

***Bedrijfsdemografische microsimulatie  
voor het evalueren van ruimtelijke scenario's***

Firm demographic micro simulation  
for the evaluation of spatial planning scenarios

Michiel de Bok

Delft University of technology

Department of Transportation and Planning

Faculty of Civil Engineering and Geosciences

Postbus 5048

2600 GA Delft

[m.a.debok@CITG.TUdelft.nl](mailto:m.a.debok@CITG.TUdelft.nl)

Bijdrage aan het Colloquium Vervoerplanologisch Speurwerk 2005

November 2005

# Inhoud

<b>INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>BESCHRIJVING VAN HET MODEL .....</b>	<b>2</b>
<b>DATA.....</b>	<b>8</b>
<b>SIMULATIE RESULTATEN .....</b>	<b>12</b>
<b>CONCLUSIES EN DISCUSSIE .....</b>	<b>14</b>
<b>DANKBETUIGINGEN.....</b>	<b>15</b>
<b>REFERENTIES.....</b>	<b>16</b>

## **Samenvatting**

### *Bedrijfsdemografische microsimulatie voor het evalueren van ruimtelijke scenario's*

Deze paper beschrijft de ontwikkeling van een bedrijfsdemografisch microsimulatie model voor geïntegreerde landgebruik transport modellen. Het model simuleert bedrijfsdemografische transitie in de bedrijfspopulatie: migratie, groei, formatie en opheffingen. Door deze micro benadering kan met een grote variëteit in voorkeuren en gedrag van individuele bedrijven rekening gehouden worden. De simulatieresultaten kunnen worden gebruikt voor het analyseren van de effecten van ruimtelijke plannen op de bedrijfspopulatie en mobiliteit. Het model kan geïntegreerd worden met een regionaal verkeersmodel om een dynamische simulatie van stedelijke- en mobiliteitsontwikkelingen mogelijk te maken. De paper beschrijft de werking van het bedrijfsdemografische microsimulatiemodel, en presenteert de resultaten van een aantal test runs van het gecalibreerde model.

## **Summary**

### *Firm demographic micro simulation for the evaluation of spatial planning scenarios*

This paper describes the model developments of a micro simulation approach that models firm population dynamics in integrated land use and transport models. The model simulates firm demographic events and transitions in the state of individual firms: firm migration, growth, formation and dissolution. This provides the opportunity to account for firm specific behavior, allowing a large variety in responses to changes in urban environment. The model quantifies the effects of different spatial and transport planning scenarios on the firm population and mobility. Moreover, the firm level simulation output provides improved possibilities to evaluate the impact of spatial scenarios. It can be linked to an urban transport model in order to obtain a dynamic simulation of urban development and mobility. The model specification is presented, as well as the calibration of the individual firm demographic events. The behavior of the calibrated model is verified with multiple test runs.

## Inleiding

Ondanks de ruime vooruitgang die gemaakt is op het gebied van geïntegreerde landgebruik transport modellen, zijn de toegepaste theorieën en methoden voor verbetering vatbaar (Timmermans, 2003). De ruimtelijke dimensie en de beslisbaarheid van operationele modellen zijn veelal gedesaggregeerd. Voor beschrijvende overzichten zie Miller et. al. (1999) of Wegener en Fürst (1999). Vooral het ontbreken van het bedrijf als beslisbaarheid verdient verbetering: bestaande modellen delen banen toe aan buurten of gemeenten. Of wel: een baan besluit zich elders te vestigen, terwijl in werkelijkheid het bedrijf de economische eenheid is die deze keuze maakt. De bestaande micro modellen die wel rekening houden met het individuele gedrag van bedrijven missen echter weer een empirische basis (Moeckel, 2005). De empirische bijdragen in de literatuur die de invloed van transport infrastructuur op de bedrijfspopulatie beschrijven behandelen echter één enkele transitie of ‘event’ en komen niet aan simulatie toe. Dit onderzoek probeert een bijdrage aan het betreffende vakgebied te leveren door een gecalibreerd microsimulatie model te ontwikkelen voor de effecten van ruimtelijke plannen op de bedrijfspopulatie.

Microsimulatie van de bedrijfsdemografie heeft een rijke empirische historie (Birch, 1979) en heeft veel aandacht gekregen van verschillende onderzoekers in Nederland (Ekamper en Van Wissen, 1996; Van Oort et. al., 1999; Van Wissen, 2000). Microsimulatie van transities in de toestand van individuele bedrijven biedt een aantal voordelen. Allereerst kan in het micro model rekening gehouden worden met een grote heterogeniteit in voorkeuren en gedrag wat beter aansluit bij wat bekend is in de literatuur. Het ruimtelijke gedrag van bedrijven wordt namelijk voor een groot gedeelte beïnvloedt door bedrijfsinterne ontwikkelingen. Bedrijfsverplaatsingen worden bijvoorbeeld voor het grootste gedeelte geïnduceerd door groei (Louw, 1996; Brouwer et. al. 2002, De Bok and Sanders, 2004). Het tweede voordeel is de mogelijkheid om in ieder demografische event rekening te houden met verschillende typen bereikbaarheidsmaten. Uit de literatuur blijkt bijvoorbeeld dat snelweg nabijheid bedrijfsgroei kan stimuleren in bepaalde industrie sectoren. In het geval van bedrijfsmigratie is de invloed van bereikbaarheid anders en wordt het gedrag pas beïnvloedt als een grenswaarde wordt bereikt. Een derde voordeel is dat pad afhankelijkheden van verschillende ‘events’ expliciet worden meegenomen.

Bijvoorbeeld: bedrijfsgroei, geïnduceerd door een snelweg opening, zou in één van de volgende jaren kunnen leiden tot een bedrijfsrelocatie. Doordat de kenmerken van ieder bedrijf afzonderlijk wordt bijgehouden kan rekening gehouden worden met dergelijke oorzakelijke verbanden.

