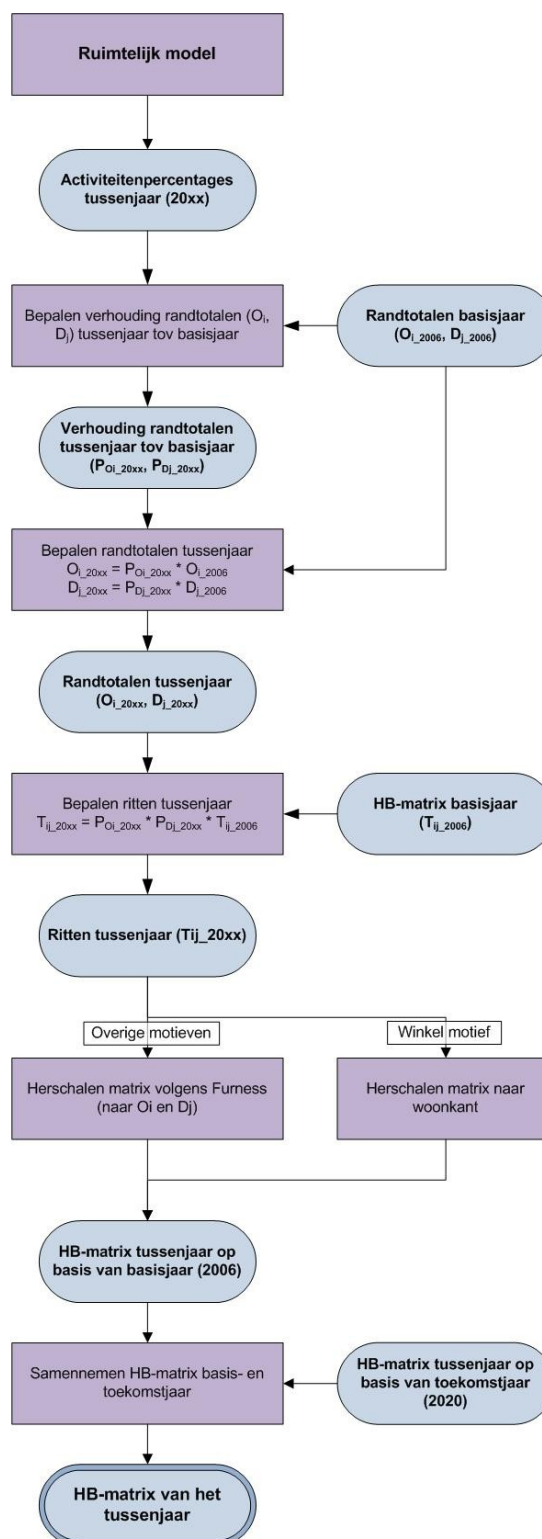
Door per HB-relatie de ritten van het basisjaar ($T_{ij,2006}$) te vermenigvuldigen met de verhouding van de randtotaal van zowel de herkomst ($P_{O_i,20xx}$) en de bestemming ($P_{D_j,20xx}$) krijg je het basis aantal ritten van het tussenjaar.

3. Herdistributie

Om de randtotaal (O_i en D_j) te laten kloppen met de randtotaal uit stap 1 wordt de matrix herschaald. De matrices van het winkelmotief worden enkel richting de woonkant herschaald, de overige matrices worden in twee richtingen volgens Furness herschaald.

4. Samennemen HB-matrices

Stap 1 tot 3 is voor zowel de matrix uit het basis- als het toekomstjaar gedaan. Per motief worden beide matrices opgeteld zodat de definitieve HB-matrix van een motief van een tussenjaar is berekend. Door de matrices van alle motieven bij elkaar op te tellen, is de totaalmatrix te verkrijgen.



Figuur 34 – Schema werking verplaatsingsbehoeftemodel

Omdat de rekenmethode in figuur 34 nogal abstract wordt weergegeven wordt de rekenmethode toegelicht met behulp van een voorbeeld.

De basisinput van het model vormen HB-matrices van het basis- (2006) en toekomstjaar (2020) voor elk motief. Voor een willekeurig motief zijn hieronder de matrices van een imaginair gebied met drie zones te zien:

Matrix 2006

Zone	1	2	3	Oi
1	-	50	350	400
2	100	-	150	250
3	300	200	-	500
Dj	400	250	500	

Matrix 2020

Zone	1	2	3	Oi
1	-	200	300	500
2	150	-	200	350
3	350	150	-	500
Dj	500	350	500	

In het ruimtelijk model is berekend dat in het tussenjaar 2016 de volgende activiteitspercentages gelden voor de verschillende zones:

Zone	Situatie basisjaar (2006)		Situatie toekomstjaar (2020)	
	Productie	Attractie	Productie	Attractie
1	20%	20%	40%	40%
2	40%	40%	80%	80%
3	10%	10%	60%	60%

Door deze percentages toe te passen op de matrices kunnen de randtotalen van de matrices van het tussenjaar ($O_{i,2016}$ en $D_{j,2016}$) worden berekend:

Matrix randtotalen 2016 obv 2006

Zone	1	2	3	Oi (2006)	Oi (2016)
1				400	20%
2				250	40%
3				500	10%
Dj (2006)	400	250	500		
	20%	40%	10%		
Dj (2016)	80	100	50		

Matrix randtotalen 2016 obv 2020

Zone	1	2	3	Oi (2020)	Oi (2016)
1				500	40%
2				350	80%
3				500	60%
Dj (2020)	500	350	500		
	40%	80%	60%		
Dj (2016)	200	280	300		

De percentages worden vervolgens toegepast op de individuele cellen. Zo wordt het aantal ritten tussen zone 1 en 2 op basis van 2006: $40\% * 20\% * 50$ ritten = 4 ritten

Matrix 2016 tov 2006

Zone	1	2	3	Oi (2016)	
1	-	4	7	11	20%
2	8	-	6	14	40%
3	6	8	-	14	10%
Dj (2016)	14	12	13		
	20%	40%	10%		

Matrix 2016 tov 2020

Zone	1	2	3	Oi (2016)	
1	-	64	72	136	40%
2	48	-	96	144	80%
3	84	72	-	156	60%
Dj (2016)	132	136	168		
	40%	80%	60%		

Om de verkregen matrices kloppend te krijgen aan de berekende randtotalen worden de matrices herschaald volgens de methode Furness [Furness, 1965]:

Herschaalde matrix 2016 tov 2006

Zone	1	2	3	Oi (2016)
1	-	55	25	80
2	74	-	26	100
3	5	45	-	50
Dj (2016)	80	100	50	

Herschaalde matrix 2016 tov 2020

Zone	1	2	3	Oi (2016)
1	-	140	60	200
2	40	-	240	280
3	160	140	-	300
Dj (2016)	200	280	300	

Door de matrices van 2006 en 2020 bij elkaar op te tellen ontstaat de uiteindelijke matrix voor 2016:

Herschaalde matrix 2016 tov 2006

Zone	1	2	3	Oi (2016)
1	-	195	85	280
2	114	-	266	380
3	165	185	-	350
Di (2016)	280	380	350	

Nu de globale werking van het verplaatsingsbehoeftemodel is toegelicht worden de specifieke onderdelen van de vier rekenstappen toegelicht.

Stap 1: Bepalen randtotalen tussenjaar

De randtotalen van een tussenjaar worden berekend met behulp van de activiteitspercentages van de woon- en werkfunctie. De effecten van een vermindering of toename van het aantal woningen of werkplekken is echter niet op elk motief hetzelfde. Het is gemakkelijk voor te stellen dat een daling van het aantal werkplekken in een zone weinig invloed heeft op de hoeveelheid woon-winkelverkeer, maar dat het woon-werkverkeer juist wel flink zal dalen. Daarnaast bestaat er onderscheid tussen verkeer dat van een woning naar een activiteit gaat of juist terug gaat naar de woning. In Bijlage IV.III.I wordt dit onderscheid in reisrichting met behulp van een voorbeeld verder toegelicht. Om met de verschillen tussen motieven en reisrichting te kunnen rekenen is gebruik gemaakt van kennis uit de OD-informer [Thomas & Tutert, 2008]. De OD-informer is een verkeersmodel dat met behulp van een simpele rekenmethode de ritgeneratie, -distributie en vervoerswijzekeuze kan bepalen. Vanuit de OD-informer zijn ritgeneratiefactoren overgenomen voor verschillende motieven (tabel 4). Deze waarden worden in het OD-informer model gebruikt om de ritgeneratie te bepalen aan de hand van het aantal werkenden en werkplekken in een zone en zijn ook toepasbaar op dit probleem.

Motief (k)	Productiefactoren (PF)		Attractiefactoren (AF)	
	Werkenden (functie: woon)	Werkplekken (functie: werk)	Werkenden (functie: woon)	Werkplekken (functie: werk)
Woon-werk	1	0	0	1
Werk-woon	0	1	1	0
Woon-winkel*	0.5	0.5	0.9	0.1
Winkel-woon*	0.9	0.1	0.5	0.5
Zakelijk	0.5	0.5	0.2	0.8
Woon-Recreatief	0.9	0.1	0.6	0.4
Recreatief-woon	0.6	0.4	0.9	0.1
Woon-Overig*	0.9	0.1	0.6	0.4
Overig-Woon*	0.6	0.4	0.9	0.1

Tabel 4 – Productie en attractiefactoren per motief ($PF_{k,functie}$) [bron: Thomas & Tutert, 2008]. De motieven die zijn aangegeven met een (*) komen niet direct uit de OD-informer maar zijn in samenspraak met de auteur bepaald voor deze motieven.

De waarden uit tabel 4 worden gebruikt bij het bepalen van percentages waarin het attractie- en productietotaal (randtotaal) van een zone actief is. Dit gebeurt volgens de formules:

Voor de productie van zone i voor motief k ($P_{OI_20xx,k}$):

$$P_{OI_20xx,k} = (PF_{k_WOON} * WoonActief_{i_20xx}) + (PF_{k_WERK} * WerkActief_{i_20xx})$$

En het attractiepercentage van zone j voor motief k ($P_{Dj_20xx,k}$):

$$P_{Dj_20xx,k} = (AF_{k_WOON} * WoonActief_{j_20xx}) + (AF_{k_WERK} * WerkActief_{j_20xx})$$

Met:

- PF_{k_WOON} = Productiefactor van motief 'k' voor de woonfunctie
- PF_{k_WERK} = Productiefactor van motief 'k' voor de werkfunctie
- AF_{k_WOON} = Attractiefactor van motief 'k' voor de woonfunctie
- AF_{k_WERK} = Attractiefactor van motief 'k' voor de werkfunctie
- $WoonActief_{i_20xx}$ = Percentage woonfunctie actief in zone i (uit het ruimtelijk model)
- $WerkActief_{i_20xx}$ = Percentage werkfunctie actief in zone i (uit het ruimtelijk model)
- $WoonActief_{j_20xx}$ = Percentage woonfunctie actief in zone j (uit het ruimtelijk model)
- $WerkActief_{j_20xx}$ = Percentage werkfunctie actief in zone j (uit het ruimtelijk model)

Door deze percentages te vermenigvuldigen met de randtotalen van het basisjaar zijn de randtotalen van het tussenjaar te berekenen. Dus:

$$T_{OI_20xx,k} = P_{OI_20xx,k} * T_{OI_2006,k}$$

$$T_{Dj_20xx,k} = P_{Dj_20xx,k} * T_{Dj_2006,k}$$

Met:

- $T_{Ol_20xx,k}$ = Ritproductie zone i in het tussenjaar 20xx, voor motief k
- $T_{Dj_20xx,k}$ = Ritattractie zone j in het tussenjaar 20xx, voor motief k
- $T_{Ol_2006,k}$ = Ritproductie zone i in het basisjaar 2006, voor motief k
- $T_{Dj_2006,k}$ = Ritattractie zone j in het basisjaar 2006, voor motief k

Stap 2: Bepalen ritten per HB-paar

De volgende stap is om de effecten van de verminderde productie en attractie door te laten werken op de ritaantallen van de HB-relaties. Dit wordt gedaan door de productie- en attractiepercentages (P_{Ol_20xx} en P_{Dj_20xx}) van het tussenjaar te vermenigvuldigen met het aantal ritten van dat HB-paar uit het basisjaar (T_{ij_2006}):

$$T_{ij_20xx,k} = T_{ij_2006,k} * P_{Ol_20xx,k} * P_{Dj_20xx,k}$$

Als voor motief k het productiepercentage van zone i 60% is en het attractiepercentage van zone j is 30% dan wordt het aantal ritten van i naar j van het tussenjaar bepaald door het aantal ritten tussen deze twee zones uit het basisjaar te vermenigvuldigen met zestig en dertig procent:

$$T_{ij_20xx,k} = T_{ij_2006,k} * 60\% * 30\% = T_{ij_2006,k} * 18\%$$

Zoals uit bovenstaande formule blijkt wordt er uiteindelijk maar achttien procent op deze HB-relatie toegedeeld en dit natuurlijk te weinig. Vandaar dat de ritten die nu te weinig worden berekend opnieuw moeten worden gedistribueerd.

Stap 3: Herdistributie

Bij een afname van de woonfunctie van een wijk tot zestig procent kan er worden verwacht dat ook het aantal ritten dat vanuit deze wijk wordt gemaakt afneemt met veertig procent. Van de zestig procent ritten die men wil maken kan echter zeventig procent niet meer naar de gewenste bestemming (deze heeft immers maar een attractiepercentage van 30%). Deze ritten gaan een andere bestemming zoeken. Dit proces is herdistribueren en wordt gemodelleerd door de matrices te herschalen volgens de methode Furness. De matrices worden herschaald totdat de randtotalen gelijk zijn aan de berekende randtotalen uit stap 1.

Voor het werkmotief wordt verondersteld dat dit een goede benadering is. Iedere werkende gaat immers naar een werkplek en iedere werkplek heeft een werkende nodig. Voor het winkelmotief hoeft dit principe niet op te gaan. Zoals uit de verdiepende studie bleek is het aantal ritten naar een winkel voornamelijk afhankelijk van de grootte van de klantenkring. Als een klantenkring verdwijnt zullen mensen die eerst tot de klantenkring van een andere winkel behoorden, niet of nauwelijks naar deze winkel overstappen. Vandaar dat de matrices van het winkelmotief alleen worden geschaald naar de randtotalen van de 'woonkant' van de matrix. Bij de woon-winkelmatrix is de woonkant de herkomstkant, en bij de winkel-woonmatrix is dit de bestemmingskant.

Het resultaat van deze stap zijn matrices per motief waarbij de randtotalen voldoen aan de activiteitspercentages van de zones.

Stap 4: Samennemen HB-matrices

Bovenstaande stappen worden zowel uitgevoerd op basis van het basisjaar (2006) als het toekomstjaar (2020), waarbij de matrices op basis van het basisjaar de ritten beschrijven van en naar de zones die gebaseerd zijn op de functies in 2006 en de matrices op basis van het toekomstjaar de ritten beschrijven die gebaseerd zijn op de functies van het toekomstjaar. Hierdoor worden de eigenschappen van bijvoorbeeld de distributie van de desbetreffende functie uit het basisjaar behouden. Door de matrices op basis van 2006 en 2020 bij elkaar op te tellen ontstaat de matrix van het tussenjaar. Dit kan voor elk motief. Door uiteindelijk de motieven bij elkaar op te tellen ontstaan de totaalmatrix van een tussenjaar die alle ritten beschrijft van dat tussenjaar.

5.3.5 [Verkeersnetwerkmodel] Interpolatie van het verkeersnetwerk

De interpolatie van het verkeersnetwerk wordt uitgevoerd op basis van de netwerken van het basis- en toekomstjaar. Het grootste gedeelte van beide netwerken komt als het goed is overeen. Voor de verschillen is het nodig om een tijdstip te hebben waarop de desbetreffende situatie verandert. Afhankelijk van het detailniveau waarop het netwerk is gedefinieerd worden wegvakken en aansluitingen opgebroken of juist aangelegd. Daarnaast kunnen wegvakken ook andere eigenschappen krijgen (bijvoorbeeld worden gesloten voor autoverkeer of tot 30km-zone worden gedefinieerd). Het is echter belangrijk dat de zonering van beide netwerken hetzelfde is om de HB-matrices met elkaar te kunnen combineren en te vergelijken. Naast het feit dat de eigenschappen van wegen veranderen worden wegen soms ook tijdelijk afgesloten voor de bouwwerkzaamheden en bouwverkeer. In dat geval is het nodig om de periode te definiëren waarin de capaciteit van het wegvak is verminderd of helemaal verdwijnt. Het model kan dus voor een tussenjaar bepalen of een weg is gedefinieerd volgens de situatie van het basisjaar of het toekomstjaar, of dat de weg is afgesloten of de capaciteit is beperkt vanwege afsluitingen of herinrichting.

5.3.6 [Verkeersmodel] Toedelen van de HB-matrices op het netwerk

Als de HB-matrix en het verkeersnetwerk van een tussenjaar beschikbaar zijn, kan een toedeling plaatsvinden. Dit kan op basis van verschillende methodes die binnen de verkeerskunde beschikbaar zijn. De toedeling bestaat normaal gesproken uit twee onderdelen; de routekeuze en de toedeling. In de routekeuze worden de kortste of snelste routes bepaald tussen een herkomst en een bestemming. In het tweede onderdeel worden de ritten tussen de herkomst en bestemming volgens een bepaalde methode toegedeeld aan de gevonden routes. Voorbeelden van toedelingsmethoden die gebruikt kunnen worden zijn Alles-of-Niets (AoN), incrementeel, succesieve gemiddelden, gebruikersevenwicht of systeem optimum [Ortúzar & Willumsen, 2004]. Welke methodiek wordt gebruikt is aan de gebruiker en heeft effect op het realisme van de resultaten. In de toepassing van het rekenmodel in het computermodel (hoofdstuk 6) is gekozen voor een incrementele toedeling omdat dit een eenvoudige rekenmethode is die een realistisch resultaat oplevert. Bij de incrementele toedeling is een capaciteitsafhankelijke toedeling die in de routekeuze rekening houdt met de extra reistijd op een wegvak door drukte. Hierdoor kunnen de ritten tussen een herkomst en een bestemming aan verschillende routes worden toegedeeld.

Omdat gebruik wordt gemaakt van drukste-uur-matrices resulteert de toedeling in uurintensiteiten op alle wegvakken. Hiermee is de I/C-verhouding te berekenen hetgeen een indicatie is voor de drukte op een wegvak en de aanwezigheid van knelpunten.

5.4 Conclusies rekenmodel

In dit hoofdstuk is het rekenmodel beschreven dat is ontworpen voor het bepalen van verkeersstromen rondom een (her)ontwikkelingsproject voor diverse momenten van de projectfasering. Vanwege de rekentijd, de toepasbaarheid en de beschikbaarheid van data is gekozen voor een interpolatiemethodiek waarbij de verkeersstromen van een tussenjaar worden bepaald door te interpoleren tussen de situatie van een basis- en toekomstjaar. Deze interpolatiemethode bestaat uit vier rekenmodellen die los van elkaar beschouwd kunnen worden:

- Ruimtelijk model
- Verplaatsingsbehoeftemodel
- Verkeersnetwerkmodel
- Verkeers- of toedelingsmodel

In het ruimtelijk model wordt de mate van activiteiten in een zone bepaald op basis van de projectfasering. Met behulp van deze activiteitswaarden wordt een HB-matrix gegenereerd op basis van de HB-matrices van het basis- en toekomstjaar. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende reismotieven om zo de motiefkarakteristieke eigenschappen van distributie en vervoerswijzekeuze te kunnen behouden. De HB-matrix is dan een weergave van de

verplaatsingsbehoefte van een tussenjaar. Samen met het netwerk van dat tussenjaar kan een verkeerstoedeling worden uitgevoerd waarmee wegvakintensiteiten kunnen worden verkregen. Bij analyse van deze intensiteiten kunnen capaciteitsproblemen van de infrastructuur worden gesignaleerd. Door de resultaten van verschillende tussenjaren naast elkaar te zetten en meerdere planningsscenario's door te rekenen kunnen de effecten van verschillende planningen met elkaar worden vergeleken en geanalyseerd.

Voor- en nadelen rekenmodel

Door te kiezen voor interpolatie van HB-matrices wordt voorkomen dat voor ieder tussenjaar een ritgeneratie, distributie en vervoerswijzekeuze moet worden bepaald. Om de karakteristieken van deze bewerkingen in de HB-matrices te behouden wordt de interpolatie voor verschillende reismotieven apart uitgevoerd.

Voor het bepalen van de mate van activiteiten in een zone is gebruik gemaakt van de bevindingen uit het verdiepend onderzoek naar verkeersprocessen bij (her)ontwikkelingsproject uit hoofdstuk 4. Deze bevindingen beperken zich echter tot een schatting van de directe effecten van een projectontwikkelingen in de vorm van activiteitenpercentages. Een verbeterpunt voor het rekenmodel kan zijn om onderzoek te doen naar het kiezen van alternatieve bestemmingen in situaties waarin de gewenste bestemming door de (her)ontwikkeling niet beschikbaar is. Dit proces grijpt in op de ritdistributie en vervoerswijzekeuze. De distributie is benaderd door de matrices te herschalen volgens de Furness-methode, maar de vervoerswijzekeuze is daarbij niet meegenomen.

6 Computermodel

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp en de ontwikkeling van het computermodel beschreven. Het computermodel is de uitwerking van het rekenmodel voor verkeersvoorspelling bij (her)ontwikkelingsprojecten (hoofdstuk 5). Bij het ontwerpen en ontwikkelen van het computermodel is gebruik gemaakt van data van de case "Via Breda". Uiteindelijk zal in hoofdstuk 7 het computermodel worden getest op een toepassing op deze case.

In dit hoofdstuk wordt eerst de doelstelling van het computermodel kort toegelicht. Daarna worden globale kenmerken van het computermodel behandeld. Hieronder vallen ook de inputdata inclusief de benodigde bewerkingen. Er waren uitgebreide bewerkingen nodig op de verkregen data van "Via Breda" om deze bruikbaar te maken voor het model. In de derde paragraaf worden de programmaonderdelen gedetailleerd toegelicht, evenals de gebruikersinterface. Tenslotte wordt het hoofdstuk afgesloten met een concluderende paragraaf over het resultaat, de bruikbaarheid en aanbevelingen voor het gebruik van het computermodel.

6.1 Doelstelling computermodel

Vanuit het onderzoeksontwerp is de volgende doelstelling geformuleerd:

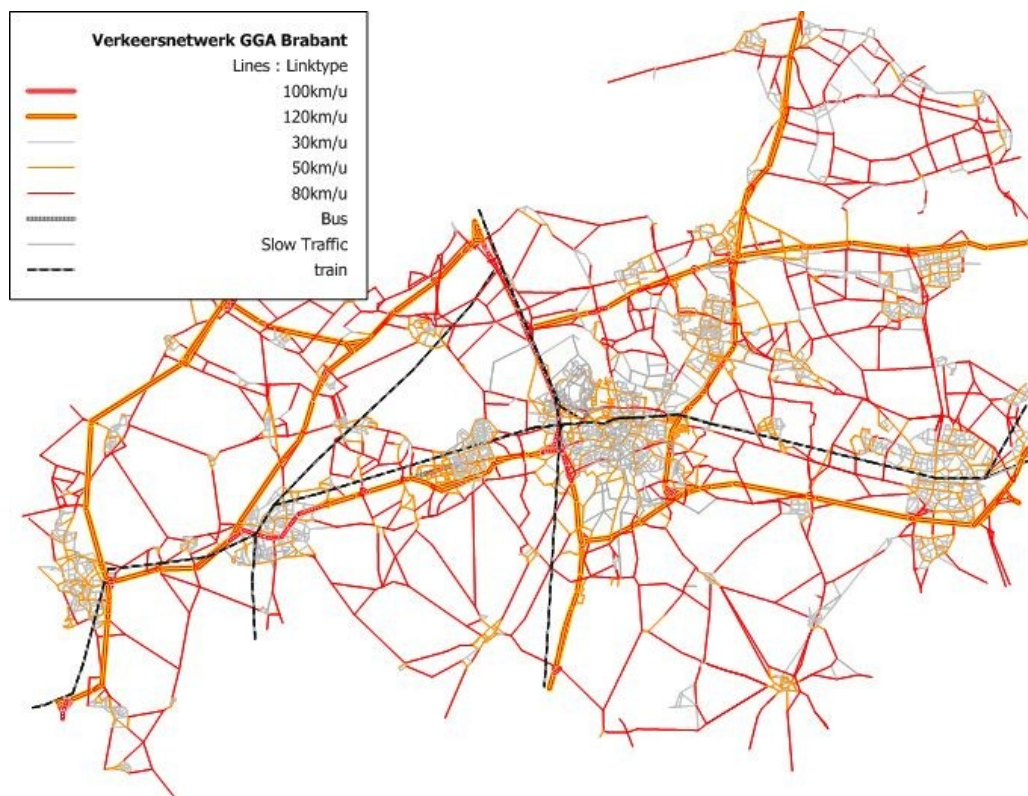
"Het toepassen van de bevindingen van het onderzoek in een modelvoorspelling van de verkeerssituatie voor het herontwikkelingsproject 'Via Breda' van meerdere momenten tijdens het project. Hiertoe wordt een rekenmethodiek voor in een computermodel ontworpen en getoetst waarin de fasering van de herontwikkeling als input vanuit de gebruiker kan worden meegenomen"

In deze doelstelling staat beschreven dat er door middel van een rekenmethode in een computermodel een voorspelling wordt gedaan over de verkeerssituatie van verschillende momenten gedurende de herontwikkeling. De basis hiervoor vormt het conceptueel model (zie hoofdstuk 3) en het verdiepend onderzoek naar gebruikersgroei en effecten van bouwprocessen (hoofdstuk 4). Deze bevindingen zijn in hoofdstuk 5 vertaald naar een rekenmethode. De rekenmethode wordt toegepast in een computermodel zoals dit ook is uitgelegd in het onderzoeksmodel (zie figuur 3 op pagina 8).

Vanuit de aanleiding van het onderzoek is naar voren gekomen dat het voor projectverantwoordelijken een meerwaarde heeft om inzicht te hebben in de te verwachten verkeersproblemen gedurende de (her)ontwikkeling. Het is hierbij niet nodig om een heel nauwkeurig beeld te hebben van de verkeersstromen. Een indicatie over de te verwachten drukte en mogelijke capaciteitsproblemen is voldoende. Daarnaast moet het model geschikt zijn om veranderingen in de planning van deelprojecten gemakkelijk te kunnen meenemen en doorrekenen. Het rekenmodel dat is ontworpen voorziet in deze eisen. Naast het implementeren van het rekenmodel in een computerprogramma moeten er ook een aantal andere activiteiten worden uitgevoerd. Allereerst moeten de benodigde data worden verzameld en gereed gemaakt voor implementatie. Verder is er een simpele vorm van de gebruikersinterface gemaakt zodat de handelingen inzichtelijk zijn en resultaten overzichtelijk kunnen worden opgeslagen en geanalyseerd.

6.2 Globale beschrijving computermodel

Het computermodel berekent de verplaatsingsbehoefte en verkeersstromen voor een tussenjaar volgens de methodiek van het rekenmodel (zie hoofdstuk 5) en een toedelingsmodel. Door de resultaten van meerdere jaren te berekenen kunnen verschillen tussen de verschillende fasen van het ontwikkelingsproject inzichtelijk worden gemaakt. Het computermodel is gemaakt in de GIS-applicatie Manifold en is geschreven in de programmeertalen VBscript en SQL. Manifold is een applicatie die bedoeld is voor de bewerking en visualisatie van geografische data. Voor verkeersmodellen is dit bruikbaar om het verkeersnetwerk te visualiseren zoals te zien is in figuur 35. Ook is het bruikbaar om de hoeveelheid verkeer of I/C-verhoudingen te koppelen aan de wegvakken, zodat te zien is op welke wegvakken congestie ontstaat.

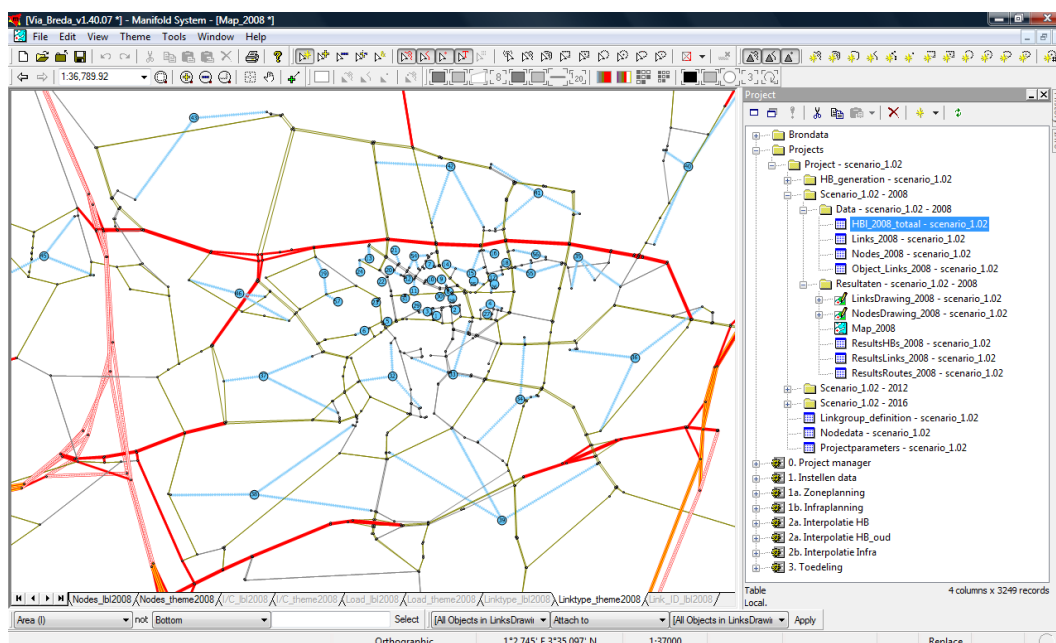


Figuur 35 – Visualisatie van een netwerk in Manifold [Bron: GGA-model Brabant]

In deze paragraaf worden eerst de onderdelen van het computermodel besproken en vervolgens de manier waarop deze in Manifold zijn ingepast. In sectie 6.2.2 wordt de benodigde input beschreven waarna ook kort wordt ingegaan op de structuur van dataopslag in het model. De paragraaf wordt afgesloten met een beschouwing op de implementatie van bouwverkeer in het model.

6.2.1 Onderdelen computermodel

Het computermodel bestaat uit scripts en formulieren die de invoer van de gebruiker verwerken, berekeningen uitvoeren en de resultaten opslaan in tabellen en 'drawings'. Deze scripts en formulieren zijn in Manifold door de gebruiker te activeren. De data zijn opgeslagen in tabellen die door de scripts kunnen worden opgevraagd, bewerkt en weggeschreven. Daarnaast kunnen de data in tekeningen (drawings) worden weergegeven. Figuur 36 laat een screenshot zien van Manifold met daarin een actief model.

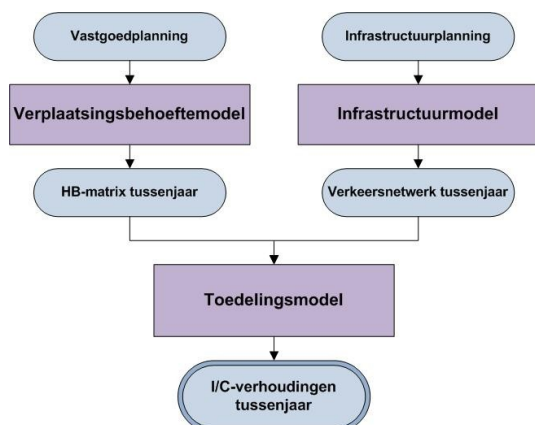


Figuur 36 – Screenshot van Manifold met actief model

Het grote venster laat in dit specifieke screenshot een *drawing* zien met daarin een verkeersnetwerk. In het venster aan de rechterzijde staan de tabellen en andere *drawings* en kunnen de scripts en formulieren worden geactiveerd. De knoppen aan de bovenzijde van het scherm zijn van Manifold en dienen voor diverse bewerkingen. Deze hebben niet specifiek met het model te maken. Het interpolatiemodel bestaat in principe uit vijf scripts met een eigen invoerscherm en elk script behandelt een onderdeel van het interpolatiemodel:

- **Scenariobeheer** – Dit stelt de gebruiker in staat om het actieve project te selecteren en nieuwe projecten en scenario's te creëren.
- **Instellen Modelparameters** – Hierin kan de gebruiker de modelparameters instellen, zoals de tussenjaren die moeten worden doorgerekend, en de planningen voor vastgoed en infrastructuur.
- **Interpolatiemodel Verplaatsingsbehoefte** – Hierin kan de gebruiker de berekening van de verplaatsingsbehoefte instellen en starten. Op basis van de projectplanning worden de HB-matrices gegenereerd van de gewenste tussenjaren.
- **Interpolatiemodel Infrastructuur** – Hierin kan de gebruiker de berekening van de actieve infrastructuur instellen en starten. Op basis van de infrastructuurplanning worden het verkeersnetwerk van de gewenste tussenjaren gegenereerd.
- **Toedelingsmodel** – Op basis van de gegenereerde HB-matrices en netwerken voor de tussenjaren kan de gebruiker de toedeling starten. Naast het uitvoeren van een incrementele toedeling genereert het model ook een aantal tabellen en 'drawings' waarin de resultaten worden opgeslagen en gevisualiseerd.

De verschillende modelonderdelen zijn in bijlage IV.I gedetailleerd beschreven. De eerste twee onderdelen stellen de gebruiker in staat om het model in te stellen. De overige drie onderdelen voeren de daadwerkelijke berekeningen uit. De samenhang tussen de laatste drie modelonderdelen is gevisualiseerd in het schema van figuur 37.



