

UNIVERSITEIT ANTWERPEN
UFSIA-RUCA FACULTEIT TEW
VAKGROEP TRANSPORT EN RUIMTELIJKE ECONOMIE

Thierry Vanelander

Prof. Dr. Ann Verhetsel

**INTEGRALE EVALUATIE VAN DE BAND
TUSSEN RUIMTELIJK-ECONOMISCHE
STRUCTUUR EN INFRASTRUCTUUR VOOR
GOEDERENVERVOER**

WOORD VOORAF

Deze paper resulteert uit een onderzoekopdracht in het kader van het doctoraal programma van de UFSIA. Hij bood een uitstekende mogelijkheid om ruimtelijk-economisch onderzoek te verrichten, dat zowel beleidsrelevantie heeft naar de overheid toe, als naar bedrijfsleiders.

Bijzondere dank gaat uit naar Prof. Dr. H. Meersman en Prof. Dr. E. Van de Voorde, beiden medepromotoren van het overkoepelende onderzoeksproject. Hun creatieve ideeën, richtingaanwijzingen en inhoudelijke ondersteuning droegen mee bij aan de wetenschappelijke originaliteit van dit werk.

Voor het voorbereidend werk op de bereikbaarheidsberekeningen, en meer in het bijzonder het conform maken van de vele data, stelden de auteurs de inbreng van Kaatje Molenberghs zeer op prijs. Voor wat de data zelf betreft, wensen de auteurs ook doctorandus Tom Pauwels te danken, die een duidelijk overzicht bood van waar welke gegevens te vinden waren, en verder de onderneming Graydon nv. Zij stelden de onderzoekers kosteloos financiële ondernemingscijfers ter beschikking.

Verder mochten de auteurs voor de praktische ondersteuning bij het programmeren steeds een beroep doen op de kennis van doctorandus Wout Dullaert, meer bepaald voor de praktische berekening van bereikbaarheidswaarden, en van Bart Van De Wielle, in het bijzonder voor het programmeren van een omzettingmatrix voor afstandengegevens. Hun ontwerpen zijn telkens van grote waarde gebleken. Ook de heer Peter Vermeijen wensen de auteurs te bedanken voor de hulp bij het programmeren. Voor de principale componenten analyse konden de auteurs steeds een beroep doen op de specifieke kennis terzake van Tom Goossens.

De onderzoekers hopen met dit werk een wetenschappelijke bijdrage te hebben geleverd aan een beter inzicht in het domein van bereikbaarheidsanalyse, in het bijzonder voor goederenvervoer. In elk geval was het kunnen werken aan een gecombineerde ruimtelijk-economische analyse een interessante en nuttige ervaring.

INLEIDING

Dit onderzoek kadert binnen een ruimere studie rond duurzame mobiliteit, meer bepaald gericht op de economische en ruimtelijke effecten van toenemend goederenvervoer, in opdracht van de Federale Diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele Aangelegenheden. Dit globale onderzoek omvat drie hoofdcomponenten. Eén hoofdcomponent heeft als doel de economische effecten van een toenemend goederenvervoer na te gaan. Daarbij wordt vooral aandacht besteed aan modale keuze en prijszetting op geaggregeerd bedrijfsniveau. Een andere hoofdcomponent bekijkt het transportnetwerk voor goederenvervoer op Europees niveau, met bijzondere aandacht voor toedeling van het gegenereerde transport aan de verschillende verbindingen op het netwerk. De derde hoofdcomponent, waarvan dit onderzoek deel uitmaakt, zoekt de band tussen de economische en de ruimtelijke aspecten van toenemend goederenvervoer, die in de andere twee delen afzonderlijk behandeld worden.

Een deel van het onderzoek binnen de derde hoofdcomponent gebeurt door medewerkers van UCL (Université Catholique de Louvain). In dit deel ligt de klemtoon op de efficiënte ruimtelijke werking van het transportnetwerk en optimale locatie van multimodale overslagpunten. Voor de beoordeling van de kwaliteit van het transportnetwerk grijpen de onderzoekers terug naar de bevolking (gezien als consumenten van goederen) als determinerende factor. Het deel dat op UFSIA wordt onderzocht, en waarvan de voorliggende tekst de neerslag is, bekijkt de kwaliteit van het transportnetwerk in relatie tot omliggende activiteitenplaatsen. Hierbij wordt de productiezijde als uitgangspunt genomen: de bedrijvigheid van industriële of distributieve aard, als generator van transportactiviteit en gebruiker van de transportinfrastructuur

Een eerste deel van dit werk omvat de uitgangspunten die tot het uiteindelijke onderzoek hebben geleid. In het tweede deel wordt het eigenlijke onderzoek aangevat met een literatuuroverzicht op het gebied van kwaliteitsbeoordeling van transportnetwerken. In het derde deel passen we dan met de resultaten van de literatuurstudie de kwaliteitsbeoordeling toe.

ONDERZOEKSPLAN

0. INLEIDING

Deze onderzoekspaper is het resultaat van een onderzoek dat we in dit eerste deel kaderen. Eerst bakenen we de te bespreken thema's verder af en gaan we na in hoeverre die thema's in de bestaande literatuur al aan bod zijn gekomen. Dat doen we aan de hand van een aantal voorafgaande vragen. Nadien definiëren we het specifieke probleem waarvoor we in dit onderzoek een oplossing wensen te formuleren. Tot slot presenteren we in een laatste onderdeel het onderzoeksplan met de verschillende stappen die we doorlopen om tot een oplossing voor het onderzoeksprobleem te komen.

1. VOORAFGAANDE VRAGEN

1.1 Observaties uit de praktijk?

De naam van het project waarbinnen het onderzoeksonderdeel dat we hier presenteren, zich situeert, laat er geen twijfel over bestaan dat we ons binnen het domein van '*verkeer*' en '*vervoer*' situeren. 'Verkeer' en 'vervoer' kunnen omschreven worden als "die menselijke activiteiten die voortspruiten uit het ruimtelijk verplaatsen van personen, goederen en berichten" (Blauwens, De Baere en Van de Voorde, 1996, blz. 21). Uiteraard impliceert het ruimtelijk verplaatsen dat er een fysische afstand bestaat tussen een bepaald oorsprongs- en een bepaald bestemmingspunt in een beschouwde ruimte. (Blauwens, De Baere en Van de Voorde, 1996, blz. 21; dit handboek biedt een uitstekende situering van de transportmarkt en haar positie in de ruimere economische context, en wordt door ons in deze inleiding als basishandboek gebruikt)

Om aan vervoer te kunnen doen is uiteraard een *vervoersysteem* vereist. Om van een vervoersysteem te kunnen spreken moeten drie componenten gelijktijdig aanwezig zijn: verplaatsingsmiddelen, infrastructuur en lading. De eerste twee elementen vormen samen het verkeerssysteem. Slechts wanneer ook de lading mee in beschouwing wordt genomen, kunnen we van een vervoersysteem spreken. We vermelden hierbij dat in Engelstalige literatuur de termen 'traffic' (voor 'verkeer') en 'transport' (voor 'vervoer') worden gebruikt. Uit de titel van het voorliggende onderzoeksproject kunnen we afleiden dat we ons binnen dit onderzoeksproject wel degelijk op vervoer richten, daar het hier uitdrukkelijk om goederen als lading gaat. (Blauwens, De Baere en Van de Voorde, 1996, blz. 21 en 23)