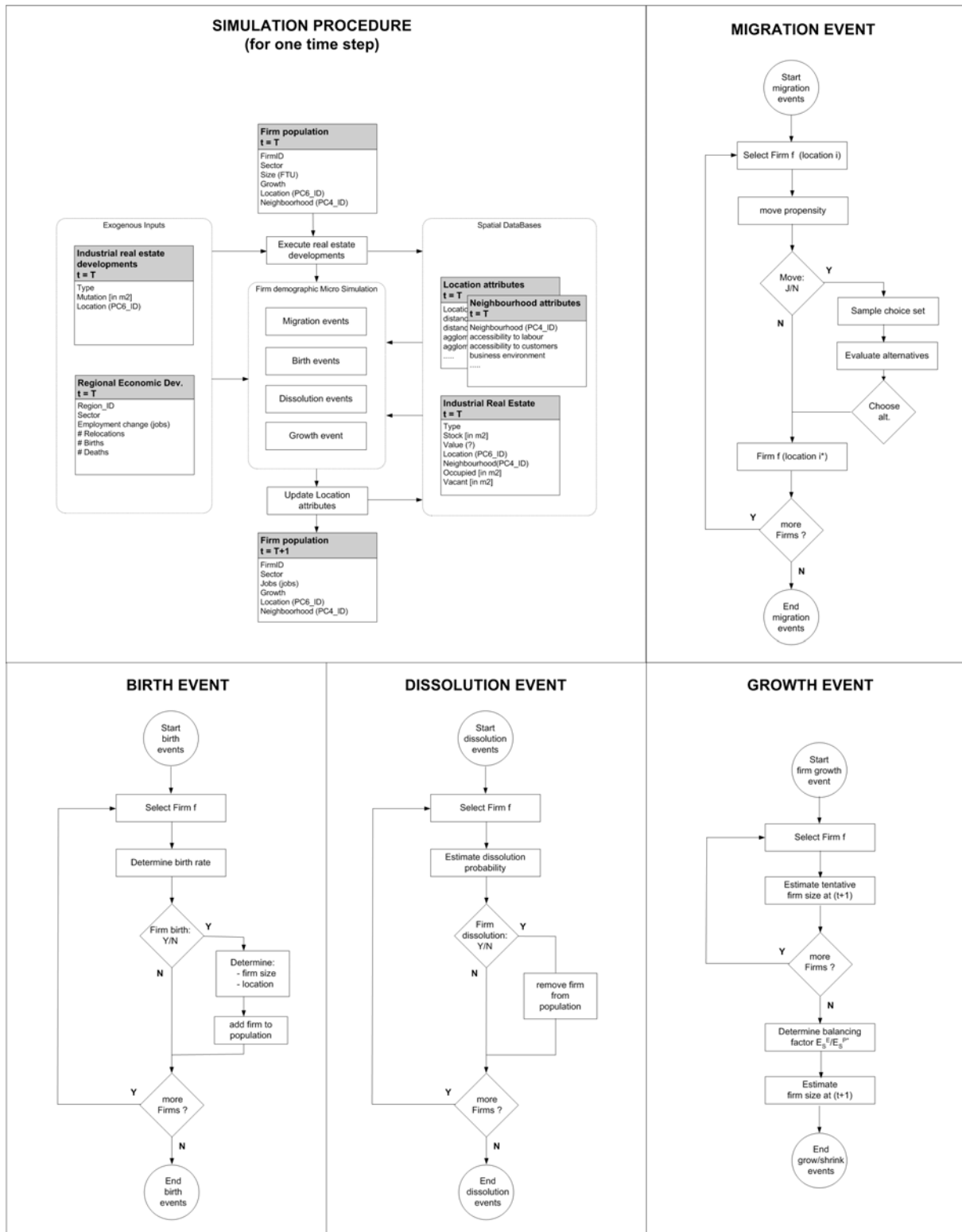
De paper beschrijft allereerst de werking van het bedrijfsdemografische microsimulatiemodel. Vervolgens worden de resultaten van een aantal test runs van het gecalibreerde model besproken. Op basis hiervan wordt een aantal aanbevelingen gedaan voor verdere verbetering van de aanpak en de mogelijkheden van de toepassing van een dergelijke model aanpak.

## **Beschrijving van het model**

### ***Model structuur***

Het model simuleert de transities in de toestand van individuele bedrijven. Als werknaam draagt het model de afkorting SFM: Spatial Firm demographic Microsimulation. De transities in de toestand van bedrijven komt tot stand door zogenaamde ‘events’: migratie, groei/krimp, opheffing en oprichting. Figuur 1 visualiseert de simulatie procedure. In iedere tijdsstap van het model wordt elk afzonderlijk bedrijf door de bedrijfsdemografische module ‘verwerkt’. Tijdens deze simulatie vindt informatie uitwisseling plaats met verschillende ruimtelijke datasets die de kenmerken van de locaties en buurten beschrijven en de hoeveelheid beschikbaar vastgoed op dat moment. Tijdens simulatie worden deze kenmerken aangepast aan de veranderingen in de bedrijfspopulatie en aan exogene ontwikkelingen. Deze exogene ontwikkelingen betreffen de ontwikkelingen van bedrijfsvastgoed en de structuur ontwikkeling van de verschillende industrie sectoren.

Om praktische redenen is het prototype van het SFM model ontwikkeld met statische bereikbaarheidsmaten. Hierdoor mist het prototype nog het dynamische feedback mechanisme van verplaatsende bedrijvigheid op mobiliteit, maar de implicaties hiervan voor de nauwkeurigheid van de modeluitkomsten worden acceptabel geacht. De structuur van het model is echter zo opgezet dat een integratie met een bestaand transportmodel mogelijk is. In dat geval kan het transport model de bereikbaarheidsmaten updaten en vice versa kan de nieuwe verdeling van economische activiteiten gebruikt worden voor aan nieuwe ritproductie.



**FIGUUR 1** Structuur van het simulatiemodel en specificatie van de bedrijfsdemografische events.

Het meest gedetailleerde ruimtelijk schaalniveau is het 6-cijferige postcodegebied. Ieder bedrijf in de populatie is gevestigd op één van deze gebieden. Iedere locatie bevat een gegeven voorraad bedrijfsvastgoed gespecificeerd naar 3 categorieën: kantoren, bedrijfsruimte en winkels.

## **Bedrijfsmigratie**

Met een migratiesaldo van 7 tot 8 procent (Pellenbarg, 1996), is bedrijfsmigratie van grote invloed op de locatie van de bedrijfspopulatie. De verhuisgeneidgheid van bedrijven wordt vooral veroorzaakt door bedrijfsinterne redenen in plaats van locatiefactoren (Louw, 1996; Van Dijk en Pellenbarg, 2000; Brouwer et. al. 2002; De Bok en Sanders, 2004). Verder blijkt uit empirisch onderzoek dat bedrijven veelal over korte afstand verhuizen als het gevolg van ‘keep’ factoren (Pellenbarg, 1996; De Bok en Sanders, 2004). Daarnaast bestaan voorbeelden van een significante invloed van snelweg nabijheid (Hilbers et. al. 1994; De Bok and Sanders, 2004). Ondanks verschillen in onderzoeks aanpak worden vergelijkbare resultaten gevonden in de internationale literatuur (Hunt, 1997; Kawamura, 2001; Holl, 2004a and 2004b). Met betrekking tot de stedelijke omgeving hangt het patroon van snelweg oriëntatie samen met de suburbanisatie van economische activiteiten, een verschijnsel veel waargenomen in de literatuur: Shukla and Waddell (1991) and Kawamura (2001).