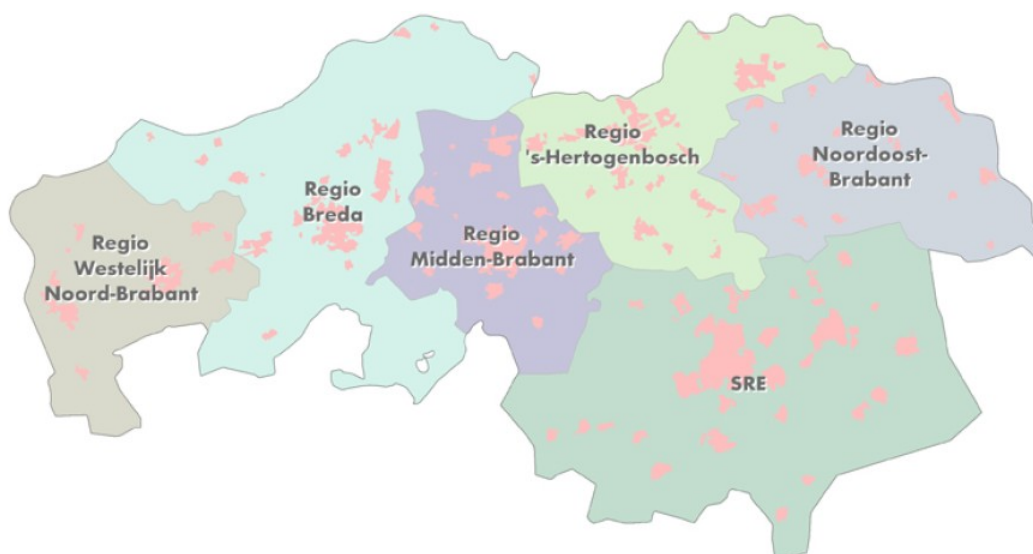
Figuur 37 – Samenhang tussen verplaatsingsbehoeftemodel, infrastructuurmodel en het toedelingsmodel

6.2.2 Inputbeschrijving

Het computermodel maakt gebruik van een aantal databronnen. Voor het testen en ontwerpen van het model heeft de Gemeente Breda haar verkeersmodel beschikbaar gesteld. Voor het computermodel zijn vier typen bronbestanden nodig:

- **HB-matrices** van het basisjaar en het toekomstjaar. Er wordt gebruik gemaakt van matrices die het drukste uur beschrijven. Daarnaast is het nodig dat voor alle ritaantallen onderscheid is gemaakt naar motief.
- **Netwerkbestanden** van het basisjaar en het toekomstjaar. Een netwerk bestaat in essentie uit een zonering, knopen (nodes) en wegvakken (links) waarmee het verkeersnetwerk is gedefinieerd.
- **Socio-economische gegevens** per zone. Voor het model zijn het aantal werkplekken, huishoudens en bewoners van belang.
- **Fasering van vastgoed- en infrastructuurontwikkeling**. Dit is de gefaseerde projectplanning van de herontwikkeling van het vastgoed en de infrastructuur.

De bron van deze bestanden is het verkeersmodel van GGA-Breda. GGA staat voor GebiedsGerichteAanpak en is een regionaal samenwerkingsverband op het gebied van verkeer en vervoer tussen Provincie, Rijkswaterstaat, gemeentes en andere organisaties in Noord-Brabant (zie figuur 38). Het GGA-verkeersmodel wordt (onder andere) gebruikt voor het analyseren van gemeentegrensoverschrijdende verkeersonderwerpen.



Figuur 38 – GGA-regio's in Noord-Brabant [Bron: www.brabant.nl, 2009]

Het GGA-verkeersmodel van de regio Breda is gemaakt in het softwarepakket Questor van DHV [www.dhv.com, 2009]. Als basisjaar is de situatie van 2006 gemodelleerd. Deze situatie is gekalibreerd en gevalideerd met behulp van een groot aantal verkeerstellingen in de regio. Op basis van dit gekalibreerde model is een toekomstscenario gemaakt voor de situatie in 2020. Ontwikkelingen die hierin zijn meegenomen zijn de ontwikkeling van de spoorzone en het NAC stadion in Breda. Het 2006- en 2020-model vormen de input voor het eigen model voor respectievelijk het basis- en toekomstjaar.

Voordat deze data uit het GGA-model bruikbaar waren, zijn verschillende (ingrijpende) aanpassingen nodig gebleken. Allereerst is de zonering aangepast zodat het aantal zones is teruggebracht van 1900 naar 57 zones. Deze aanpassing heeft invloed op de netwerkdefinities en de HB-matrices. Daarnaast waren alleen de totaalmatrices uit het GGA-model beschikbaar, waarin nog geen onderscheid naar reismotief werd gemaakt. De aparte motiefmatrices zijn daarom zelf gegenereerd op basis van de totaalmatrices. Een uitgebreide beschrijving van alle aanpassingen aan de data is te vinden in bijlage IV.II.

6.2.3 Dataopslag

De input- en resultaatdata worden in het model opgeslagen in tabellen. Om het overzicht te bewaren worden alle data per planningsscenario en tussenjaar in mappen gegroepeerd. Tabel 12 in bijlage IV.II geeft een overzicht van de mappenstructuur en dataopslag.

6.2.4 Mogelijkheden van implementatie bouwverkeer

Bouwverkeer is het verkeer dat door de bouwprojecten zelf wordt gegenereerd. Zeker bij (her)ontwikkelingsprojecten in stedelijk gebied kan bouwverkeer een belastende factor zijn voor de bereikbaarheid. Daarnaast heeft bouwverkeer ook negatieve effecten op de veiligheid en leefbaarheid. Waar het bouwverkeer in de eerste fasen van een bouwproject voornamelijk bestaat uit zwaar verkeer, wordt de afronding van een bouwproject in de afbouwfase voornamelijk gekenmerkt door kleinere (bestel)busjes van de installatiebedrijven.

Hoewel het onderzoek niet ingaat op bouwverkeer is het binnen het computermodel wel mogelijk om een rekenmodule voor bouwverkeer in te passen. De belangrijkste beperking ligt bij de data- en parameterverzameling die het bouwverkeer beschrijven. Om het bouwverkeer inzichtelijk te maken zijn een aantal onderdelen nodig. Allereerst moet worden bepaald hoeveel bouwverkeer een bouwproject (of bouwprojecten in een zone) genereert. Het is logisch om dit af te laten hangen van de bouwfase (sloop, ruwbouw, afbouw). Indien onderscheid wordt gemaakt in de zelfde drie bouwfasen als in het interpolatiemodel, is de ritgeneratie gemakkelijk af te laten hangen van de planningsstructuur die al in het interpolatiemodel zit. Een tweede punt is de distributie van bouwverkeer. De bestemming is meestal wel bekend (de bouwplaats), maar de herkomst van bouwverkeer is ook nodig. Als de generatie en distributie bekend zijn, kan een HB-matrix per bouwfase worden gemaakt. Door in het interpolatiemodel, op basis van de bouwfase van een zone, de ritten van en naar deze zone te activeren, wordt het bouwverkeer meegenomen in de toedeling. Eventueel kan er in het toedelingsmodel een restrictie worden gegeven aan de toedeling van bouwverkeer aan bepaalde links. Dit is handig in het geval van specifieke bouwroutes.

6.3 Praktische zaken van het computermodel

Het computermodel is de uitwerking van het rekenmodel in een GIS-applicatie waarbij, in enige mate van automatisering, berekeningen kunnen worden uitgevoerd en de gebruiker de berekening kan beheersen en de resultaten kan visualiseren en interpreteren. De prioriteit van het ontwikkelen van het model ligt bij het werkend krijgen van het rekenmodel en het analyseren

van de resultaten om de werking van het rekenmodel te kunnen beoordelen. Dit is gelukt, maar kent nog wel enkele beperkingen die hieronder worden toegelicht.

Rekentijd

De grootste beperking is de rekentijd. Mede door de onervarenheid van de onderzoeker met programmeren is de rekentijd van het model lang. De meeste rekentijd gaat zitten in het toedelingsmodel (routekeuze en toedeling). Tabel 5 geeft een overzicht van de reketijden van de modelonderdelen. Het betreffen reketijden van een model met ongeveer 50 zones.

Modelonderdeel	Rekentijd	Eenheid
Interpolatiemodel verplaatsingsbehoefte	3 min	Per tussenjaar dat moet worden bepaald
Interpolatiemodel infrastructuur	2 min	Per tussenjaar dat moet worden bepaald
Toedelingsmodel (totaal)	12 uur	Per tussenjaar en toedelingsiteratie
waarvan routekeuze	8 uur	Per tussenjaar en toedelingsiteratie
waarvan toedelen	4 uur	Per tussenjaar en toedelingsiteratie
Toedeling van 3 tussenjaren met ieder 4 iteraties	6 dagen (±1 week)	

Tabel 5 – Reketijden per onderdeel

De lange reketijd van het toedelingsmodel zorgt ervoor dat het model minder praktisch is in het gebruik. Voor een (enigszins) realistische toedeling is het nodig om meerdere iteraties te gebruiken en dan loopt de reketijd al in de dagen. De reketijd is ongetwijfeld door een slimmere programmering te verbeteren. Gezien de tijdtechnische afbakening ligt dit buiten de scope van dit onderzoek.

Planninginvoer

Een belangrijke doelstelling van het model is om op een gemakkelijke manier projectplanningen te kunnen doorrekenen. Dit houdt ook in dat het invoeren en/of aanpassen van deze planningen een belangrijk onderdeel vormt van het model. Dit is echter nog niet uitgewerkt aangezien er eerst is gekeken of de rekenmethodiek überhaupt mogelijk is. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de invoer en het effect van planningen in de case 'Via Breda'.

Daarnaast kunnen in het huidige model alleen berekeningen van tussenjaren worden gemaakt op de datum '1 januari'. Dit beperkt de keuzemogelijkheden van de gebruiker en kan ervoor zorgen dat het model kritieke momenten in de projectplanning niet kan doorrekenen. Het model is te verbeteren door ook data anders dan 1 januari te kunnen invoeren. Dit vereist maar beperkte aanpassingen in de programmacode en interface, maar de rekenmethode zelf kan in principe de verkeersmodellering van alle datums uitvoeren.

6.4 Conclusies en aanbevelingen computermode

Het computermode is ontwikkeld rondom de case 'Via Breda'. Hierdoor is het model gevormd naar de mogelijkheden die deze case gaf. De resultaatanalyse van de toepassing laat zien dat het computermode in staat is om de berekening uit te voeren en bruikbare resultaten geeft (zie hiervoor hoofdstuk 7). Zoals ook in vorige paragraaf is gemeld zijn er nog een aantal praktische zaken die verbeterd kunnen worden aan het computermode, zoals de reketijd van het toedelingsmodel.

De reketijd van het toedelingsmodel kan op twee manieren worden verkort. Allereerst kan het toedelingsscript worden verbeterd zodat het sneller reket. De andere mogelijkheid is om het studiegebied te verkleinen of te versimpelen. In de case is ervoor gekozen om het model te maken op basis van het GGA-model Breda dat de halve provincie Brabant beschrijft. Hoewel dit netwerk en de zonering extreem is versimpeld, is het door een andere aanpak nog meer te versimpelen. In plaats van de huidige methode waarbij het gehele model is versimpeld, is het

efficiënter om het studiegebied als een uitsnede te verkrijgen, zoals ook is beschreven in Bijlage IV.II. Tijdens het onderzoeksproces is echter niet voor deze aanpak gekozen, maar indien het mogelijk is wordt aangeraden om deze methode te overwegen bij volgende toepassingen.

Een andere belangrijke tekortkoming aan het model is dat, door wegafsluitingen door infrastructurele ontwikkelingen, het toedelingsmodel soms geen route kan vinden tussen een herkomst en een bestemming. In dat geval wordt er ook geen verkeer toegedeeld tussen deze zones. In werkelijkheid zou het verkeer wel een weg vinden, maar in dit geval was het netwerk te simpel om dit te modelleren. Daarom wordt aanbevolen om te kijken naar manieren om deze tekortkoming op te lossen, bijvoorbeeld door het gebruiken van een gedetailleerder verkeersmodel.

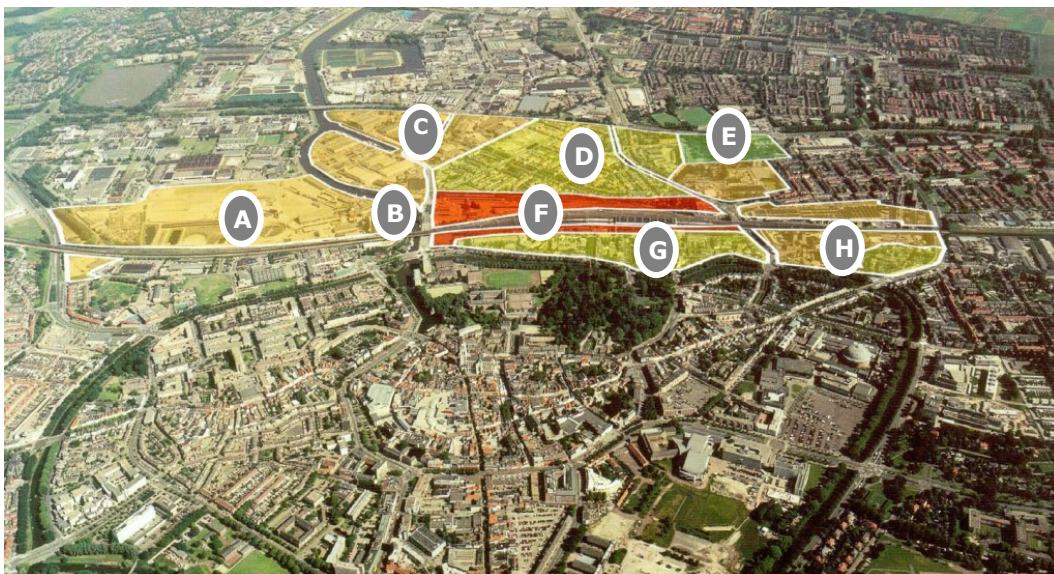
Het toedelingsmodel is capaciteitsafhankelijk, dat wil zeggen dat de intensiteiten op een wegvak bepalend zijn voor de reistijd op dat wegvak. Ditzelfde speelt bij kruispunten, deze hebben immers ook een bepaalde capaciteit. Zeker in stedelijk gebied zijn de capaciteiten van de kruispunten vaak maatgevend. De afhankelijkheid van deze kruispuntcapaciteiten is niet geïmplementeerd in het toedelingsmodel. Dit zou echter een goede verbetering kunnen betekenen van de toedeling en kan de mogelijkheid geven van het doen van analyses van specifieke kruispunten.

7 Case Via Breda

De rekenmethode en het computermodel zijn toegepast op de case 'Via Breda'. De resultaten van deze toepassing zijn in dit hoofdstuk beschreven. De eerste paragraaf beschrijft de casus. Paragraaf 7.2 licht de verzameling en aanpassing van de benodigde invoerdata toe. In de derde paragraaf worden de modelresultaten geanalyseerd en het hoofdstuk wordt afgesloten met een concluderende paragraaf.

7.1 Algemene casebeschrijving

De komende twee decennia ondergaan het stationsgebied en de omliggende wijken in Breda grote veranderingen in het kader van het herontwikkelingsproject *Via Breda*. De toekomstige aansluiting van het treinstation Breda op de HSL-lijn tussen Amsterdam/Schiphol en Parijs vormt de aanleiding om het gehele stationsgebied te herontwikkelen. De herontwikkeling bestaat uit de bouw van een nieuwe OV-terminal, nieuwe commerciële zones en nieuwe wooncomplexen door onder andere oude wijken en oude industriële locaties op te knappen. De totale oppervlakte van het gebied is ongeveer 160 hectare waarin meer dan 1 miljoen m² nieuw bruto vloeroppervlak wordt gerealiseerd (figuur 39).



Figuur 39 - luchtfoto van Breda met de ligging van de geplande herontwikkelingen in Breda [Gemeente Breda (2009)]

Het totale projectgebied bestaat uit acht deelgebieden (A tot en met H in figuur 39). Tabel 6 laat van deze deelgebieden de verdeling zien in bruto vloeroppervlak (BVO) van de nieuwe functies. De *Zoete Inval*, *Markoevers* en het *Havenkwartier* hebben momenteel voornamelijk een industriële en havenfunctie, maar in de plannen wordt hier in de toekomst voornamelijk gewoond. Het Stationskwartier behelst het huidige stationsgebied. Belangrijkste veranderingen hierin zijn de bouw van de nieuwe OV-Terminal, het verplaatsen van de busvoorzieningen ten zuiden van het spoor naar het noorden en de aanleg van de HOV-lijnen naar het nieuwe busstation. Naast de nieuwe ontwikkelingen in de *Drie Hoefijzers* en het *Liniepark* zullen ook de woonwijken *Spoorbuurt* (G) en *Belcrum* (D) meeprofiteren van de ontwikkelingen ondanks het feit dat de ruimtelijke veranderingen hier beperkt zullen blijven.

Ontwikkelingsgebied	Wonen	Werken	Voorzieningen	Flexibel	Totaal
Zoete Inval (A)	190	110	5		305
Markoevers (B)	65	45	40		150
Havenkwartier (C)	190	65	10		265
Belcrum (D)	Geen herontwikkeling				
Liniepark (E)	60		5		65
Stationskwartier (F)	50	80	40	20	190
Spoorbuurt (G)	Geen herontwikkeling				
Drie Hoefijzers (H)	70	15	12	18,5	115,5
Totaal (x 1.000m² BVO)	625	315	112	38,5	1.090,5

Tabel 6 – Nieuwe functies per deelgebied (x 1.000m² BVO) [Gemeente Breda (2007)]

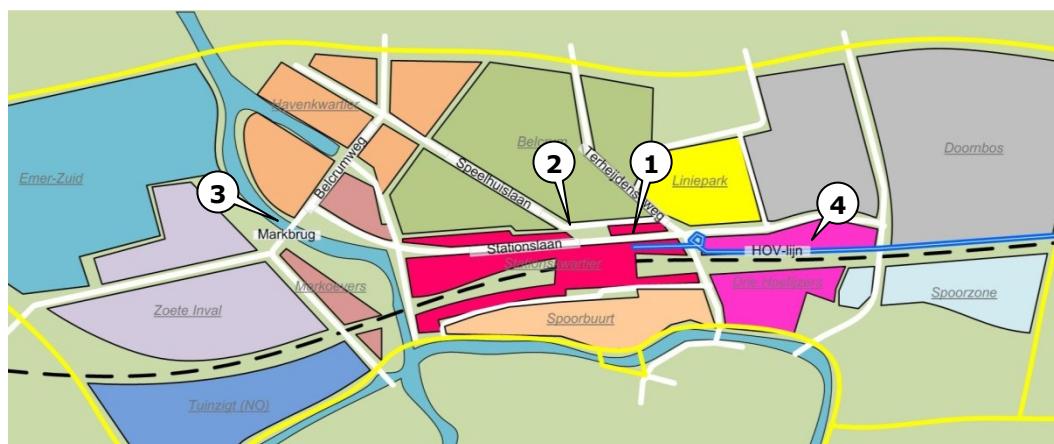
Binnen de ontwikkeling van het Stationskwartier zit ook de bouw van de nieuwe OV-terminal. Deze terminal is het nieuwe knooppunt voor de treinverbindingen (incl. HSL) en de (H)OV-lijnen. Het busstation wordt in de nieuwe terminal verplaatst van de zuid- naar de noordzijde. Dit heeft ook een effect op de routes van de (H)OV-lijnen.

De geplande looptijd van deze ontwikkelingen is vanaf 2007 tot ongeveer 2020~2025. Op dit moment zijn de werkzaamheden aan en rondom het station en bij de *Drie Hoefijzers* conform de planning al in gang gezet. In grote lijnen ziet de planning er als volgt uit (tabel 7).

Gebied	Ontwikkelperiode
Zoete Inval (A)	2015 ~ 2025
Markoevers (B)	2015 ~ 2025
Havenkwartier (C)	2010 ~ 2020
Liniepark (E)	2015 ~ 2020
Stationskwartier (F)	2007 ~ 2015
Drie Hoefijzers (H)	2007 ~ 2012

Tabel 7 – Globale planning 'Via Breda' [Gemeente Breda (2005-a)]

Ook de infrastructuur wordt grondig aangepakt. De plannen zijn beschreven in de Bereikbaarheidsvisie Spoorzone [Gemeente Breda (2007)] en de vier belangrijkste infrastructuurontwikkelingen worden hier kort toegelicht. Figuur 40 laat de beschreven projecten zien in het studiegebied.



Figuur 40 – Studiegebied met straatnamen

(1) Stationslaan

Dit wordt belangrijkste ontsluitingsroute aan de noordzijde van de OV-terminal. De Stationslaan verbindt de Belcrumweg in het westen met de Terheijdenseweg in het oosten. In de huidige situatie ligt deze oost-westverbinding er nog niet, en is daarom een nieuwe ontwikkeling.

(2) Afsluiten Speelhuislaan

Om bestemmingsverkeer naar de OV-terminal via de Speelhuislaan te voorkomen wordt deze voor autoverkeer afgesloten. Het verkeer kan omrijden via de Stationslaan.

(3) Markbrug

Voor de ontsluiting van de nieuw te ontwikkelen woongebieden van de Markoevers en Zoete Inval is een burg over de Mark gepland met aansluitingen op de Belcrumweg op de oostelijke oever en op de Lunetstraat en richting het centrum op de westelijke oever.

(4) HOV-verbindingen

De verplaatsing van het busstation naar de noordzijde van de terminal zorgt ervoor dat de aan- en afrijroutes van de bussen moeten worden verlegd. Daarnaast zijn nieuwe verbindingen gepland langs het spoor in oostelijke richting voor de HOV-lijnen richting Teteringen en Oosterhout. Bij de Terheijdenseweg, ten noorden van het spoor is een lus gepland waarop de bussen het hoogteverschil voor de Terheijdense Tunnel kunnen overbruggen.

7.2 Databewerkingen voor toepassing

Alvorens het model kan gaan rekenen is het belangrijk dat de juiste data worden ingevoerd. Het model heeft zonegegevens nodig van het basis- en toekomstjaar, HB-matrices per motief voor beide jaren, het verkeersnetwerk en planninggegevens. Voor de case 'Via Breda' leken al deze data voorhanden uit het GGA-model³ dat door DHV is ontwikkeld en door de gemeente Breda wordt beheerd. In dit model zijn de scenario's voor 2006 en 2020 reeds uitgewerkt en vormen daarom een goede basis voor de toepassing in 'Via Breda'. Het bleek echter dat er nog erg veel aanpassingen nodig waren om deze data te kunnen gebruiken. Zo was het bijvoorbeeld niet mogelijk om de HB-matrices voor het basis- en toekomstjaar per motief te verkrijgen. Deze zijn daarom zelf gegenereerd uit de totaalmatrices. Daarnaast was het GGA-model met 1900 zones veel te uitgebreid en gedetailleerd. Dit is teruggebracht tot 57 door zones samen te nemen en delen van het verkeersnetwerk te verwijderen. Deze aanpassing had vervolgens effect op de HB- en SKIM-matrices die nodig waren voor het opsplitsen van de matrices naar motief. Tenslotte zijn de beschikbare planninggegevens gekoppeld aan zones en links (wegvakken) in het model.

7.2.1 Herzoneren

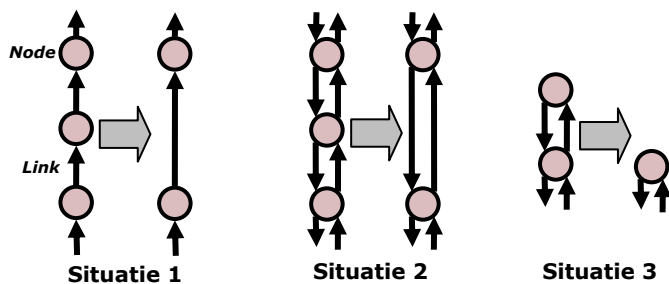
Om de 1900 zones van het GGA-verkeersmodel van de regio Breda te verkleinen zijn zones samen genomen. Zones binnen het projectgebied ('Via Breda') zelf zijn niet aangepast, maar hoe verder van het studiegebied af, hoe meer zones zijn samengenomen. Hierdoor is het aantal zones teruggebracht tot 57. De herzonering is toegepast op de socio-economische data van de zones, de HB-matrices en de SKIM-matrices (weerstandsmatrices). Een gedetailleerde beschrijving van deze aanpassingen is te vinden in bijlage IV.I.

7.2.2 Verkeersnetwerk

Bij het testen van het toedelingsmodel bleek dat het model veel te veel tijd nodig had om het verkeer op het netwerk te kunnen toedelen (in de orde grootte van enkele weken). Vanwege het samennemen van zones voor de herzonering waren grote delen van het netwerk niet meer nodig.

³ GGA staat voor 'GebiedsGerichte Aanpak Verkeer en Vervoer' en is een samenwerkingsverband tussen gemeenten, provincie, Rijkswaterstaat en andere betrokken partijen in de provincie Noord-Brabant om met een regionale invalshoek samen te werken om verkeer- en vervoersproblemen op te lossen.

Deze zijn daarom uit het model verwijderd. In en rondom het studiegebied is het netwerk intact gebleven. Naast het verwijderen van delen van het netwerk is het overgebleven netwerk ook nog versimpeld. De rekentijd van het toedelingsmodel hangt namelijk grotendeels af van het aantal nodes (knooppunten van links). Door een algoritme te laten zoeken naar inefficiënte netwerkdefinities (zie figuur 41) en deze aan te passen is het aantal nodes teruggebracht van 9.000 naar 1.000 nodes waardoor de rekentijd van het toedelingsmodel aanzienlijk is verkort. De uitgebreide beschrijving van de aanpassingen aan het verkeersnetwerk zijn te vinden in bijlage IV.II.



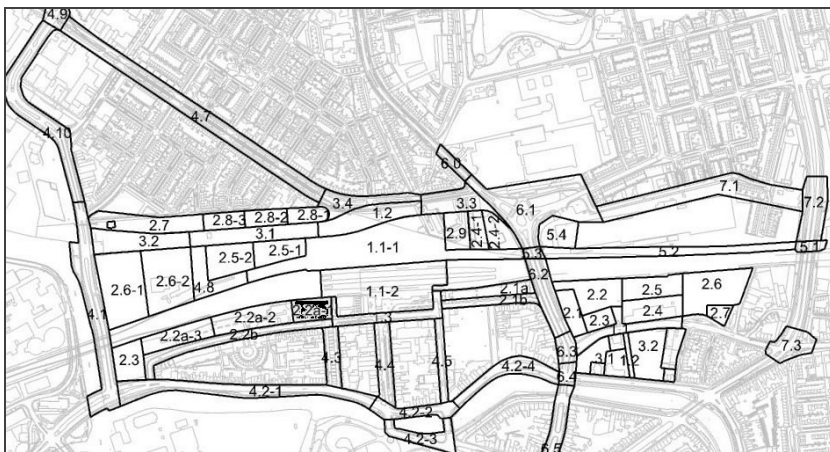
Figuur 41 – Vereenvoudiging van het netwerk

7.2.3 HB-matrices splitsen naar motief

De HB-matrices uit het GGA-model van de regio Breda maakten geen onderscheid in reismotieven. Voor de rekenmethode is dit echter wel noodzakelijk zodat de totaalmatrices uit het GGA-model zelf zijn opgesplitst naar motief. Hiervoor is gebruik gemaakt van de methodiek en kennis uit de OD-informer [Thomas & Tutert, 2008]. Voor de uitgebreide beschrijving van deze aanpassing wordt verwezen naar bijlage IV.III.

7.2.4 Projectplanning

De bronnen voor de planningsgegevens zijn de eerder genoemde 'Bereikbaarheidsvisie Spoorzone' [Gemeente Breda, 2007-a], waarin de globale planning per wijkdeel is beschreven en de gegevens van de gedetailleerde planning van de ontwikkelingen rondom het stationsgebied. De plannen van deelprojecten (zowel vastgoed als infrastructureel) in dit gebied zijn gedetailleerd beschreven zoals te zien is in figuur 42.



Figuur 42 – De deelprojecten (vastgoed en infrastructuur) zoals beschreven in de planning rondom het stationsgebied

Invoer planning vastgoedontwikkelingen

De gedefinieerde vastgoedprojecten rondom het stationsgebied komen niet overeen met de zonering die in het verkeersmodel is toegepast. Deze zijn daarom geconverteerd. Ook de

planningsgegevens van de overige wijken (zie tabel 7) zijn geconverteerd naar de zonering. Hiervoor zijn aannames gemaakt in de detaillering van de planning in ruimtelijke en tijdseffecten. Voor de data waarop de ontwikkelingen in deze wijken plaatsvinden zijn bijvoorbeeld aannames gemaakt voor de drie bouwfases (sloop, ruwbouw en afbouw) waarmee het verplaatsingsbehoeftemodel rekent.

Invoer planning infrastructuurontwikkelingen

De infrastructuurontwikkelingen uit de planning van het stationsgebied (figuur 42) zijn gekoppeld aan de desbetreffende links (wegvakken) zodat deze uitvallen of worden verminderd qua capaciteit indien de weg wordt heringericht. Daarnaast zijn een drietal andere belangrijke infrastructuurontwikkelingen gedefinieerd in de planning. Dit zijn de brug over de Mark, de ontwikkeling van de A4 in Steenberg en de rondweg in Bavel. De laatste twee vallen buiten het directe studiegebied, maar zijn gezien de regionale impact toch meegenomen.

7.3 Resultaatanalyse

Het computermodel bestaat uit drie verschillende delen, het verplaatsingsbehoeftemodel, het infrastructuurmodel en het toedelingsmodel (zie ook figuur 37). In deze resultaatanalyse wordt eerst de werking van de drie modellen afzonderlijk geanalyseerd. Het doel hiervan is om de werking te valideren. Na deze validatie worden de drie modellen gezamenlijk gebruikt om twee planningsscenario's voor 'Via Breda' door te rekenen voor verschillende tussenjaren. Hiermee kan de daadwerkelijke verkeersvoorspelling van 'Via Breda' op basis van een projectplanning worden geanalyseerd.

7.3.1 Resultaat verplaatsingsbehoeftemodel

Het verplaatsingsbehoefte model genereert de HB-matrices van de tussenjaren. Hiervoor bepaalt het eerst de mate van activiteiten (activiteitenpercentages) in de zones en berekent daarmee de HB-matrix. De resultaatanalyse van het verplaatsingsbehoefte model gaat eerst in op de berekening van de activiteitenpercentages aan de hand van twee zones. Daarna worden de gegenereerde HB-matrices van de tussenjaren geanalyseerd. Allereerst wordt hiervoor gekeken naar de matrixtotalen (het totaal aantal ritten dat in een middagspits in een tussenjaar plaatsvindt) en daarna wordt gekeken naar de gemiddelde ritafstand (de gemiddelde lengte van alle ritten uit de HB-matrix). De gebruikte resultaten zijn gebaseerd op de planningsgegevens van 'Via Breda' (planningsscenario 1).

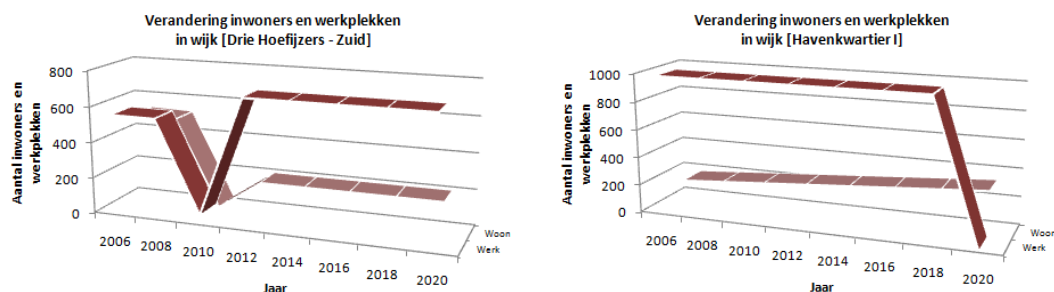
Validatie bepaling activiteitenpercentages

De verplaatsingsbehoefte van een tussenjaar wordt bepaald op basis van de mate van activiteit op woon- en werk gebied in een zone volgens de projectplanning. In het studiegebied zijn de ontwikkelingen gedefinieerd in elf zones, welke zijn weergegeven in figuur 43.



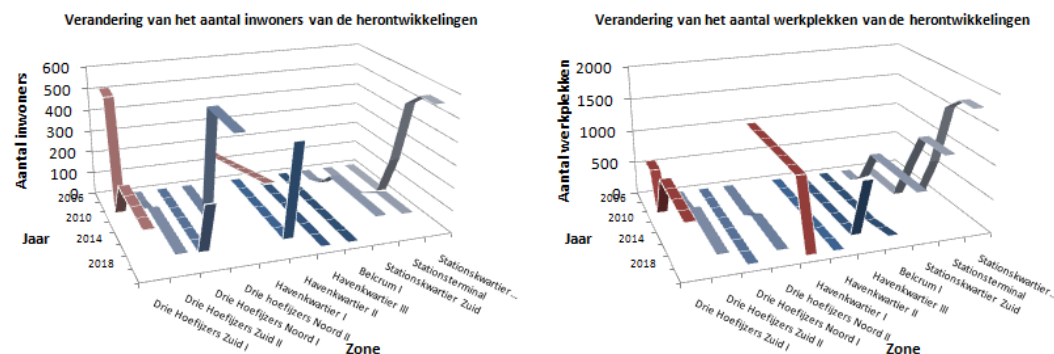
Figuur 43 – Zoneoverzicht studiegebied (donkere zones worden in deze analyse behandeld)

De overige zones ondergaan een lineaire groei van het aantal inwoners en werkplekken tussen het basis- en toekomstjaar. De groei wordt toegelicht aan de hand van twee wijken, Drie Hoefijzers Zuid I en Havenkwartier I. Figuur 44 laat de inwoner- (lichtroze) en werkplekaantallen (donkerrood) zien voor beide wijken gedurende de periode van herontwikkeling.