Een gelijkaardige indeling die echter niet uit de transporteconomie stamt verwijst met de term 'verkeer' eerder naar ruimtelijke verplaatsing van boodschappen (niet-fysische lading) en leunt dan ook nauwer aan bij 'communicatie'. Wanneer het echt om de ruimtelijke verplaatsing van een fysische lading (personen of goederen) gaat, kan men van 'vervoer' of 'transport' spreken. Wij situeren ons door het beschouwen van goederen als lading dus ook volgens deze indeling volledig binnen vervoer. (Blauwens, De Baere en Van de Voorde, 1996, blz. 21)

Het vervoersysteem kunnen we opdelen in een aantal *subsystemen*. Daarvoor kunnen verschillende indelingscriteria gebruikt worden. Zo kunnen we een onderscheid maken naar de aard van lading. Twee grote categorieën komen dan naar voor: personenvervoer en goederenvervoer. Verkeerstechisch kunnen we een onderscheid maken naar de verschillende modi die kunnen ingezet worden. Vijf hoofdmodi kunnen zo op een rij worden gezet: het wegvervoer, het spoorvervoer, de binnenvaart, de zeevaart en de luchtvaart. Andere criteria kunnen de exploitatiebasis en de eigendom van de verplaatsingsmiddelen zijn. (Blauwens, De Baere en Van de Voorde, 1996, blz. 24 - 31)

Bruinsma en Rietveld (1998, blz. 17 – 23) geven een goede omschrijving van de verkeersinfrastructuur, zowel vanuit haar eigenschappen als vanuit een opsomming van wat wetenschappers normaal onder verkeersinfrastructuur verstaan. Belangrijk hierbij is dat de auteurs wijzen op de publieke betrokkenheid in voorziening en uitbating van het verkeerssysteem. Deze is meestal niet gering. Ze verschilt echter van land tot land, en ondergaat bovendien een afnemende tendens in de richting van meer privé-deelname. Hoe dan ook zullen wij ons met dit onderzoek dus zowel binnen de publieke als de privé-sfeer bewegen.

Uit de noodzaak van een lading als noodzakelijke voorwaarde om van vervoer te kunnen spreken, blijkt meteen het *afgeleide karakter van de vervoersactiviteit*: vervoer gebeurt in de eerste plaats in functie van de lading. Het is met andere woorden een middel om een hoger doel te bereiken, namelijk het ter beschikking stellen van een lading op een andere plaats dan die waar ze oorspronkelijk aanwezig is. De reden van die fysische verplaatsing ligt in het feit dat de nut van de lading op de bestemmingsplaats groter is dan het nut ervan op de oorsprong, zelfs na inrekening van de kosten die het verplaatsen met zich mee brengt. Het is dus zo dat de vraag naar vervoer kan worden afgeleid uit vraag en aanbod op een andere markt. (Blauwens, De Baere en Van de Voorde, 1996, blz. 21 - 23)

Over de omvang van dit causaal verband gaande *van economische activiteit in de richting van vraag naar vervoer* bestaan uiteenlopende meningen. Meersman en Van de Voorde (1997, blz. 25 - 36) duiden een aantal factoren aan die ervoor zorgen dat een toename van de economische activiteit in een bepaald gebied niet noodzakelijk tot grotere transportstromen van en naar dat gebied hoeft te leiden, in tegenstelling tot wat de meeste klassieke theorieën

prediken. Eerst en vooral merken de auteurs een toenemend belang van de dienstensector in het geografisch product van een gebied. Deze dienstensector vereist veel minder transport dan de goederenintensieve industriële productie. In het betreffende werk stellen de auteurs bijgevolg dat een toename van de vraag naar goederenvervoer vooral afhankelijk zal zijn van een positieve economische ontwikkeling van de secundaire sector, wat ook blijkt uit de modelopbouw die zij ontwikkelen. Ten tweede kan het zo zijn dat bepaalde modale verschuivingen en specifieke technologische evoluties binnen de modi het mogelijk maken met minder vervoerbewegingen eenzelfde of zelfs een groter volume goederen te vervoeren.

Meersman en Van de Voorde (1997, blz. 25 en 27) wijzen erop dat de modale verschuivingen waarvan zojuist sprake ondermeer het gevolg kunnen van congestiefenomenen bij bepaalde modi, terwijl andere modi van congestie gespaard blijven. Congestie ontstaat indien de capaciteit van het verkeerssysteem ontoereikend is. Capaciteit is een belangrijke karakteristiek van transportmodi, maar verschilt binnen modi van regio tot regio. Op die manier kan ook congestie regionaal gebonden zijn. Gebruikers van het verkeerssysteem kunnen in het geval van lokale congestie minder drastisch reageren dan met een keuze voor een andere modus, namelijk door een bepaalde regio via alternatieve wegen op dezelfde modus te vermijden. Dit kan ertoe leiden dat die bepaalde regio minder bediend wordt. Met deze vaststelling erkennen de auteurs meteen een causaal verband tussen *transportinfrastructuur en economische ontwikkeling*. Het effect van transportsuprastructuur (waarvan de verplaatsingsmiddelen de hoofdcomponent vormen) op economische ontwikkeling speelt hier veel minder, omdat deze laatste gemakkelijk uit andere regio's kan aangevoerd worden.

Ook Van de Vooren (1998, blz. 1 - 5) verwijst naar dit congestiefenomeen en de economische groeibeperkingen die er het gevolg van kunnen zijn. Congestie brengt extra kosten met zich door tijdsverlies (direct gevolg) en eventueel schadevergoedingen of verlies van klanten wegens te late levering (indirect gevolg). Hij stelt voor om de klassieke productiefuncties van bedrijven te vervangen door productiefuncties die naast arbeid en kapitaal ook infrastructuur als een productiefactor opnemen. Daarbij dient alleen die infrastructuur opgenomen te worden die wordt ingezet voor productieve doeleinden, dus in het kader van productieve mobiliteit. Onder productieve mobiliteit valt uiteraard alle goederenvervoer; voor personenvervoer gaat het om het woon-werk verkeer en om het zakelijk verkeer. Dit personenvervoer valt echter buiten het bestek van ons onderzoek.

De rem op de productieve mobiliteit als gevolg van een te beperkte capaciteit is echter niet de enige mogelijke oorzaak van afremming van de economische groei. *Congestiefenomenen* kunnen er ook voor zorgen dat de consumptieve mobiliteit wordt ingeperkt, waardoor het bestedingsniveau van particulieren lager zal uitvallen doordat het niet-bestede bedrag wordt opgespaard, wat op haar beurt de economische ontwikkeling negatief kan beïnvloeden. Dit laatste effect behoort voor wat privé-aankopen van goederen betreft echter tot het onderzoeksdomein van de UCL, zodat wij er hier verder geen aandacht aan besteden. Personenvervoer voor consumptie van diensten (ondermeer recreatie) valt opnieuw helemaal buiten de doelstellingen van dit onderzoek.