Net als in het micro simulatie model van Van Wissen (2000), wordt bedrijfsmigratie gemodelleerd als een gecombineerd model van een verhuisbeslissing en een conditionele keuze voor een nieuwe locatie. De verhuisbeslissing is afhankelijk van de tevredenheid op de huidige locatie (De Bok and Sanders, 2004). Als een bedrijf de beslissing heeft genomen te verhuizen wordt een keuzeset samengesteld met beschikbare en geschikte alternatieven. De keuze voor een alternatief wordt bepaald door de kenmerken van het alternatief en de kenmerken van de overige alternatieven in de keuzeset.

Voor iedere gesimuleerde tijdsperiode  $t$ , is  $P_{ij}^m(t)$  de waarschijnlijkheid dat bedrijf  $i$  zal verhuizen en kiezen voor locatie  $j$ . Deze waarschijnlijkheid is het product van de waarschijnlijkheid van verhuizen,  $P_i^{m(1)}(t)$ , en de waarschijnlijkheid dat locatie  $j$  wordt gekozen uit een unieke set met alternatieve bedrijfslocaties voor bedrijf  $i$  op tijdstip  $t$ ,  $L_i(t)$ ,  $P_{ij|L_i(t)}^{m(2)}(t)$ :

$$P_{ij}^m(t) = P_i^{m(1)}(t) \cdot P_{ij|L_i(t)}^{m(2)}(t). \quad (1)$$

De eerste stap in de migratie procedure is het berekenen van de verhuisgeneidgheid. Deze is gemodelleerd met een binair regressie model. In het model worden zowel

individuele bedrijfskenmerken meegenomen als kenmerken van de oorspronkelijke locatie,

$$P_i^{m(1)}(t) = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0^{m(1)} + \beta_1^{m(1)} g_i(t) + \beta_2^{m(1)} \delta_{li}^{m(1)} + \beta_3^{m(1)} \delta_{2i}^{m(1)})}, \quad (2)$$

waarin  $g_i(t)$  staat voor de groei ratio van het bedrijf op tijdstip  $t$ , en  $\delta_{li}^{m(1)}$  en  $\delta_{2i}^{m(1)}$  dummy variabelen zijn voor het locatie type en de bedrijfssector van het bedrijf. De parameters  $\beta_0^{m(1)}$ ,  $\beta_1^{m(1)}$ ,  $\beta_2^{m(1)}$ , en  $\beta_3^{m(1)}$  zijn geschat bij de calibratie van het model. In de microsimulatie wordt de verhuisgeneigdheid vertaald in een beslissing door middel van Monte Carlo simulatie. Dit introduceert een bepaalde mate van stochastiek in het model: Monte Carlo simulatie kent namelijk geen unieke uitkomst.

Als de verhuisbeslissing leidt tot een bedrijfsrelocatie, wordt een keuzeset gesampled voor het verhuizende bedrijf. Deze keuzeset bestaat enkel uit locaties die beschikbaar zijn en die geschikt worden geacht voor het verhuizende bedrijf (gelet op bedrijfssector en grootte). Iedere keuzeset bestaat uit maximaal 20 alternatieven. De keuze voor één van de alternatieven wordt gemaakt door middel van een multinominaal logit (MNL) model. Per definitie is de waarschijnlijkheid dat een alternatief gekozen wordt afhankelijk van een geobserveerd nut  $V_{ij}(t)$ , en een ongeobserveerd ‘random’ deel. Als het ongeobserveerde deel verondersteld wordt onafhankelijk en identiek Gumbel verdeeld te zijn (McFadden, 1974), resulteert het volgende MNL-model:

$$P_{ij|L_i(t)}^{m(2)}(t) = \frac{e^{V_{ij}(t)}}{\sum_{k \in L_i(t)} e^{V_{ik}(t)}}. \quad (3)$$

De berekende kans van keuze voor een alternatief wordt door middel van Monte Carlo simulatie vertaald in een keuze. Het geobserveerde nut heeft de vorm van een lineair additieve functie. Voor iedere bedrijfssector is een aparte nutsfunctie geschat. Naast de sector specifieke nutsfuncties, wordt het nut bepaald door locatie- en bedrijfskenmerken,

$$V_{ij}(t) = \sum_p \beta_{sp}^{m(2)} x_{jp}(t) + \sum_q \beta_{sq}^{m(2)} y_{iq}(t), \quad \text{waarbij bedrijf } i \text{ tot bedrijfssector } s \text{ hoort.} \quad (4)$$



Variabele  $x_{ijpt}$  beschrijft de waarde voor attribuut  $m$  voor locatie  $j$  en bedrijf  $i$  op tijdstip  $t$ , terwijl variabele  $y_{iqt}$  bedrijfskenmerken beschrijven. Parameters  $\beta_{sp}^{m(2)}$  en  $\beta_{sq}^{m(2)}$  worden voor iedere industrie sector  $s$  geschat en voor elk attribuut  $m$  en  $n$ . De attributen worden generiek verondersteld voor iedere sector.

### **Bedrijfsgrootte**

De ruimtelijk economische effecten van transport infrastructuur kan generatief en distributief zijn. De studie van Rietveld (1994) laat zien dat vooral de distributieve effecten van de opening van een nieuwe ringweg substantieel kunnen zijn. Het gepresenteerde model beoogt in het bijzonder dergelijke distributieve effecten te beschrijven. Generatieve effecten worden niet expliciet gemodelleerd en de regionale ontwikkeling van een bedrijfssector wordt exogeen ingevoerd. Het model matcht de gemodelleerde ontwikkeling aan deze exogene ontwikkeling zodat ook structurele ontwikkelingen in de bedrijfssector worden meegenomen.