Figuur 44 – Aantal inwoners (lichtroze) en werkplekken (donkerrood) in de wijken 'Drie Hoefijzers - Zuid' en 'Havenkwartier I'

In de linker figuur, van de wijk 'Drie Hoefijzers Zuid I', is te zien dat tussen 2008 en 2012 de wijk wordt herontwikkeld. De ruimte wordt herontwikkeld naar nieuwe woningen, werkplekken en voorzieningen [Gemeente Breda, 2005-b]. Dit resulteert uiteindelijk in een afname van het aantal woningen en een toename van het aantal werkplekken, maar tijdens de herontwikkeling zelf zakken de aantallen inwoners en werkplekken naar bijna nul. Het aantal inwoners in de wijk 'Havenkwartier I' (rechter figuur) ondergaat geen herontwikkeling in de periode tussen 2006 en 2020. Daarom is hiervoor een lineaire groei aangenomen welke is te zien aan de gelijkmatige stijging van de lijn. In 2018 wordt echter wel begonnen met de voorbereidingen voor de ontwikkeling van de wijk (die in 2020 staat gepland) en dit is te zien door de afname van de werkplekken. Aan deze lijn is ook te zien dat voor activiteiten die worden herontwikkeld geen lineaire (autonome) groei wordt aangehouden, het aantal werkplekken tot de herontwikkeling in Havenkwartier I blijft immers gelijk tot de herontwikkeling. In de werkelijkheid groeien deze aantallen ook, dus dit is een mogelijk verbeterpunt van het rekenmodel. Van de elf ontwikkelingen die zijn gedefinieerd zijn de toe- en afnames te zien in figuur 45. De linker figuur laat het aantal inwoners van de elf wijken zien over de tijd en de rechter het aantal werkplekken.

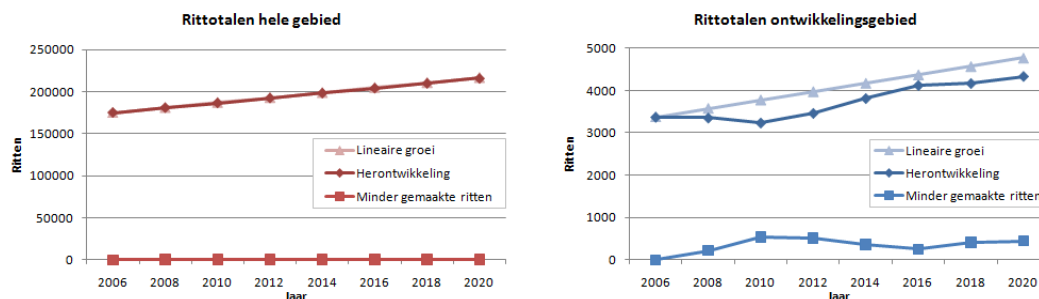


Figuur 45 – Aantal inwoners (links) en werkplekken (rechts) van de ontwikkelingszones. De rode vormen zijn van de wijken 'Drie Hoefijzers - Zuid' en 'Havenkwartier I'

Bovenstaande figuren zijn gebaseerd op aantallen inwoners en werkplekken die op bepaalde momenten in een wijk aanwezig zijn (in het model op de 1e januari van elke 2 jaar), hierdoor komen de lijnen niet precies overeen met de daadwerkelijk afname en groei, maar is de weergave een benadering. De aantallen inwoners en werkplekken worden door het model berekend zoals kan worden verwacht.

Validatie HB-matrices – rittotalen

De tweede stap van het verplaatsingsmodel is het vertalen van de groei en afname van inwoners en werkplekken naar de veranderingen in het aantal ritten. Om het effect van de herontwikkeling op de ritaantallen in beeld te krijgen, wordt er naar de matrixtotalen van de HB-matrices gekeken.

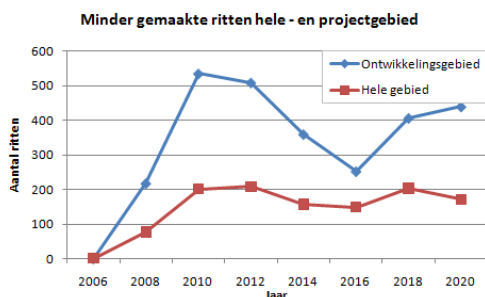


Figuur 46 – Matrixtotalen hele gebied (links) en ontwikkelingsgebied (rechts) voor de tussenjaren

Figuur 46 laat de matrixtotalen over de tijd zien, waarbij een stijgende lijn te zien is in het aantal (auto)ritten over de tijd van ongeveer 175.000 ritten in 2006 tot 220.000 ritten in 2020. Naast het aantal ritten zijn in dezelfde figuur ook het aantal ritten dat er zou zijn indien er geen herontwikkeling zou plaatsvinden, dus enkel lineaire groei en de onderste lijn geeft het verschil hiertussen aan. Dit is dus het aantal minder gemaakte ritten als gevolg van de herontwikkeling. Zoals te zien is, zijn deze effecten van de herontwikkeling niet direct zichtbaar. Dit komt doordat de effecten in het niet vallen bij alle ritten die in het hele gebied (Noord-Brabant) plaatsvinden.

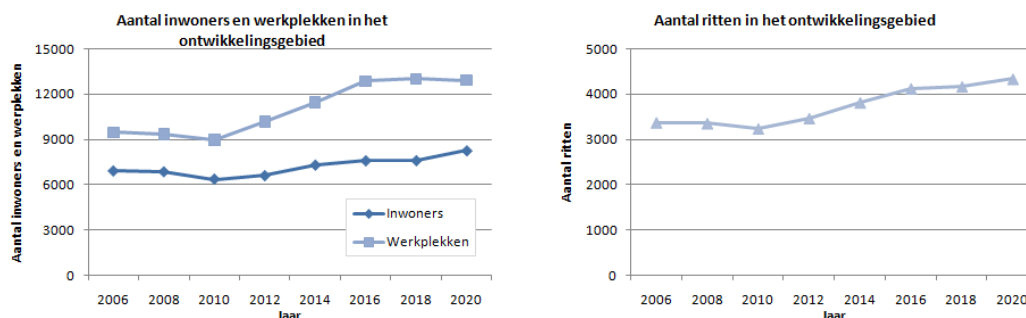
Om de effecten van de herontwikkeling zichtbaar te maken zijn in de rechter deel van figuur 46 enkel de rittotalen weergegeven van ritten die van, naar of binnen het herontwikkelingsgebied blijven. Dit zijn een stuk minder ritten zodat de effecten van de herontwikkeling duidelijk worden. Zo is te zien dat het verplaatsingsbehoeftemodel al vanaf 2008 minder ritten voorspelt dan dat er zouden zijn zonder herontwikkeling. Op het hoogtepunt (2010) zijn er ruim 500 minder ritten.

Als het aantal minder-gemaakte ritten van het hele gebied en ontwikkelingsgebied naast elkaar worden gezet dan is te zien (in figuur 47) dat binnen het ontwikkelingsgebied een groot aantal ritten minder wordt gemaakt dan in het hele modelgebied. Dit kan worden verklaard door het feit dat ritten die normaal naar het herontwikkelingsgebied zouden worden gemaakt, nu een andere bestemming zoeken, waardoor het totaal aantal ritten dat minder wordt gemaakt in het hele modelgebied kleiner is dan dat er wegvalt uit ontwikkelingsgebied.



Figuur 47 – Verschil tussen het aantal minder gemaakte ritten in het hele- en ontwikkelingsgebied

De effecten van de herontwikkeling lijken goed door te werken in de HB-matrices. Dit volgt ook uit de vergelijking van het aantal ritten in het ontwikkelingsgebied met het aantal inwoners en werkplekken in het ontwikkelingsgebied (zie grafieken figuur 48). De vormen van de lijnen komen overeen wat een teken is dat het aantal ritten goed gebaseerd wordt op het aantal inwoners en werkplekken.



Figuur 48 – Aantal inwoners en werkplekken versus het aantal ritten in het ontwikkelingsgebied

Validatie HB-matrices – gemiddelde ritafstanden

Een andere manier om de betrouwbaarheid van de HB-matrices te controleren is het bepalen van de gemiddelde ritafstand (zie tabel 8). Zoals bekend uit de analyse van de brondata (zie bijlage III.II.II) worden de gemiddelde ritafstanden van de werkfunctie onderschat en de winkelfunctie over het hele modelgebied overschat, mede door de toegepaste herzonering. Als er echter alleen naar het herontwikkelingsgebied wordt gekeken is te zien dat de gemiddelde ritafstanden hier een stuk lager liggen dan in het hele modelgebied. Dit is verklaarbaar omdat het ontwikkelingsgebied in de binnenstad van Breda ligt, waardoor bestemmingen dichterbij liggen en dus kortere ritten worden gemaakt.

De waarde van 4,5 km voor de gemiddelde ritafstand voor de winkelfunctie lijkt dan ook een realistische waarde. Tussen het basis- (2006) en toekomstjaar (2020) zit doorgaans weinig verschil. De veranderingen corresponderen met de trends die uit gegevens van het CBS blijken [CBS statline, 2009-b].

Jaar	Motief	Hele gebied			Ontwikkelingsgebied		
		Werk	Winkel	Overig	Werk	Winkel	Overig
2006		19.0 km	12.5 km	18.0 km	12.4 km	4.5 km	12.5 km
2020		19.5 km	12.7 km	18.3 km	13.5 km	4.4 km	12.7 km
Landelijk gemiddelde (CBS)		22.0 km	6.8 km	17.9 km	22.0 km	6.8 km	17.9 km

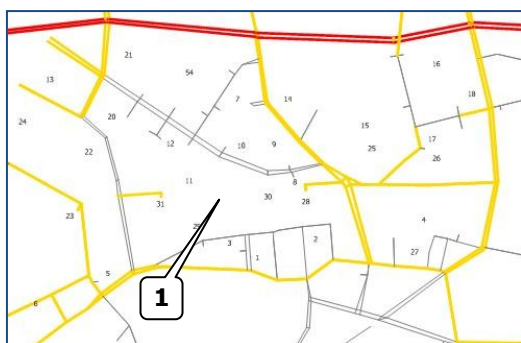
Tabel 8 - Gemiddelde ritafstanden van matrices voor het hele- en projectgebied

Conclusie validatie verplaatsingsbehoeftemodel

Het verplaatsingsbehoeftemodel geeft resultaten die binnen de verwachtingen liggen. De analyse van de HB-matrices die door het model worden gegenereerd laten de effecten van de herontwikkelingen duidelijk zien.

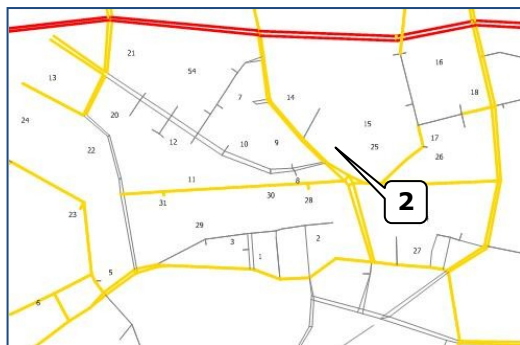
7.3.2 Resultaat infrastructuurmodel

Het infrastructuurmodel bepaalt de beschikbare wegvakken van een tussenjaar. De werking hiervan wordt geïllustreerd aan de hand van drie afbeeldingen.



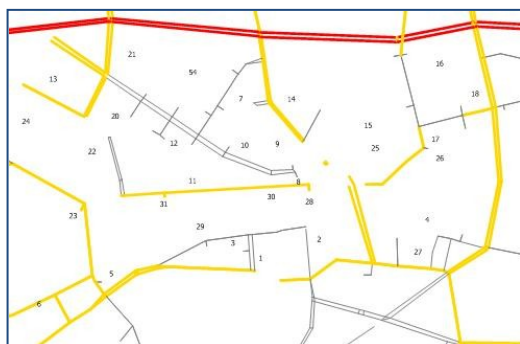
Figuur 49 – Infrastructuur 2010 (normale planning)

Deze eerste afbeelding laat de situatie van de infrastructuur zien in 2010, gebaseerd op de planning van 'Via Breda'. Te zien is dat op dit moment nog niet gebruik kan worden gemaakt van de nieuwe Stationslaan (zie paragraaf 7.1 en [1] in de figuur). Verder zijn er weinig infrastructurele projecten actief op 1 januari 2010.



Figuur 50 – Infrastructuur 2016 (normale planning)

In 2016 is de Stationlaan wel gereed. Verder wordt een weg heringericht ten zuiden van het station [2], maar dit zal geen noemenswaardige effecten hebben op de verplaatsingspatronen.



Figuur 51 – Infrastructuur 2016 (alternatieve plannig)

In het alternatieve planningscenario zijn alle infrastructurele herontwikkelingen gepland rondom 2016. De effecten hiervan zijn zichtbaar in nevenstaand figuur. Veel wegen zijn uitgevallen. Doordat het verkeersmodel enkel de belangrijkste wegen modelleert kan het toedelingsmodel door de uitval van wegen niet altijd meer routes vinden tussen herkomsten en bestemmingen. Dit is een tekortkoming aan het model. Een gedetailleerder verkeersnetwerk zou dit kunnen oplossen.

Ondanks dit probleem genereert het infrastructuurmodel de verkeersnetwerken voor de tussenjaren.

7.3.3 Resultaat toedelingsmodel

De resultaten van het toedelingsmodel worden geverifieerd door een toedeling van de situatie in 2006 te vergelijken met het toedelingresultaat van het GGA-model van de regio Breda. Voor deze analyse is een uitgebreide toedeling gedaan op basis van het netwerk en de HB-matrix voor 2006 met acht iteraties. Allereerst wordt een globale visuele vergelijking gemaakt op basis van de intensiteitsplots. Daarna worden de intensiteiten kwantitatief vergeleken met het GGA-model.

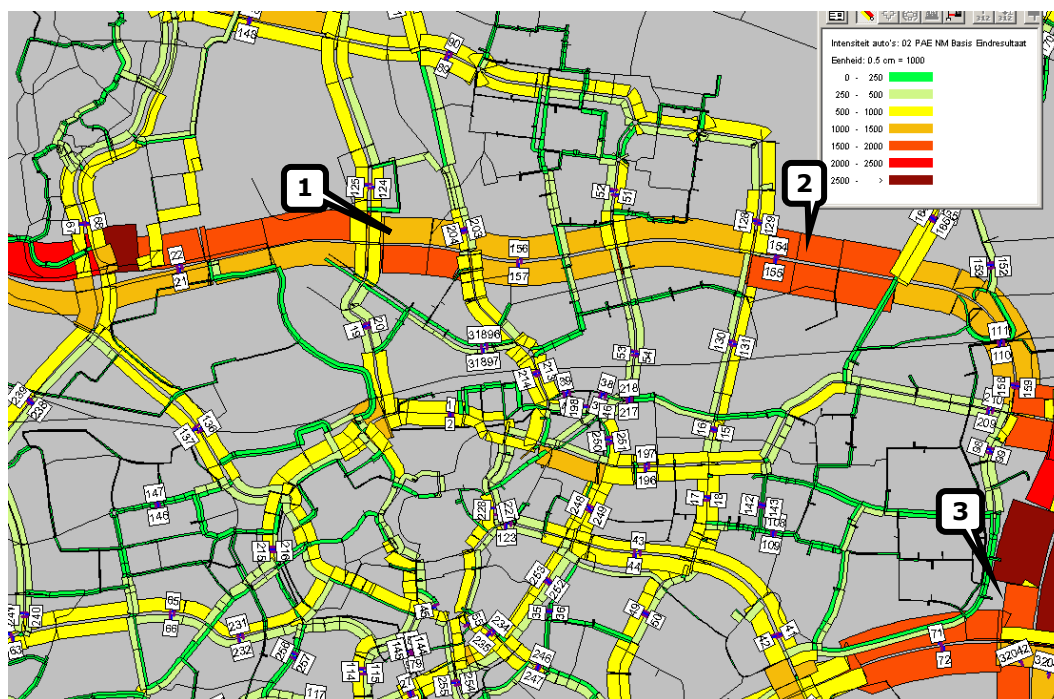
Visuele vergelijking

Figuur 52 laat het toedelingresultaat rondom het studiegebied zien. Hoe donkerder (roder) en dikker de lijn is, hoe meer verkeer (in PAE) er over de link gaat.



Figuur 52 – Intensiteiten 2006 (Eigen toedelingsmodel)

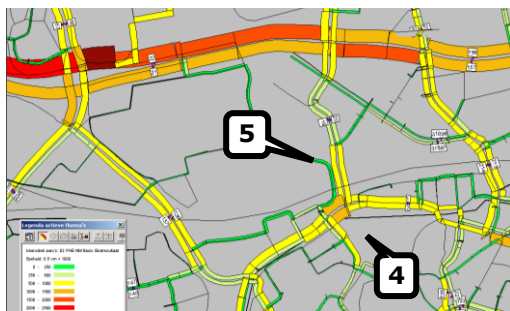
Dit figuur kan visueel worden vergeleken met de toedeling uit het GGA-model zoals te zien in figuur 53. De vergelijking wordt echter bemoeilijkt door twee factoren. Allereerst is de grafische weergave van beide modellen verschillend. Dit ligt aan de mogelijkheden van de gebruikte softwarepakketten. De kleurcodering komt echter wel overeen zodat dit de beste methode is om beide modellen te vergelijken. Een andere complicerende factor is dat het netwerk van het eigen computermodel is versimpeld (zie bijlage IV.II). Hierdoor lopen sommige verbindingen verschillend. Hoewel de lay-out van de interface verschillend is zijn er toch een aantal opmerkelijke vergelijkingen en verschillen te benoemen.



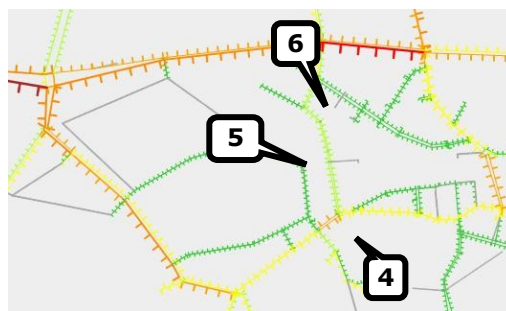
Figuur 53 – Intensiteiten 2006 (GGA-model gemeente Breda)

De orde grootte van de intensiteiten op de Noordelijke rondweg lijken in beide modellen gelijk. De locatie van drukke en minder drukke wegvakken op deze weg komen in beide modellen naar voren (zie locatie [1] en [2] in de figuren). Rechtsomder zijn ook de intensiteiten op de snelweg A27 (locatie [3]) vergelijkbaar.

Als wat specifieker op het westelijk deel van het studiegebied wordt ingezoomd (figuur 54 en 55) is te zien dat bijvoorbeeld de brug over de Mark van de Singel een vergelijkbare drukte vertoont (locatie [4]). De intensiteiten op de zuidelijke wegvakken van de Belcrumweg (locatie [5]) worden in het eigen model echter lager berekend. Een verklaring hiervoor is een fout in de netwerkdefinitie van het eigen model. Bij [6] is namelijk te zien dat een wegvak niet is aangesloten.



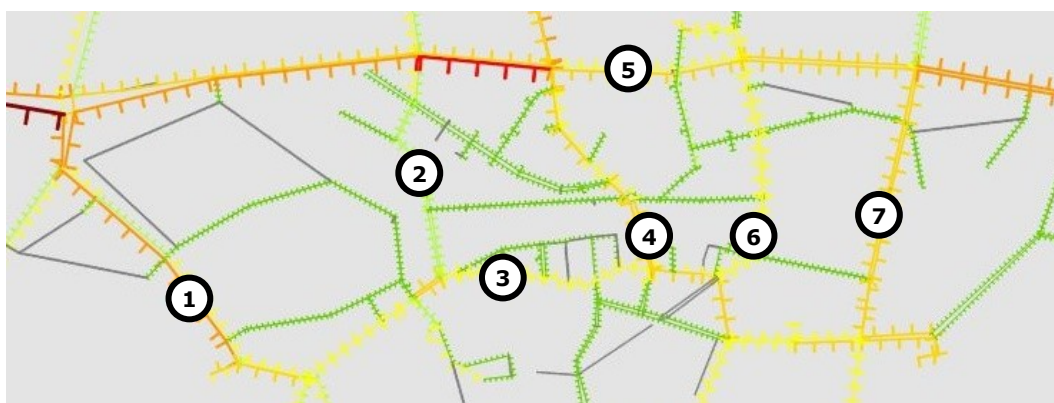
Figuur 54 – Detail GGA-model



Figuur 55 – Detail eigen model

Kwantitatieve vergelijking

Het GGA-model is gekalibreerd met behulp van verkeerstellingen. Op de locaties (zeven) van deze tellingen worden de intensiteiten tussen beide modellen vergeleken. Figuur 56 laat deze locaties zien.

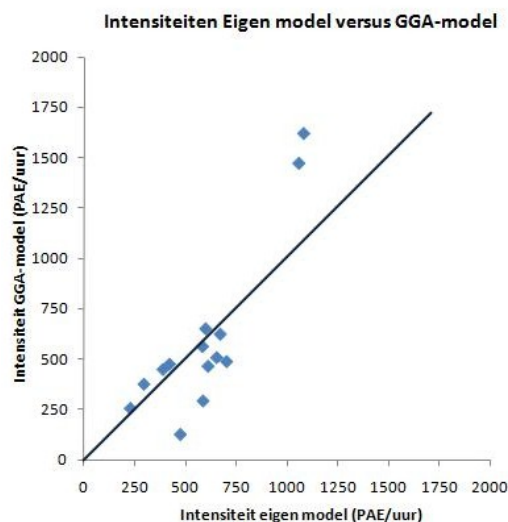


Figuur 56 – Locaties van de gebruikte kalibratiepunten

De intensiteiten van het eigen en GGA-model op deze punten zijn weergegeven in tabel 9 en tegen elkaar uitgezet in figuur 57. Hoewel op sommige locaties de intensiteiten goed worden benaderd, zijn er ook grote verschillen zichtbaar. De grootste verschillen liggen voornamelijk op de grote wegen rondom het projectgebied (zie [1], [5] en [7]). De verklaring hiervoor ligt enerzijds in de herzonering en de versimpeling van het netwerk. Indien dus zou worden gewerkt met een uitsnede van het projectgebied als model in plaats van een versimpeling van het hele modelgebied, is de verwachting dat de resultaten verbeteren. Anderzijds kan een verklaring worden gevonden in de gebruikte toedelingmethodiek. Deze kent nog enkele beperkingen zoals de inachtneming van kruispuntcapaciteiten (zie ook bijlage III.I).

Locatie	Intensiteit Eigen model	Intensiteit GGA-model	Verschil		
			PAE	%	
1	656	507	-149	23%	Yellow
	614	464	150	24%	
2	392	448	-56	14%	Green
	424	474	-50	12%	
3	674	623	51	8%	Yellow
	705	487	218	31%	
4	602	650	-48	8%	Green
	586	562	24	4%	
5	1061	1470	-409	39%	Yellow
	1085	1618	-533	49%	
6	231	255	-24	10%	Green
	298	375	-77	26%	
7	477	126	351	74%	Red
	589	292	297	50%	

Tabel 9 – Vergelijking intensiteiten eigen model en GGA-model

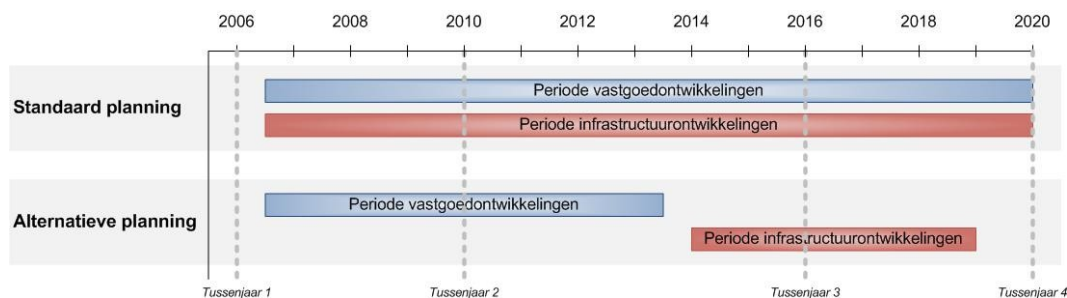


Figuur 57 – Intensiteitenplot, eigen model versus GGA-model

Ondanks de verschillen lijkt het toedelingsmodel bij gebruik van de incrementele toedeling een redelijke benadering te geven van de verkeersstromen in het studiegebied, die in ieder geval kan worden gebruikt bij het identificeren van de capaciteitsknelpunten op wegvakken.

7.3.4 Resultaat verkeersvoorspelling van tussenjaren

Het doel van het model is om capaciteitsproblemen te voorspellen van tussenjaren op basis van een projectplanning. Om de werking van het model voor dit doel te testen zijn twee projectplanningen doorgerekend: de *standaard planning* die de fasering beschrijft zoals die nu is beschreven voor 'Via Breda', en een *alternatieve planning* waarin de vastgoedontwikkelingen naar 2010 zijn geschoven en de infrastructuurontwikkelingen naar 2016. De periodes waarin de ontwikkelingen plaatsvinden in de twee planningsscenario's zijn weergegeven in figuur 58.



Figuur 58 – Periodes van ontwikkeling voor het standaard en alternatieve planningscenario

Het verplaatsingsbehoeftemodel modelleert goed de verplaatsingsbehoeften zoals te zien is in figuur 59. Door de herontwikkeling worden minder ritten gemaakt in de standaard planning gedurende de hele projectperiode. Doordat bij de alternatieve planning alle herontwikkelingen rondom 2010 liggen worden rondom deze periode nog minder ritten voorspeld. Doordat de ontwikkelingen met de alternatieve planning rond 2014 klaar zijn, wordt hier het totaal aantal ritten groter. Omdat het verplaatsingsbehoeftemodel voor zones die worden herontwikkeld geen autonome groei modelleert (zie paragraaf 5.3.4) komt het totaal aantal ritten in 2016 en 2018 zelfs boven het aantal uit zonder herontwikkeling. Dit is een verbeterpunt van het rekenmodel.



Figuur 59 – Rittotalen in het studiegebied met herontwikkeling volgens standaard planning, alternatieve planning en zonder herontwikkelingen

Intensiteiten en I/C-verhoudingen

De resultaten van het toedelingsmodel van beide planningsscenario's zijn lastiger te interpreteren. Op de volgende pagina zijn de belastingplots met intensiteiten voor de tussenjaren 2006, 2010, 2016 en 2020 voor beide planningsscenario's naast elkaar gezet. De bovenste figuur is van 2006 en is voor beide planningsvarianten gelijk. De linker drie figuren geven de intensiteiten op basis van de standaard planning weer en de rechter figuren die van de alternatieve planning. Op pagina 68 zijn de plots van de I/C-verhoudingen in dezelfde volgorde weergegeven.

De verschillen zijn subtiel zichtbaar in de figuren. Zo is te zien dat de intensiteiten van de wegen rondom het studiegebied bij de standaard planning steeds groter worden (door de steeds donkerder worden kleur van deze wegen). In de standaardplanning (linkerfiguren) is daarnaast zichtbaar dat in (intensiteiten) 2016 de Belcrumweg een stuk rustiger is dan de jaren ervoor en erna (zie [1] op pagina 68). Dit is volgens verwachting omdat rond die periode veel vastgoedontwikkelingen gaande zijn rond de Belcrumweg (zie Figuur 60) en de kruising met de Speelhuuslaan wordt heringericht. Hierdoor is doorgaand noord-zuidverkeer niet mogelijk over de Belcrumweg en gaat er meer verkeer over de andere noord-zuidverbindingen.



Figuur 60 – Actieve ontwikkelingen (blauw) 2016 met het standaard planningsscenario

Het tussenjaar 2016 is ook in de alternatieve planning interessant om te bekijken. Hierin is namelijk te zien dat grote delen van het netwerk vanwege infrastructurele herontwikkelingen niet beschikbaar zijn (zie locatie [2] op pagina's 67 en 68). Zowel de Belcrumweg als de Terheijdensweg zijn niet beschikbaar. Hierdoor heeft het toedelingsmodel tussen sommige HB-paren geen route kunnen vinden en zijn de ritten hiervan niet toegedeeld. In totaal gaat het om 800 ritten die niet worden toegedeeld. Dit is een tekortkoming van het model en is gedetailleerder beschreven in bijlage III.I.

Om de resultaten wat nauwkeuriger te bekijken dan alleen 'op het oog' in de intensiteiten- en I/C-plots, zijn de I/C-verhoudingen van de zeven locaties die zijn gebruikt bij de validatie van het toedelingsmodel bekeken. Voor informatie over de locaties wordt verwezen naar figuur 56. In tabel 10 zijn de I/C-verhoudingen te zien met een kleurcodering. Over het algemeen betekent een I/C-verhouding rond de 0,7 een redelijke drukte en bij 0,9 staat het echt goed vast. Dus hoe geel/roder de kleur, hoe groter knelpunt de locatie in dat tussenjaar is.

Locatie	Standaard planning				Alternatieve planning			
	2006	2010	2016	2020	2006	2010	2016	2020
1	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7
	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3	0.5	0.4
2	0.5	0.4	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5
	0.3	0.4	0.1	0.4	0.3	0.4	0.0	0.5
3	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.7	0.1	0.7
	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	0.1	0.8
4	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.0	1.1
	1.1	1.2	1.3	1.2	1.1	1.1	0.0	1.2
5	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.8	0.6
	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.7	0.5
6	0.7	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	1.1	0.8
	0.7	0.8	0.9	0.9	0.7	0.8	1.1	0.9
7	0.4	0.4	0.6	0.7	0.4	0.4	0.7	0.6
	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5
Gem.	0.58	0.61	0.65	0.69	0.58	0.61	0.46	0.7

Tabel 10 – I/C-verhoudingen van de tussenjaren op 7 locaties voor de standaard en alternatieve planning

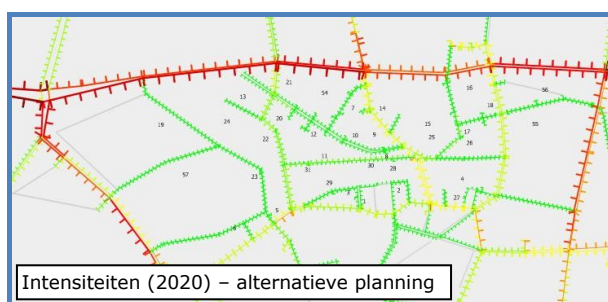
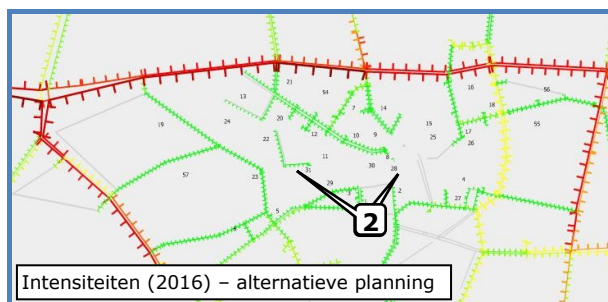
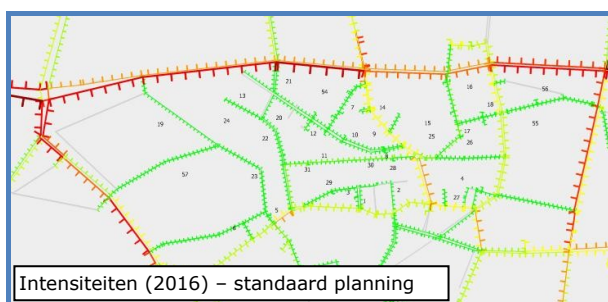
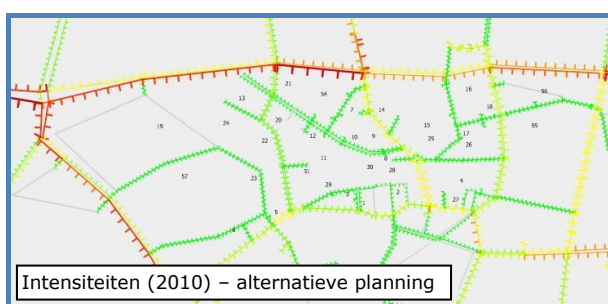
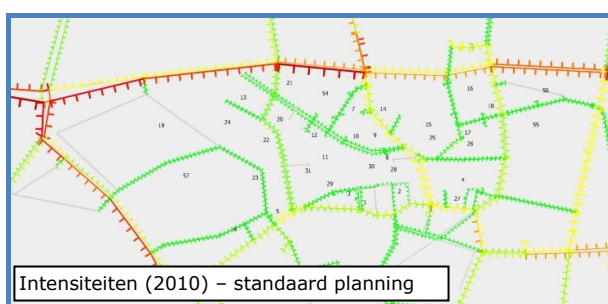
Zoals uit de I/C-plots blijkt zijn de Acedemiesingel (locatie 3), Terheijdensestraat (locatie 4) en de Doornboslaan (locatie 6) drukke wegen in de avondspits. Op de Terheijdenseweg worden zelfs I/C-waarden groter dan 1 gemodelleerd. Theoretisch is dit niet mogelijk aangezien de wegcapaciteit gelijk staat aan de maximale intensiteit. In de modellering is het echter wel mogelijk. Een I/C-waarde van 1,0 heeft in het model een verdubbeling van de reistijd op dat wegvak tot gevolg. Blijkbaar is, ondanks die langere reistijd, de Terheijdenstraat nog steeds de snelste route. De verklaring hiervoor ligt in de ongelukkige aanpassingen aan de zonering en het verkeersnetwerk aan de noordzijde van het ontwikkelingsgebied.