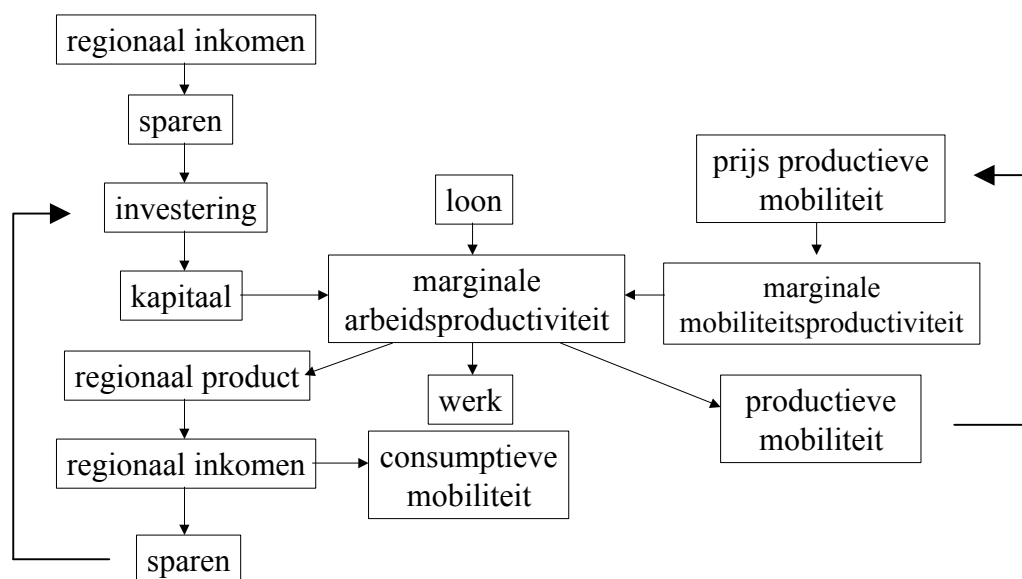
Meersman en Van de Voorde (1997, blz. 25) stellen terecht dat economische groei een belangrijke doelstelling is voor *overheden* op alle niveaus. Van de Vooren (1998, blz. 1) leidt daaruit af dat van een overheid dan ook mag verwacht worden dat ze er alles aan zal doen om de factoren die die groei bepalen zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen. Dus moet ze ook een geïntegreerde planning voeren met betrekking tot de beschikbare verkeersinfrastructuur.

Dat houdt in dat ze in de eerste plaats een goed overzicht heeft van de infrastructuur die voorhanden is (de voorraad of 'stock' zoals Bruinsma en Rietveld (1998, blz. 23 – 26) dit omschrijven) en van de benutting van die infrastructuur. Vanuit deze situatie op een bepaald punt in de tijd kunnen dan evoluties beschouwd worden. Exogene veranderingen in transportstromen kunnen worden geschat via vraagmodellen (die het afgeleid karakter van de vraag naar vervoer omvatten, of de eerste relatie hierboven gaande van economische activiteit naar transport). Daarnaast kan de overheid dan eventuele aanpassingen leggen aan de transportinfrastructuur (mutaties of 'flows' zoals omschreven in Bruinsma en Rietveld (1998, blz. 23 – 26). Dit kan ze zowel doen voor een trendscenario (waarin niet wordt afgeweken van de geplande investeringen, die niet noodzakelijk een sociaal optimum nastreven) en voor een duurzaam scenario (waarvan verondersteld wordt dat de ondernomen maatregelen sociaal optimaal zijn, zodat de economische ontwikkeling van de verschillende regio's mogelijk wordt volgens verdelingsregels die voor zoveel mogelijk betrokken regio's aanvaardbaar zijn). We merken op dat de coördinerende rol van de overheid inzake investeringen in transportinfrastructuur niet noodzakelijk impliceert dat ze die ook zelf aanlegt of financiert.

Ook bij dit causaal verband ontstaat vaak discussie over de kwantitatieve omvang en over de aard van de economische groei die de productiefactor 'transportinfrastructuur' genereert. De effecten kunnen al dan niet duurzaam zijn, en al dan niet gelijkmatig doorheen de tijd. In elk geval pleit Van de Vooren (1998, blz. 1) ervoor om beide hierboven besproken causale verbanden in één model te integreren. Uitgaande van het aanbod van transportcapaciteit kan dus de een deel van de economische ontwikkeling worden afgeleid, die daarnaast voor een ander deel wordt bepaald door exogene economische factoren, en die op haar beurt de vraag naar transportcapaciteit bepaalt, waarop de overheid dan vooral weer via het aanbod van transportinfrastructuur kan inspelen. Het model dat de auteur voor deze integratie ontwikkeld heeft draagt de naam 'MOBILEC'.

De achterliggende verbanden binnen het model kunnen we als volgt voorstellen:

Figuur 1: modelopbouw 'MOBILEC'



bron: Van de Vooren, uiteenzetting vakgroepsdag Transport en Ruimte

Het bovenstaande model heeft het voordeel dat het een aantal relaties groepeert die in vroegere modellen slechts partieel aan bod kwamen. Het gaat met name om volgende relaties:

- het causale twee-richtingsverkeer tussen economie en mobiliteit;
- infrastructuur als randvoorwaarde voor mobiliteit en zo voor economische ontwikkeling;

- de ruimtelijke structuur in de vorm van verschillende soorten regio's (economische zwaartepunten, corridorregio's met economische impulsen, corridorregio's als doorgangsgebied en overige regio's);
- regionale kenmerken (agglomeratievoordelen zoals lage transport- en communicatiekosten, grote en nabije arbeids- en afzetmarkt, en agglomeratienadelen zoals ruimtegebrek en afnemende bereikbaarheid) als bepalende factoren voor economische ontwikkeling;
- intra- en interregionale vervoersstromen;
- economische groei door middel van investeringen.

Met het onderzoek naar de kwaliteit van het transportsysteem in relatie tot de omliggende economische activiteitenzones overkoepelen we in feite net zoals het model 'MOBILEC' zowel het aanbod van transportcapaciteit, de economische bedrijvigheid in een gebied als de vraag naar transportcapaciteit. Bij de formulering van het onderzoeksprobleem zullen een aantal bijkomende parameters het ruime domein waarbinnen we ons nu bevinden, verder afbakenen.

1.2 Bestaande literatuur?

De bibliografie op het einde van dit rapport geeft een overzicht van een aantal voornamelijk publicaties rond het thema 'kwaliteitsbeoordeling van transportsystemen'. In de opsomming kunnen we een onderscheid maken tussen werken die voornamelijk *concepten* definiëren en situeren, werken die een bepaalde *rekentechniek* aanreiken waarmee kwaliteitsbeoordeling effectief kan uitgevoerd worden en publicaties die een bepaalde rekentechniek *toepassen* op een welbepaalde geografische locatie en op een welbepaald tijdstip of een welomschreven tijdsperiode.

Een aantal werken blijken bijzonder interessant om de kwaliteitsbeoordeling die we voor ogen hebben verder richting te geven. Het gaat in de eerste plaats om de werken van Dijst (1995) en Dijst, Jayet en Thomas (1998). In deze werken bestaat de hoofdbedoeling erin de (economische) prestaties van steden te analyseren in relatie tot de transportmarkt. Kernbegrip daarbij is '*actieruimte*' in het kader van duurzame mobiliteit. De manier waarop die actieruimte volgens de voorgaande auteurs het best kan worden weergegeven is door gebruik te maken van de maatstaf '*bereikbaarheid*'.