De module die de bedrijfsgrootte schat, berekent allereerst een voorlopige bedrijfsgrootte voor ieder bedrijf. Deze voorlopige bedrijfsgrootte is afhankelijk van de kenmerken van het bedrijf en de kenmerken van de locatie. Bedrijfskenmerken worden meegenomen om rekening te houden met de levenscyclus van een bedrijf. Net als in de aanpak van Van Wissen, 2000 wordt de natuurlijke logaritme van de bedrijfsgrootte op tijdstip  $t$  en het kwadraat van de natuurlijke logaritme van de bedrijfsgrootte in de functie meegenomen. Van Wissen maakt verder gebruik van de ‘carrying capacity’ om rekening te houden met de marktdruk in een regio. In het gepresenteerde model is verondersteld dat de bereikbaarheidsmaten ook rekening houden met een dergelijke marktdruk. (Uit de simulatie resultaten zal blijken dat deze veronderstelling niet juist is!). Bedrijfsgrootte blijkt in de studie van Hilbers et. al. (1994) daarnaast ook beïnvloedt te worden door snelweg nabijheid. De voorlopige bedrijfsgrootte op tijdstip  $t+1$ ,  $s_i^*(t+1)$ , wordt berekend met de volgende exponentiële functie:

$$s_i^*(t+1) = \exp(\beta_0^s + \beta_1^s \ln s_i(t) + \beta_2^s \ln^2 s_i(t) + \beta_3^s \delta_{li}^s + \beta_4^s \delta_{2i}^s + \varepsilon_i^s), \quad (5)$$

waarin  $s_i(t)$  de grootte is van bedrijf  $i$  op tijdstip  $t$ , en  $\delta_{li}^s$  en  $\delta_{2i}^s$  zijn dummy variabelen voor het locatietype en de bedrijfssector. Parameters  $\beta_0^s$ ,  $\beta_1^s$ ,  $\beta_2^s$ ,  $\beta_3^s$ , en  $\beta_4^s$  zijn

gecalibreerd. Verder wordt opgemerkt dat  $r$  een bedrijfsspecifieke ‘random’ term  $\varepsilon_i^s$  wordt meegenomen in de simulatie.

De berekende, voorlopige, bedrijfsgrootte voor ieder bedrijf,  $s_i^*(t+1)$ , wordt vervolgens gecorrigeerd zodat de geaggregeerde werkgelegenheid in een bedrijfssector, correspondeert met de verwachte ontwikkeling in de bedrijfssector. Hiertoe wordt een correctiefactor bepaald die vervolgens wordt toegepast op ieder bedrijf. De gecorrigeerde bedrijfsgrootte  $s_i(t+1)$ , wordt

$$s_i(t+1) = s_i^*(t+1) \frac{E_s(t+1)}{E_s^*(t+1)}, \quad (6)$$

waarin  $E_s(t+1)$  de regionale werkgelegenheid in bedrijfssector  $s$  is op tijdstip  $t+1$ , en  $E_s^*(t+1)$  het geaggregeerde totaal van de voorlopige bedrijfsgrootte's.

### **Bedrijfsopheffing**

Uit de literatuur blijkt dat bedrijfsopheffing vooral bepaald wordt door bedrijfskenmerken: grootte, sector, leeftijd en het dynamische karakter van een bedrijf (Van Wissen, 2000). De waarschijnlijkheid van opheffen neemt af met de bedrijfsgrootte: grotere bedrijven hebben een grotere overlevingskans dan kleinere. Daarnaast is leeftijd een belangrijk bedrijfskenmerk: jonge bedrijven hebben een grotere opheffingskans dan kleinere (Ekamper, 1996). Ondanks dat er in de literatuur geen empirisch bewijs is gevonden dat bedrijfsopheffing ook beïnvloedt wordt door bereikbaarheid, worden bereikbaarheidsvariabelen toch meegenomen in de calibratie van de opheffingsmodule. De kans op een bedrijfsopheffing  $P_i^d(t)$  is gemodelleerd met een binair regressiemodel:

$$P_i^d(t) = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0^d + \beta_1^d g_i(t) + \beta_2^d \ln s_i(t) + \beta_3^d \delta_{li}^d + \beta_4^d \delta_{2i}^d + \beta_5^d \delta_{3i}^d)}, \quad (7)$$

waarin  $g_i(t)$  de groei ratio is van het bedrijf,  $s_i(t)$  de bedrijfsgrootte, en  $\delta_{li}^d$ ,  $\delta_{2i}^d$ , en  $\delta_{3i}^d$  dummy variabelen voor locatietype, bedrijfssector en leeftijd (jonger dan 5 jaar dummy). Alle  $\beta_x^d$  parameters zijn gecalibreerd. In de microsimulatie wordt de verhuisgeneigdheid vertaald in een beslissing door middel van Monte Carlo simulatie. In geval van een bedrijfsopheffing wordt de status van een bedrijf ingesteld op

‘opgeheven’ en wordt deze in navolgende simulatiejaren buiten beschouwing gelaten. Het bedrijfsvastgoed wat in gebruik was, wordt vrijgegeven.

### ***Bedrijfsoprichting***

Bedrijfsoprichting betreft een procedure van meerdere stappen. De meeste oprichtingen komen voort uit de bedrijfspopulatie (Van Wissen,2000). Bestaande bedrijven kunnen een nieuw bedrijf doen ontstaan doordat een bedrijf wordt gesplitst, een werknemer een nieuw bedrijf begint of doordat een nieuw bedrijfsonderdeel in een andere bedrijfstak wordt begonnen. Daarnaast worden bedrijven opgestart vanuit de beroepsbevolking: werknemers, werklozen en schoolverlaters. Van Oort et. al. (1999) tonen aan dat de stedelijke omgeving ook van invloed is op de oprichtingsratio van nieuwe bedrijven: in stedelijke gebieden ligt dit hoger voor de diensten sector en buiten de stad voor bedrijven in basis industrie. Er zijn een beperkt aantal voorbeelden van empirische studies waarin het belang van bereikbaarheid wordt bevestigd: Holl (2004a en 2004b) vindt een significante invloed van een nieuwe snelweg op de oprichtingsratio voor industriële bedrijven in Spaanse gemeenten.

De module van bedrijfsoprichting is een uitzondering op de microsimulatie, omdat dit event stapsgewijs wordt gemodelleerd van macro naar micro. Allereerst is per bedrijfssector het nieuwe aantal bedrijven bepaald aan de hand van een sector specifieke oprichtingsratio. Vervolgens is de grootte van het bedrijf bepaald aan de hand van de waargenomen verdeling van groottes van opgerichte bedrijven. Tenslotte is het bedrijf random toegedeeld aan alle locaties die beschikbaar en geschikt zijn voor het nieuwe bedrijf.