Als er per locatie wordt gekeken naar de veranderingen over de tijd en de veranderingen tussen de planningsperiodes, vallen een aantal zaken op. Allereerst is te zien dat de intensiteiten gemiddeld groeien gedurende de projectperiode. Enkel de gemiddelde I/C-verhouding in 2016 van de alternatieve planning breekt met deze trend. Dit komt door de uitval van de wegvakken op twee tellocaties tijdens dit tussenjaar. Locatie 2 laat in de basisplanning een daling zien van de intensiteiten in 2016. Dit komt door de ingrijpende vastgoedontwikkelingen rondom die locatie en de herinrichting van de Belcrumweg waardoor de doorgaande route is afgesloten. Wel moet hierbij worden gemeld dat geen bouwverkeer wordt gemodelleerd door het model. Door de grote hoeveelheid ontwikkelingen kan het aandeel bouwverkeer namelijk aanzienlijk zijn. De afsluiting van de doorgaande route op locatie 4 heeft effecten op de intensiteiten op locaties 3 en 6. Hierin zijn de I/C-verhouding merkbaar groter dan andere jaren.

Het bundelen van de vastgoedontwikkelingen rondom 2010 in de alternatieve planning heeft nauwelijks invloed op de I/C-verhoudingen op de locaties. Zoals ook in figuur 59 is te zien is het aantal minder gemaakte ritten door dit planningsverschil ongeveer 200 voor het hele ontwikkelingsgebied. Je zou dan de vraag kunnen stellen of het dan wel nodig is om de verplaatsingsbehoefte te bepalen met behulp van het verplaatsingsbehoeftemodel. Echter moet, ondanks het kleine verschil wat hier zichtbaar is, in acht worden genomen dat dit een gemiddelde is voor het hele projectgebied. Lokaal kunnen grote(re) effecten optreden zoals ook is gezien in de afname van verkeer in locatie 2 in 2010.

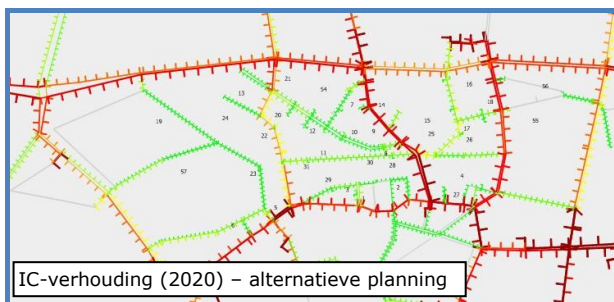
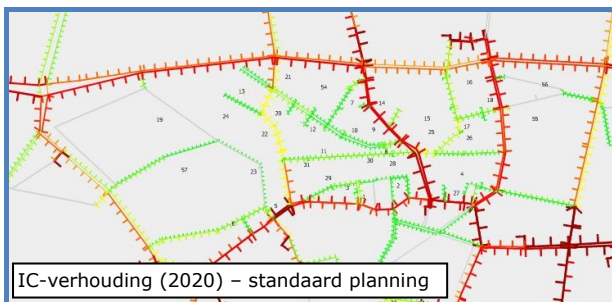
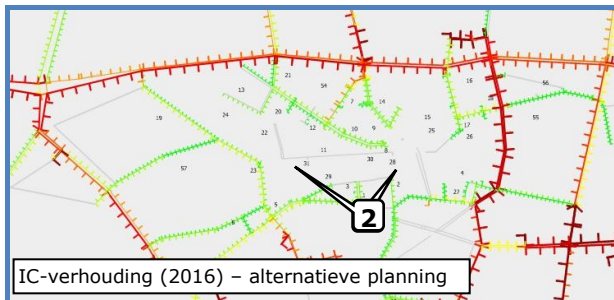
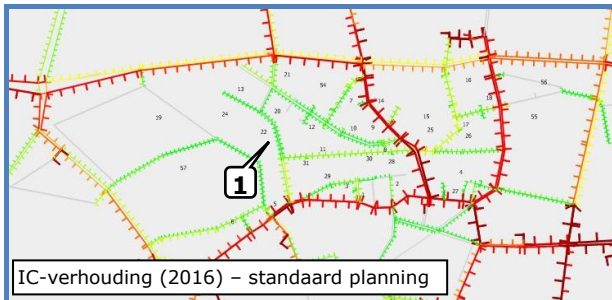
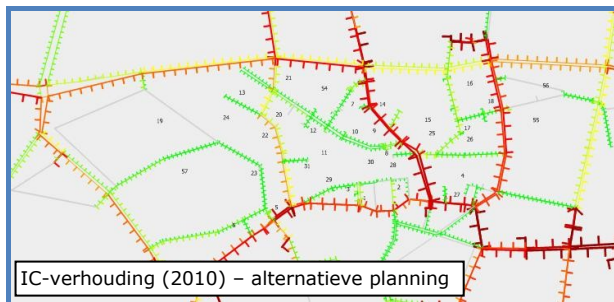
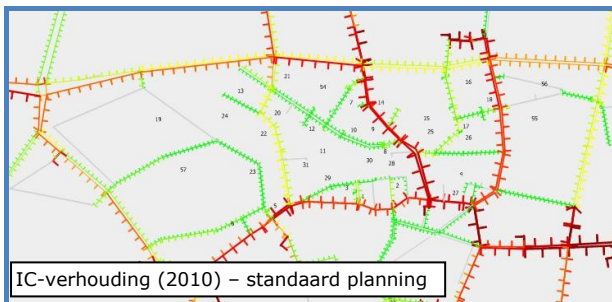
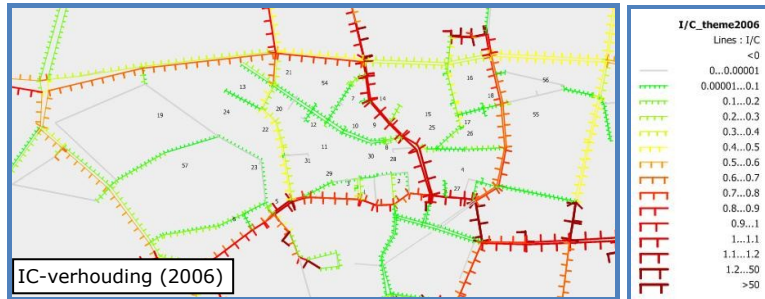
Intensiteitenplots

Op deze pagina zijn de intensiteitenplots weergegeven voor het studiegebied 'Via Breda'. De linker figuren geven de veranderingen in de tijd weer van de intensiteiten bij de standaard planning. De rechter figuren doen dit voor de alternatieve planning. Het bovenste figuur geeft de situatie in 2006 weer, deze is voor beide planningen gelijk.



I/C-plots

Op deze pagina zijn de I/C-plots weergegeven voor het studiegebied 'Via Breda'. De linker figuren geven de veranderingen in de tijd weer van de intensiteit-capaciteitsverhouding bij de standaard planning. De rechter figuren doen dit voor de alternatieve planning. Het bovenste figuur geeft de situatie in 2006 weer, deze is voor beide plannings gelijk.



7.4 Conclusies modeltoepassing op 'Via Breda'

Uit de analyse van de toepassing van het computermodel op de case 'Via Breda' kunnen een aantal zaken worden geconcludeerd. Allereerst over het computermodel zelf.

- Zowel het verplaatsingsbehoeftemodel, infrastructuurmodel en toedelingsmodel werken en geven resultaten die aan de verwachtingen voldoen en verklaard kunnen worden. De validatie van de modelonderdelen laat zien dat de modellen in redelijke mate de werkelijkheid benaderen, al heeft elk model nog zijn verbeterpunten
- Het verplaatsingsbehoeftemodel genereert goede matrices, maar kan nog worden verbeterd door ook in zones waar een herontwikkeling plaatsvindt een vorm van autonome groei te implementeren. Daarnaast kan het een aanvulling zijn om ook bouwverkeermatrices te genereren.
- Het infrastructuurmodel genereert de verkeersnetwerken van tussenjaren zoals van het model verlangd wordt. Het is echter verstandig om in de definitie van de infrastructuurontwikkelingen rekening te houden met bestemmingsverkeer door niet de weg bij herinrichting compleet af te sluiten, maar bijvoorbeeld met behoud van een beperkte capaciteit open te houden. Op deze manier blijven die zones bereikbaar, maar wordt er toch geen of minder doorgaand verkeer op die wegvakken gemodelleerd. Een andere optie is om een gedetailleerder netwerk te gebruiken zodat alternatieve routes via het onderliggend wegennet mogelijk zijn.
- Het toedelingsmodel geeft een redelijke benadering van de verkeersstromen. Het model is gevalideerd door het te vergelijken met de resultaten van het GGA-model. Om de resultaten te verbeteren kunnen een aantal opties in ogenschouw worden genomen:
 - Het maken van een uitsnede van het studiegebied uit het hele modelgebied in plaats van het versimpelen van het netwerk en samennemen van zones. Hiermee kunnen ongewenste verschuivingen van routes worden voorkomen.
 - Het verbeteren van de capaciteitsafhankelijkheid van het routezoeken. Enerzijds kan dit door het implementeren van kruispuntsvertragingen. Een andere mogelijkheid is om de huidige reistijdfunctie van wegvakken te kalibreren en eventueel onderscheid te maken tussen wegtypes.
 - Indien het huidige toedelingsmodel geen route kan vinden tussen twee zones worden de desbetreffende ritten niet toegedeeld. Om dit soort situaties te vermijden is het verstandig om – naast het verbeteren van de definitie van de infrastructuurontwikkelingen – het toedelingsmodel aan te passen zodat de ritten toch op een bepaalde manier worden toegedeeld.
- Het gehele model stelt de gebruiker in staat om capaciteitsknelpunten van tussenjaren op basis van een projectplanning te signaleren. De modelmethodiek vervult daarmee haar doel. Een nuttige verbetering is om het model ook geschikt te maken voor het doorrekenen van datums anders dan 1 januari. Dit geeft de gebruiker meer keuzevrijheid.
- Voor een goede analyse van de resultaten kunnen nog verbeteringen worden doorgevoerd in de resultaten die worden gegenereerd en weergave hiervan. Zo zouden de infra- en vastgoedontwikkelingen kunnen worden gevisualiseerd voor een betere interpretatie van de resultaten en zouden analysetools kunnen worden ontwikkeld om bijvoorbeeld de verschillen tussen planningsscenario's gemakkelijker inzichtelijk te maken.

Op basis van de resultaten van de case 'Via Breda' kunnen ook twee conclusies worden getrokken.

- Allereerst laten de resultaten zien dat het model de effecten van vastgoedontwikkelingen en infrastructuurontwikkelingen door laat werken in de verkeersstromen. Het is echter niet mogelijk om de resultaten van voorspellingen van tussenjaren te controleren met controldata zoals verkeerstellingen. Een mogelijke manier om de voorspelling van een tussenjaar te valideren is het uitvoeren van een modelstudie volgens bewezen methoden (bijvoorbeeld volgens de stappen van het klassieke vierstapsmodel). Het voert echter te ver

om in het kader van dit onderzoek deze controle uit te voeren, maar is een aanbeveling voor verder onderzoek.

- De verschillen tussen het standaard planningsscenario en het alternatieve scenario waren duidelijk zichtbaar. Het alternatieve scenario is echter een extreem scenario dat in werkelijkheid niet zal worden gebruikt. Een interessante vraag voor verder onderzoek is of het model ook onderscheidende resultaten kan genereren tussen projectplanningen die minder extreem verschillen.

8 Eindconclusies en aanbevelingen

Het onderwerp van het afstudeeronderzoek is 'Verkeersvoorspelling bij (her)ontwikkelingsprojecten'. In dit kader is onderzocht hoe (her)ontwikkelingsgerelateerde processen doorwerken op de vorming van verkeer. Daarna is de verworven kennis toegepast op de ontwikkeling van een reken- en computermodel dat verkeersstromen voorspelt gedurende een (her)ontwikkeling met inachtneming van de ruimtelijke veranderingen als gevolg van de (her)ontwikkeling. Dit computermodel is toegepast op de case 'Via Breda'. In het onderzoek is antwoord gegeven op drie onderzoeksvragen.

Onderzoeksvraag 1:

- "Welke processen, factoren en relaties spelen een rol bij het tot stand komen van de verplaatsingsbehoeften en ritpatronen tijdens een herontwikkelingsproject?"

Onderzoeksvraag 2:

- "Op welke wijze spelen de belangrijkste processen en factoren een rol bij het tot stand komen van verplaatsingsbehoefte en ritpatronen?"

Onderzoeksvraag 3:

- "Hoe kan de opgedane kennis over verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten worden toegepast voor het maken van een voorspelling van de verkeersstromen bij Via Breda, in de vorm van verkeersintensiteiten en I/C-verhoudingen van autoverkeer met behulp van een computermodel?"

8.1 Conclusie onderzoeksvraag 1

De ingrijpende veranderingen van het ruimtegebruik tijdens (her)ontwikkelingen hebben direct (en indirect) grote invloed op de verkeersstromen rondom een dergelijk project. Daarnaast hebben processen die direct volgen uit de herontwikkeling (zoals bouwprocessen) ook een bijdrage aan de verkeersontwikkeling. Bij de analyse van het raakvlak tussen het (her)ontwikkelingsproces en verkeersontwikkeling zijn een drietal ontwikkelingsspecifieke processen geïdentificeerd met een belangrijke invloed op de verkeersontwikkeling. Dit zijn [1] de effecten van de veranderingen in functiegebruik in het projectgebied op de ritgeneratie, [2] de (negatieve) effecten van de aanwezigheid van bouwprocessen op de verkeersontwikkeling en tenslotte [3] het bouwverkeer dat wordt gegenereerd door de bouwactiviteiten. Per onderwerp is de relatie tot de verkeersontwikkeling beschreven aan de hand van de onderdelen van het klassieke verkeersmodel (ritgeneratie, ritdistributie, vervoerswijzekeuze en routekeuze). De veranderingen in functiegebruik als gevolg van een (her)ontwikkeling hebben vooral invloed op de verplaatsingsbehoefte, dus de generatie van verkeer. Voor bouwprocessen en bouwverkeer kunnen relaties worden geïdentificeerd op alle onderdelen van het klassieke verkeersmodel, maar voornamelijk de relatie op de ritdistributie bleek van belang. De focus van het onderzoek heeft verder voornamelijk gelegen op de veranderingen in verplaatsingsbehoefte als gevolg van de veranderingen van functies en activiteiten door de (her)ontwikkeling.

8.2 Conclusie onderzoeksvraag 2

In de eerste onderzoeksvraag zijn drie processen geïdentificeerd welke verder zijn onderzocht.

Effecten van veranderend ruimtegebruik op de verplaatsingsbehoefte

De belangrijkste determinant van de verplaatsingsbehoefte (ritgeneratie) is de hoeveelheid activiteiten die ergens worden ontplooid. Bij (her)ontwikkelingen is dit niet anders. Een veel

gebruikte methode binnen de verkeerskunde is het bepalen van de ritgeneratie op basis van socio-economische gegevens zoals aantal inwoners en werkplekken. Om dit te kunnen gebruiken bij (her)ontwikkelingen is het van belang om te weten hoeveel inwoners en werkplekken op een bepaald moment aanwezig zijn en hoe deze groeien en afnemen als gevolg van de ontwikkeling. Met behulp van data analyse en interviews is geprobeerd een schatting te maken van deze groei en afname. Op basis van onderzoek naar inwonersgroei bij VINEX-wijken bleek voor de functie wonen de relatie tussen de hoeveelheid vastgoed (woningen) en het aantal inwoners vrij direct te zijn. Deze relatie wordt ook weinig verstoord door externe factoren zoals de aanwezigheid van bouwprocessen. Hieruit is geconcludeerd dat de hoeveelheid woningen in een gebied een goede graadmeter is voor de hoeveelheid woonactiviteit, en daarmee woninggerelateerde ritten in een gebied. De winkelfunctie is daarentegen veel meer afhankelijk van de situatie van haar omgeving, zoals bijvoorbeeld de hoeveelheid inwoners in het afzetgebied. Daarnaast bleek deze functie veel gevoeliger voor de effecten van de aanwezigheid van bouwprocessen. Ook het moment waarop een winkelfunctie wordt gestart of beëindigd is in meer of mindere mate afhankelijk van deze externe factoren. Hierbij speelt ook het type winkel een rol. Met name kleine eenmanszaken zijn hiervoor gevoeliger dan grote supermarkten. De werkfunctie is vanwege de beschikbare tijd niet onderzocht. Dit zou echter een goede aanvulling kunnen zijn op het onderzoek.

De resultaten van dit onderzoek naar verplaatsingsbehoefte bij (her)ontwikkelingen zijn vastgelegd in variabelen die de groei en afname van de activiteiten beschrijven als gevolg van de projectplanning. De resultaten van de verplaatsingsbehoefte bij de woonfunctie konden vrij direct worden vertaald naar een lineaire benadering van de groei en afname van de verplaatsingsbehoefte. Hoewel dit bij de winkelfunctie lastiger is, is ook hier voor een lineaire benadering gekozen. De omgevingseffecten zijn vooraf niet te voorspellen zodat een lineaire benadering de meest betrouwbare en praktische is. Voor de werkfunctie is aangenomen dat de veranderingen in verplaatsingsbehoefte gelijk is als die van de woonfunctie.

Effecten bouwprocessen op verkeersontwikkeling en bouwverkeer

De bouwactiviteiten kunnen op verschillende manieren invloed hebben op de verkeersontwikkeling. Door de aanwezigheid van bouwprocessen kunnen mensen ervoor kiezen om (nog) niet in dat gebied te wonen of te werken zodat de ritgeneratie wordt beïnvloed. Daarnaast kunnen mensen ook het gebied als bestemming proberen te mijden en een alternatief gaan zoeken. Ook in dat geval wordt de ritdistributie beïnvloed. Door bouwactiviteiten kunnen reizigers ook het gebied mijden bij het reizen zelf. Hierdoor wordt de routekeuze beïnvloed. Een vierde belangrijk effect van bouwprocessen is de generatie van bouwverkeer. Deze kan op zichzelf ook van invloed zijn op de ritdistributie en routekeuze van regulier verkeer.

Geen van deze genoemde relaties zijn uitgebreid onderzocht in het onderzoek. Bij het onderzoek naar de effecten van ruimtegebruik bij (her)ontwikkelingsprojecten op de ritgeneratie kwam wel het effect van de aanwezigheid van bouwprocessen op de ritdistributie naar voren. Uit interviews met uitbaters van winkels in de Deventer wijk Vijfhoek bleek dat in de periode na de opening van het winkelcentrum, het centrum onaantrekkelijk bleek als winkelfunctie door de aanwezigheid van uitgelopen bouwwerkzaamheden. De potentiële klanten gingen naar alternatieven in naastgelegen wijken en het heeft bijna een half jaar geduurd voordat de distributie genormaliseerd was.

Het bouwverkeer is een onderzoeksonderwerp op zichzelf en lag daarom buiten de kaders van dit onderzoek. Het voorspellen hiervan kan echter een belangrijke toevoeging zijn aan de resultaten van het onderzoek en de verkeersvoorspelling in het computermodel specifiek.

8.3 Conclusie onderzoeksvraag 3

Voor beantwoording van de derde onderzoeksvraag is een rekenmodel ontworpen dat de verplaatsingsbehoefte bepaalt op een gegeven moment van de herontwikkeling. Dit model is samen met een infrastructuurmodel (voor het bepalen van de beschikbare infrastructuur) en een verkeerstoedelingsmodel geïmplementeerd in een computermodel.

Verplaatsingsbehoeftemodel

Met behulp van de bevindingen van de eerste twee onderzoeksvragen is een rekenmodel ontworpen dat op basis van de planning van een (her)ontwikkelingsproject een schatting maakt van de verplaatsingsbehoefte van gebruikers in dat gebied. De rekenmethodiek werkt op basis van een planningsafhankelijke interpolatie van de verplaatsingsbehoefte van een basis- en toekomstjaar om zo de verplaatsingsbehoefte van een tussenjaar te bepalen. De verplaatsingsbehoefte wordt beschreven in de vorm van HB-matrices die het aantal ritten tussen herkomsten en bestemmingen beschrijven. Door onderscheid te maken in verschillende matrices voor verschillende reismotieven worden motiefafhankelijke eigenschappen van de ritten (zoals de distributie) meegenomen in de interpolatie.

De keuze voor een interpolatiemethode is gemaakt om gebruik te kunnen maken van en aan te sluiten bij het verkeersmodel van de regio Breda. Het voordeel is dat de resultaten op basis van deze brondata worden gegenereerd en er dus geen inconsistentie ontstaat tussen de resultaten van verschillende modellen. Dit kan echter ook als een nadeel worden getypeerd. Hierbij speelt mee dat (extreme) projectspecifieke situaties mogelijk niet goed door de interpolatiemethode worden voorspeld omdat deze altijd binnen de kaders van het resultaat van het basis- en toekomstjaar blijft.

Een lastig onderwerp binnen de matrixbewerkingen van het rekenmodel is hoe er moet worden omgegaan met de herdistribueren van ritten als de activiteiten in de herkomst of bestemming door de herontwikkeling zijn verminderd. Uiteindelijk is gekozen voor een herdistribueren op basis van de bestaande distributie van de betreffende zone en motief. Deze kan worden berekend door een herschaling toe te passen op de matrix volgens de methode Furness. Deze rekenmethode geeft een logische benadering van de verplaatsingsbehoefte in tussenjaren zoals ook blijkt uit de toepassing van het model op de case 'Via Breda'.

Dezelfde rekenmethode zou ook gebruikt kunnen worden voor het bepalen van de hoeveelheid bouwverkeer in een tussenjaar. Afhankelijk van de bouwactiviteiten kan voor een tussenjaar een HB-matrix met bouwverkeer worden gegenereerd. Door het toevoegen van een 'bouwverkeermatrix' en het 'bouwverkeermotief' in de programmacode is het daarmee zelfs praktisch mogelijk om het bouwverkeer mee te nemen in de verkeersvoorspelling. De omvang en type bouwverkeer moet echter wel worden bepaald en kan zo een mooie aanvulling vormen op het model.

Infrastructuurmodel

Een klein onderdeel van het gehele computermodel is het infrastructuurmodel. Dit model bepaalt op basis van de projectplanning welke wegen (gedeeltelijk) zijn afgesloten voor herinrichting en wanneer nieuwe infrastructuur is opengesteld voor gebruik. Het model zelf werkt goed al is het verstandig om in de definitie van de infrastructuurontwikkelingen rekening te houden met bestemmingsverkeer. In de toepassing van de case 'Via Breda' zijn infrastructuurontwikkelingen gedefinieerd door een complete afsluiting van het wegvak. Hierdoor kon het toedelingsmodel in sommige situaties geen route vinden tussen een herkomst en een bestemming. Door niet de weg bij herinrichting compleet af te sluiten, maar deze bijvoorbeeld met een beperkte capaciteit open te houden, blijven zones bereikbaar en kan deze route toch worden meeberekend in het model. Een andere optie is om een gedetailleerder netwerk te gebruiken zodat alternatieve routes via het onderliggend wegennet mogelijk zijn.

Toedelingsmodel

Het toedelingsmodel bepaalt de routekeuze met behulp van Dijkstra's algoritme en deelt het verkeer toe met behulp van een incrementele toedeling. Het toedelingsmodel doet hiermee zijn werk, maar doet dit erg langzaam. Mede door de wat ongelukkige keuze van het modelgebied (heel westelijk Noord-Brabant) duurt een enkele toedeling van een tussenjaar tot wel enkele dagen. De praktische bruikbaarheid van dit model is hierdoor nog niet van hoog niveau en daarom wordt aanbevolen om nog eens goed te kijken naar de programmacode van het toedelingsmodel om de rekentijd te verkleinen.

Zoals gezegd is ook de keuze voor het modelgebied erg belangrijk voor de rekentijd van het toedelingsmodel. De meest logische keuze lijkt het maken van een uitsnede van het studiegebied uit het gebied waar het bronmodel uit bestaat. Deze aanpak lukte echter in de beginfase van het onderzoek niet bij het GGA-model, waardoor is gekozen voor het versimpelen van het model door het samennemen van zones en het aanpassen en versimpelen van het netwerk. Indien mogelijk wordt voor volgende toepassingen toch geadviseerd om de uitsnede-methode te proberen.

De resultaten van het toedelingsmodel zijn echter naar tevredenheid. De vergelijking van de intensiteiten in het studiegebied voor het basisjaar met het GGA-model geven aan dat het model in voldoende mate capaciteitsknelpunten kan voorspellen. Een mogelijke verbetering van de resultaten kan worden bewerkstelligd door het implementeren van kruispuntvertragingen in het toedelingmodel. Zeker in stedelijk gebied zijn niet wegvakken de beperkende factor van de capaciteit, maar juist de kruispunten. Door de kruispuntvertraging mee te nemen kan dit effect beter worden gemodelleerd.

Voor een goede analyse van de resultaten kunnen nog verbeteringen worden doorgevoerd in het type resultaten en weergave hiervan. Zo zouden de infra- en vastgoedontwikkelingen kunnen worden gevisualiseerd voor een betere interpretatie van de resultaten en zouden analysetools kunnen worden ontwikkeld om bijvoorbeeld de verschillen tussen planningsscenario's gemakkelijker inzichtelijk te maken.

Bruikbaarheid model

Het doel van het computermodel is om de gebruiker op een gemakkelijke manier inzicht te geven in mogelijke capaciteitsproblemen van het verkeersnetwerk gedurende een (her)ontwikkeling. Zoals uit de conclusies blijkt kan het model in de huidige vorm in redelijke mate deze capaciteitsknelpunten voorspellen, al zijn er nog wel een aantal aanbevelingen gedaan voor verbetering.

De praktische bruikbaarheid van het model is (nog) niet groot. Voornamelijk doordat de rekentijd van het toedelingsmodel meerdere dagen bedraagt is het niet mogelijk om op een quickscan-achtige manier de effecten van een projectplanning door te kunnen rekenen. Echter, de resultaten laten zien dat de methode werkt en dus in beginsel bruikbaar is voor het doel waarvoor hij is ontworpen.

8.4 Eindconclusie

Het onderzoek heeft inzicht gegeven in de manier hoe ritgeneratie bij (her)ontwikkelingen plaatsvindt. Dit onderzoek zou kunnen worden verbeterd door expliciet te kijken naar de veranderingen van gebruiksintensiteit van werkfuncties, en door de relatie '*gebruiksintensiteit* <-> *verplaatsingsbehoefte*' beter kwantitatief te onderbouwen. Het verplaatsingsbehoeftemodel geeft met behulp van de interpolatiemethode een praktische weergave van de veranderingen in de verplaatsingsbehoefte ten gevolgen van de herontwikkeling.

De toepassing van het computermodel op de case 'Via Breda' is een goede 'speelgrond' gebleken voor de ontwikkeling van het computermodel. Hoewel er nog verbeteringen, verfijningen en uitbreidingen mogelijk zijn laat de toepassing zien dat de interpolatiemethodiek bruikbaar is als verkeersvoorspeller bij (her)ontwikkelingsprojecten.

Literatuurverwijzingen

Literatuur

American Bureau of Public Roads (1964). *Traffic Assignment manual*, Urban Plannig Devision, US, Department of Commerce, Washington D.C.

Ben-Akiva, M.E. & Lerman, S.R. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application f Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts

CBS statline (2009-a). *Percentage werknemers ten opzichte van de totale bevolking*, <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=70986NED&D1=9-10&D2=0&D3=0&D4=0&D5=a&HD=091202-1525&HDR=T&STB=G1,G2,G3,G4>, bezocht 15 januari 2010

CBS statline (2009-b). *Gemiddelde ritlengte per motief*, <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37338&D1=1&D2=0&D3=1&D4=0-1,4,9&D5=0&D6=21&HD=091202-1529&HDR=G5,G4,G1,G2&STB=G3,T>, bezocht 15 januari 2010

CROW (2007). *Verkeersgeneratie woon- en werkgebieden – vuistregels en kengetallen gemotoriseerd verkeer*, publicatie 256

CROW (2008). *Verkeersgeneratie voorzieningen –kengetallen gemotoriseerd verkeer*, publicatie 272

DHV (2009). *Questor voorspelt verkeersdruk*, <http://www2.dhv.com/display.aspx?ID=757>, bezocht 15 januari 2010

Furness, K.P. (1965). *Time function iteration*. Traffic Engineering and Control, 7, 458-460

Gemeente Breda (2005-a). *Via Breda - Structuurvisie spoorzone 2025*, april 2005

Gemeente Breda (2005-b). *Via Breda – Uitwerking in deelgebieden*, april 2005

Gemeente Breda (2007). *Bereikbaarheidsvisie Spoorzone - strategie en bereikbaarheidspakket*, maart 2007

Gemeente Breda (2009). *Via Breda, een nieuw stadsdeel – Beeld*, <http://www.viabreda.nl/index.php?simaction=content&mediumid=35&pageid=1753&fontsize=12>, bezocht 15 januari 2010

Huffstadt M. (2005). *Regie stedelijke vernieuwing: praktijk theorie en onderwijs*, Hogeschool Utrecht

Ministerie van VROM (1991). *Nota Belstato (nota beleid voor stadsvernieuwing in de toekomst)* 1991, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Ministerie van VROM (2006). *Nieuwe Sleutelprojecten op Stoom – Voortgangsrapportage maart 2006*, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Ministerie van VROM (2009). *Dossier Wijkenaanpak*, <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=31001>, bezocht 15 januari 2010

MON (2004). *Mobiliteitsonderzoek Nederland 2004 – Tabellenboek*, tabel 7.13

- MON (2009). *Mobiliteitsonderzoek Nederland*,
http://www.rws.nl/wegen/innovatie_en_onderzoek/betere_doorstroming/mobiliteitsonderzoek_nederland/, Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, bezocht 15 januari 2010
- Ortúzar, J. de D. en Willumsen L.G., (2004). *Modelling Transport - 3rd Edition – H10*, John Wiley & Sons, 2004
- Provincie Brabant (2009). *Gebiedsgerichte aanpak verkeer en vervoer*,
<http://www.brabant.nl/dossiers/dossiers-op-thema/verkeer-en-vervoer/bereikbaarheid/gebiedsgerichte-aanpak-verkeer-en-vervoer.aspx>, bezocht 15 januari 2010
- Siderov, N. (2008). *Bouwverkeer voorspellen in de planvormingsfase, een onderzoek naar bouwlogistiek*, Hogeschool van Amsterdam
- Roos de, R. (2007). *Bouwverkeer vroegtijdig in beeld*, Civiele Techniek, nummer 2/3 2008
- Veenstra, S.A., Thomas, T., Tutert, S.I.A. (2009). *Trip Generation of Grocery shopping trips using survey data: A case study in the Netherlands*, Universiteit Twente, Enschede
- Wardrop, J.G. (1952). *Some theoretical aspects of road traffic research*. Proceedings of the Institution of Engineers, Part II 1, 325-362

BIJLAGEN

BIJLAGE I Theorie	79
I.I. Verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingen.....	79
I.II. Verkeersontwikkeling - Algemeen	79
I.III. (Her)ontwikkeling	80
I.III.I. (Her)ontwikkeling – Algemeen.....	80
I.III.II. (Her)ontwikkeling - Verkeersgerelateerd.....	81
I.IV. Modelleren - planningtools	82
I.V. Modelleren - verkeersmodellering	82
 BIJLAGE II Conceptueel model.....	87
II.I. Beschrijving onderdelen conceptueel model	89
 BIJLAGE III Toelichting computermodel	93
III.I. Beschrijving onderdelen computermodel.....	93
III.II. Beschrijving inputdata.....	98
III.II.I. Netwerk (inclusief Zonering)	99
III.II.II. HB-matrices.....	100
III.II.III. Socio-economische gegevens	103
III.II.IV. Fasering van vastgoed- en infrastructuurontwikkeling	103
III.III. Overzicht mappenstructuur.....	104
 BIJLAGE IV Bewerkingen Brondata.....	107
IV.I. Herzonering GGA-model	107
IV.I.I. Socio-economische data	108
IV.I.II. Matrices	108
IV.II. Netwerkaanpassingen	110
IV.III. Opsplitsen HB-matrices naar motief (OD-informer)	111
IV.III.I. Noodzaak bepaling aandeel HB en BH	111
IV.III.II. Methodiek opsplitsen motiefmatrices mbv OD-informer	113

Als inhoudelijke basis voor het onderzoek is vooraf en gedurende het onderzoek gebruik gemaakt van literatuur. In deze bijlage worden de belangrijkste onderwerpen behandeld. Allereerst wordt ingegaan op de bestaande kennis betreffende het onderzoeksonderwerp; verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van kennis over dit specifieke onderwerp is het onderwerp breder genomen en is er apart gekeken naar verkeersontwikkeling en (her)ontwikkelingen in het algemeen. Door de bevindingen van beide onderwerpen naast elkaar te leggen is toch een redelijk beeld verkregen van het onderwerp.

De laatste paragrafen van deze bijlage worden gewijd aan een overzicht van de mogelijkheden om de processen bij (her)ontwikkelingen en verkeer te modelleren. Vooral voor lezers met een beperkte achtergrond in de verkeersmodellering kan dit helpen bij het begrip van de vaak technische inhoud van sommige hoofdstukken in dit rapport.