In een rapport opgesteld in opdracht van de Europese Commissie (European Commission, 1998) worden uitdrukkelijk een aantal indicatoren voor de beoordeling van de kwaliteit van transportsystemen naar voren geschoven. Uitgangspunt daarbij is een opdeling van de totale reiskost in drie componenten: (i) reistijdwaarde, (ii) directe kosten en (iii) externe kosten. De componenten (i) en (ii) samen vormen de interne kosten. Zowel aan de externe als aan de interne dimensie kan dan een bepaalde kwaliteitswaardering worden verbonden. Bepalende factoren voor de *interne kwaliteit* zijn de frequenties van vertrek, de bereikbaarheid met de verschillende transportmodi en het optreden van congestie en/of vertragingen (European Commission, 1998, blz. 3). *Externe kwaliteit* wordt gemeten aan de hand van de items luchtvervuiling, klimaatsverandering, geluidshinder, ongevallen, transportinfrastructuurkosten en subsidies voor infrastructuurgebruik.

Het is duidelijk dat wij ons met het voorliggende onderzoek vooral binnen de interne kwaliteitswaardering zullen bewegen, en wel binnen het onderdeel 'bereikbaarheid met transportmodi', gedeeltelijk gecombineerd met congestie en vertragingen. We komen dus uit op de methodiek die ook door Dijst, Jayet en Thomas (1998, en Dijst, 1995) werd aanbevolen. Toch bestaat er een essentieel verschil tussen de werken van deze auteurs en de publicatie van de Europese Commissie. In het eerste geval werd uitsluitend personenvervoer besproken. De bereikbaarheid die werd beschouwd was die waarin personen en hun activiteitscentra (plaatsen van tewerkstelling) centraal stonden. In het rapport van de Europese Commissie worden zowel personen- als goederenvervoer uitgewerkt. Bij de inschatting van de kosten van reistijd voor goederen spelen nu eenmaal niet altijd dezelfde factoren als die die spelen voor personen.

Een derde heel richtinggevende publicatie is expliciet op goederenvervoer gericht, en is opgesteld door de Adviesgroep Verkeer en Vervoer (Nederlands Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer - Rijksplanologische Dienst, 1999). Net zoals bij de publicatie van de Europese Commissie wordt hier beleidsgericht gewerkt: de bedoeling is na te gaan hoe de ruimtelijke effecten van goederenvervoer gerelateerd aan economische activiteit in netwerken en patronen kunnen worden weergegeven en hoe het (ruimtelijk) *beleid* daarop kan inspelen, met als hoofddoelstelling de leefbaarheid en de bereikbaarheid te garanderen. Leefbaarheid wordt hier expliciet opgevat als economische werkbaarheid.

Hier maakt men een driedeling tussen 3 subsystemen die in feite overeenkomen met de subsystemen die ook door Van de Vooren gebruikt werden. De auteurs spreken over 3 'bouwdozen', met name (i) economie, (ii) ruimte en (iii) transport. Elk van deze bouwdozen bestaat uit 'bouwstenen'. De bouwdoos 'economie' omvat de socio-economische context. In de bouwdoos 'ruimte' vinden we knooppunten en infrastructuur. De bouwdoos 'transport' tot slot integreert logistieke ketens en transportmiddelen. (Adviesgroep Verkeer en Vervoer - Nederlands Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer - Rijksplanologische Dienst, 1999, blz. 3)

Aansluitend bakt de overheid een aantal toetsingscriteria af die worden gebruikt om de effecten van veranderingen in één van deze drie subsystemen na te gaan. Veranderingen in de bouwdozen kunnen optreden door wijzigingen in exogene determinanten van de bouwcomponenten enerzijds of anderzijds door andere invulling van stuur- of endogene variabelen. De criteria waaraan de effecten van veranderingen in deze variabelen getoetst worden zijn respectievelijk onttrekking, toevoeging en wijziging. Meer gespecificeerd worden energiegebruik, emissie van schadelijke stoffen, direct en indirect ruimtegebruik en het tijds criterium beschouwd. Het tijds criterium is samengesteld uit snelheid, betrouwbaarheid, bereikbaarheid en prijs. Het is duidelijk dat wij vooral met de ruimtelijke en de tijds component zullen rekening houden. Deze komen overeen met de interne kwaliteitsfactoren uit het rapport van de Europese Commissie, in tegenstelling tot energiegebruik en emissie die eerder tot de externe factoren kunnen gerekend worden. (Adviesgroep Verkeer en Vervoer - Nederlands Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer - Rijksplanologische Dienst, 1999, blz. 4 - 5)

Opnieuw komen we dus uit bij *bereikbaarheid* als efficiënte maatstaf voor de kwaliteit van de afstemming van het transportnet op de economische activiteit. Voor de concrete invulling van het begrip 'bereikbaarheid' en de bijhorende rekentechnieken kunnen we teruggrijpen naar een groot aantal andere werken uit de bibliografie. We moeten echter wel rekening houden met de vaststelling dat het overgrote deel van de benaderingen en methodes er enkel behandeld worden vanuit het oogpunt van personenvervoer.

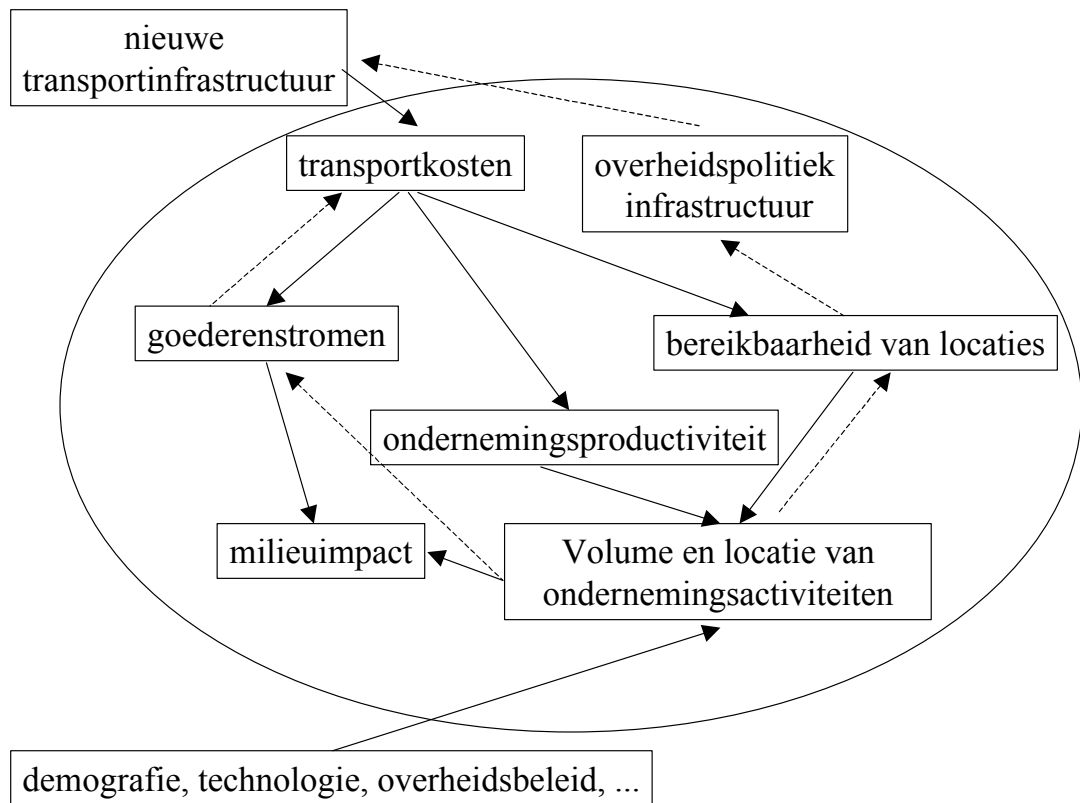
Quinet (1990, blz. 64) haalt een aantal redenen aan waarom onderzoek inzake goederentransport achterop loopt in vergelijking met *personenvervoer*: (i) gebrek aan

relevante data; (ii) onvolledigheid en onbetrouwbaarheid van beschikbare data; (iii) moeilijkheidsgraad van modellering van ondernemersgedrag inzake transportkeuzen. Onderliggend aan de voorgaande oorzaken liggen een aantal karakteristieken die de goederenvervoersector uitermate complex maken (Meersman en Van de Voorde, 1991 en Ortuzar en Willumsen, 1996):