## **DATA**

Micro simulatie vraagt om veel data en processor kracht. Waar in veel bestaande micro modellen synthetische, ofwel aangemaakte, data gebruikt wordt (zie bijvoorbeeld Moeckel, 2005), is in dit onderzoek gewerkt met een longitudinaal bestand van de gehele bedrijfspopulatie. Hiermee is het mogelijk om tot 1988 terug in de tijd te kijken om te zien welke transities zijn opgetreden in de bedrijfspopulatie. Dit geeft een uitzonderlijk goede dataset om de coëfficiënten in de bedrijfsdemografische modules te calibreren.

### **Bedrijfspopulatie**

De gebruikte datasets betreft het Landelijk Informatie Systeem Arbeidsplaatsen (LISA). Deze data is beschikbaar voor bijna de gehele provincie Zuid-Holland, en bevat een longitudinale microdata van de bedrijfspopulatie van 1988 tot en met 1997. Van ieder bedrijf zijn diverse kenmerken beschikbaar: bedrijfssector, grootte (aantal werkzame personen), verandering in grootte, de locatie (6 cijferige postcode) en dummy variabelen om mogelijke transities aan te geven. Deze transities zijn herleid door opeenvolgende jaren met elkaar te vergelijken.

### **Schaalniveaus**

Het model bevat 3 LISA regio's in Zuid-Holland (zie Figuur 2). In het basisjaar van simulatie bevat deze regio circa 90 duizend bedrijven. Het meest gedetailleerde ruimtelijk schaalniveau waarop locaties worden gemeten betreft het 6 cijferig postcodegebied. Dit resulteert voor het studiegebied in 70 duizend mogelijke locaties.



**FIGUUR 2** Studiegebied.

### **Bereikbaarheid**

Transport infrastructuur of bereikbaarheid wordt op verschillende manieren in het model meegenomen. Allereerst in de vorm van hemelsbrede afstanden tot belangrijke toegangspunten tot transport infrastructuur: de afstand tot de dichtstbijzijnde op- of afrit en de afstand tot het dichtstbijzijnde station. In verband met een hoge mate van correlatie tussen deze twee afstanden, zijn deze afstanden gehercodeerd tot een

nominale variabele met 4 categorieën: een station binnen 800 meter ( $\alpha$ -locatie), een op- of afrit binnen 2000 meter ( $\gamma$ -locatie), een station en een op- en afrit- binnen 800 en 2000 meter respectievelijk ( $\beta$ -locatie), of geen van beide dichtbij ( $\rho$ -locatie).

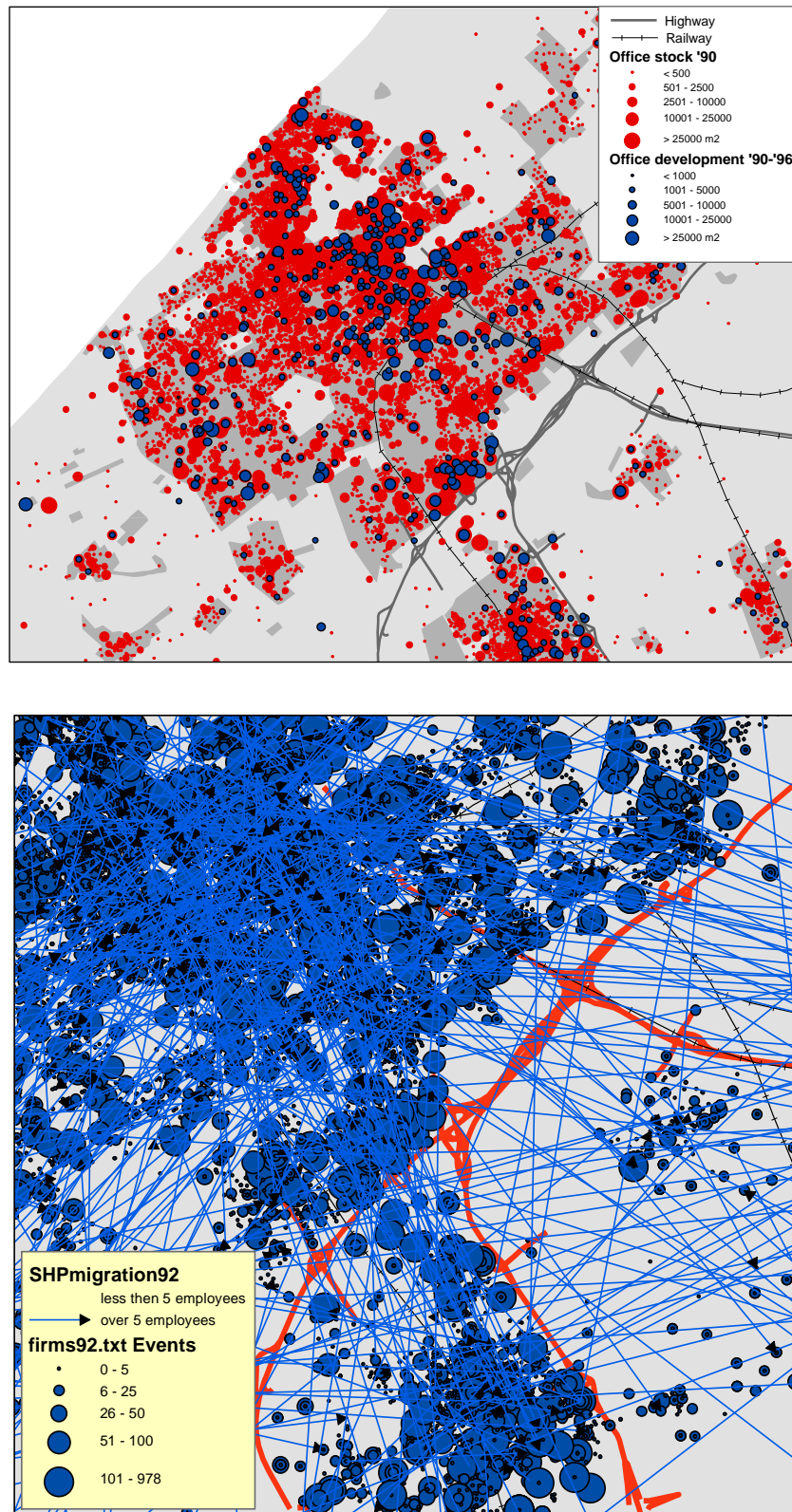
De tweede set bereikbaarheidsmaten betreft de zogenaamde potentiële bereikbaarheidsmaten. Deze bereikbaarheidsmaten zijn berekend met het gebruikelijke zwaartekrachtmodel: een mogelijke activiteit op een bestemmingslocatie wordt gewogen naar de reistijd tot de bestemmingslocatie met een bepaalde afstandsvervalfunctie. De reistijden zijn afkomstig uit het Landelijk Model Systeem (LMS) en de activiteiten (gewichten) van de bestemmingen zijn afkomstig uit de woonmilieu database. Op deze manier is de bereikbaarheid van werkgelegenheid en de bereikbaarheid van de bevolking gekwantificeerd. Beide variabelen zijn hoog gecorreleerd, dus slechts één kan tegelijk in het model worden meegenomen om onjuiste parameters als het gevolg van multicollineariteit te voorkomen.