1.1. Verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingen

(Her)ontwikkeling of vernieuwing zoals het ook vaak wordt genoemd is het proces waarin bestaand (stedelijk) gebied grootschalig wordt aangepast aan nieuwe wensen van ruimtegebruik. Enkele voorbeelden hiervan zijn uitleglocaties (zoals VINEX-locaties) aan de randen van stedelijke gebieden of transformatieprojecten waarin oude, ongewenste functies worden getransformeerd voor nieuw ruimtegebruik. Bij deze ontwikkelingen veranderen ook het type ruimtegebruik en de intensiteit van het gebruik van de ruimte. Beide veranderingen hebben hun invloed op de verkeersontwikkeling. Daarnaast spelen bij een (her)ontwikkeling ook nog specifieke processen een rol die invloed hebben op het verkeer. Een voorbeeld hiervan is het bouwverkeer.

In de literatuur is weinig specifieke informatie te vinden over de verkeersontwikkeling gedurende (her)ontwikkelingen en hoe de ruimtelijke processen hun invloed hierop hebben. Daarom wordt ervoor gekozen om de twee onderwerpen (herontwikkeling en verkeersontwikkeling) eerst apart te benaderen om daarna de gemeenschappelijke processen te identificeren.

1.1. Verkeersontwikkeling – Algemeen

Verkeer, en specifiek het wegverkeer, ontstaat door een verplaatsingsbehoefte. Deze behoefte kan bestaan uit het verplaatsen van personen, maar dit kunnen ook middelen oftewel goederen zijn. Indien aan de verplaatsingsbehoefte gehoor wordt gegeven, zal een verplaatsing (een rit) plaatsvinden van een bepaalde herkomst naar een bestemming, op een bepaald tijdstip en met een of meerdere vervoerswijzen. Daarnaast dient een verplaatsing ook nog een bepaald doel, wat binnen de verkeerskunde een verplaatsingsmotief wordt genoemd. Enkele belangrijke verplaatsingsmotieven voor personen zijn woon-werkverplaatsingen, woon-winkel, familiebezoek, recreatie, etc.

Alle ritten bij elkaar zorgen voor een verplaatsingspatroon en voor een bepaald gebruik van de verkeersinfrastructuur zoals de wegen, het spoor, de waterwegen en ook de OV-voorzieningen. Op locaties en momenten waarop meer ritten worden gemaakt dan de infrastructuur aankan ontstaan een degradatie van de mobiliteit in reistijd/bereikbaarheid (bijvoorbeeld bij files) of reiskwaliteit (bijvoorbeeld moeten staan in een drukke trein). In het kader van dit onderzoek wordt gekeken naar de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingen en de bijbehorende bereikbaarheidsproblemen. Deze bereikbaarheidsproblemen volgen direct uit de verplaatsingsbehoefte en het aanbod van de infrastructuur. De beschikbare infrastructuur is over het algemeen een goed te bepalen onderdeel. De verplaatsingsbehoefte is daarentegen lastiger te bepalen. Binnen de verkeerskunde wordt een methodiek gebruikt waarmee in vier stappen de

verplaatsingsbehoefte tussen plekken wordt geschat en de ritpatronen bepaald, het vierstapsverkeermodel. De eerste stap is de ritgeneratie waarin op basis van gegevens over de functies per gebied (zoals bewoners en werkplekken) een schatting wordt gemaakt over het aantal ritten dat deze functies produceren of attracteren. Vaak wordt hierbij al onderscheid gemaakt tussen reismotieven. In de tweede stap worden de ritproductie gekoppeld aan de ritattractie (dus het reisoorsprong wordt gekoppeld aan het reisdoel). Dit gebeurt in de ritdistributie. In de derde stap wordt gekeken met welke vervoerswijze deze ritten worden gemaakt. Daarnaast kan er eventueel worden gekeken op welk tijdstip de ritten worden gemaakt indien dat noodzakelijk is. Uiteindelijk worden de ritten toegedeeld aan een bepaalde route die wordt gekozen. In bijlage I.V wordt verder ingegaan op het modelleren van verplaatsingsbehoeftes en ritpatronen.

I.III. (Her)ontwikkeling

Stedelijke herontwikkeling is het proces waarin bestaand stedelijk gebied grootschalig wordt aangepast aan nieuwe wensen. Vaak betreffen het stedelijke zones die op economisch, ruimtelijk of sociaal vlak niet meer voldoen of passen binnen de stad. Voorbeelden van dit soort gebieden zijn verouderde bedrijventerreinen of verpauperde naoorlogse wijken. Door het herontwikkelen van deze gebieden wordt op sociaal-economisch en/of fysiek-ruimtelijk vlak de kwaliteit van het stadsgebied verbeterd.

I.III.1. (Her)ontwikkeling – Algemeen

In de jaren '70 van de vorige eeuw raakten veel vooroorlogse wijken in verval en werden deze achterstandswijken. Door grootschalige renovatie of sloop en nieuwbouw werd geprobeerd deze wijken nieuw leven in te blazen. Het rijk ondersteunde de gemeenten hierbij en in 1985 werd de Wet op de Stads- en Dorpsvernieuwing (WSDV) van kracht. Jaarlijks werd uit het stadsvernieuwingsfonds ongeveer een miljard gulden (€ 453 miljoen) verdeeld over gemeenten voor stadsvernieuwing. Uit de nota Beleid voor stadsvernieuwing in de Toekomst [Ministerie van VROM, 1991] blijkt dat het proces van stadsvernieuwing als een inhaalslag werd beschouwd. Het proces zou in 2005 moeten zijn voltooid waarna de kwaliteit van de woningvoorraad door beheer en onderhoud op peil kon worden gehouden. Eind jaren '90 blijkt dat de problemen niet worden opgelost door enkel te kijken naar de fysieke kwaliteit van een wijk, maar dat sociaal-maatschappelijke en sociaal-economische problemen ook een grote rol spelen. In 2000 wordt daartoe de wet ter stimulering van integrale stedelijke vernieuwing (Wet stedelijke vernieuwing) van kracht waarin in vernieuwde, integrale aanpak de kwaliteiten van wijken wordt verbeterd. De integraliteit kan op twee manieren worden uitgelegd. Enerzijds in de zin van het integreren van verschillende functies van ruimtegebruik bij het transformeren van een gebied, en anderzijds dat er naast fysiek-ruimtelijke aanpassingen de wijk ook sociaal-maatschappelijk en economisch wordt aangepakt. Huffstadt [Huffstadt, 2005] onderscheidt zes verschillende gebiedstypen waar stedelijke vernieuwing plaatsvindt:

- Vooroorlogse woonwijken. Deze wijken zijn vaak al als stadsvernieuwingsproject aangepakt waarin enkel de fysieke component is verbeterd. Deze wijken bevinden zich vaak rondom het stadscentrum, hebben een menging van woon- en werkfuncties en hebben een multiculturele bevolkingssamenstelling.
- Naoorlogse woonwijken. Deze wijken zijn ontstaan uit hoge woningnood en hebben vaak een eenzijdig karakter en kennen maar een kleine menging van functies.
- Binnenstedelijke locaties. Dit zijn vaak kleinere locaties in een binnenstad die hun functie hebben verloren zoals winkelcentra, scholen, kantoren, enz. Vaak zijn dit historische gebouwen met culturele waarde waarvoor een nieuwe functie wordt gezocht.
- Verouderde, vaak grootschalige, bedrijfsterreinen, haven- en industriegebieden. Deze gebieden die oorspronkelijk aan stadsranden waren gelegen zijn door stadsuitbreidingen omringd door naoorlogse uitbreidingswijken. Door het herontwikkelen van deze gebieden worden ze weer onderdeel van de actieve stad.

- De vijfde categorie die wordt onderscheiden, zijn knooppunten van openbaar vervoer. Door deze punten aan te vernieuwen wordt de vervoersfunctie gemoderniseerd en kunnen nieuwe functies worden geïntroduceerd
- Tenslotte wordt de transformatie van agrarisch gebied onderscheiden. Er is dan geen sprake van herontwikkeling, maar van een nieuwe ontwikkeling.

Deze verschillende gebiedstypen vereisen ook een eigen manier van stedelijke vernieuwing. Verschil zit bijvoorbeeld in de mate waarin fysiek-ruimtelijke, sociaal-maatschappelijke en economische aanpassingen worden gedaan. Voor- en naoorlogse wijken vereisen vaak naast een fysieke vernieuwing ook sociaal-maatschappelijke aandacht terwijl herontwikkeling van openbaar vervoersknooppunten in het centrum meer focust op de economische component. Voorbeelden van vernieuwingsprojecten van voor- en naoorlogse wijken zijn te vinden in de 40 krachtwijken [VROM, 2009]. In deze wijken wordt naast fysieke vernieuwing ook ingezet sociale en economische verbeteringen. De vernieuwing van vervoersknooppunten gebeurt onder andere bij de zes nieuwe sleutelprojecten in Amsterdam, Arnhem, Breda, Den Haag, Rotterdam en Utrecht [VROM, 2006]. De komst van de HSL in deze steden is aanleiding voor een grootschalige upgrade van het vervoersknooppunt. Veelal is hierbij ook aandacht voor het gebied eromheen en de functie die het stationsgebied kan hebben binnen de gehele stad. Bij verouderde bedrijfsterreinen in de binnenstad hangt de focus bij herontwikkeling af van de nieuwe functie die het gebied krijgt. Over het algemeen komt niet de oude functie van industrie terug, maar transformeert het naar een economische, woon of een gemengde functie vanwege de waardevolle ligging van deze terreinen in de binnenstad. Een voorbeeld van een dergelijke herontwikkeling is het bedrijventerrein Emer-Zuid in Breda dat wordt ontwikkeld in de woonwijk Zoete Inval. De laatste categorie betreft de ontwikkeling van oorspronkelijk niet-stedelijke gebieden zoals VINEX-locaties wordt gedaan. Dit zijn landelijke locaties waarbij de uitdaging ligt om een goede koppeling met het bestaande stedelijk gebied te maken op alle vlakken (fysiek-ruimtelijk, maatschappelijk-sociaal en economisch). Voorbeelden van dit type ontwikkelingen zijn de wijk Ypenburg in Den Haag en, de op kunstmatig aangelegde eilanden wijk IJburg in Amsterdam.

I.III.II. (Her)ontwikkeling – Verkeersgerelateerd

Tijdens de realisatiefase treden veel veranderingen op in het projectgebied. Deze veranderingen kunnen erg complex zijn op alle drie de gedefinieerde vlakken; sociaal-maatschappelijk, ruimtelijk en economisch. Met het oog op het uiteindelijke doel van dit onderzoek, mobiliteitsmodellering, is gekozen om de veranderingen te definiëren vanuit functies die gebruik maken van de beschikbare ruimte. Het ruimtegebruik is namelijk een belangrijke component in de bepaling van mobiliteitsontwikkeling. De economische en sociaal-maatschappelijke tak worden vanwege hun kleinere bijdrage aan de mobiliteitsontwikkeling op korte termijn niet beschouwd in dit onderzoek.

Met het oog op het doel van het onderzoek (verkeersmodellering) worden vier hoofdfuncties onderscheiden voor ruimtegebruik; wonen, werken, voorzieningen/leisure en infrastructuur. Deze functies komen in grote lijnen overeen met de eigenschappen van reismotieven die in de verkeerskunde worden gebruikt. Elk van deze functies zijn te delen in verschillende typen. Voor deze typering is het slim om, net als de keuze voor hoofdfuncties, de bruikbaarheid in de verkeersmodellering in mee te nemen. Voor de functie 'wonen' houdt dit in dat een typering op basis van demografische eigenschappen een slimme keuze is. Deze typering kan namelijk worden gebruikt bij het bepalen van het reisgedrag, zoals dit ook reeds in bestaande verkeersmodellen gebeurt. Voor de functie 'werken' is een onderverdeling naar het type sector of type werkmilieu, zoals het CROW hanteert [CROW 2007], een voor de hand liggende keuze. Eventueel kan de typering nog specifiekere als hier meer informatie over beschikbaar is, maar dit is niet altijd het geval in de planningsfase van een (her)ontwikkelingsproject. De functie 'infrastructuur' heeft veel te maken met de modellering van verkeer. De weginfrastructuur voorziet in verplaatsingen maar zal zelf geen verkeer genereren. Vervoersknooppunten zoals trein- of busstations zijn wel een functie waarin autoverkeer wordt gegenereerd.

In de specifieke situatie als een (her)ontwikkeling plaatsvindt kan een extra functie worden gedefinieerd, 'bouwen'. Bij de bouwfunctie wordt het type ruimtegebruik veranderd. Het bouwproces genereert echter ook zelf verkeer, bouwverkeer.

Bouwverkeer

Bouwverkeer kan een grote impact hebben op de verkeerssituatie in de omgeving van een (her)ontwikkelingsproject. Dit bouwverkeer bestaat uit het vervoer van personen, materieel en materiaal. De planning van de bouwlogistiek ligt grotendeels bij de uitvoerders van de deelprojecten. De (gemeentelijke) overheid waarborgt de leefbaarheid, veiligheid en bereikbaarheid voor omwonenden door regels op te stellen over onder andere de routes van bouwverkeer, de locatiekeuze van opstel terreinen en rijtijden van het bouwverkeer. Zeker bij projecten in stedelijk gebied wordt bouwverkeer vaak als ongewenst gezien. De afwikkeling geschiedt daarom ook vaak via de grotere wegen en buiten de spitsperiodes. De hoeveelheid en type bouwverkeer dat door een project wordt gegenereerd hangt af van een aantal zaken, zoals de bouwfase, bouwmethode, bouwvolume, keuze van vervoerstypen, etc. Onderzoek van R. de Roos [Roos de, 2007] van het Ingenieurs Bureau Amsterdam (IBA) naar bouwlogistieke stromen laat zien dat de mogelijkheden om de bouwstromen te voorspellen ook erg afhankelijk is van de fase waarin de planvorming zich bevindt, bijvoorbeeld de initiatieffase of de ontwerpfase. De beschikbare kennis over het eindresultaat en de bouwmethodiek is in de ontwerpfase al een stuk groter dan in de initiatieffase. De Roos stelt voor om in de initiatieffase te rekenen met bouwvolumes en een globale bouwfasering. Voor projecten in de ontwerpfase laat het aanvullend onderzoek van N. Siderov [Siderov, 2008] zien dat er met de extra informatie die dan beschikbaar is veel preciezer een voorspelling kan worden gemaakt van het bouwverkeer.

Verkeersprocessen bij (her)ontwikkelingsprojecten

Een belangrijke eigenschap van (her)ontwikkelingsprojecten is dat er in het projectgebied en in een beperkt tijdsbestek grote veranderingen in ruimtegebruik optreden. Een voorspelling doen van de verkeersontwikkeling op basis van data uit de oorspronkelijke situatie is dus niet bruikbaar, simpelweg omdat de situatie te veel gaat veranderen. Daarnaast is vooraf ook niet altijd bekend hoe een functie uiteindelijk zal worden ingevuld. Bij een nieuw bedrijventerrein is bijvoorbeeld vooraf nog onbekend of er logistiek intensieve bedrijven of enkel dienstverlenende bedrijven gaan komen. Deze uitkomst is echter wel van invloed op de uiteindelijke vervoersontwikkeling. Ook de snelheid waarmee de nieuwe functies gevuld of actief worden, speelt een rol bij de vervoersontwikkeling tijdens het project. Hoe snel 'groeit' bijvoorbeeld de verplaatsingsbehoefte in een wijk totdat alle bewoners hun definitieve reispatronen hebben? Gaat dit met gelijke trend met het verhuizen van nieuwe bewoners of zit er nog een soort 'gewenningsperiode' aan vooraf zodat de vervoerspatronen in het begin anders zijn dan in de uiteindelijke situatie.

1.IV. Modelleren – planningtools

Het plannen van grote integrale projecten zoals binnenstedelijke (her)ontwikkelingsprojecten is een lastige opgave, mede door de grote verscheidenheid aan stakeholders, belangen en doelen. Er bestaan veel hulpmiddelen om dergelijke projecten te plannen en te beheersen. Witteveen+Bos ontwikkelde voor de gemeente Breda een planningstool die de projectplanning ruimtelijk visualiseert. Het voordeel van een dergelijke weergave in tegenstelling tot de 'normale' balkenplanning is dat mogelijke conflicten in de ruimtelijke component inzichtelijk zijn.

1.V. Modelleren – verkeersmodellering

Verkeersmodellering kan gaan over een groot bereik van modellen die verschillende aspecten van het verkeer modelleren. Er zijn bijvoorbeeld verkeersmodellen die het specifieke rijgedrag van voertuigen (en hun bestuurders) beschrijven, de zogenaamde microscopische verkeersmodellen. Er zijn modellen die het gebruik van het openbaar vervoer beschrijven. Er zijn modellen die goed in staat zijn om files te modelleren (dynamische modellen) en er zijn modellen die toegespitst zijn

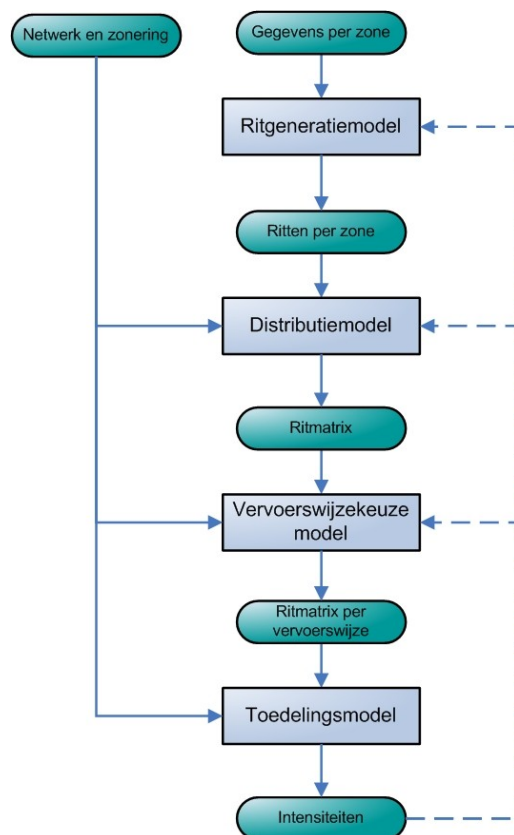
op het voorspellen van verplaatsingspatronen. Dit soort modellen wordt ook wel macroscopische modellen genoemd. Ze worden vaak gebruikt in regionale studies om de bereikbaarheid in het gebied te bepalen en de effecten van nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen of infrastructuur te onderzoeken. Daarnaast kunnen de resultaten worden gebruikt bij het modelleren van geluid en emissies door verkeer.

Macroscopische verkeersmodellen worden binnen de verkeerskunde al verscheidene jaren toegepast. De basis van veel technieken die nu worden gebruikt is een modelstructuur die het klassieke of traditionele verkeersmodel wordt genoemd. Hoewel mogelijkheden met behulp van computers veel groter zijn geworden is de basis van het klassieke verkeersmodel sinds de ontwikkeling in de jaren 60 van vorige eeuw weinig veranderd.

In grote lijnen volgt het verkeersmodel de keuzes waarmee een reiziger krijgt te maken:

- Het wel of niet maken van een verplaatsing (ritgeneratie)
- Eventueel de vertrektijdstipkeuze (de keuze van het vertrektijdstip)
- De bestemmingskeuze (ritdistributie)
- De vervoerswijzekeuze
- De routekeuze (toedeling)

Hoewel deze opzet impliceert dat de keuzes afzonderlijk worden gemaakt, zal een persoon vaak een integrale gelijktijdige afweging maken van meerdere van deze onderdelen. Vanwege pragmatische redenen worden de onderdelen binnen de verkeerskunde als losstaand gezien waardoor ze gemakkelijk als losse componenten kunnen worden benaderd. Figuur 61 laat de vier deelmodellen zien van het traditionele vierstapsverkeersmodel. De vertrektijdstipkeuze wordt buiten beschouwing gelaten. Elk onderdeel wordt vervolgens kort toegelicht, maar eerst wordt ingegaan op de invoerdata van het model.



Figuur 61 – Modelstructuur van het traditionele vierstapsverkeersmodel

Netwerk en zonering

Belangrijk voor elk rekenmodel is de invoer van data. Bij verkeersmodellen wordt deze data verkregen uit twee bronnen; het verkeersnetwerk en de zonering. Het verkeersnetwerk beschrijft schematisch de beschikbare infrastructuur voor auto, fiets en OV. Uit dit netwerk kunnen routes en afstanden tussen verschillende locaties worden bepaald. De zonering beschrijft een bepaalde gebiedsindeling. Omdat het praktisch onmogelijk en onwenselijk is om elk huis en parkeerplaats individueel te beschrijven, worden gebieden (zones) gedefinieerd. Van elk van deze zones worden sociaaleconomische gegevens verzameld (bijvoorbeeld van het Centraal Bureau voor de Statistiek). Gegevens zoals het aantal inwoners, werkplekken, autobezit, inkomen, leerlingplaatsen vormen belangrijke input voor het ritgeneratiemodel.

Ritgeneratiemodel

Met behulp van een ritgeneratiemodel wordt de verplaatsingsbehoefte per zone bepaald. De verplaatsingsbehoefte beschrijft de productie of attractie van ritten in een zone. Een ritgeneratiemodel kan op verschillende manieren plaatsvinden. De meeste modellen maken gebruik van regressieanalyse waarbij het aantal ritten wordt bepaald met behulp van één of meerdere verklarende variabelen. Deze verklarende variabelen zijn over het algemeen op basis van de beschikbare sociaaleconomische data die voor elke zone bekend zijn. De input voor deze methode zijn meestal resultaten uit andere studies (bijvoorbeeld kentallen van het CROW [2007] of van enquetemateriaal zoals het MobiliteitsOnderzoek Nederland [MON, 2009]). Door de resultaten van de regressieanalyse toe te passen op (verwachte) toekomstige sociaaleconomische zonedata is een schatting te maken van het aantal ritten in een toekomstjaar.

Een andere methode die ook wel gebruikt wordt is de categorieleanalyse. Hierin wordt een standaard voor het verplaatsingsgedrag voor bevolkingscategorieën bepaald. Deze wordt dan gebruikt in het voorspellen van een (toekomstige situatie). Een derde methode maakt gebruik van choicemodelling (keuzemodellering) met behulp van logit modellen [Ben-Akiva & Lerman (1985)]. Binnen dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van het regressieanalyseonderzoek van Thomas & Tutert in de OD-informer [Thomas & Tutert (2008)], een rekenmethode voor het bepalen van verplaatsingsbehoeften.

Meestal wordt binnen de ritgeneratie onderscheid gemaakt tussen reismotieven zoals woon-werk, woon-winkel of zakelijk verkeer. Door dit onderscheid te maken wordt recht gedaan aan de specifieke eigenschappen van deze ritmotieven. Mensen zijn bijvoorbeeld sneller geneigd om langere afstanden te reizen of de trein te nemen naar hun werk dan dat ze dat zullen hebben voor hun dagelijkse boodschappen. Binnen de ritgeneratie wordt vaak al rekening gehouden met de reisperiode, oftewel de vertrektijdstipkeuze. De ritproductie en -attractie geldt dan bijvoorbeeld voor een etmaal of het drukste uur. In het geval van dynamische modellen wordt de vertrektijdstipkeuze vaak wel verder uitgewerkt. Het resultaat van het ritgeneratiemodel is dus een overzicht van het aantal ritten (per motief) dat in een zone vertrekt (productie) en aankomt (attractie).

Ritdistributiemodel

De relatie tussen de ritaantallen die vertrekken en aankomen in de zones wordt bepaald met behulp van een distributiemodel. De distributie van deze ritten resulteert in een tweedimensionale matrix waarin voor elk herkomst- en bestemmingspaar (HB-paar) het aantal ritten staat beschreven. De rijen beschrijven de herkomsten en de kolommen de bestemmingen. Een HB-matrix is per definitie vierkant en het totaal aantal ritten vanuit herkomsten (herkomsttotalen) is per definitie gelijk aan het aantal ritten naar de bestemmingen (bestemmingtotalen).

Er zijn een aantal methoden om de distributie te bepalen, maar de meest gebruikte zijn groeifactormodellen en zwaartekrachtmodellen. Groeifactormodellen maken gebruik van een reeds bestaande HB-matrix. Door voor de gehele matrix per herkomst en bestemming groeifactoren van het aantal ritten te bepalen wordt nieuwe matrix verkregen door de oude ritaantallen te vermenigvuldigen met deze groeifactoren. Om te voldoen aan de rittotalen in zowel de herkomsten als de bestemmingen zijn iteratieve berekeningmethoden zoals de Furness-methode [Furness (1965)] noodzakelijk. Groeifactormodellen zijn relatief eenvoudig en vereisen enkel een oude HB-matrix. De methode kent echter ook nadelen. Zo behoudt de methode de

'distributiestructuur' van de oude HB-matrix en wordt er dus geen rekening gehouden met nieuwe ontwikkelingen.

Een andere mogelijkheid is het zwaartekrachtmodel. Bij het zwaartekrachtmodel worden ritweerstand als basis voor de verdeling van de ritten gebruikt. De ritweerstand kan afhangen van diverse factoren, zoals afstand, tijd, kosten, etc. Simpel gezegd zullen er naar verhouding minder ritten tussen een herkomst en bestemming plaats vinden naarmate de ritweerstand hoger is. Per HB-paar wordt de ritweerstand bepaald. Met behulp van een distributiefunctie wordt de 'aantrekkingskracht' tussen een herkomst en de bestemmingen bepaald. De ritten worden dan conform deze verdeling verdeeld. Ook bij deze methode kan het nodig zijn om het resultaat te corrigeren met behulp van de Furness-methode om de rittotalen van de herkomsten en de bestemmingen overeen te laten komen. Meestal wordt de distributie per reismotief bepaald om zo de karakteristieken van de motieven te behouden. Binnen dit onderzoek wordt er ook gebruik gemaakt van een zwaartekrachtmodel, omdat er, juist binnen (her)ontwikkelingen, sprake is van grote veranderingen in de structuur van de distributie. Groeifactormodellen zijn in deze situaties dus minder goed bruikbaar.

Vervoerswijzekeuzemodel

De derde stap in het klassieke vierstapsverkeersmodel is het bepalen van de vervoerswijze. Er zijn verschillende mogelijkheden om te bepalen of ritten met de auto, OV, fiets of lopend worden gemaakt. Iemand die een verplaatsing wil maken kan zijn keuze laten afhangen van heel veel factoren, zoals de kenmerken van zichzelf (bijvoorbeeld het wel of niet hebben van een rijbewijs en auto), kenmerken van de verplaatsing (bijvoorbeeld het motief of het tijdstip) en de kenmerken van de vervoerswijze (bijvoorbeeld kosten, parkeergelegenheid, reistijd, etc.). Door de belangrijkste kenmerken te bepalen, kan voor elk HB-paar een schatting worden gemaakt van de modal-split (de verdeling van de ritten over de verschillende vervoerswijzen). Vaak worden hiervoor logit-modellen gebruikt waarin gegeneraliseerde kosten voor de vervoerswijzen als input dienen. Indien wenselijk wordt er bij het bepalen van de vervoerswijzekeuze nog onderscheid gemaakt tussen de verschillende reismotieven.

Het resultaat van deze stap zijn HB-matrices per vervoerswijze. Voor het vervolg van het verkeersmodel is het onderscheid in motief niet meer nodig, dus kunnen de HB-matrices per motief bij elkaar worden opgeteld. Afhankelijk van het doel van het verkeersmodel zijn de verkregen HB-matrices nodig voor de laatste stap, de toedeling op basis van de routekeuze. Dit is ook het geval voor de verkeersmodellering binnen dit onderzoek.

Toedelingsmodel (routekeuze)

De routekeuze voor elke rit wordt bepaald in het toedelingsmodel. Een toedelingsmodel bestaat uit twee delen. Allereerst het routezoekalgoritme en ten tweede het laad- of toedelingsmodel waarin de ritten op de gevonden routes worden geladen. Er bestaan veel verschillende soorten toedelingsmodellen. Als er enkel wordt gekeken naar de toedelingsmodellen voor normaal wegverkeer (dus niet voor openbaar vervoer) is een indeling te maken aan de hand van drie categorieën:

- tijdsafhankelijkheid
- capaciteitsafhankelijkheid
- afhankelijkheid van reizigerskarakteristieken

De tijdsafhankelijkheid beschrijft het onderscheid tussen statische en dynamische toedelingsmodellen. Bij statische toedelingsmodellen wordt aangenomen dat het aantal voertuigen dat van het netwerk gebruik maakt constant is in de tijd. Het aantal ritten tussen een herkomst en bestemming wordt in zijn geheel aan één of enkele routes toegedeeld. Op elk tijdstip van de dag is de situatie in het netwerk identiek. Dynamische toedelingsmodellen houden wel rekening met variaties in de tijd. Het resultaat is dat de verkeerssituatie in het netwerk op elk tijdstip anders kan zijn. Dynamische toedelingsmodellen kunnen daardoor ook rekening houden met netwerkeigenschappen die variëren in de tijd, zoals het openen en sluiten van een spitsstrook of de werking van verkeerssignalering.

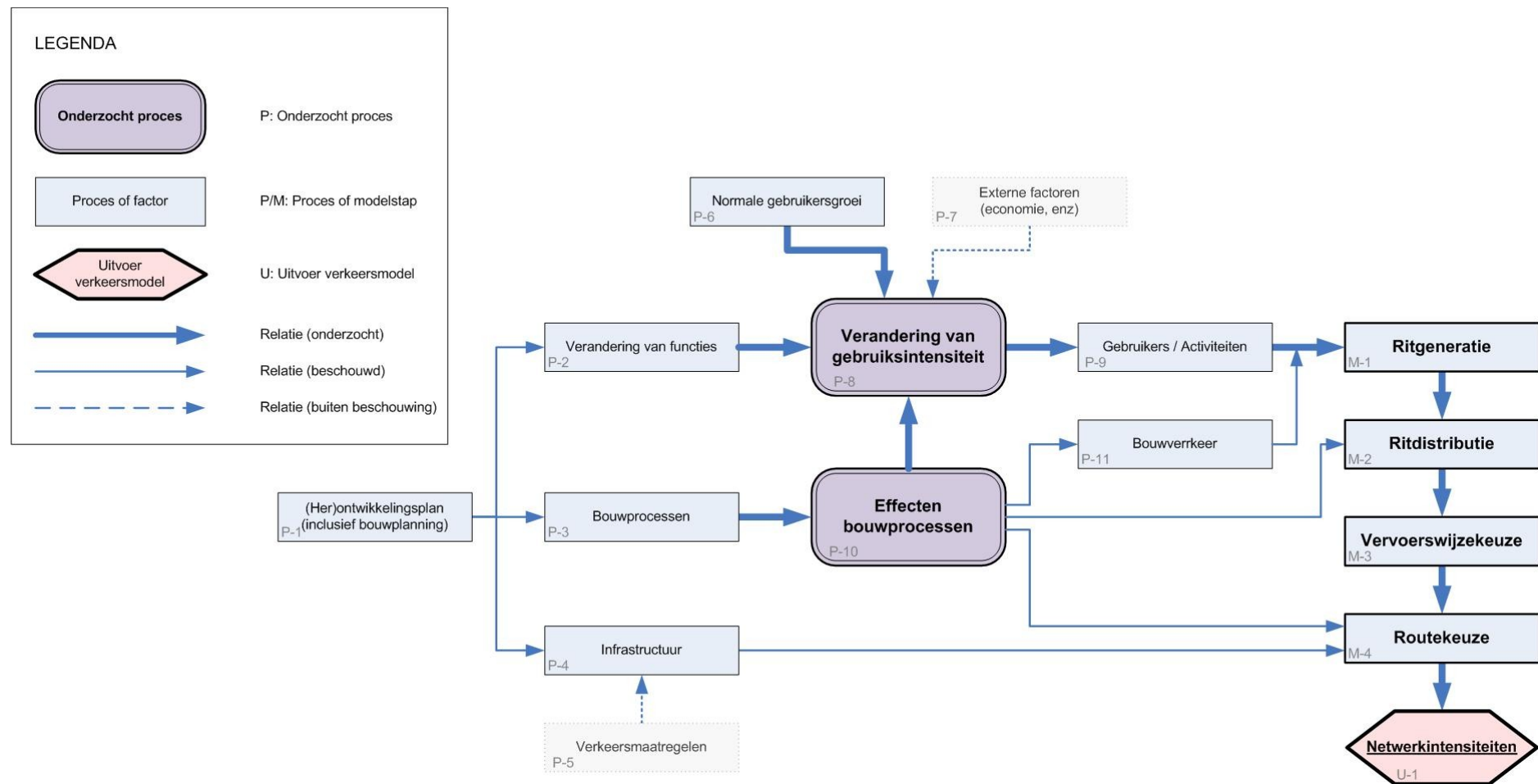
De capaciteitsafhankelijkheid betreft de vraag of er binnen de toedeling rekening wordt gehouden met de beperkte capaciteit van de infrastructuur. Als intensiteiten op wegen hun capaciteit naderen, wordt er langzamer gereden en neemt de reisduur en dus vertraging toe. Een deel van de ritten zal dan via een alternatieve route gaan omdat deze dan sneller is. Capaciteitsafhankelijke toedelingen houden met dit effect rekening door te zoeken naar een evenwicht waarin alle ritten een zo kort mogelijke route hebben (evenwichtstoedeling) of waarin het totaal van de ritten zo klein mogelijk is (systeem optimum). Er bestaan verschillende methoden om de evenwichten te bepalen waarbij het gebruikersevenwicht van Wardrop [1952] de meest bekende is. Dit evenwicht houdt in dat het verkeer zich op een zodanige manier over het netwerk verdeelt zodat geen enkele individuele reizigers zijn reistijd kan verminderen door een andere route te kiezen. In de evenwichtssituatie hebben alle gebruikte routes tussen een gegeven herkomst en bestemming dezelfde reistijd en hebben niet gebruikte routes een hogere reistijd.