- groot aantal goederencategorieën;
- specifieke transportvereisten per type economische activiteit;
- ruimtelijke spreiding van deze activiteiten;
- sterk uiteenlopende transportmodi;
- sterk verschillende organisatiestructuren van de modi;
- technologische vooruitgang en ontwikkeling nieuwe concepten goederenbehandeling en -vervoer;
- operationele vereisten afhankelijk van bedrijfsgrootte en distributiekkanalen;
- dynamische factoren;
- prijszetting.

Daar ons onderzoek zich op goederenvervoer toespitst, zullen we er bij ons verder onderzoek dus rekening mee moeten houden dat we een groot aantal van de hiervoor opgesomde problemen zullen moeten overwinnen. Bovendien zullen we bij de keuze van een rekentechniek alle componenten moeten integreren die in het samenvattende model ‘MOBILEC’ zijn opgenomen, en die met specifieke aandacht voor bereikbaarheid zijn weergegeven in onderstaande figuur:

Figuur 2: directe en indirecte relaties tussen transportinfrastructuur en ruimtelijke ontwikkeling



bron: Bruinsma en Rietveld, 1998, blz. 49

Bruinsma en Rietveld (1998, blz. 46 – 65) pleiten dus voor een gelijkaardige integratie als Van de Vooren (opname van transportinfrastructuur in de productiefunctie van ondernemingen, druk uitgaande van toenemende vraag naar transportcapaciteit op aanbod van transportcapaciteit, en exogene economische invloeden op economische ontwikkeling). Verschillend is dat deze auteurs ook via ‘milieu-impact’ ook expliciet externe kosten in hun model opnemen. Belangrijk is verder dat ze verklaren hoe hoge directe transportkosten een reden kunnen zijn tot (overheids-)investering in infrastructuur: door de hoge transportkosten krijgen lokale producenten een soort monopoliepositie voor de bediening van de lokale markt, waardoor de goederenprijzen stijgen en een overheidsinterventie gewenst is. Dat bijkomende infrastructuurinvesteringen hier echter niet altijd een oplossing kunnen bieden, tonen ze aan door te stellen dat infrastructuurinvesteringen gronden in principe meer bereikbaar maken waardoor hun waarde (en bijgevolg ook hun verkoopprijs) toeneemt, wat nieuwe bedrijven ervan weerhoudt zich er te vestigen. Begeleidende kostenverminderende of –compenserende

maatregelen vanwege de overheid zullen dus wenselijk zijn. Met deze effecten zullen we dus bij het uitwerken van ‘bereikbaarheid’ rekening moeten houden.

We merken nog op dat onder ‘overheidsbeleid’ in bovenstaande figuur ook het subsidiëerings- en reguleringsbeleid van economische bedrijvigheid valt. Bijgevolg kan de overheid niet alleen inspelen op het aanbod van verkeersinfrastructuur, maar ook op de economische activiteit en zo op de vraag naar transportinfrastructuur.

1.3 Mogelijkheden tot replicatie?

Het feit dat onderzoek op de goederenvervoersmarkt relatief schaars is in vergelijking met personenvervoersonderzoek, draagt in grote mate bij tot de originaliteit van het voorliggende onderzoek. In grote lijnen kunnen de bereikbaarheidsmethodiek en de indicatoren die gebruikt worden voor personenvervoer mits lichte modificatie worden overgenomen voor het goederenvervoer. De bedoeling is de methodiek in dit onderzoek binnen het goederenvervoer ruime toepassingsmogelijkheden te geven, zodat naast bestaande bereikbaarheid op een beperkt grondgebied ook bereikbaarheid op een groter geografisch gebied kan geanalyseerd worden, evenals simulaties (bereikbaarheidsverandering door verandering inputvariabelen) mogelijk worden.

2. ONDERZOEKSPROBLEEM

Nu we weten dat we ons binnen het vervoersysteem bevinden en dat we specifiek met bereikbaarheid gaan werken, zetten we verder de bakens van het onderzoeksdomein af.

2.1 Te verkrijgen kennis en motivatie?

Het centrale begrip binnen dit onderzoek is de notie 'bereikbaarheid'. Uit de doorgenomen literatuur blijkt dat het onderzoek naar de bereikbaarheid via het vervoersysteem zich tot op heden vooral op personen heeft gericht. Bereikbaarheid van economische activiteiten werd veel minder vaak het voorwerp van onderzoek. Bovendien werd in de meeste gevallen ofwel alleen aanbod van transportcapaciteit in relatie tot economische activiteit bekeken, ofwel enkel de relatie tussen economische activiteit en vraag naar transportcapaciteit. Een opvallend punt is verder dat de verschillende modi zelden samen werden geanalyseerd: in het beste geval werden weg, spoor en binnenvaart naast elkaar bekeken.

De bedoeling van dit onderzoek is een aantal van de hierboven genoemde hiaten in het onderzoek naar de bereikbaarheid via het vervoersysteem op te vullen. We willen ons in de eerste plaats dus in het bijzonder richten op het goederenvervoer, omdat op dit vlak veel minder onderzoek gebeurde dan voor het personenvervoer. Vanzelfsprekend zal het volume aan personenvervoer mee bepalend zijn voor de bereikbaarheid van economische activiteitszones (via fenomenen als congestie,...), maar centraal in ons onderzoek staat de goederenvervoersmarkt.

Verder willen we vraag naar en aanbod van transportcapaciteit integreren met economische activiteit. We nemen dus enerzijds het standpunt in van de ruimtelijke planner, die zich volgende vraag stelt: "Waar kan de bereikbaarheid verhoogd worden door de aanleg van (bijkomende) transportinfrastructuur en welke gebieden zijn nu voldoende bereikbaar en blijven dat ook als er nieuwe zones voor economische activiteit ontwikkeld worden?". In deze zin kan dit onderzoek sterk ondersteunend werken voor het overheidsbeleid. Vanzelfsprekend kunnen we ook de tegenpolen van de 2 componenten uit de voorgaande vraag beschouwen (afbouw van (overbodige) transportinfrastructuur in erg bereikbare gebieden en weghalen van economische activiteit in slecht bereikbare gebieden waar uitbreiding van

transportinfrastructuur niet mogelijk of wenselijk is). Uiteraard zijn deze 2 tegenpolen vanuit beleidsoogpunt veel minder voor de hand liggend, hoewel theoretisch mogelijk.