### ***Calibratie***

Het calibreren van geïntegreerd landgebruik transport modellen is complex, zie bijvoorbeeld (Abraham and Hunt, 2000). De gevolgde strategie bij de calibratie van het model gepresenteerd in dit paper, is dat de parameters van de bedrijfsdemografische modules direct zijn geschat op de micro waarnemingen. Benadrukt wordt dat het gepresenteerde model een prototype betreft: het is zeer waarschijnlijk dat nieuwe inzichten zullen leiden tot verbeterde model specificaties en nieuwe modelparameters. De schattingsresultaten zijn eerder besproken in De Bok en Bliemer (2004) en verbeterde modelspecificaties worden verwacht in toekomstige publicaties (De Bok en Bliemer, 2006).

### ***Modelinvoer en uitkomsten***

Het doel van de micro simulatie is het kwantificeren de effecten van ruimtelijke plannen. Deze ruimtelijke plannen betreffen transport infrastructuur en de planning van bedrijfstvastgoed (en bedrijventerreinen). In Figuur 3 is een voorbeeld gegeven van de scenario invoer en uitvoer. De input bestaat ondermeer uit de voorraad bedrijfstvastgoed in het basisjaar (1990) en uit de geplande uitbreiding van deze voorraad in de simulatieperiode (voor de testruns is dit 1990 tot en met 1996). Naast deze ontwikkelingen neemt het model ook de regionale werkgelegenheidsontwikkeling per bedrijfssector mee als exogene input.



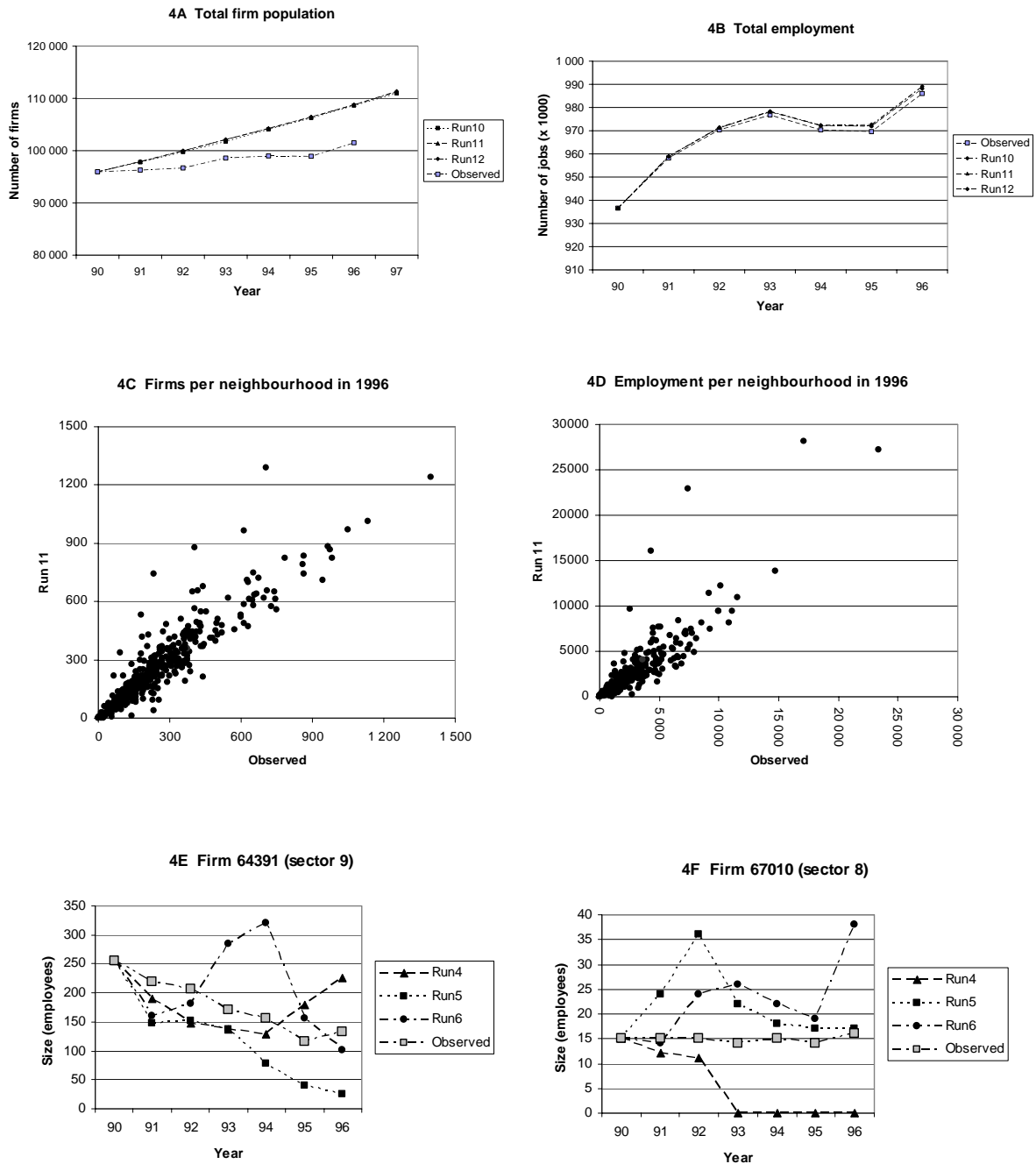
FIGUUR 3 Voorbeeld van modelinvoer en uitkomsten.