Deze bijlage beschrijft het conceptueel model in detail dat is opgesteld als de beschrijving van de verkeersontwikkeling bij (her)ontwikkelingsprojecten. Op basis van de resultaten van de koppeling van de onderwerpen (her)ontwikkelingsproject en verkeersontwikkeling is een conceptueel model gemaakt. Een overzicht van dit conceptueel model is zichtbaar in figuur 62 op pagina 88.

Dit conceptuele model beschrijft hoe de onderzoeker modelleert op welke manier een (her)ontwikkelingsproject invloed heeft op de verkeersontwikkeling ten tijde van de (her)ontwikkeling. De belangrijkste uitgangspunten voor dit model zijn het bestemmingsplan en de bouwplanning. Deze plannen beschrijven alle ontwikkelingen die gaan plaatsvinden in het gebied. Op basis van deze informatie is bekend op welke momenten er op iedere locatie gewoond, gewerkt, gewinkeld, gerecreëerd en ook gebouwd wordt. Met andere woorden, welke functies en activiteiten worden ontplooid. De koppeling naar de verkeersprocessen gebeurt voornamelijk via de activiteiten die de aanwezige gebruikers ontplooiën. Deze activiteiten genereren een verplaatsingsbehoefte waarmee in een verkeersmodel verkeersvoorspellingen kunnen worden gedaan. De grootte van het aantal gebruikers en hun activiteitenpatroon wordt echter beïnvloed door diverse processen en factoren. De gebruikersgroei bij de ingebruikname van een nieuwe functie wordt hiervoor als belangrijke bepalende factor gezien. Om te kunnen voorspellen hoe groot de verplaatsingsbehoefte is op een bepaald moment is het nodig om te weten hoeveel het aantal gebruikers en hun activiteiten zijn gegroeid sinds de ingebruikname van een nieuwe functie. Naast reguliere activiteiten vonden ook diverse bouwactiviteiten plaats in het gebied. Deze activiteiten genereren zelf verkeer en daarnaast is ook de verwachting dat de processen een negatieve uitwerking hebben op zowel de verkeersontwikkeling als de gebruikers met hun activiteiten.

Van de meeste van de geïdentificeerde processen is reeds kennis of een methodiek voorhanden waarmee de verkeersontwikkeling kan worden voorspeld. Op basis van gegevens over gebruikers en hun activiteiten kan met behulp van ritgeneratie- en ritdistributiemethoden een voorspelling worden gemaakt van het aantal ritten dat zal plaatsvinden. En met toedelingstechnieken zijn de effecten van de beschikbaarheid van infrastructuur op de routekeuze te voorspellen. Voor de gebruikersgroei, bouwverkeer en de negatieve effecten van bouwprocessen is echter geen methode voorhanden om deze processen mee te nemen in de verkeersvoorspelling. In het kader van de tweede deelvraag wordt hier dieper ingegaan op de gebruikersgroei en de negatieve effecten van bouwprocessen. Het bouwverkeer is in deze stap geïdentificeerd en wordt meegenomen in het ontwerpen van de modelarchitectuur binnen het toepassingsdeel van het onderzoek, maar wordt niet verdiepend onderzocht vanwege de beperkte tijdspanne van het onderzoek.

BIJLAGE II – CONCEPTUEEL MODEL



Figuur 62 – Conceptueel model

II.1. Beschrijving onderdelen conceptueel model

Om eenduidigheid van de begrippen te waarborgen wordt van elk proces, factor en relatie een korte beschrijving gegeven. De codering [X-#] komt overeen met de codering in de elementen van het conceptueel model zoals deze in figuur 62 is te zien.

(Her)ontwikkelingsplan (inclusief projectplanning) [P-1]

Het ontwikkelingsplan determineert de toekomstige situatie. Het betreft hier onder andere het type ruimtegebruik voor alle locaties. In de bouwplanning of bouwfasering staat beschreven wanneer de veranderingen uit het bestemmingsplan worden doorgevoerd. De bouwplanning bepaalt daarmee voor elk moment de beschikbare ruimte voor de functies [P-2], welke bouwprocessen er spelen [P-3] en de beschikbaarheid van de infrastructuur [P-4].

Verandering van functies [P-2]

De beschikbare ruimte en functies ondersteunen de activiteiten [P-8] die hierin plaatsvinden.

Bouwprocessen [P-3]

Het moment en omvang van de bouwprocessen volgen direct uit de bouwplanning [P-1]. De invulling van de bouwprocessen kan erg divers zijn. Bouwprocessen zijn onder andere de bouw zelf en de bouwlogistiek, maar ook de negatieve effecten van het bouwproces op de omgeving zoals geluidshinder [P-10]. De bouwprocessen zijn daarnaast een directe determinant van het bouwverkeer. De bouwprojecten worden dan ook gezien als generator van bouwverkeer [P-11].

Infrastructuur [P-4]

De beschikbare infrastructuur volgt uit de bouwplanning. Deze infrastructuur is belangrijk voor het bepalen van het verkeersnetwerk voor het toedelingsmodel [M-4]. Naast de reguliere infrastructuur en de veranderingen hierin door de bouwplanning is het ook mogelijk dat er verkeersmaatregelen [P-7] worden getroffen om de bereikbaarheid en/of leefbaarheid te waarborgen.

Verkeersmaatregelen [P-5]

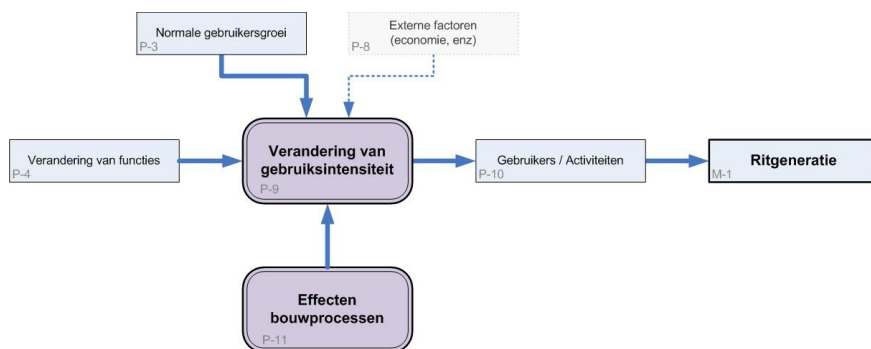
Om het verkeer tijdens de veranderingen in de infrastructuur door de bouwactiviteiten te beheersen kunnen er verkeersmaatregelen worden genomen. Voorbeelden hiervan zijn het aanleggen van tijdelijke verbindingen of adviesroutes of het sluiten van wegen voor bepaalde verkeerstypes. Verkeersmaatregelen vallen buiten het kader van dit onderzoek, maar voor de volledigheid is dit toch in het schema weergegeven.

Normale gebruikersgroei [P-6]

Naast veranderingen van gebruiksactiviteit door de herontwikkeling zit er ook een natuurlijke (autonome) verloop van gebruikers, activiteiten en hun verplaatsingen. Dit wordt de normale gebruikersgroei genoemd. Een speciale oorzaak hiervan zijn externe factoren zoals de economie [P-7]. Bij een slechtlopende economie zal het bijvoorbeeld langer duren voordat nieuwe werkfuncties in gebruik worden genomen. Dit proces wordt binnen het onderzoek niet specifiek onderzocht en daarom buiten beschouwing gelaten.

Verandering van gebruiksintensiteit [P-8]

De verandering van gebruiksintensiteit is een van de aspecten waar grondig naar wordt gekeken. De aanname is dat vier processen (zie figuur 63) invloed hebben op de veranderingen van gebruiksactiviteit. Gebruikers en hun activiteiten bepalen op hun beurt weer de verplaatsingsbehoefte van en naar de functie [M-1].



Figuur 63 – De gebruikersgroei en gerelateerde processen

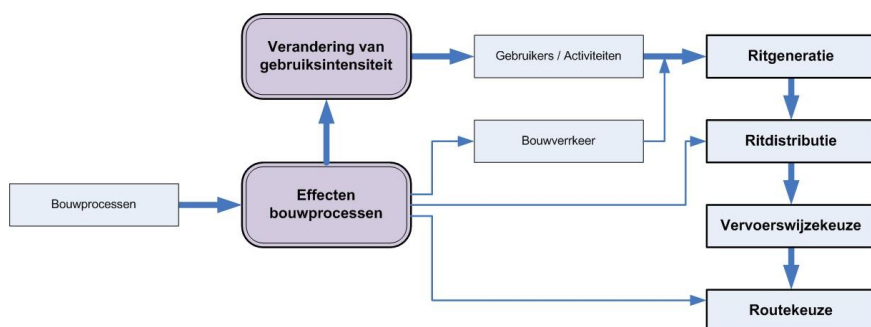
In een herontwikkelingsproject zijn de veranderingen van functies [P-2] leidend bij het vormen van de gebruikintensiteit. Hiernaast spelen ook de normale groei [P-6] en externe factoren [P-7] een rol. Verder kunnen effecten van de bouwprocessen [P-10] een (negatieve) invloed uitoefenen op de gebruikintensiteit. Mensen of bedrijven kunnen mogelijk het gebied mijden om in te gaan vestigen, werken, winkelen of recreëren.

Gebruikers/activiteiten [P-9]

Elk gebied kan een of meerdere functies (wonen, werken, winkelen, recreëren, etc.) herbergen. Allereerst bepaalt de functie die vanuit het bestemmingsplan is gedefinieerd welke activiteiten in een gebied worden ontplooid. Deze kennis wordt gebruikt in het voorspellen van het aantal ritten dat deze functie zal genereren, dus de ritgeneratie [M-1]. Naast het type van de activiteiten is ook de intensiteit bepalend voor de activiteiten. Deze volgt uit de gebruikintensiteit [P-8].

Negatieve effecten bouwproces (weerstand) [P-10]

Een ander proces dat extra aandacht krijgt, zijn de negatieve effecten die het bouwproces heeft op de ritgeneratie via de gebruikintensiteit [P-8] en bouwverkeer [P-11], op de ritdistributie [M-2] en op de routekeuze [M-4] (zie figuur 64).



Figuur 64 – De negatieve effecten van bouwprocessen en gerelateerde processen

Negatieve effecten kunnen bestaan uit overlast (beperking leefbaarheid en veiligheid) of een beperking van de bereikbaarheid (langere routes vanwege werkzaamheden). Deze elementen kunnen een negatieve invloed hebben op de gebruikersgroei in die omgeving (en eventueel een positief effect op functies buiten de omgeving) en ze hebben een direct effect op de verkeersontwikkeling. Deze laatste relatie heeft voornamelijk invloed op de distributie en routekeuzen (mensen vermijden bouwgebieden) en in mindere mate op de vervoerswijzekeuze.

Bouwverkeer [P-11]

Het bouwverkeer volgt uit de bouwprocessen en is afhankelijk van variabelen zoals de grootte van het bouwproject, de bouwphase waarin het project zich bevindt en de gebruikte bouwmethode.

Ritgeneratie [M-1]

Op basis van activiteiten [P-9] in een gebied ontstaat een verplaatsingsbehoefte. In de verkeerskunde wordt de generatie van ritten bepaald door voor iedere locatie (zone) de

ritproductie en de ritattractie te bepalen. De ritproductie en –attractie vormt dan de input voor de ritdistributie [M-2].

Ritdistributie [M-2]

Op basis van de ritproductie- en attractie kunnen met behulp van een rekenmethode (bijvoorbeeld zwaartekrachtmodel) de ritten worden gedistribueerd. Hierbij zijn netwerkafstanden nodig om de weerstand tussen HB-paren te bepalen. Daarnaast kan er extra weerstand ontstaan voor bepaalde gebieden (zones) door de negatieve effecten van nabij gelegen bouwprocessen [P-10]. Het resultaat van deze stap is een HB-matrix, eventueel gedifferentieerd naar reismotief.

Vervoerswijzekeuze [M-3]

De ritten die in het drukste uur worden gemaakt, kunnen gebruik maken van verschillende modaliteiten (zoals de auto, fiets, lopen, OV, etc.). Deze keuze hangt af van de beschikbaarheid en de eigenschappen van deze vervoersalternatieven (zoals reistijd, reiscomfort, kosten, enz.). Daarnaast is bekend dat er ook verschillend keuzegedrag is te onderscheiden tussen de reismotieven. Op basis van deze variabelen moet dus een rekenmethode worden gekozen die de vervoerswijzekeuze bepaald. Voor het modelleren van het verkeer wordt in principe alleen met het autoverkeer verder gerekend.

Routekeuze [M-4]

De routekeuze is te modelleren door gebruik te maken van een toedelingsmethodiek. Het is verstandig om gebruik te maken van een capaciteitsafhankelijke toedeling om een betrouwbaar beeld van de knelpunten te krijgen. Mogelijk spelen negatieve effecten van de aanwezigheid van bouwprocessen een rol in de routekeuze van het reguliere verkeer, waardoor het verkeer deze situaties zal vermijden. Door beïnvloedde wegen een extra weerstand mee te geven kan dit effect worden gemodelleerd. Hoe groot dit effect is, is echter nog onbekend en niet onderzocht waardoor dit ook niet in het uiteindelijke computermodel is meegenomen.

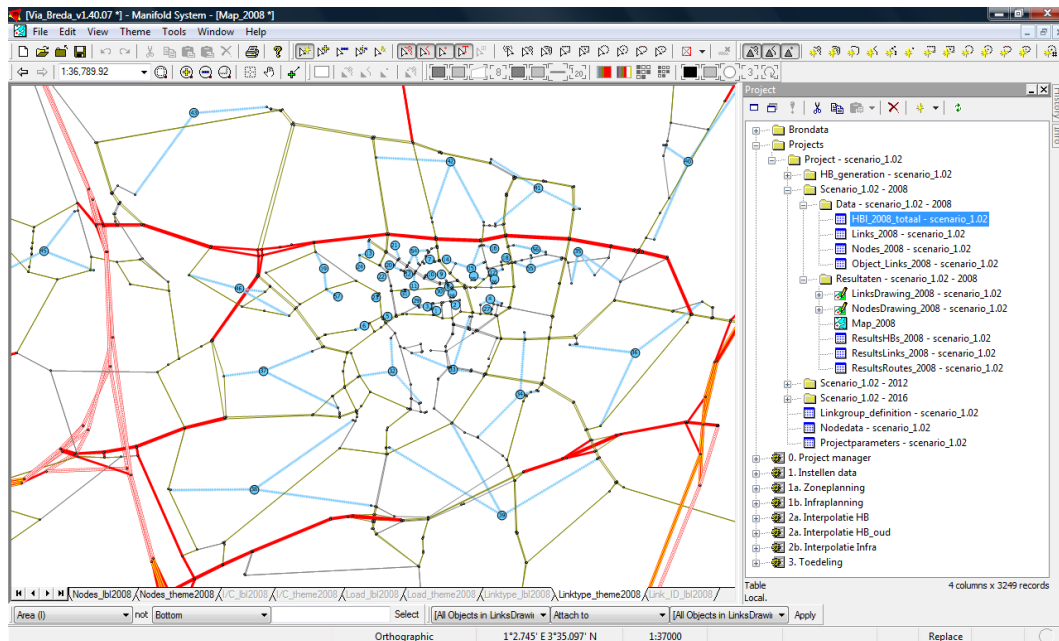
Netwerkkintensiteiten [U-1]

Het resultaat van de toedeling zijn intensiteiten op de wegvakken. Indien de netwerkkintensiteit de capaciteit van een wegvak benadert, is er sprake van een knelpunt. De verkeersdruk is dan zo groot dat de infrastructuur het niet meer aankan.

In deze bijlage worden het ontwikkelde computermodel toegelicht. In de eerste paragraaf worden de verschillende onderdelen van het computermodel beschreven en de gebruikersinterface toegelicht. Bijlage III.II geeft een beschrijving van de gebruikte data en de bewerkingen die hierop zijn uitgevoerd voor de toepassing van de case 'Via Breda'. De derde paragraaf geeft een overzicht van de gebruikte mappenstructuur van het computermodel.

III.I. Beschrijving onderdelen computermodel

Het computermodel bestaat uit verschillende onderdelen die elk een kleine taak van het gehele model uitvoeren. Het model is geïmplementeerd in Manifold. Manifold is een GIS-programma, bedoeld voor het bewerken, analyseren en visualiseren van geografische data. Het computermodel bestaat uit scripts en formulieren die de invoer van de gebruiker verwerken, berekeningen uitvoeren en de resultaten opslaan in tabellen en 'drawings'. Deze scripts en formulieren zijn in Manifold door de gebruiker te activeren. De data is opgeslagen in tabellen die door de scripts kan worden opgevraagd, bewerkt en weggeschreven. Daarnaast kan de data in tekeningen (drawings) worden weergegeven. Figuur 36 laat een screenshot zien van Manifold met daarin een actief model.



Figuur 65 – Screenshot van Manifold met actief model

Het grote venster laat in dit specifieke screenshot een *drawing* zien met daarin een verkeersnetwerk. In het venster aan de rechterzijde staan de tabellen en *drawings* en kunnen de scripts en formulieren worden geactiveerd. De knoppen aan de bovenzijde van het scherm zijn van Manifold en dienen voor diverse bewerkingen. Deze hebben niet specifiek met het model te maken. Het interpolatiemodel bestaat in principe uit vijf scripts met een eigen invoerscherm en elk script behandelt een onderdeel van het interpolatiemodel:

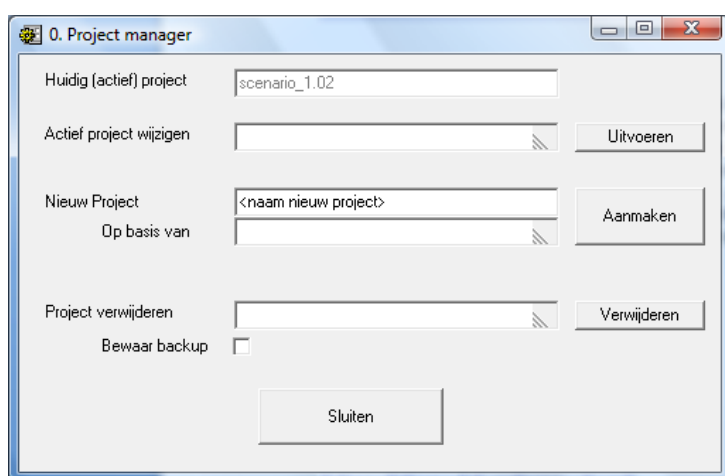
- Scenariobeheer
- Instellen modelparameters
 - Invoer vastgoedplanning
 - Invoer infrastructuurplanning

- Interpolatiemodel – verplaatsingsbehoefte
- Interpolatiemodel – infrastructuur
- Toedelingsmodel

Per modelonderdeel zal de werking kort worden toegelicht.

Scenariobeheer

Het model en de datastructuur is opgezet zodat met verschillende scenario's kan worden gewerkt. Een scenario bestaat in principe uit een eigen dataset, een door de gebruiker gedefinieerde planning (voor vastgoed en infrastructuur) en uiteindelijk een set resultaten. Met behulp van de *scenariobeheerder* kunnen scenario's worden aangemaakt en bewerkt. Daarnaast wordt hier ingevoerd wat op dat moment het actieve scenario is. Aanpassingen kunnen dan alleen op dat scenario worden toegepast. Hierdoor wordt voorkomen dat ongewenste veranderingen in andere scenario's worden gemaakt. Figuur 66 laat de interface zien waar de gebruiker de scenario's kan managen.



Figuur 66 – Gebruikersinterface van het *scenariobeheer*

Nieuwe scenario's kunnen worden aangemaakt op basis van de oorspronkelijke data (brondata) of van een ander scenario. Op deze manier is het gemakkelijk om varianten met een veranderd netwerk of planningen te kunnen aanmaken.

Instellen modelparameters

Als een scenario is aangemaakt kan de gebruiker de parameters van dat scenario instellen of aanpassen. Het belangrijkste is het invoeren van de data van de tussenjaren die het model moet doorrekenen (zie figuur 67). Daarnaast kan de gebruiker de planningsgegevens van de vastgoedontwikkelingen en de infrastructuur opvragen en aanpassen. De interface hiervoor is echter niet uitgewerkt omdat daar, vanwege pragmatische redenen (tijd), geen prioriteit aan is gegeven. De aanpassingen moeten handmatig in de tabellen moet worden verwerkt.

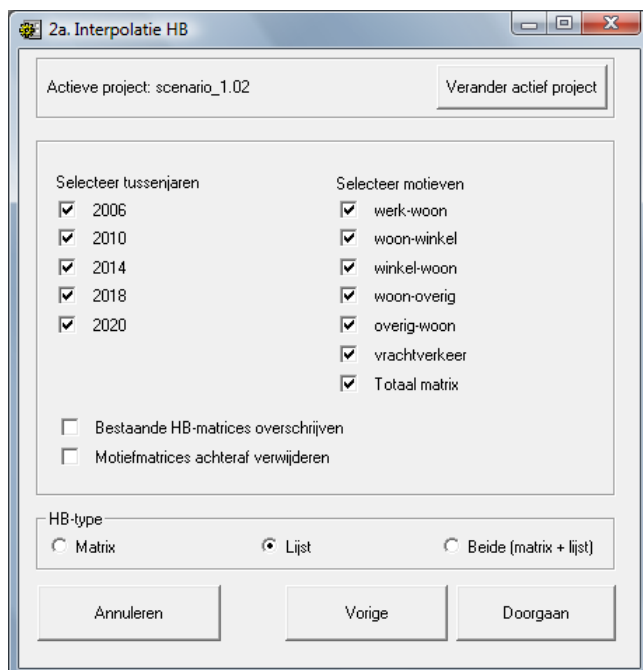


Figuur 67 – Invoerscherm waarin de gebruiker scenarioparameters kan bekijken en aanpassen

Vastgoedontwikkelingen kunnen worden gedefinieerd door voor een zone aan te geven of een herontwikkeling plaatsvindt, of deze ontwikkeling de woon- of werkfunctie betreft, welk percentage van de zone wordt (her)ontwikkeld en wat de tijdsperiodes zijn waarop de ontwikkeling plaatsvindt. Ditzelfde kan ook worden gedaan voor 'links' (wegvakken) maar dan kan de gebruiker definiëren of de weg wordt afgesloten voor werkzaamheden of dat de capaciteit van een wegvak wordt veranderd door de aanwezigheid van wegwerkzaamheden of bouwverkeer. Ook voor wegvakken kan de gebruiker aangeven in welke tijdsperiode deze aanpassingen actief zijn.

Interpolatiemodel verplaatsingsbehoefte

Als alle invoer naar de wensen van de gebruiker is aangepast, kan de daadwerkelijke berekening plaatsvinden. In het computermodel worden dezelfde stappen aangehouden als in het rekenmodel (zie paragraaf 5.3). De eerste twee stappen uit het rekenmodel (ruimtelijk model en verplaatsingsbehoeftemodel) zijn samengevoegd in een script dat de verplaatsingsbehoefte bepaald van een tussenjaar. Figuur 68 laat het scherm zien waarin de gebruiker de berekening kan instellen en aanzetten.



Figuur 68 – Gebruikersinterface van het script dat de verplaatsingsbehoefte voor tussenjaren berekend

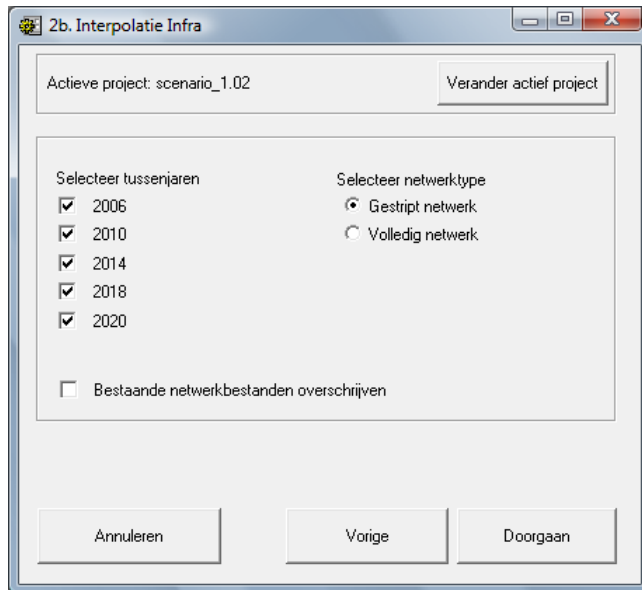
De gebruiker kiest in het scherm van welke tussenjaren de verplaatsingsbehoefte moeten worden bepaald en op basis van welke motieven dit moet gebeuren. In principe moet dit gebeuren op basis van alle motieven zodat alle ritten worden meegenomen. Van alle motief-matrices wordt door het programma een totaalmatrix gegenereerd. Deze wordt gebruikt in de uiteindelijke toedeling. Het HB-type bepaald in welke vorm de HB-matrix wordt opgeslagen door het programma. Het toedelingsmodel maakt gebruik van de lijst-vorm dus dit is de standaardwaarde. Als de gebruiker op 'Doorgaan' drukt begint het programma met de interpolatie. Hierbij doorloopt het model de volgende componenten van het rekenmodel:

- **Ruimtelijk model:** Het per zone bepalen van de percentages waarin de woon- en werkfunctie actief zijn in een tussenjaar. Zoals in het rekenmodel wordt aangegeven gebeurt op basis van de gegevens uit het basisjaar en het toekomstjaar.
- **Verplaatsingsbehoeftemodel:** Per motief worden de HB-matrices voor het tussenjaar gegenereerd op basis van de matrices van het basis- en toekomstjaar, de productie- en attractiefactoren uit de OD-informer en de berekende socio-economische gegevens uit stap 1. Het resultaat van deze stap is een HB-matrix per motief. Door deze bij elkaar op te tellen ontstaat een totale HB-matrix die overeenkomt met de verplaatsingsbehoefte in het tussenjaar.

In de volgende paragrafen zijn deze berekeningsstappen verder uitgewerkt.

Interpolatiemodel verkeersnetwerk

Net als de HB-matrices moeten ook de verkeersnetwerken voor de tussenjaren worden bepaald. Dit gebeurt op basis van de infrastructuurplanning die door de gebruiker is ingevoerd. Op het invoerscherm van het programma dat deze interpolatie uitvoert (figuur 69) kan de gebruiker aangeven voor welke tussenjaren een netwerk moet worden gegenereerd en of de gebruiker een compleet verkeersnetwerk wilt maken of alleen met de belangrijkste wegen (gestript netwerk). Dit onderscheid is vooraf door de modelmaker ingevoerd in de definitie van de links (wegvakken). Door te kiezen voor het gestripte netwerk kan het toedelingsmodel veel sneller routezoeken en wordt de rekentijd verkort. Door de belangrijkste wegen wel mee te nemen zijn de resultaten toch relatief betrouwbaar.



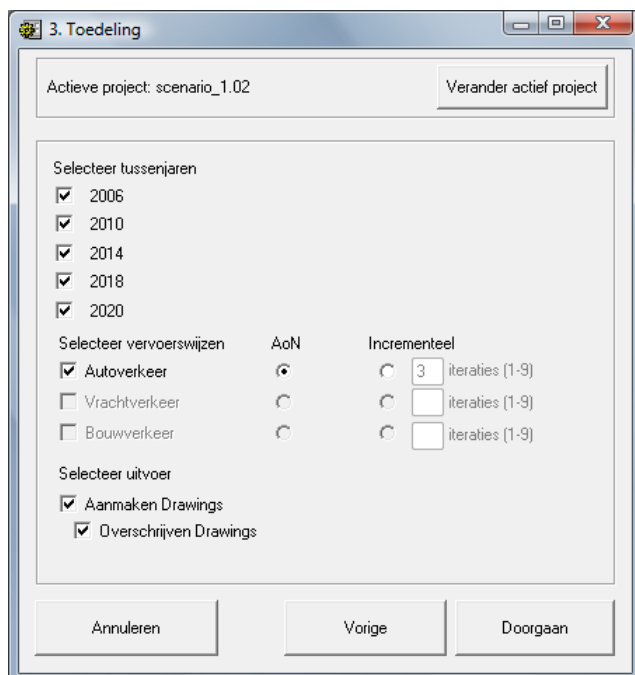
Figuur 69 – Invoerscherm voor de interpolatie van het verkeersnetwerk

Het model voert de volgende component uit van het rekenmodel:

- **Verkeersnetwerkmodel:** Het programma bepaald per link of deze actief is volgens de planningsgegevens en of deze in het tussenjaar is gedefinieerd volgens de situatie in het basisjaar of het toekomstjaar. Indien er werkzaamheden in het tussenjaar plaatsvinden op de link wordt deze niet of in aangepaste vorm toegevoegd aan het netwerkbestand voor dat tussenjaar. De aanpassing kan zijn door een beperking in capaciteit of maximum snelheid.

Toedelingsmodel

De laatste stap van het rekenmodel is de toedeling. Dit model bepaalt routes tussen alle herkomsten en bestemmingen op basis van het netwerk van het tussenjaar en gebruikt deze routes om het verkeer van de HB-matrix op toe te delen. De gebruiker kan in het invoerscherm aangeven voor welke tussenjaren de toedeling moet worden uitgevoerd (figuur 70). De keuze voor het toedelen van vracht- en bouwverkeer zijn in deze modelversie uitgeschakeld. De matrix voor het vrachtverkeer is reeds verwerkt in de totaalmatrix en het bouwverkeer is niet geïmplementeerd in dit model. De mogelijkheid bestaat om dit in een later stadium nog te implementeren. De gebruiker tussen twee toedelingstechnieken; de Alles-of-Niets-toedeling of een Incrementele toedeling, waarbij de Alles-of-Niets-toedeling hetzelfde is als een incrementele toedeling met een enkele iteratiestap.



Figuur 70 – Gebruikersinterface van het toedelingsmodel

De kortste route wordt bepaald op basis van reistijden. Voor elk wegvak is een lengte en (maximum) snelheid bekend waarmee de freeflow reistijd kan worden berekend. Voor belaste wegvakken kan de reistijd op een wegvak worden bepaald door met behulp van een reistijdfunctie of BPR-functie [American Bureau of Public Roads, 1964] waarmee de drukte op het wegvak wordt meegenomen in de bepaling van de reistijd. Bij een Alles-of-Nietstoedeling wordt voor een HB-relatie maar een enkele route gebruikt. Over het algemeen is de toedelingstechniek niet geschikt voor situaties waarin wegvakken aan hun capaciteit komen. Automobilisten gaan immers alternatieve routes nemen als de oorspronkelijke route druk is of vast staat. In het geval van een incrementele toedeling wordt eerst een deel van de ritten toegedeeld. Op basis van deze toedeling worden nieuwe kortste routes bepaald (met behulp van de reistijdfuncties) en wordt weer een gedeelte van de ritten toegedeeld. Op deze wijze wordt de realiteit van routekeuzen beter benaderd. De toedelingsmethodieken zijn in bijlage I.V verder toegelicht.

Voor de geselecteerde tussenjaren wordt een toedeling uitgevoerd. Het resultaat van de toedeling bestaat uit belastingen van wegvakken in aantal PAE (personenautoequivalent) dat in een uur (het drukste uur) over het wegvak rijdt. Door dit te vergelijken met de capaciteit is een indicatie te geven van de drukte van een wegvak (I/C-verhouding) en of het aannemelijk is dat congestie ontstaat. Het programma slaat daarnaast de gebruikte routes op en worden kaarten aangemaakt waarin de belastingen en I/C-verhoudingen geografisch kunnen worden weergegeven.

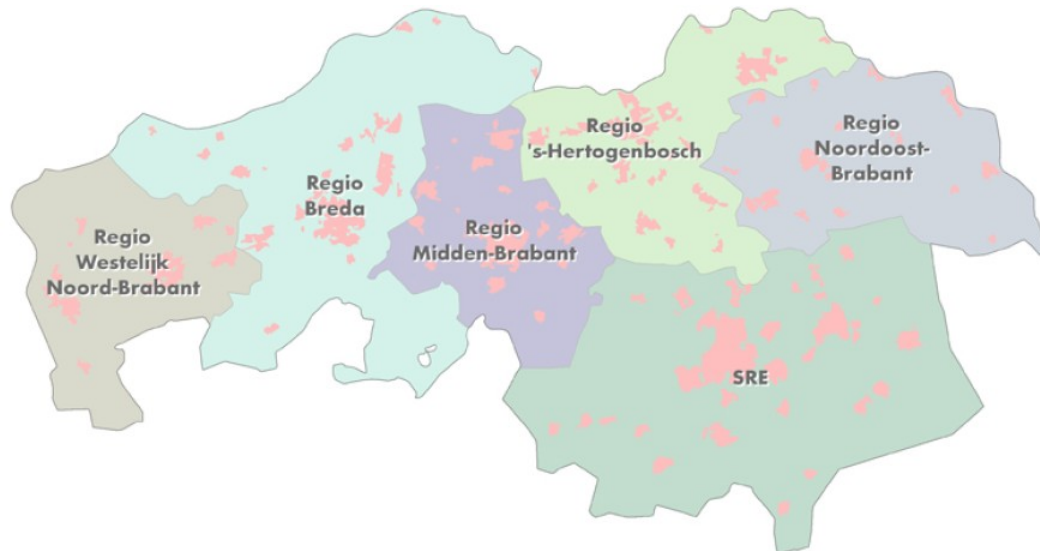
III.II. Beschrijving inputdata

Het computermodel maakt gebruik van een aantal databronnen. Voor het testen en ontwerpen van het model heeft de Gemeente Breda haar verkeersmodel beschikbaar gesteld. Voor het computermodel zijn vier type bronbestanden nodig:

- **HB-matrices** van het basisjaar en het toekomstjaar. Er wordt gebruik gemaakt van matrices die het drukste uur beschrijven. Daarnaast is het nodig dat voor alle ritaantallen onderscheid is gemaakt naar motief.
- **Netwerkbestanden** van het basisjaar en het toekomstjaar. Een netwerk bestaat in essentie uit een zonering, knopen (nodes) en wegvakken (links) waarmee het verkeersnetwerk is gedefinieerd.