Anderzijds stellen we ons ook in de positie van (een groep van) ondernemingen door aan de economische activiteit de vraag naar transportcapaciteit te relateren. Het gaat dan om de vraag: "Waar kan ik als ondernemer mijn bedrijf vestigen zodat het optimaal bereikbaar is voor afnemers of leveranciers of zodat mijn afnemers of leveranciers voor mij het meest bereikbaar worden." In de voorgaande vraagstelling hangt veel ervan af wie telkens voor het transport instaat: de beschouwde ondernemer enerzijds of de afnemer of leverancier anderzijds. Hoe dan ook kunnen de resultaten ook naar bedrijven toe nuttige informatie opleveren.

De bedoeling is verder om de oefening te maken voor de verschillende modi afzonderlijk en in het kader van 'duurzame' planning ook te kijken naar multimodaal transport (transport dat gebruik maakt van twee of meerdere modi). We proberen ook een totaalbeeld te schetsen dat de vier soorten transport samen bekijkt.

Een laatste specificatie van het onderzoek dat we wensen uit te voeren betreft het werken met afstand als voornaamste bereikbaarheidsfactor: naast die klassieke - en meest gemakkelijk te meten - factor afstand willen we ook de tijd en kosten gebruiken, zowel interne als met externe kosten. Bij inbegrip van interne kosten gaat het om de fysische afstand gecorrigeerd voor directe transportkosten en het tijdsgebruik dat aan die afstandsoverbrugging gekoppeld is (interne kosten). Een bepaalde fysische afstand tussen twee punten kan namelijk snel of traag overbrugd worden, afhankelijk van bijvoorbeeld het optreden van congestie door hoge bezetting van de modus. Het is duidelijk dat de kosten en ook de bereikbaarheid zullen verschillen naargelang de benodigde tijd mee beschouwd wordt. Nog andere kosten en bereikbaarheden zullen optreden als we ook de externe kosten mee in rekening brengen. Ondermeer nieuwe concurrentieverhoudingen tussen modi kunnen hiervan het gevolg zijn.

De bedoeling is in eerste instantie om het onderzoek toe te spitsen op de bestaande Belgische context. Dit onderzoek moet de stapsteen vormen naar simulatie, waarbij van een alternatieve basissituatie wordt uitgegaan. Tot slot moet ook uitbreiding mogelijk worden naar andere en eventueel ruimere geografische entiteiten (ondermeer Europees niveau).

Op deze manier kan het onderzoek binnen duurzame mobiliteit een relevante bijdrage leveren aan de kwaliteitsbeoordeling van het transportnet in relatie tot economische activiteit. Zowel op (overheids-)beleidsniveau als op niveau van individuele ondernemingen kan nuttige informatie aangereikt worden.

2.2 Gebruikte basisbegrippen?

De volgende basisbegrippen zullen in de loop van het onderzoek verder afgebakend, gesitueerd en eventueel ook toegepast worden:

- Het verkeers- en vervoersysteem
- Netwerk
- Bereikbaarheid - Bereik
- Centraliteit
- Nabijheid
- Reikwijdte
- Toegankelijkheid
- Externaliteiten

2.3 Onderzoeksvragen?

Tot op heden kunnen we de volgende onderzoeksvragen definiëren:

1. Hoe bereikbaar zijn de Belgische economische activiteitenzones voor goederenvervoer?
2. Hoe verandert de bereikbaarheid voor goederenvervoer van de Belgische economische activiteitenzones als de beginsituatie verandert?
3. Hoe bereikbaar zijn de activiteitenzones van andere welbepaalde geografische entiteiten (ondermeer het Europees niveau) voor goederenvervoer?

Deze vraagstellingen kunnen we in verschillende deelvraagstellingen opsplitsen.

Voor wat betreft de eerste vraag, *de huidige bereikbaarheid voor goederenvervoer van Belgische activiteitenzones*, krijgen we de volgende opdeling:

1. Fysische bereikbaarheid:

a. Bereikbaarheid in termen van metrische afstand:

- Hoe bereikbaar zijn de Belgische activiteitenzones voor goederenvervoer via het autowegennet in termen van metrische afstand?
- Hoe bereikbaar zijn de Belgische activiteitenzones voor goederenvervoer via het spoorwegennet in termen van metrische afstand?
- Hoe bereikbaar zijn de Belgische activiteitenzones voor goederenvervoer via het binnenvaartnet in termen van metrische afstand?
- Hoe bereikbaar zijn de Belgische activiteitenzones voor goederenvervoer via het multimodale spoor-auto-netwerk in termen van metrische afstand?
- Hoe bereikbaar zijn de Belgische activiteitenzones voor goederenvervoer via het multimodale binnenvaart-auto-netwerk in termen van metrische afstand?
- Hoe bereikbaar zijn de Belgische activiteitenzones voor goederenvervoer via het auto-, multimodaal spoor- en multimodaal binnenvaart-netwerk samen in termen van metrische afstand?

b. Bereikbaarheid in termen van tijd:

Hier geldt dezelfde opdeling als bij de metrische afstand, waarbij ‘metrische afstand’ uiteraard overal wordt vervangen door ‘tijd’.

2. Monetaire bereikbaarheid:

Hier drukken we bereikbaarheid uit met behulp van kosten. We onderscheiden twee soorten kosten.

a. Bereikbaarheid in termen van interne kosten;

b. Bereikbaarheid in termen van externe kosten;

Opnieuw geldt de indeling die hierboven werd gebruikt bij de bereikbaarheden met metrische afstand en tijd.

Dezelfde indeling in deelvraagstellingen kunnen we nu ook maken voor de tweede onderzoeksvraag, *de bereikbaarheid via het Belgische transportnetwerk bij gewijzigde beginsituatie* en voor de derde onderzoeksvraag, *de bereikbaarheid via het transportnetwerk van andere geografische entiteiten*.

We krijgen dus een combinatie van zowel *beschrijvende vraagstellingen* (de eerste en de derde hoofdonderzoeksvraag) en *voorspellingsvraagstellingen* (de tweede hoofdonderzoeksvraag).

We merken op dat in deze paper de onderzoeksvragen met betrekking tot simulatie en andere geografische entiteiten dan België buiten beschouwing blijven. Zij kunnen met dezelfde methodiek als die gebruikt voor de huidige bereikbaarheid in België het voorwerp vormen van een vervolgonderzoek. Verder verplichten tijds- en budgettaire beperkingen ons ook de economische bereikbaarheid voorlopig niet op te nemen. Dit gebeurt wel in lopend onderzoek (Hermia et al., 2001, forthcoming). Omwille van databeschikbaarheidsproblemen kunnen we binnen de fysische bereikbaarheid ook het aspect ‘tijd’ niet beschouwen. De nadruk in deze paper zal dus liggen op bereikbaarheid in termen van afstand. De gevolgde methoden en concrete rekentechnieken zullen echter zodanig ontwikkeld worden dat ze ook op de andere mogelijke bereikbaarheidsberekeningen toepasbaar zijn.

2.4 In hoeverre zijn de onderzoeksvragen al beantwoord?

De voorgaande onderzoeksvragen zijn in de bestaande literatuur grotendeels onbeantwoord gebleven.