## Simulatie resultaten

Om het gedrag van het model te verifiëren en de bruikbaarheid van de uitkomsten te verkennen zijn een aantal test runs gemaakt met het gecalibreerde model. Voor iedere testrun is dezelfde invoer gebruikt: de waargenomen vastgoed en bereikbaarheidsontwikkeling tussen 1990 en 1996. De uitkomsten van deze testruns is vervolgens vergeleken met de ontwikkelingen in de bedrijfspopulatie in dezelfde periode. Zoals wellicht al blijkt uit Figuur 3 is een vergelijking op microniveau onpraktisch (met 90 duizend bedrijven per jaar) en moeilijk. Daarom worden de uitkomsten op verschillende aggregatieniveaus vergeleken: de hele regio, per buurt (4-cijferig postcodegebied) en op micro niveau (steekproef).

Figuur 4A en 4B laten de bedrijfspopulatie en werkgelegenheid op regionaal niveau zien. In ieder figuur is de werkelijke (geobserveerde) ontwikkeling vergeleken met 3 test runs. Het onderlinge verschil tussen de testruns wordt veroorzaakt door de stochastiek in verschillende onderdelen van het simulatiemodel. De gesimuleerde ontwikkeling van de werkgelegenheid (Figuur 4B) blijkt prima aan te sluiten bij de geobserveerde ontwikkeling. Dit is ook zoals het moet zijn: de geaggregeerde werkgelegenheid is exogene input. De kleine verschillen tussen gesimuleerde en werkelijke werkgelegenheid wordt veroorzaakt door afronding van iedere bedrijfsgrootte. De gesimuleerde omvang van de bedrijfspopulatie laat echter een divergerende trend zien ten opzichte van de werkelijke populatie. Dit kan duiden op een misspecificatie van de geboorte- of sterfte module van het model. Een mogelijke verklaring is het ontbreken van een feedback mechanisme, zoals de ‘carrying capacity’. Deze voorkomt dat een populatie te groot wordt voor de omvang van de regionale economie. Dit verschijnsel wordt in navolgende studies verder uitgewerkt.

Figuur 4C en 4D presenteren puntenwolken waarin de waargenomen ontwikkeling op buurtniveau wordt uitgezet tegen de gesimuleerde ontwikkeling. In een perfecte match zouden alle punten op de diagonaal moeten liggen. Wat dat betreft lijken de resultaten aardig overeen te stemmen met de werkelijkheid. Andere testruns laten vergelijkbare resultaten zien. Voor toepassing van het model is het buurtniveau een belangrijke analyse eenheid: de toekomstige verkeersvraag (of vastgoed vraag) wordt veelal op dit niveau geanalyseerd. Voor een toepassing op buurtniveau lijken de resultaten robuust.



**FIGUUR 4 Simulatie resultaten.**

Microsimulatie betreft het simuleren van gedrag op microniveau. Figuur 4E en 4F geven een voorbeeld van micro uitvoer voor twee willekeurige bedrijven: de waargenomen bedrijfsomvang wordt vergeleken met de gesimuleerde omvang. Hierbij wordt nogmaals benadrukt dat de invoer voor iedere simulatierun identiek is geweest. De uitkomsten laten echter zien dat de stochastische elementen in de simulatie tot zeer diverse patronen kunnen leiden op micro niveau. Bijvoorbeeld: in 4F groeit een bedrijf van 15 werknemers in 6 jaar tijd in het ene scenario uit tot een bedrijf van 35



werknemers, terwijl in een ander scenario het bedrijf wordt beëindigd na twee jaar. De reden waarom toch veel waarde wordt gehecht aan het stochastische karakter van de model onderdelen, is dat op deze manier wel rekening wordt gehouden met toevalligheden in het gedrag. De micro resultaten laten verder een flinke dynamiek in bedrijfsgrootte zien. Deze dynamiek lijkt groter te zijn in de gesimuleerde bedrijfssomvang vergeleken met de waargenomen omvang. Het toegepaste model voor bedrijfsgroei zal hierop nader worden onderzocht.

De grote invloed van de stochastiek op de micro uitkomsten lijkt natuurlijk ongewild. Desondanks laten de resultaten op buurtniveau een robuuster patroon zien en lijken de resultaten wel bruikbaar voor de analyse van toekomstige verkeers- of ruimtevraag. Daarnaast wordt benadrukt dat het doel van microsimulatie niet het voorspellen van gebeurtenissen voor een individueel bedrijf is, maar van de gebeurtenissen en beslissingen in de gehele populatie. De reden waarom de beslissingen en gebeurtenissen toch op individueel gemodelleerd wordt, is omdat dit voor modelstudies betere mogelijkheden biedt om beleidsmaatregelen te vertalen naar consequenties voor individuele bedrijven. Zo is het op deze manier beter mogelijk om de consequenties van een prijsmaatregel, zoals rekening rijden in de vorm van een cordonheffing, toe te passen op dat deel van de bedrijfspopulatie die ook werkelijk maken krijgen met de maatregel. Daarnaast kunnen de individuele bedrijfskenmerken worden meegenomen bij het inschatten van de gevoeligheid van bedrijven voor de effecten van een maatregel.

## **Conclusies en discussie**

De gepresenteerde resultaten laat zien dat met de beschreven aanpak betrouwbare schattingen kunnen worden gemaakt van de locatie van toekomstige economische activiteiten, die consistent zijn met het individuele gedrag van de bedrijven in het studiegebied. Het gepresenteerde model bevat diverse stochastische routines die rekening houden met toevalligheden in het individuele gedrag. Op microniveau kan dit leiden tot uiteenlopende simulatieresultaten. Op buurtniveau (4 cijferig postcodegebied) lijken de resultaten echter robuust. Natuurlijk hoeven de voorspellingen op buurtniveau van een dergelijk micro model niet beter te zijn dan die van een geaggregeerd model. Echter, de micro benadering biedt verbeterde mogelijkheden om mogelijke beleidsmaatregelen te vertalen naar consequenties voor de onderzochte doelgroep.

Aggregaties of generalisaties van kosten zijn niet meer nodig, wat ook de transparantie van het model ten goede komt.

De gepresenteerde resultaten betreffen echter nog een prototype van het beoogde model: een aantal verbeteringen in de aanpak worden voorzien. Allereerst lijkt het noodzakelijk om rekening te houden met de ‘carrying capacity’ van een regio. Dit houdt in dat de maximale grootte die een regionale populatie, afhankelijk is van de omgeving (de regionale economie). Daarnaast zal in toekomstige modelversies gebruik gemaakt worden van logsum bereikbaarheidsmaten, die een betere beschrijving geven van de bereikbaarheid (De Jong et. al., 2005). Naast deze verbeteringen zullen toekomstige publicaties verdere aanpassingen van het model behandelen. Het verbeterde model zal gevalideerd worden op eenzelfde dataset die gebruikt is bij de calibratie, maar dan voor de periode 1997 tot 2004.