- **Socio-economische gegevens** per zone. Voor het model zijn het aantal werkplekken, huishoudens en bewoners van belang.
- **Fasering van vastgoed- en infrastructuurontwikkeling.** Dit is de gefaseerde projectplanning van de herontwikkeling van het vastgoed en de infrastructuur.

De bron van deze bestanden is het verkeersmodel van GGA-Breda. GGA staat voor GebiedsGerichteAanpak en is een regionaal samenwerkingsverband op het gebied van verkeer en vervoer tussen Provincie, Rijkswaterstaat, gemeentes en andere organisaties in Noord-Brabant (zie figuur 38). Het GGA-verkeersmodel wordt (onder andere) gebruikt voor het analyseren gemeentegrensoverschrijdende verkeersonderwerpen.



Figuur 71 – GGA-regio's in Noord-Brabant [Provincie Brabant, 2009]

Het GGA-Breda verkeersmodel is gemaakt in het softwarepakket Questor van DHV [www.dhv.com, 2009]. Als basisjaar is de situatie van 2006 gemodelleerd. Deze situatie is gekalibreerd en gevalideerd met behulp van een groot aantal verkeerstellingen in de regio. Op basis van dit gekalibreerde model is een toekomstscenario gemaakt voor de situatie in 2020. Ontwikkelingen die hierin zijn meegenomen zijn de ontwikkeling van de spoorzone en het NAC stadion in Breda. Het 2006- en 2020-model vormen de input voor het eigen model voor respectievelijk het basis- en toekomstjaar. Voordat deze data bruikbaar was, zijn verschillende (ingrijpende) aanpassingen nodig gebleken. Deze bewerkingen worden hieronder per datatype toegelicht.

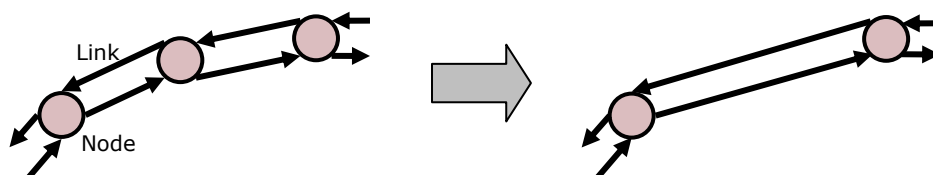
III.II.I. Netwerk (inclusief Zonering)

Het netwerkbestand inclusief de bijbehorende zonering wordt beschreven door middel van een drietal tabellen. De eerste tabel beschrijft de centroiden welke de data bevat van een zone. Naast de geografische kenmerken zoals locatie is hier ook de socio-economische data (SE-data) aangekoppeld. In het GGA-model bestaat deze SE-data onder andere uit het aantal huishoudens, huishoudgrootte, aantal werkplekken, leerlingplaatsen, autobezit en het aantal huizen. Het daadwerkelijke verkeersmodel is beschreven door middel van knopen (nodes) en wegvakken (links). Een node heeft coördinaten die een locatie beschrijven en een link beschrijft een verbinding tussen twee nodes. Een link heeft een lengte en diverse attributen zoals de maximum snelheid, capaciteit en restricties over welk verkeer er over mag rijden.

Het GGA-model Breda bestaat uit 1900 zones en meer dan 23000 links. Het model beslaat het grootste gedeelte van provincie Brabant om het verkeer in de regio goed te kunnen modelleren. Een zone beschrijft een gebied op postcode 4 (wijkniveau) tot postcode-5-gebied (buurtniveau), afhankelijk de stedelijkheidsgraad en netwerk. Voor een binnenstedelijk herontwikkelingsproject is het niet nodig om dit gehele gebied mee te nemen, dus kan er worden volstaan met een

uitsnede van het netwerk. In eerste instantie is geprobeerd om door middel van een cordon het gebied te verkleinen. Door aan de randen van dit cordon de verkeersaantallen te tellen en dit onder te brengen in nieuwe (rand)zones wordt alleen het studiegebied meegenomen, maar blijft het verkeer van en naar het buitengebied behouden. Ten tijde van het onderzoek bleek deze aanpassing erg complex te zijn, dus is een andere methode toegepast. De gebruikte methode neemt de socio-economische data van zones samen om zo het aantal zones te verminderen. Dit is legitiem omdat het voor de verkeersmodellering in het studiegebied in Breda niet nodig is om te weten of verkeer van wijk A, of B in Tilburg komt. Met behulp van deze methode is het aantal zones van 1900 naar 57 teruggebracht. In de casebeschrijving van 'Via Breda' in hoofdstuk 7 worden de casespecifieke onderdelen verder toegelicht. De precieze methode van het samennemen van zones staat beschreven in Bijlage IV.I.

Ook het netwerk is versimpeld. Allereerst zijn alle wegen die niet voor autoverkeer beschikbaar zijn eruit gefilterd. Daarna is met behulp van een zoekalgoritme gezocht naar situaties in het netwerk die versimpeld kunnen worden. Indien verbindingen met onnodig veel links en nodes waren gedefinieerd zijn deze vereenvoudigd. Figuur 72 laat een situatie zien waarop een vereenvoudiging is toegepast. In Bijlage IV.II staat een beschrijving van dit zoekalgoritme.



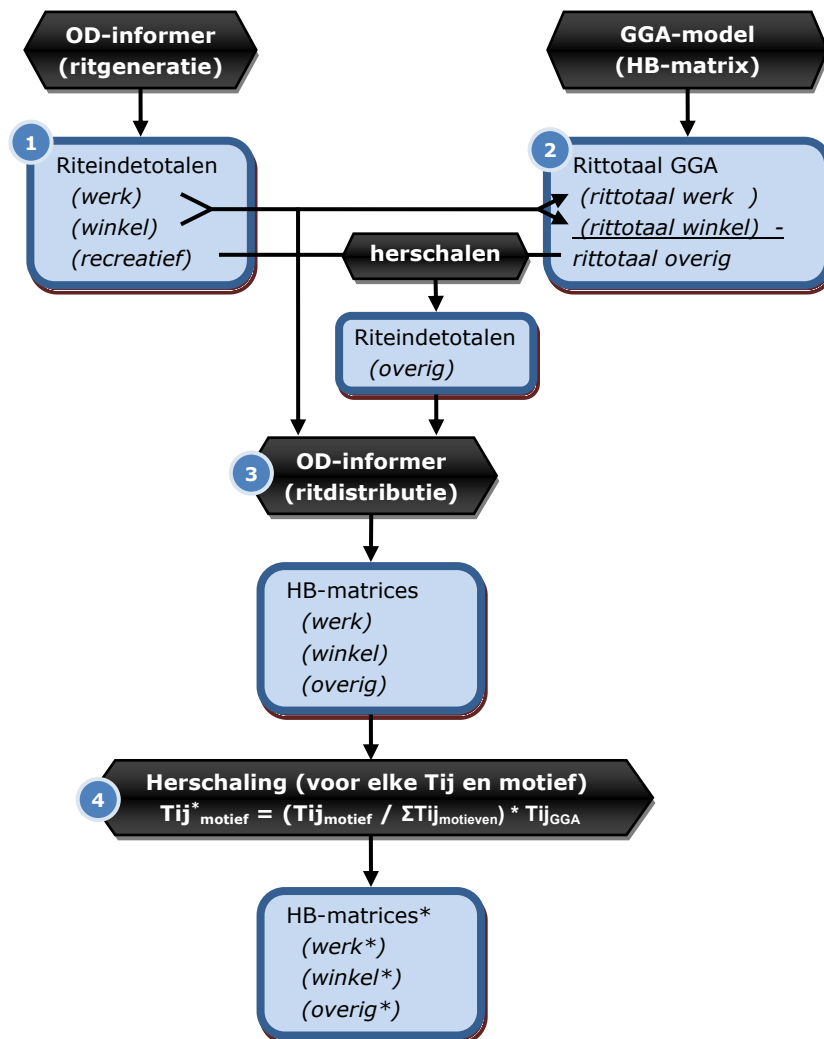
Figuur 72 – Vereenvoudiging van het netwerk

III.II.II. HB-matrices

Herkomst-Bestemmingsmatrices beschrijven de hoeveelheid ritten die gemaakt worden tussen zones. Voor een goede werking van het model zijn aparte matrices nodig per motief. De motieven die nu in het model onderscheiden worden zijn het woon-werkverkeer, woon-winkelverkeer en woon-overig. Daarnaast moeten het drukste-uurmatrices zijn en niet etmaalmatrices om uiteindelijk een capaciteitsafhankelijke toedeling te kunnen uitvoeren.

Vanuit het GGA-verkeersmodel van de Gemeente Breda bleek het niet mogelijk om HB-matrices per motief te verkrijgen. De totale auto- en vrachtverkeermatrices voor het basis- en toekomstjaar voor het drukste uur (17:00 – 18:00 uur) waren wel beschikbaar. Daarnaast waren de matrices gebaseerd op het GGA-model met 1900 zones, in plaats van het versimpeld model met 57 zones. Op de HB-matrices zijn dus twee bewerkingen uitgevoerd; het opsplitsen van de matrices per motief en het samennemen van de herkomsten en bestemmingen zodat ze voldoen aan de zonering met 57 zones. De laatste bewerking (samennemen van zones) is in tegenstelling tot wat verwacht werd nog erg gecompliceerd gebleken. Dit kwam door een verschillende zonering van het 2006- en 2020-model. Voor het maken van onderscheid naar reismotief is gebruik gemaakt van kennis uit de OD-informer [Thomas en Tutert, 2008]. In het vervolg van deze paragraaf is de methode samenvattend toegelicht. Voor een gedetailleerde uitwerking wordt verwezen naar Bijlage IV.III.

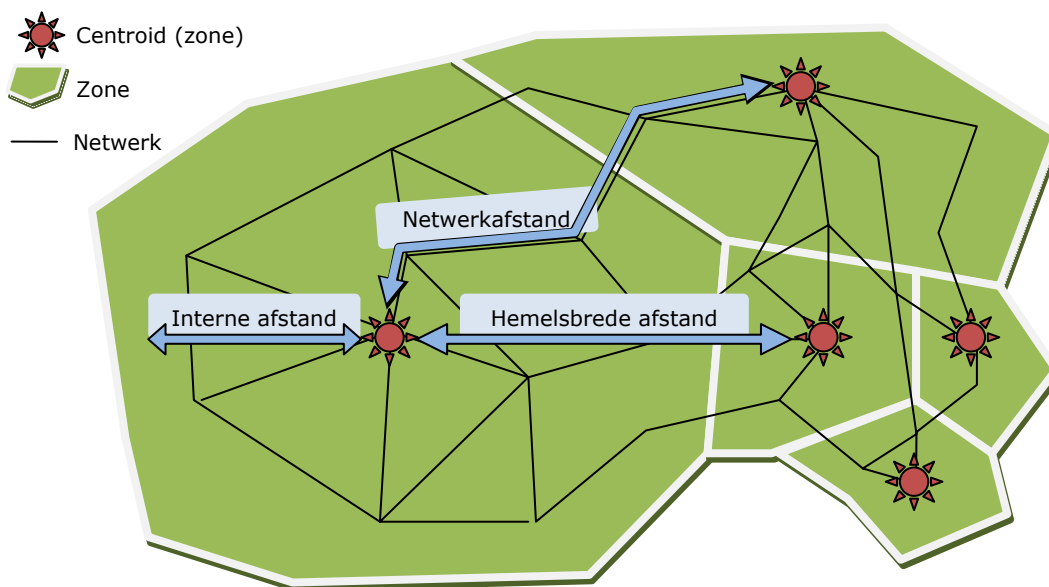
Vanuit het GGA-model van de Gemeente Breda kunnen alleen de totaalmatrices (alle motieven samen) worden verkregen voor het basis- en toekomstjaar. Op basis van de methodiek uit de OD-informer wordt met behulp van een simpele berekening een HB-matrix voor een motief bepaald. Als randvoorwaarde is gesteld om de bewerkingen te doen met inachtneming van de HB-matrix van het GGA-model. Deze randvoorwaarde is gesteld zodat de resultaten van het begin- en eindjaar van het eigen toedelingsmodel vergeleken kunnen worden met de resultaten van het GGA-model. Het opsplitsen van de matrix gebeurt in vier stappen. Het schema in figuur 73 geeft een overzicht van deze stappen.



Figuur 73 – Schema genereren van HB-matrices per motief

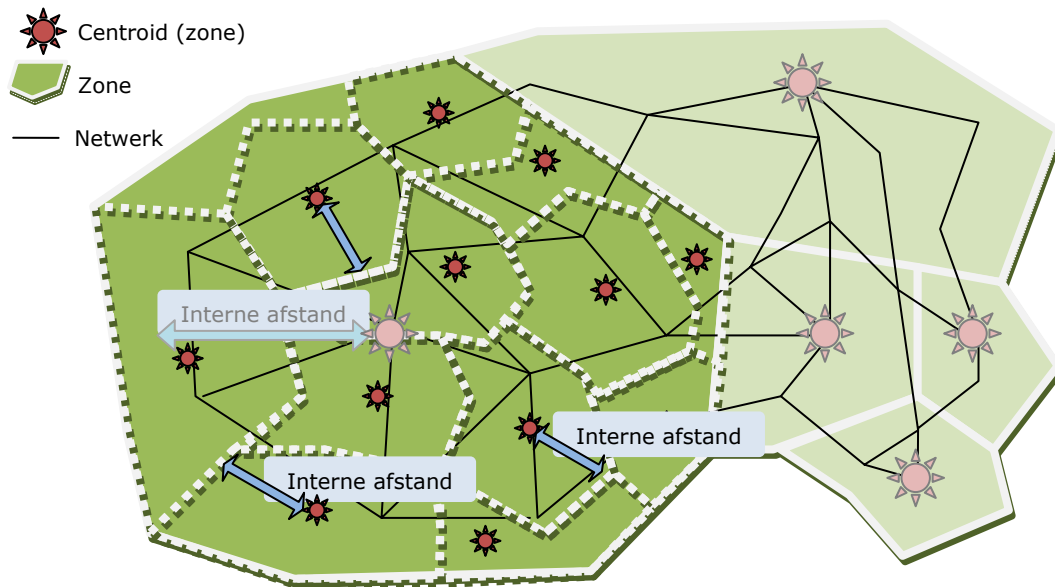
1. Allereerst worden met behulp van de methodiek uit de OD-informer (zie bijlage IV.III) de ritproductie- en -attractieaantallen bepaald voor elke zone voor de motieven werk-woon, woon-winkel, winkel-woon, woon-recreatief en recreatief-woon. De woon-werkmatrix is niet nodig aangezien tijdens het drukste uur in de avondspits (nagenoeg) geen verkeer van woningen naar werkplekken gaat.
2. Het totaal aantal ritten van de matrices woon-winkel, winkel-woon en werk-woon wordt van de totaalmatrix van het GGA-model afgetrokken. Er blijft dan een rest aantal ritten over. De riteindetotalen van de recreatief-matrices worden geschaald met deze rest zodat het totaal aantal ritten van alle motief-matrices gelijk is aan het aantal ritten van de totaalmatrix van het GGA-model. Vanaf nu worden de recreatief-matrices, overig-matrices genoemd.
3. De riteindetotalen worden gedistribueerd op basis van de OD-informer. Deze bewerking lijkt op de bewerking die in het rekenmodel wordt toegepast bij het bepalen van de verplaatsingsbehoefte (zie paragraaf 5.3.4). Voor bepaling van de overig-matrices wordt gebruik gemaakt van de distributiefactoren voor het recreatieve motief. Het resultaat van deze stap zijn HB-matrices voor de verschillende motieven.
4. Per HB-relatie (*Tij*) wordt de verhouding van het aantal ritten per motief bepaald. Al deze verhoudingen worden per HB-relatie toegepast op de totaal-matrix van het GGA-model. Op deze manier ontstaan HB-matrices (*HB-matrices**) voor elk motief die samen voldoen aan de structuur van de totale GGA-matrix.

Bij het bepalen van de distributie in de matrices met behulp van de OD-informer zijn weerstandsmatrices (SKIM-matrices) nodig die de hemelsbrede of netwerkaftanden beschrijven tussen zones. Door de herzonering van 1900 naar 57 zones zitten er echter grote verschillen in de grootte van de zones waardoor ook de grootte van de intrazonale afstanden veranderd. Een intrazonale afstand is de gemiddelde afstand die binnen een zone wordt afgelegd. Deze wordt doorgaans bepaald door de helft van de gemiddelde afstand naar de naastgelegen zones te nemen zoals te zien is in figuur 74. De interne afstanden zijn groter geworden doordat de samengenomen zones groter zijn geworden en hierdoor ontstaan fouten in de distributie. Als er geen aanpassingen zouden worden gedaan aan de interne afstanden van samengenomen zones wordt het aantal interne ritten in een zone door de grote intrazonale afstanden onderschat en dus het aantal interzonale ritten overschat. Dit heeft dan weer effect op de vervoerswijzekeuze zodat er een onrealistisch aantal autoritten word gemodelleerd.



Figuur 74 – Voorbeeld hemelsbrede, netwerk – en interne (intrazonale) afstanden

Om deze foutenbron op de uitkomst van de distributie en vervoerswijzekeuze inzichtelijk te maken en te controleren is gekeken naar de gemiddelde ritlengte. Zo is bekend dat de gemiddelde lengte van een rit in Nederland 16.8km is [CBS, 2009-b]. Deze waarde is gebruikt om de voor de samengenomen zones een betere interne afstand te schatten. In plaats van een nieuwe interne afstand te bepalen van de samengenomen zones is het gemiddelde genomen van de interne afstanden van de zones waaruit de samengenomen zone eerst bestond (zie figuur 75). Deze is dan veel kleiner dan de nieuw bepaalde interne afstand van de grote zone. Door een interne afstand te nemen die in een bepaalde verhouding is gebaseerd op zowel de grote als de kleine interne afstand is een match gemaakt met de gemiddelde ritafstand uit het CBS van 16.8km. Bijlage IV.I geeft een gedetailleerde beschrijving van deze bewerking.



Figuur 75 – Voorbeeld hemelsbrede afstand van de originele zones voor samenvoeging

Met behulp van de nieuwe interne afstanden voor de samengenomen zones zijn HB-matrices gegenereerd. Tabel 11 laat de gemiddelde ritlengtes van de matrices van het basis- en toekomstjaar zien per motief. Ook zijn hierin de gemiddelde ritlengtes weergegeven van Nederland in 2006 [CBS statline, 2009-b]. Wat opvalt is het verschil bij het woon-winkel verkeer. Dit kan worden verklaard door het feit dat veel woon-winkelritten binnen de zone wordt gemaakt. De samengenomen zones hebben grotere interne afstanden zodat de gemiddelde ritafstand van alle winkelritten samen te groot wordt berekend. In bijlage IV.I.II wordt dit effect uitgebreider toegelicht. De ritlengte van het motief 'overig' is vergeleken met het recreatieve motief, omdat dit het oorspronkelijke motief was waarmee in de OD-informer de 'overig'-matrix is berekend. Behalve het woon-winkelmotief komen de waarden voor gemiddelde ritlengte qua orde grootte goed overeen.

Motief	2006	2020	CBS (situatie 2006)
Werk-woon	18.9 km	19.5 km	22.0 km
Woon-winkel	12.5 km	12.7 km	6.8 km
Winkel-woon	12.5 km	12.6 km	
Woon-overig	17.9 km	18.3 km	17.9 km (recreatief)
Overig-woon	17.8 km	18.2 km	
Alle motieven	16.8 km	17.3 km	16.8 km

Tabel 11 - Gemiddelde ritafstanden van de gegenereerde HB-matrices in vergelijking met de Nederlandse gemiddelden [CBS statline, 2009-b]

III.II.III. Socio-economische gegevens

Voor een motiefafhankelijke interpolatie van de matrices is het nodig om het aantal huishoudens, inwoners en werkplekken van de zones te weten. Over het algemeen zijn deze beschikbaar vanuit het verkeersmodel dat als databron dient. Voor het interpolatiemodel moet de variabele 'inwoners' nog worden omgeschreven naar 'werkenden'. Dit kan door het aantal inwoners te vermenigvuldigen met een factor 0.45 [CBS-statline, 2009-a].

III.II.IV. Fasering van vastgoed- en infrastructuurontwikkeling

De planning van de vastgoed- en infrastructuurontwikkelingen vormen in het model een belangrijke gebruikersinvoer. Op basis van deze gegevens worden de verkeersstromen van een

tussenjaar bepaald. In het model is gekozen om de planningsgegevens op dagniveau in te voeren, dus met een datum.

Het detailniveau van de vastgoedfaseringen is opgesplitst in drie fasen: sloop/grondsanering, ruwbouw en afbouw. Voor dit faseringsonderscheid is gekozen omdat de fasen verschillende typen verkeer genereren en al in een redelijk vroeg tijdstip van de planvorming een schatting kan worden gemaakt van deze planning. De drie fasen hoeven niet serieel te lopen, maar kunnen ook parallel aan elkaar lopen. Bijvoorbeeld bij de bouw van een woonwijk waarbij een gedeelte van de woningen nog in de ruwbouwfase zitten en andere woningen al worden afgebouwd. De ontwikkelingen in de infrastructuur kunnen worden gedefinieerd op linkniveau (wegvakniveau). Wegen die worden opgebroken of nieuw worden aangelegd hebben een datum waarop ze inactief respectievelijk actief worden. Wegen die tijdelijk worden afgesloten voor werkzaamheden of voor een bouwweg kunnen worden gedefinieerd door de begin- en einddatum van de verandering te definiëren en het capaciteitsverlies te bepalen.

De bronnen waar een projectfasering op kan worden gebaseerd is erg divers. Afhankelijk van het stadium waarin de planvorming van een herontwikkelingsproject zich bevindt, is de fasering uitgewerkt van op wijkniveau of stadsdeelniveau tot perceel- en straatniveau. Ook het detailniveau van de fasering in de tijd kan erg verschillend zijn. Bij de vroegste plannen van een herontwikkeling is de fasering van wijken in jaren gedefinieerd, terwijl bij uitgewerkte projectplanningen al een planning op dagniveau beschikbaar is. Uiteindelijk moeten de planningen worden vertaald naar het zone- en dagniveau waarin het model werkt. Als de planning erg globaal is, moeten aannamen worden gemaakt in de drie bouwfases die het model onderscheidt. Bij een planning die ruimtelijk gedetailleerder is dan de zonering kan eventueel worden gekozen voor het opsplitsen van zones om zo het detailniveau van de planning in het model te implementeren.

III.III. Overzicht mappenstructuur

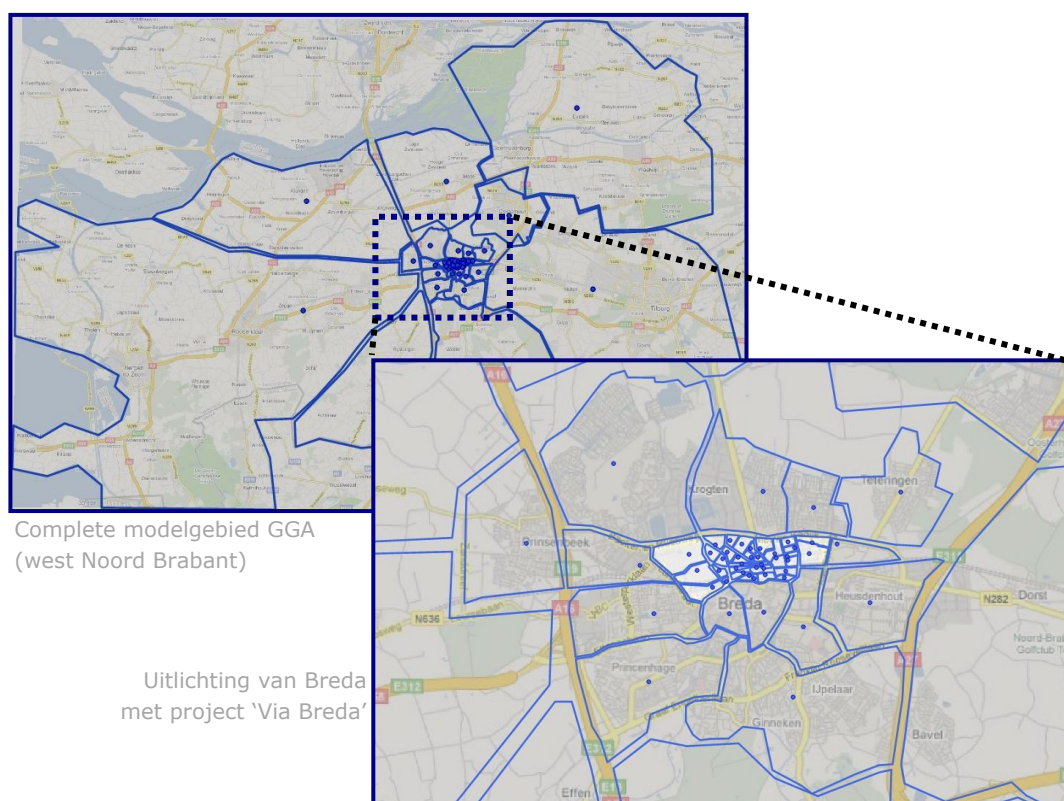
De modeldata in het computermodel is opgeslagen in diverse tabellen. Tabel 12 laat de mappenstructuur met inhoud zien met een korte toelichting hierop. In het project kunnen scenario's worden aangemaakt waarmee verschillende planningen voor de vastgoed- en infrastructuurontwikkelingen kunnen worden doorgerekend. Alle bestanden van een scenario zijn gegroepeerd in de scenariomap. Hierin is onderscheid gemaakt tussen de scenariospecifieke inputdata en resultaatdata. Los van de scenario's staan de modelscripts waarmee het computermodel kan worden ingesteld en geactiveerd.

Naam	Type	Toelichting
[Brondata]	Map	Verzamelmap voor alle basis- en bronbestanden
L [HB-matrices]	Map	
L <HB-matrices> (14)	Tabellen	Alle basismatrices per motief en basis- en toekomstjaar
L [Hulpbestanden]	Map	
L [Verwijderde projecten]	Map	Map voor opslaan van verwijderde projecten als back-up
L [Temp Query's]	Query	Tijdelijke query's voor de werking van de scripts
L [Netwerk]	Map	Verzamelmap met de netwerkbestanden
L <Linkgroup_definition>	Tabel	Tabel met de definitie van infrastructuurprojecten in links
L <Links>	Tabel	Tabel met linkdefinitie
L <Nodes>	Tabel	Tabel met nodedefinitie (inclusief zonedata)
L <Parameters>	Tabel	Tabel met modelparameters zoals het actieve project
[Scenario's]	Map	Verzamelmap voor alle scenario's
L [Scenario_1]	Map	Scenariomap
L [HB_generatie]	Map	Map met resultaten van de interpolatie per zone
L <Zone_activiteiten>	Tabel	Tabel met de berekende zoneactiviteiten per tussenjaar
L [Tussenjaar X]	Map	Verzamelmap met modelresultaten van een tussenjaar
L [Data]	Map	Verzamelmap met de inputbestanden van een tussenjaar
L <HB_tussenjaar>	Tabel	De HB-matrix van het tussenjaar
L <Links_tussenjaar>	Tabel	De links-data van het tussenjaar
L <Nodes_tussenjaar>	Tabel	De nodes-data van het tussenjaar
L <Objects_tussenjaar>	Tabel	De tekenobjecten van links en nodes voor de drawings
L [Resultaten]	Map	Verzamelmap met de resultaten van een tussenjaar
L {Linksdrawing}	Drawing	De drawing van de links van het netwerk. Hieraan zijn de linkresultaten in de vorm van linkbelasting en I/C-verhouding gekoppeld
L {NodesDrawing}	Drawing	De drawing van de nodes van het netwerk in het tussenjaar
L {Kaart_tussenjaar}	Kaart	De kaart van het tussenjaar waarin de drawings zijn gegroepeerd en gevisualiseerd.
L <Results_HBs>	Tabel	Het toedelingsresultaat per HB-relatie en iteratie in aantal ritten
L <Results_Links>	Tabel	Het toedelingsresultaat per link en iteratie in linkbelasting (aantal voertuigen)
L <Results_Routes>	Tabel	Het toedelingsresultaat per HB-relatie en iteratie als een route (= links die zijn gebruikt)
L <Linkgroup_definitie>	Tabel	Linkgroup-definitie van het scenario
L <Projectparameters>	Tabel	Projecteigen parameters zoals de tussenjaren die moeten worden doorgerekend
0. Project manager	Script	Het script dat de project-manager laadt
1. Instellen projectparameters	Script	Het script waarin projectparameters kunnen worden ingevoerd
2a. Interpolatiemodel verplaatsingsbehoefte	Script	Het script waarmee de verplaatsingsbehoefte van een tussenjaar kan worden bepaald
2b. Interpolatiemodel Infra	Script	Het script waarmee het netwerk van een tussenjaar kan worden bepaald
3. Toedelingsmodel	Script	Het script waarmee het toedelingsmodel wordt geladen

Tabel 12 – Overzicht van map- en tabellenstructuur van het model

IV.1. Herzonerig GGA-model

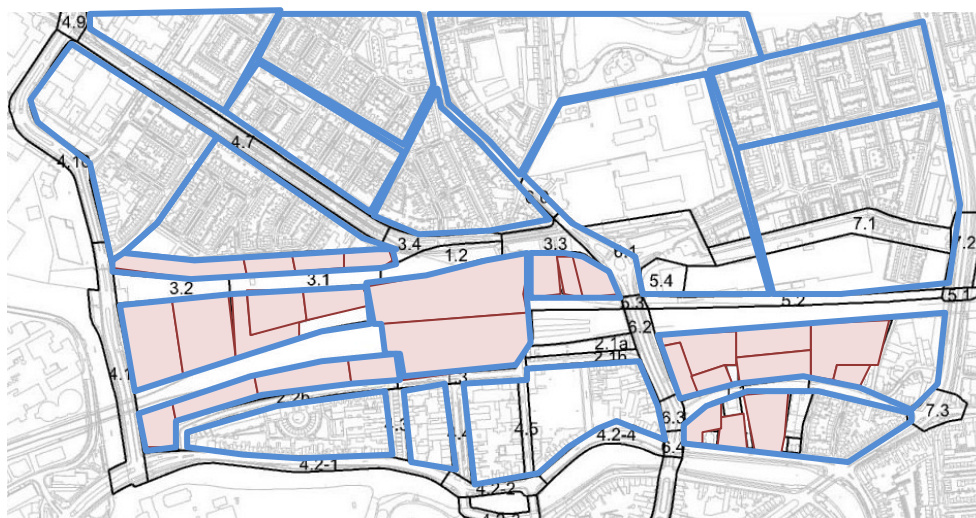
Deze andere aanpak bestaat uit het versimpelen van het model door het samennemen van zones en het versimpelen van het verkeersnetwerk. Hierbij wordt het studiegebied zelf niet versimpeld, de zones en netwerk direct rondom het studiegebied enigszins versimpeld en ver buiten het studiegebied ver versimpeld. Figuur 76 laat de nieuwe zonering zien, waarbij te zien is dat in het studiegebied de originele zonering is aangehouden en hoe verder van het studiegebied de nieuwe zones groter zijn (uit meer samengenomen zones bestaan).

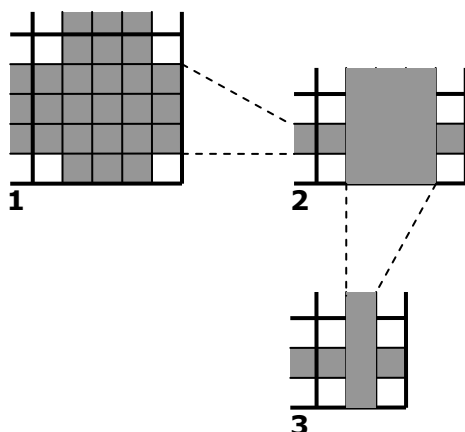


De herzonering is uitgevoerd op basis van de geografische ligging, de aansluitingen van het netwerk op inzicht van de onderzoeker. Een nieuwe zone wordt gemaakt door de attributen van

geselecteerde zones samen te nemen door middel van een algoritme (zie paragraaf IV.I.I) en de zoneconnectoren (verbinding van een zone met het netwerk) van de oorspronkelijke zones naar de nieuwe zone te verplaatsen.

De herzonering heeft invloed op de matrices (SKIM en HB) en het netwerk. Daarnaast is het netwerk zelf ook nog versimpeld. Dit is gedaan om het routezoeken in het toedelingsmodel te versnellen. De beschikbare planning van de case 'Via Breda' voor het stationsgebied was ruimtelijk gedetailleerder dan de zonering zoals te zien is in figuur 77. Er is niet gekozen om deze zones op te splitsen om twee redenen, de eerste is dat dan het aantal zones weer groter wordt en de tweede reden is dat de socio-economische data van de afzonderlijke projecten van 2006 niet beschikbaar waren. Dit is eventueel op te lossen, maar er is gekozen om de projecten samen te nemen. Dit zorgt echter wel dat aannames moeten worden gedaan bij de definitie van de planning van de vastgoedontwikkelingen in die zones.