Algemeen methodologisch werden hoogstens pogingen ondernomen om ofwel het verband tussen aanbod van transportcapaciteit enerzijds en economische activiteit anderzijds te leggen (zie bijvoorbeeld Thisse, 2000), ofwel het verband tussen economische activiteit enerzijds en de vraag naar transportcapaciteit anderzijds. Beide vraagstellingen werden nooit naast elkaar gelegd. Voor goederenvervoer werden ze zelfs nauwelijks afzonderlijk behandeld. Een heel recente aanzet tot integratie van beide verbanden voor goederenvervoer werd met het algemene model 'MOBILEC' gegeven door Van de Vooren (1998). Onze bereikbaarheidsaanpak is echter een andere manier van integratie die grotendeels dezelfde doelstellingen beoogt als het model van Van de Vooren, maar die via een andere weg bereikt.

Voor België in het bijzonder is deze aanpak volledig nieuw: de afstemming tussen economische activiteiten en transportinfrastructuur werd in het verleden noch voor personen, noch voor goederen grondig beoordeeld. Slechts recent wordt hieraan enige aandacht besteed, ondermeer onder impuls van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen dat ook voorziet in het

opstellen van een Mobiliteitsplan. Verder wordt op dit ogenblik ook gepoogd het model 'MOBILEC' op de Belgische situatie toe te passen, waarbij ondermeer voorbereidend onderzoek van Bus (1991) nuttig kan zijn. De component 'bereikbaarheid' wordt hierin echter slechts beperkt uitgewerkt.

Nochtans blijkt een wederzijdse koppeling van economische bedrijvigheid en beschikbare transportinfrastructuur in de Belgische context niet onbelangrijk. Vanuit planningsoogpunt wordt de vraag waar de bereikbaarheid het meest kan verhoogd worden door aanleg van nieuwe transportinfrastructuur steeds pertinent. België blijkt bijvoorbeeld al over een heel dicht weggennet te beschikken (het dichtste van de Europese Unie, zoals uit recent onderzoek blijkt). Het is dan ook zeer de vraag of nieuwe wegen nog wenselijk zijn, en of zij de bereikbaarheid zullen verhogen dan wel de economische bedrijvigheid verder zullen concentreren en congestieproblemen veroorzaken, met een afnemende bereikbaarheid als gevolg.

Ook de vraag waar nieuwe economische activiteitenzones kunnen aangelegd worden zonder de bereikbaarheid te schaden, krijgt in planningskringen steeds meer aandacht. Vrije ruimte wordt een schaars goed (zoals ondermeer mag blijken uit de situatie in het arrondissement Turnhout die aan bod komt in Reyns, e.a., 2000, blz. 10 - 12), en verschillende functies concurreren om dezelfde oppervlakte. In theorie haalt die functie het die ondermeer de bereikbaarheid het minst naar beneden haalt. De inplanting van nieuwe bedrijventerreinen zal dus goed overwogen moeten worden.

Aan de kant van de ondernemers blijkt niet alleen de aanwezigheid van grond voor economische activiteit, maar ook de bereikbaarheid een doorslaggevende factor te zijn voor de vestigingsplaatskeuze. Dat geven de resultaten weer van een enquête bij een groot aantal Belgische en Nederlandse ondernemers (Reyns, e.a., 1999, blz. 12).

Het onderzoek naar kwaliteitsbeoordeling van transportsystemen mag dan al op gang komen, de implementatie van verbeteringen aan de bereikbaarheid zal in de Belgische constellatie zeker niet gemakkelijk verlopen. Economische en ruimtelijke invloedsdomeinen liggen over verschillende departementen en op verschillende niveaus verspreid. Zo is het ruimtelijk beleid gewestmaterie, het economisch beleid (met ondermeer belastingen,...) grotendeels een

federale aangelegenheid, de aanleg van wegeninfrastructuur opnieuw gewestmaterie – zij het gebonden aan bepaalde federale regels voor de inrichting, en is de aanleg en uitbating van spoorwegen nog steeds in handen van een federaal overheidsbedrijf. Deze versnippering van bevoegdheden zal de het verbeteren van de bereikbaarheid er zeker niet gemakkelijker op maken, terwijl een geïntegreerde aanpak nochtans de enige oplossing vormt.

3. ONDERZOEKSOPZET

In dit deel gaan we na welke strategieën het meest aangewezen zijn om de voorgaande onderzoeksvragen zo effectief mogelijk te beantwoorden en daarmee de onderzoeksdoelstelling te voldoen.

3.1 Gevolgde methoden?

- PLAATS:

Afhankelijk van de onderzoeksvraag die we beantwoorden kiezen we een welbepaalde geografische entiteit. In de eerste onderzoeksvraag is het beschouwde gebied België. In de tweede onderzoeksvraag kiezen we een ander onderzoeksgebied.

- TIJD:

Opnieuw beschouwen we een verschillend tijdsperspectief naargelang de onderzoeksvraag. In de eerste twee onderzoeksvragen gaan we uit van de bestaande situatie op het tijdstip van onderzoek. In de laatste onderzoeksvraag maken we prognoses over een potentiële toekomstige situatie.

- EENHEDEN:

De basiseenheden zijn bereikbaarheidsmaten. De effectieve kwantificeringstechniek kiezen we op basis van de resultaten van de literatuurstudie, en dus ook de variabelen en hun eenheden die in de bereikbaarheidsmaten zullen gebruikt worden.

- METHODEN:

1. In de eerste plaats maken we een grondige literatuurstudie over het domein van de bereikbaarheid. Voor alle relevante begrippen wordt naar een juiste definitie gezocht. Er wordt nagegaan welke methodes nu al aan bod zijn gekomen om bereikbaarheid te meten. Nadien wordt beoordeeld of deze methodes ook toepasbaar zijn voor goederenvervoer, of ze in staat zijn zowel vraag- als aanbodzijde van de transportmarkt te beschouwen en of ze naast fysische afstand ook mogelijkheid laten om tijd en kosten op te nemen. Verder worden ook bestaande toepassingen van bereikbaarheidsmethodes doorgenomen. Op basis van deze literatuurstudie selecteren we de meest effectieve techniek of stellen we eventueel zelf een methode op aan de hand van bestaande methodes.

Om de gekozen rekentechniek te kunnen toepassen zoeken we in de literatuurstudie ook naar een overzicht van de bronnen die bruikbare data kunnen leveren en naar publicaties die kunnen helpen bij het grafisch voorstellen van de resultaten.

2. In de tweede plaats passen we de gekozen rekentechniek toe op het eerste van de drie domeinen van de voorgaande onderzoeksvragen: de bereikbaarheid voor goederenvervoer van economische activiteitszones via het Belgische transportnetwerk. De bereikbaarheid voor goederenvervoer via het Belgische transportnetwerk bij gewijzigde uitgangssituatie en de bereikbaarheid van de deelgebieden van een andere geografische entiteit voor goederenvervoer via het lokale transportnetwerk vormen mogelijke toepassingen die zoals gezegd echter buiten het tijds- en kostenbestek van het onderzoeksproject vallen. De toe te passen strategie is dezelfde als die geldig voor de huidige Belgische bereikbaarheid, maar de dataverzameling- en verwerking vergt aanzienlijke bijkomende middelen.