Tenslotte worden de mogelijkheden om modeluitkomsten nader te analyseren verder uitgewerkt. Scenario’s worden veelal beoordeeld naar een aantal indicatoren die de ontwikkeling beschrijven in termen van mobiliteit, land gebruik, demografie of de regionale economie. Daarom zal gezocht worden naar bruikbare en transparante indicatoren die de simulatie resultaten samenvattend weergeven. De micro resultaten bieden hier uitstekende mogelijkheden voor: effecten kunnen nauwkeurig worden ingeschat voor specifieke doelgroepen (bedrijfssectoren, grootte). In combinatie met een transportmodel kan verder beter inzichtelijk worden gemaakt in welke mate het scenario de mobiliteit beïnvloedt. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt naar effecten voor bedrijven (ontwikkeling transport kosten) als ook effecten op het transport netwerk (congestie op specifieke links of de totale vervoersprestatie). Op deze wijze wordt een krachtig hulpmiddel geboden bij het zoeken naar duurzame ruimtelijke scenario’s.

## **Dankbetuigingen**

De auteur is de volgende personen erkentelijk voor hun waardevolle bijdrage aan het gepresenteerde onderzoek:

- Prof. Frank van Oort van de Universiteit Utrecht en het Ruimtelijk Planbureau.
- Prof. Leo Van Wissen van de RijksUniversiteit Groningen en het Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut.

## Referenties

- Abraham, J. E. en J.D. Hunt (2000) Parameter estimation strategies for large-scale urban models. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1722, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 9-16.
- Abraham, J.E. en J.D. Hunt (1999) Firm location in the MEPLAN model of Sacramento. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1685, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 187-208.
- Anderstig, C. en L.G. Mattson (1991) An integrated model of residential and employment location in a metropolitan region. *Papers in Regional Science*, Vol. 70, pp.167-184.
- Birch, D. (1979) *The job generating process*. Cambridge University Press, Cambridge (Mass.).
- Brouwer, A. E., I. Mariotti en J.N. Van Ommeren (2002) The firm relocation decision: a logit model. Paper presented at the 42nd ERSA conference, Dortmund.
- De Bok, M. en F. Sanders (2004) Infrastructure and firm migration. Paper presented at the 31<sup>st</sup> Colloquium Vervoerplanologisch Speurwerk, Zeist.
- De Bok, M. en Bliemer (2005) Using firmdemographic microsimulation for land use and transport scenario evaluation: model calibration. Paper presented at the 45<sup>th</sup> ERSA conference, Amsterdam.
- De Bok, M. en Bliemer (2006) Land Use and Transport Interaction: Calibration of a Micro Simulation Model for Firms in the Netherlands. Paper submitted for presentation at the 85<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C..
- De Jong, G., A. Daly , M. Pieters en T. Van Der Hoorn (2005) The Logsum as an evaluation measure: review of the literature and new results. Paper presented at the 45th ERSA conference, Amsterdam.
- Ekamper, P. (1996) Opheffing van bedrijfsvestigingen: een sterftetafelbenadering. *Planning*. Vol. 48, pp. 12-21.
- Ekamper, P. en L. Van Wissen (1996) *SIMFIRMS: Firmografische microsimulatie van bedrijfsvestigingen in Nederland*. NIDI, The Hague.
- Hilbers, H., P. Jorritsma en P. Louter (1994) The relationship between accessibility and regional development explored for the region of Amersfoort. Paper presented at the 21<sup>st</sup> Colloquium Vervoerplanologisch Speurwerk.
- Holl, A. (2004a) Manufacturing location and impacts of road transport infrastructure: empirical evidence from Spain. *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 34, pp. 341-363.
- Holl, A. (2004b) Start ups and relocations: manufacturing plant location in Portugal. *Papers in Regional Science*, Vol. 83, pp. 649-668.
- J.D. Hunt (1997) Stated-preference examination of location choice behavior of small retail firms. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. No. 1606, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 25-32.

- Kawamura, K. (2001) Empirical examination of the relationship between firm location and transportation facilities. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1747, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 97-103.
- Leitham, S., R. W. McQuaid, et al. (2000) The influence of transport on industrial location choice: a stated preference experiment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 34, pp. 515-535.
- Louw, E. (1996) *Kantoorgebouw en vestigingsplaats*. OTB Research Institute, Delft.
- McFadden, D. (1974) Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. in: P. C. Zarembka (Ed.) *Frontiers in Econometrics*. Academic Press, New York and London, pp. 105-142.
- Miller, E.J., D.S. Kriger en J.D. Hunt (1999) A research and development program for integrated urban models. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. No. 1685, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 169-176.
- Moeckel, R. (2005) Microsimulation of firm location decisions. Paper presented at the 9th CUPUM Conference, London.
- Pellenbarg, P. H. (1996) Structuur en ontwikkeling van bedrijfsmigratie in Nederland. *Planning*, Vol. 48, pp. 22-32.
- Rietveld, P. (1994) Spatial economic impacts of transport infrastructure supply. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 28, pp. 329-341.
- Shukla, V. en P. Waddell (1991) Firm location and land use in discrete urban space: A study of the spatial structure of Dallas-Fort worth. *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 21, pp. 225-253.
- Timmermans, H. (2003) The saga of integrated land use-transport modeling: how many more dreams before we wake up? Key note paper at the 10th International Conference on Travel Behavior Research, Lucerne.
- Van Dijk, J. en P. Pellenbarg (2000) Firm relocation decisions in The Netherlands: An ordered logit approach. *Papers in Regional Science*, Vol. 79, pp. 191-219.
- Van Oort, F., B. van der Knaap en W. Slegers (1999) New firm formation, employment growth and the local environment: empirical observations in South-Holland. In: J. Van Dijk en P. Pellenbarg (Ed.) *Demography of firms; Spatial Dynamics of Firm Behavior*. Utrecht/Groningen: Netherlands Geographical Studies 262, pp. 173-204.
- Van Wissen, L. (2000) A micro-simulation model of firms: Applications of concepts of the demography of the firm. *Papers in Regional Science*, Vol. 79, pp. 111-134.
- Waddell, P. en G.F. Ulfarsson (2003) Accessibility and Agglomeration: Discrete-Choice Models of Employment Location by Industry Sector. Paper presented at the 82<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C..
- Wegener, M. en F. Fürst (1999) *Land-Use Transport Interaction: State of the Art*. Deliverable D2a TRANSLAND. Dortmund: University of Dortmund.