Figuur 78 – Het samennemen van zones in een matrix in drie stappen

Het samennemen gebeurt voor SKIM-matrices anders dan voor HB-matrices. Het ritaantal in HB-matrices kan immers worden opgeteld, maar de weerstanden (in afstand) zijn gemiddeld. Daarnaast speelt bij de SKIM-matrices mee dat extra aanpassingen nodig waren aan de interne afstanden.

Interne afstanden SKIM-matrix

De interne afstand is de gemiddelde afstand die binnen een zone wordt afgelegd. Deze afstand is nodig om bij distributiemodellen en vervoerswijzekeuzemodellen een betrouwbaar resultaat te krijgen, veel ritten blijven immers binnen de zone. Een gangbare maat voor de interne afstand is de helft van de gemiddelde afstand naar de naastgelegen zones.

Bij het samennemen van de afstanden volgens de beschreven methode in figuur 78 worden alle negen relaties (donkergrijze vlak) in stap 1, gemiddeld naar de ene donkergrijze relatie in stap 3. De interne afstand voor de nieuwe zone die uit deze middeling komt heeft een waarde die gebaseerd is op drie interne afstanden van de originele zones en de zes onderlinge afstanden. Deze waarde bleek geen goede representatie te zijn van de interne afstand van de samengenomen zone. Om dit te controleren is gekeken naar de gemiddelde ritlengte. In Nederland is de gemiddelde ritlengte van een autorit in 2006 16,8km [CBS, 2009-b]. Door alle ritaantallen uit de HB-matrix van 2006 te vermenigvuldigen met de bijbehorende netwerkaafstand uit de SKIM-matrix is het totaal aantal voertuigkilometers te berekenen. Door dit aantal te delen door het totaal aantal ritten in de HB-matrix is de gemiddelde ritlengte te verkrijgen. Bij een ongewijzigde SKIM-matrix is deze ritlengte te groot, namelijk 18km (zie SKIM (2) in tabel 13).

Matrix	Gemiddelde ritlengte
CBS (2006)	16.8 km
(1) SKIM_2006 (1900zones)	16.9 km
(2) SKIM_2006 (57 zones)	18.0 km
(3) SKIM_2006 andere interne afstanden (57 zones)	10.1 km
(4) SKIM_herschaald (57 zones)	16.8 km

Tabel 13 – Gemiddelde ritlengtes op basis van verschillende versies van SKIM-matrices

Daarom is achteraf voor de samengenomen zones een nieuwe interne afstand bepaald. Deze afstand is verkregen door enkel de interne afstanden van samengenomen zones mee te nemen in de berekening van de nieuwe samengenomen zone. De interne afstand wordt dan een stuk kleiner omdat de afstanden tussen de samen te nemen zones niet wordt meegenomen. Op basis van de SKIM-matrix (3) die dan ontstaat is de gemiddelde ritafstand 10,1km. Dit is uiteraard veel te klein.

Door de interne afstanden te interpoleren tussen beide SKIM-matrices is gekeken hoe groot de interne afstanden moeten zijn om te komen op de gemiddelde ritlengte van 16.8km. Met een verhouding van 0.84 om 0.16 voor respectievelijk de interne afstanden van SKIM-matrix (2) en

(3) ontstaat een herschaalde SKIM-matrix (4) waarvan de gemiddelde ritafstand met bijbehorende HB-matrix 16,8km is.

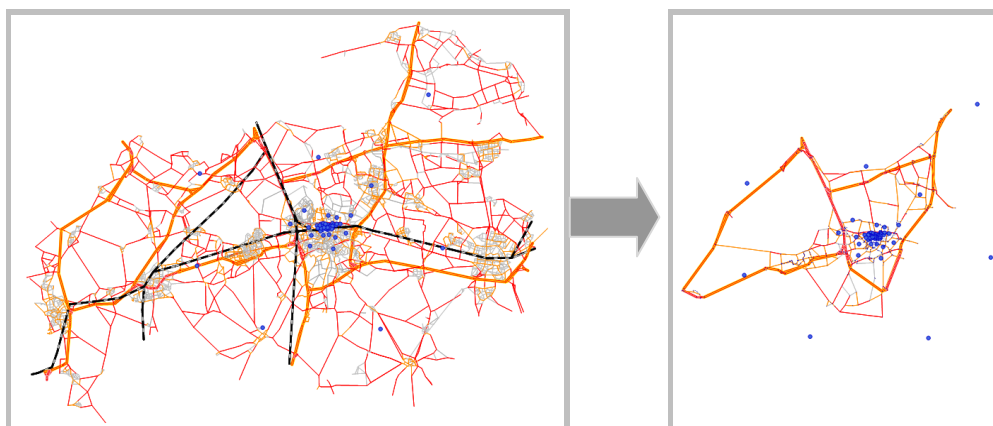
IV.II. Netwerkaanpassingen

De zonering werkt ook door in het verkeersnetwerk. Allereerst zijn de zoneconnectoren (aansluiting van de zones op het netwerk) van alle samengenomen zones verplaatst naar de nieuwe zones. Hierdoor waren sommige zones verbonden met het netwerk met behulp van tientallen zoneconnectoren (zie figuur 79).



Figuur 79 – Visualisatie van de zoneconnectoren rondom Breda (blauwe punten zijn de zones, de roze lijnen zijn de connectoren die vanaf het (niet zichtbare) netwerk naar de zone lopen)

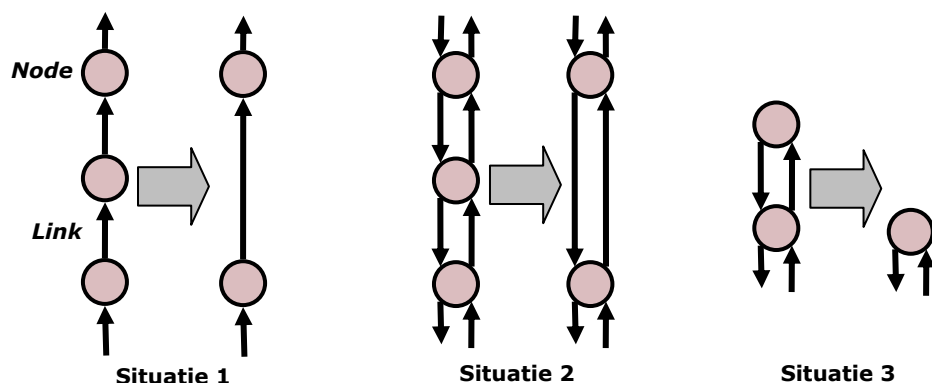
Naast de zoneconnectoren is ook het netwerk zelf verkleind. Door de grotere zones zijn grote delen van het verkeersnetwerk niet meer nodig en daarom zijn deze wegvakken verwijderd. Geeft een beeld van de hoeveelheid links en nodes dat is verwijderd.



Figuur 80 – Verkleinen van het netwerk, voor en na het verwijderen van onnodige links

Tenslotte is het netwerk vereenvoudigd. Doordat wegvakken soms door meerdere wegvakken (links) en knopen (nodes) zijn gedefinieerd is het netwerk gedetailleerder dan nodig voor de

toepassing in het computermodel. Daarom is een algoritme gemaakt dat in de netwerkdefinitie op zoek gaat naar inefficiënte situaties en deze aanpast. Het algoritme zoekt naar drie situaties (zie figuur 72) die worden versimpeld.



Figuur 81 – Vereenvoudiging van het netwerk

Met behulp van deze stappen is het netwerk verkleind van ruim 23.000 links naar 2.400 links, wat de rekentijd van het model ten goede komt

IV.III. Opsplitsen HB-matrices naar motief (OD-informer)

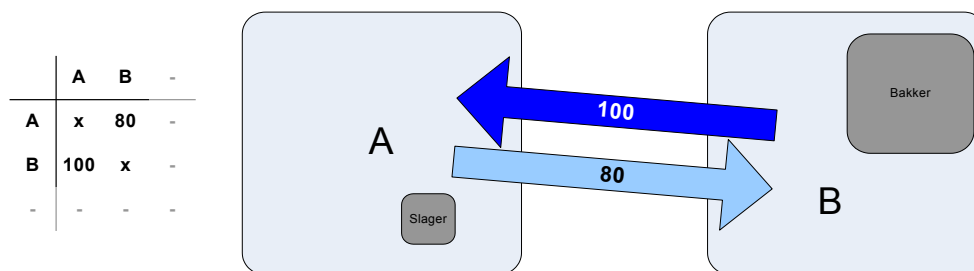
Om een goede interpolatie te kunnen uitvoeren van de verplaatsingsbehoefte is het nodig om deze interpolatie per motief te doen. Uit het GGA-verkeersmodel bleek het echter niet mogelijk om deze motiefafhankelijke matrices te verkrijgen. Enkel de totaalmatrix voor het autoverkeer voor het basis- en toekomstjaar is beschikbaar. Om toch de motiefafhankelijke interpolatie te kunnen toepassen, zijn de ritten in de totaalmatrix opgesplitst naar motief.

In het model wordt onderscheid gemaakt tussen het werkmotief, winkelmotief en overigmotief. Daarnaast is het van belang dat bekend is of de rit náár of ván de activiteit gaat of komt. Dit belang wordt toegelicht in bijlage IV.III.I - *Noodzaak bepaling aandeel HB en BH*. De benodigde matrices zijn dan de werk-woon, woon-winkel, winkel-woon, woon-overig en overig-woon matrices. De woon-werkmatrix is niet nodig aangezien in het drukste uur van de middag (avondspits) nagenoeg geen verkeer van huis naar het werk gaat. De methodiek om de matrices op te splitsen naar de motieven is toegelicht in bijlage IV.III.II.

IV.III.I. Noodzaak bepaling aandeel HB en BH

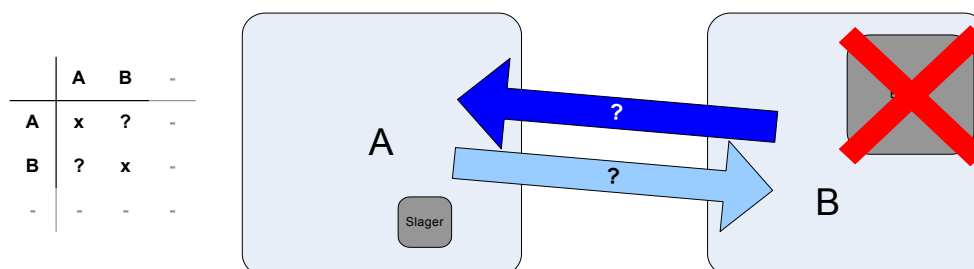
Een probleem doet zich voor bij het bepalen van de HB-matrices als er in een zone verminderde activiteit (wonen, winkelen, werken) voordoet als gevolg van de herontwikkeling. De HB-matrices zijn opgesplitst naar motief, maar er wordt binnen een herkomst-bestemmingsrelatie geen onderscheid gemaakt of de rit naar de woning toe of van de woning af is. De kennis is echter wel nodig om een goede inschatting te kunnen maken van het aantal ritten dat door de herontwikkeling niet meer zullen plaatsvinden, of een andere bestemming zullen zoeken. Om het probleem en de gebruikte oplossing toe te lichten wordt er gebruik gemaakt van het volgende voorbeeld:

In twee zones (A en B) bevinden zich zowel woningen als winkelfuncties. In dit geval zijn dit een kleine slager en een grote bakkerij. Zoals uit de HB-matrix blijkt (zie figuur 82) gaan er 80 ritten van zone A naar B en 100 van B naar A. De interne verplaatsingen worden in dit voorbeeld buiten beschouwing gelaten.



Figuur 82 – Voorbeeldcase stap 1

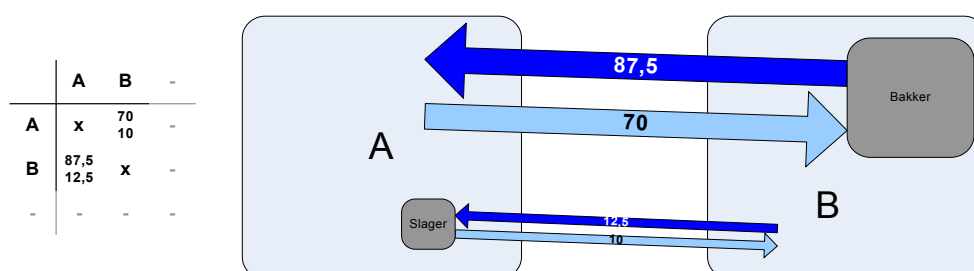
Op een bepaald moment wordt de bakker gesloten (figuur 83). De vraag is nu hoeveel ritten met het motief winkelen nog tussen A en B zullen plaatsvinden.



Figuur 83 – Voorbeeldcase stap 2

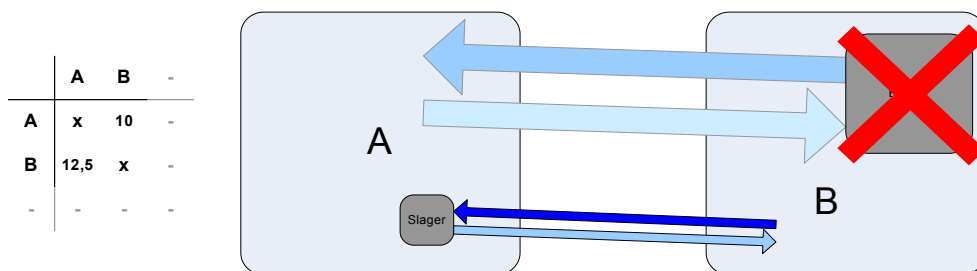
Om dit probleem op te lossen is het nodig om de ritten van A naar B en van B naar A op te splitsen in twee groepen. Een rit met het winkelmotief van A naar B kan namelijk een rit vanaf een woning in A naar de bakker in B zijn, maar kan ook van de slager in A naar een woning in B zijn. Hierover is binnen de HB-matrix geen informatie beschikbaar dus is het nodig om een aanname te maken van deze splitsing op basis van een andere databron.

Omdat het hier een sluiting van een winkelfunctie betreft wordt de splitsingsverhouding gebaseerd op een vergelijking van de twee winkels. Het meest ideale is om de verhouding te bepalen aan de hand van bezoekersaantallen, maar deze kennis is meestal niet beschikbaar. Andere opties zijn bijvoorbeeld het BVO of het aantal werkplekken in de winkel. Stel dat de bakker veertien werkplekken heeft en de bakker het met twee werknemers moet doen. Dan zouden de verhoudingen van het aantal ritten uitzien zoals in figuur 84.



Figuur 84 – Voorbeeldcase stap 3

Met deze kennis is het effect van de sluiting van de bakkerij wel te voorspellen (zie figuur 85). De 70 ritten die eerst naar de bakkerij in B werden gemaakt zullen nu een andere bestemming zoeken of niet meer plaats vinden.



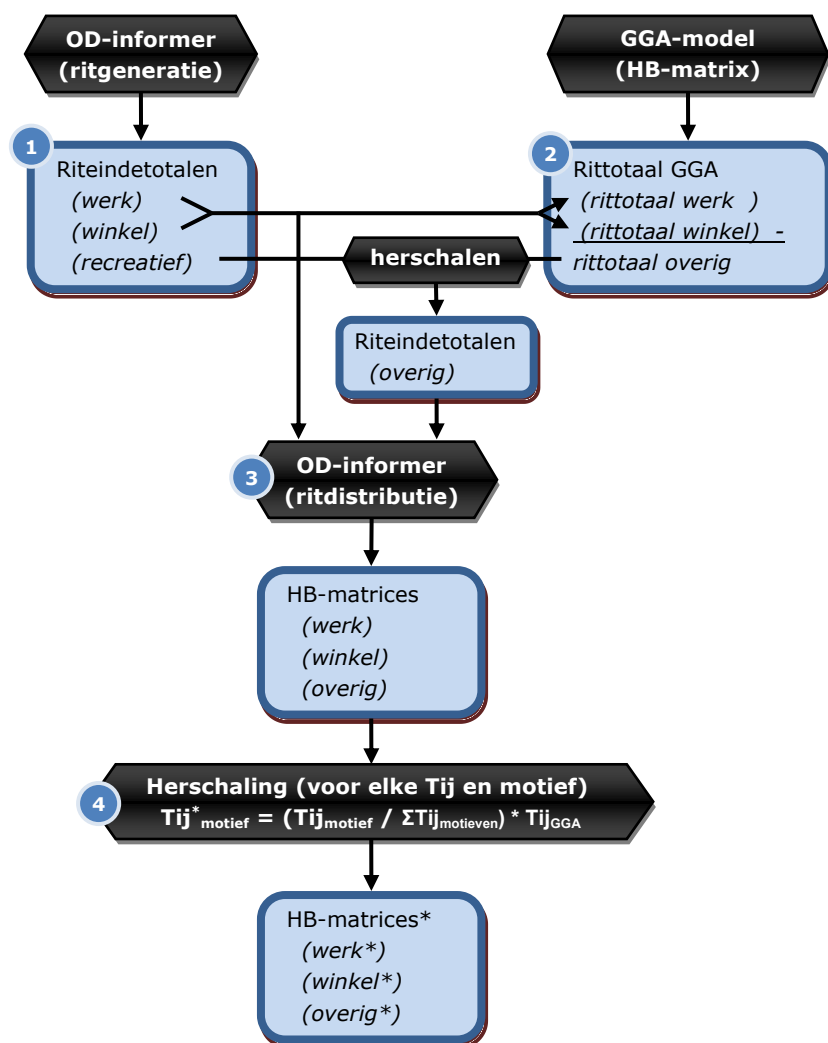
Figuur 85 – Voorbeeldcase stap 4

Hetzelfde onderscheid kan ook worden toegepast als niet de winkel, maar (een deel van) de woningen in de wijk worden gesloten. Echter moet dan de verhouding worden bepaald met behulp van variabelen van de woonfunctie in plaats van de winkelfunctie. En ook voor werk- of recreatieve functies is deze methode toepasbaar (bijvoorbeeld op basis van het aantal werkplekken). Ook als de functie niet geheel stopt, maar slecht gedeeltelijk is met deze methode de verhouding tussen herkomst-bestemming- en bestemming-herkomstverkeer te berekenen. De berekening wordt complexer als ook de andere berekeningsslagen van toepassing zijn, maar het principe blijft hetzelfde.

IV.III.II. Methodiek opsplitsen motiefmatrices mbv OD-informer

Om de totaalmatrix op te splitsen naar de vijf benodigde motiefmatrices wordt gebruik gemaakt van methodieken uit de OD-informer [Thomas & Tutert, 2008]. De OD-informer is een rekenmethode waarmee met simpele berekeningen uit socio-economische data met een ritgeneratie-, ritdistributie- en vervoerswijzekeuzemodel (dynamische) HB-matrices kunnen worden gegenereerd. De rekenmodellen zijn ontworpen op basis van tel- en enquêtegegevens uit het MobiliteitsOnderzoekNederland (MON) en de OMNIBUS-enquete Almelo. De rekenmethoden en constanten zijn gebruikt voor het opsplitsen van de matrices voor het 'Via Breda'-model.

Op basis van de methodiek uit de OD-informer wordt met behulp van een simpele berekening de HB-matrices voor de motieven bepaald. Als randvoorwaarde is gesteld om de bewerkingen te doen met inachtneming van de HB-matrix van het GGA-model. Deze randvoorwaarde is gesteld zodat de resultaten van het begin- en eindjaar van het eigen toedelingsmodel vergeleken kunnen worden met de resultaten van het GGA-model. Het opsplitsen van de matrix gebeurt in vier stappen. Het schema in figuur 86 geeft een overzicht van deze stappen.



Figuur 86 – Schema genereren van HB-matrices per motief

1. Allereerst worden met behulp van de methodiek uit de OD-informer de ritproductie- en -attractieaantallen bepaald voor elke zone voor de motieven werk-woon, woon-winkel, winkel-woon, woon-recreatief en recreatief-woon. De woon-werkmatrix is niet nodig aangezien tijdens het drukste uur in de avondspits (nagenoeg) geen verkeer van woningen naar werkplekken gaat.
2. Het totaal aantal ritten van de matrices woon-winkel, winkel-woon en werk-woon wordt van de totaalmatrix van het GGA-model afgetrokken. Er blijft dan een rest aantal ritten over. De riteindetotalen van de recreatief-matrices worden geschaald met deze rest zodat het totaal aantal ritten van alle motief-matrices gelijk is aan het aantal ritten van de totaalmatrix van het GGA-model. Vanaf nu worden de recreatief-matrices, overig-matrices genoemd.
3. De riteindetotalen worden gedistribueerd op basis van de OD-informer. Deze bewerking lijkt op de bewerking die in het rekenmodel wordt toegepast bij het bepalen van de verplaatsingsbehoefte (zie paragraaf 5.3.4). Voor bepaling van de overig-matrices wordt gebruik gemaakt van de distributiefactoren voor het recreatieve motief. Het resultaat van deze stap zijn HB-matrices voor de verschillende motieven.
4. Per HB-relatie (*Tij*) wordt de verhouding van het aantal ritten per motief bepaald. Al deze verhoudingen worden per HB-relatie toegepast op de totaal-matrix van het GGA-model. Op deze manier ontstaan HB-matrices (*HB-matrices**) voor elk motief die samen voldoen aan de structuur van de totale GGA-matrix.

Stap 1: Bepalen randtotalen werk en winkel.

De eerste stap betreft het genereren van de randtotalen van de motiefmatrices. Dit houdt in dat de totale productie en attractie per motief per zone wordt bepaald. Vanuit de OD-informer is de ritproductie en attractie te berekenen met de volgende formules:

$$O_{ik} = PF_k * ((PF_{\text{werkenden}} * \text{aantal werkenden in } i) + (PF_{\text{werkplekken}} * \text{aantal werkplekken in } j))$$

$$D_{jk} = AF_k * ((AF_{\text{werkenden}} * \text{aantal werkenden in } j) + (AF_{\text{werkplekken}} * \text{aantal werkplekken in } i))$$

De constanten die in deze formules gebruikt worden, zijn te zien in tabel 14. De constanten voor het winkelmotief komen niet direct uit de OD-informer, maar zijn gebaseerd op gegevens uit het MON (waarop ook de OD-informer is gebaseerd) over het gemiddeld aantal verplaatsingen per persoon per werkdag voor het motief winkelen/boodschappen. Dit is namelijk 0,6 verplaatsingen [MON, 2008] per persoon. Als dit wordt vertaald naar werkenden krijg je $0,6 / 0,45 = 1,3$ winkerverplaatsingen per werkende per dag (met 0,45 als verhouding tussen inwoners en werkenden). Van het winkelmotief worden de randtotalen twee keer bepaald, een voor de heenreis (woon-winkel) en een voor de terugreis (winkel-woon), waarbij de productie en attractie zijn omgedraaid. Van het werkmotief wordt alleen de omgedraaide riteindetotalen gebruikt aangezien alleen een werk-woonmotief nodig is.

Constante	Beschrijving	Werk	Winkel	Recreatief
PF_k	Productiefactor van het motief (k)	0.7	1.3	1.4
$PF_{\text{werkenden}}$	Productiefactor deel werkenden	1	0.5	0.9
$PF_{\text{werkplekken}}$	Productiefactor deel werkplekken	0	0.5	0.1
AF_k	Attractiefactor van het motief (k)	0.7	1.3	1.4
$AF_{\text{werkenden}}$	Attractiefactor deel werkenden	0	0.9	0.6
$AF_{\text{werkplekken}}$	Attractiefactor deel werkplekken	1	0.1	0.4

Tabel 14 – Constanten voor productie en attractie per motief

Door de riteindetotalen van een motief bij elkaar op te tellen zijn de rottotalen te verkrijgen. Aan het eind van deze stap zijn de volgende rittotalen beschikbaar: $T_{\text{tot_werkwoon}}$, $T_{\text{tot_woonwinkel}}$, $T_{\text{tot_winkelwoon}}$.

Stap 2: Bepalen randtotalen Overig

Om te voldoen aan de eis dat de som van de motief-matrices gelijk is aan de totaalmatrix uit het GGA-model wordt de overig-matrix op een andere manier bepaald. Van het rittotaal (totaal aantal ritten in een matrix) van het GGA-model worden de rittotalen van de zojuist verkregen rittotalen van het werk- en winkelmotief afgetrokken. De rest van de ritten die overblijft vormt het rittotaal voor de riteindetotalen van het overig-motief, dus:

$$T_{\text{tot_GGA}} - T_{\text{tot_werkwoon}} - T_{\text{tot_woonwinkel}} - T_{\text{tot_winkelwoon}} = T_{\text{tot_overig}}$$

Dan worden de verhoudingen van de riteindetotalen van het recreatieve motief gebruikt om het rittotaal van overig op te splitsen naar riteindetotalen voor overig. In formulevorm. Voor alle i en j:

$$O_{i_overig} = O_{i_recreatief} * (T_{\text{tot_overig}} / T_{\text{tot_recreatief}})$$

$$D_{j_overig} = D_{j_recreatief} * (T_{\text{tot_overig}} / T_{\text{tot_recreatief}})$$

Stap 3: Distributie en vervoerswijzekeuze van de riteindetotalen

Nu riteindetotalen zijn bepaald van de drie motieven kunnen ze worden gedistribueerd. Hiervoor wordt de distributietechniek uit de OD-informer gebruikt. De OD-informer distribueert op basis van het zwaartekrachtmodel waarbij het aantal ritten tussen een herkomst (i) en bestemming (j) voor een motief (k) wordt bepaald door:

$$T_{ijk} = O_{ik} * D_{jk} * f(d_{ijk}) / T_{\text{tot_k}}$$

Met:

$f(d_{ijk})$ = de distributie van ritten als functie van de netwerkaafstand voor motief k

De distributiefunctie verschilt per motief maar is als volgt opgebouwd:

$$f(d) = \exp(a) * \exp(b+d^c)$$

Met:

- a als positieve schaalfactor en
- b een negatieve zwaartekrachtscoëfficiënt
- c is een exponent en
- d is de afstand tussen i en j (netwerk of hemelsbreed)

Tabel 15 laat de gebruikte constanten zien voor de drie motieven.

Constante	Werk	Winkel	Overig
a	1	1	1
b	-2.4	-6.7	-2.7
c	$1/3$	0.3	$1/3$
d	netwerkafstand	hemelsbreed	netwerkafstand

Tabel 15 – Constanten voor de distributieberekening

Het resultaat van deze distributie zijn HB-matrices voor vier motieven (werk-woon, woon-winkel, winkel-woon en overig). De overig-matrix wordt opgesplitst zodat ook hiervan de woninggebondenheid bekend is (zie bijlage IV.III.I). Er is gekozen om de splitsing te laten resulteren in gespiegelde matrices ($[HB_{\text{woon-overig}}] = [HB_{\text{overig-woon}}]^T$). Deze aanname impliceert dat er evenveel ritten van de woningen, als naar de woningen gaan. De vraag is of deze aanname terecht is aangezien het matrices voor de avondspits betreffen, maar bij gebrek aan een betere mogelijkheid is voor deze aanpak gekozen.

Nu wordt de vervoerswijzekeuze gemodelleerd op de vijf matrices. Het enige wat van de vervoerswijzekeuze belangrijk is, is te weten hoeveel van de ritten met de auto worden gemaakt, en wat de verhouding bestuurder/meerrijder is van deze autoritten. Het aantal bestuurders is namelijk gelijk aan het aantal auto's. De OD-informer veronderstelt een afhankelijkheid van de afstand en motief volgens:

$$T_{ij_car} = T_{ij} * P_{\text{driver}|\text{car},k} * P_{\text{car},k}$$

Waarbij:

$$P_{\text{car},k} = P_{\text{max},k} * (d/d_{\text{max},k})^{(e_k)} \quad \text{voor } d < d_{\text{max},k}$$

$$P_{\text{car},k} = P_{\text{max},k} \quad \text{voor } d > d_{\text{max},k}$$

Met:

$P_{\text{max},k}$ = maximaal aandeel ritten dat met de auto gaat voor motief k

$P_{\text{driver}|\text{car},k}$ = aandeel bestuurders op autoreizigers voor motief k

d = ritafstand in km

$d_{\text{max},k}$ = grenswaarde van waarop het aandeel auto gelijk blijft voor motief k

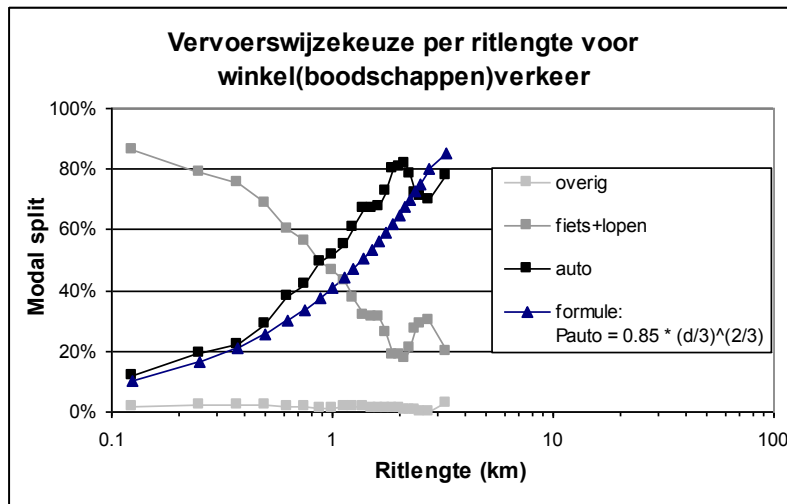
e_k = motiefafhankelijke machtswaarde

Tabel 16 laat de motiefafhankelijke variabelen zien.

Constante	Werk	Winkel	Overig
$P_{\text{max},k}$	0.85	0.85	0.85
$P_{\text{driver} \text{car},k}$	0.9	0.9	0.8
$d_{\text{max},k}$	12	3	8
e_k	0.5	0.67	0.67

Tabel 16 – Constanten voor de vervoerswijzekeuzeberekening

De constanten voor het winkelmotief waren nog niet in de OD-informer beschikbaar. Vandaar dat deze zelf zijn bepaald aan de hand van data uit de OMNIBUS-enquete Almelo [Veenstra, Thomas & Tutert, 2009]. Uit de telgegevens van het OMNIBUS onderzoek in Almelo is een modalsplit-verdeling per ritlengte gegenereerd. Op basis van deze verdeling is een schatting gemaakt van het aandeel auto afhankelijk van de ritlengte (zie figuur 87).



Figuur 87 - Vervoerswijzekeuze per ritlengte voor het motief winkelen inclusief beschrijving van het aandeel autoverkeer met behulp van een formule. [Databron: OMNIBUS-enquete Almelo 2006 & 2007]

Voor het aandeel autoritten in het winkerverkeer is de volgende formule opgesteld, welke de meetresultaten voldoende lijkt te beschrijven:

$$P_{car_winkel} = 0.85 * (d/3)^{(2/3)}$$

Na de berekening van de vervoerswijzekeuze zijn vijf HB-matrices verkregen die het autoverkeer beschrijven.

Stap 4: Herschaling van de matrices

Dan rest alleen nog het herschalen van de matrices. Per HB-relatie worden de ritten van de GGA-matrix (T_{ij}) over de vijf motieven verdeeld. Deze verdeling gebeurt aan de hand van de verhouding van de ritten van de motieven. Het resultaat is ritaantallen voor die HB-relatie voor de vijf motieven ($T^*_{ij,k}$) die bij elkaar opgeteld gelijk is aan het aantal ritten van het GGA-model. In formulevorm:

$$T^*_{ij,k} = (T_{ij,k} / \sum T_{ij,k}) * T_{ij}$$

Met:

$T^*_{ij,k}$ = het nieuwe aantal ritten tussen herkomst i en bestemming j met motief k

$T_{ij,k}$ = het oorspronkelijk aantal ritten tussen herkomst i en bestemming j met motief k

$\sum T_{ij,k}$ = het totaal van de som over de motieven van het aantal ritten tussen herkomst i en bestemming j

T_{ij} = het aantal ritten uit de totaalmatrix van het GGA

Het resultaat van deze vierde stap zijn vijf HB-matrices die de verplaatsingsbehoefte voor de vijf motieven beschrijven en bij elkaar opgeteld gelijk zijn aan de totaalmatrix van het GGA-model. Om te controleren of de resultaten valide zijn is gekeken naar de gemiddelde ritafstand van de matrices.

Motief	2006	2020	CBS (situatie 2006)
Werk-woon	18.9 km	19.5 km	22.0 km
Woon-winkel	12.5 km	12.7 km	6.8 km
Winkel-woon	12.5 km	12.6 km	
Woon-overig	17.9 km	18.3 km	17.9 km (<i>recreatief</i>)
Overig-woon	17.8 km	18.2 km	
Alle motieven	16.8 km	17.3 km	16.8 km

Tabel 17 - Gemiddelde ritafstanden van de gegenereerde HB-matrices in vergelijking met de Nederlandse gemiddelden [CBS statline, 2009-b]

Tabel 17 laat de gemiddelde ritlengtes zien van de matrices van het basis- en toekomstjaar per motief. Ook zijn hierin de gemiddelde ritlengtes weergegeven van Nederland in 2006. Wat opvalt is het verschil bij het woon-winkel verkeer. Dit kan worden verklaard door het feit dat in het CBS bij winkerverkeer is uitgegaan van enkel het 'boodschappen doen', terwijl de verwachting is dat het winkelmotief in het GGA model ruimer is gedefinieerd waardoor een langere gemiddelde ritlengte ontstaat. De ritlengte van het motief 'overig' is vergeleken met het recreatieve motief, omdat dit het oorspronkelijke motief was waarmee in de OD-informer de 'overig'-matrix is berekend. Behalve het woon-winkelmotief komen de waarden voor gemiddelde ritlengte qua orde grootte goed overeen.