Voor de eerste en de derde onderzoeksvraag kan bestaand materiaal gebruikt worden. Meer bepaald worden relevante socio-economische en ruimtelijke data overgenomen uit bestaande bestanden. Voor de tweede onderzoeksvraag wordt een experiment uitgevoerd in die zin dat de bestaande uitgangssituatie van een geografische entiteit wordt gemodificeerd om de effecten op de globale bereikbaarheid na te gaan. Bij de eerste en de derde onderzoeksvraag kunnen ook de resultaten van veldonderzoek opgenomen worden. Concreet kan bij "captains of industry" en beleidsverantwoordelijken uit de transportsector te rade worden gegaan om de werking van de transportmarkt te verduidelijken, te helpen bij de waardering van tijd, het belang van bereikbaarheid in te schatten,... Omwille van een beperkt tijdsbestek slaan wij deze laatste stap echter over.

Het overzicht van gebruikte strategieën kunnen we als volgt voorstellen:

Figuur 3: Overzicht gebruikte methoden

Vraag Strategie	Wat?	Waar?	Wie?	Hoe?
Bestaand materiaal	(i) stand van zaken rond bereikbaarheid en keuze rekentechniek (ii) toepassing rekentechniek op huidige situatie onderzoeksgebieden	(i) bibliotheken; gespecialiseerde instellingen (ii) gespecialiseerde instellingen	(i) onderzoeker zelf (ii) onderzoeker zelf	(i) doornemen relevante literatuur (ii) opzoeken en verwerken socio-economische en ruimtelijke data vereist conform geselecteerde technieken
(Experiment)	Simulatie-oefening bereikbaarheid met alternatieve uitgangssituatie	Toegepast op eigen bestanden o.b.v. verwachte evoluties sector	Onderzoeker zelf	Bestaande situatie vervangen door hypothetische alternatieve uitgangssituatie
(Veldonderzoek)	Gesprekken met bevoorrechte getuigen uit sector	België	Onderzoeker zelf	Gerichte vraagstelling per sector

De concrete data-verzamelingstechnieken en data-verwerkingstechnieken verschillen tussen de literatuurstudie en de toepassing van de bereikbaarheidsmeting. Voor de *literatuurstudie* wordt gericht gezocht in *bibliotheekbestanden*. Daarbij wordt vooral aan inhoudsanalyse gedaan. Het gaat hierbij dus vooral om interpretatief onderzoek. Voor de toepassing van de *rekentechniek* worden relevante socio-economische en ruimtelijke data verzameld in *gegevensbestanden bij gespecialiseerde instellingen*. Dit is een interpretatief deel. Deze data zullen eerst kwantitatief en nadien grafisch worden verwerkt door gebruik van *Geografische Informatie-Systemen* (GIS). Hierbij gaat het dus om kwantitatieve data-analyse.

3.2 Benodigde data?

Uit het voorgaande overzicht is het duidelijk dat twee grote soorten gegevens vereist zijn. In de eerste plaats moet *bestaande literatuur* de te gebruiken rekentechniek aanwijzen. De gegevens die voor de toepassing van de rekentechniek vereist zijn, zijn zowel van *ruimtelijke* als van algemeen *socio-economische en transporteconomische* aard. Voor de ruimtelijke categorie gaat het ondermeer om afstanden tussen en ligging van knooppunten op het netwerk, evenals om ruimte ingenomen door bedrijfsactiviteiten. Voor de transporteconomische data gaat het om transporttijden, waardering van transporttijden en transportkosten (zowel intern als extern). Deze categorie is van toepassing in lopend onderzoek (Hermia, et al., 2001, forthcoming), waar de bereikbaarheid ook in monetaire en tijdstermen wordt uitgewerkt. Voor de socio-economische data tot slot richten we ons voornamelijk op waardemeters voor economische activiteit, op het niveau van postcodes of gemeenten. De concrete rekentechniek die uit de literatuurstudie wordt geselecteerd legt bijkomende voorwaarden op aan de vereiste data.

0.	INLEIDING.....	3
1.	VOORAFGAANDE VRAGEN	5
1.1	Observaties uit de praktijk?	5
1.2	Bestaande literatuur?	10
1.3	Mogelijkheden tot replicatie?	15
2.	ONDERZOEKSPROBLEEM	16
2.1	Te verkrijgen kennis en motivatie?.....	16
2.2	Gebruikte basisbegrippen?	18
2.3	Onderzoeksvragen?	18
2.4	In hoeverre zijn de onderzoeksvragen al beantwoord?	20
3.	ONDERZOEKSOPZET	23
3.1	Gevolgdde methoden?	23
3.2	Benodigde data?	26

TOEPASSING

0. INLEIDING

Zoals gezegd besteden we in deze paper alleen aandacht aan de bereikbaarheid van de Belgische activiteitenzones zoals ze op dit ogenblik bestaan. Eerst kijken we in hoeverre waarden beschikbaar zijn voor de variabelen die we in het voorgaande deel selecteerden voor invulling van de massa's en de belemmering. Nadien formuleren en toetsen we de concrete onderzoeksvragen.

1. BESCHIKBARE DATA

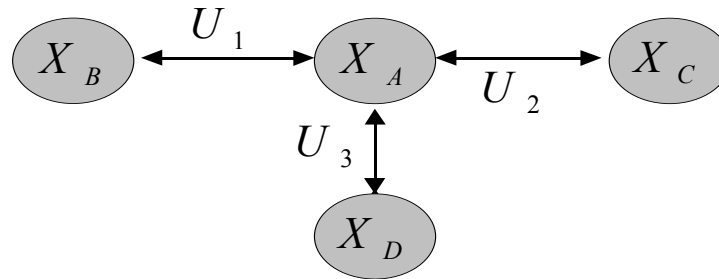
1.1 Netwerken

Het netwerk dat wij wensen te gebruiken is een toepassing van de methode en de bijhorende software ontwikkeld door Jourquin (1995). De methodiek werd opgesteld in het kader van het TERMINET-project, gefinancierd door de Europese Commissie binnen het Vierde Kaderprogramma voor Onderzoek en Ontwikkeling. Het hoofddoel van het model is een analyse-instrument te bieden om het verloop van vrachtbundeling te modelleren. Daartoe gaat de auteur eerst uit van de afzonderlijke modi, om uiteindelijk het multimodale niveau te kunnen analyseren.

Zonder al te technisch op het model in te gaan, is het toch nuttig de grote structuur van het model weer te geven. De essentie van het model bestaat uit *virtuele bogen*. Men vertrekt van het geografische netwerk (G , zoals dat in werkelijkheid bestaat), samengesteld uit knooppunten (X) en bogen (U). Elk knooppunt krijgt coördinaten mee om het een eenduidige ligging te geven. Tussen twee knooppunten (X_i en X_k) ligt uiteraard een boog (U_j). In het virtuele netwerk wordt rekening gehouden met de verschillende modi (m) en eventueel ook met de verschillende transportmiddelen (t) op een bepaalde modus. Een klassieke boog wordt dan uitgesplitst: we krijgen een beginknooppunt $-X_i^{jtm}$ en een eindknooppunt $+X_k^{jtm}$ voor een stroom in de ene richting, en een beginknooppunt $-X_k^{jtm}$ en een eindknooppunt $+X_i^{jtm}$ voor de andere richting. Bovendien krijgen we andere beginknooppunten en eindknooppunten naargelang we met een andere modus of een ander transportmiddel werken. Verder wordt ook de mogelijkheid van transport binnen een knooppunt (transshipment, met laad- en/of losoperaties) voorzien.

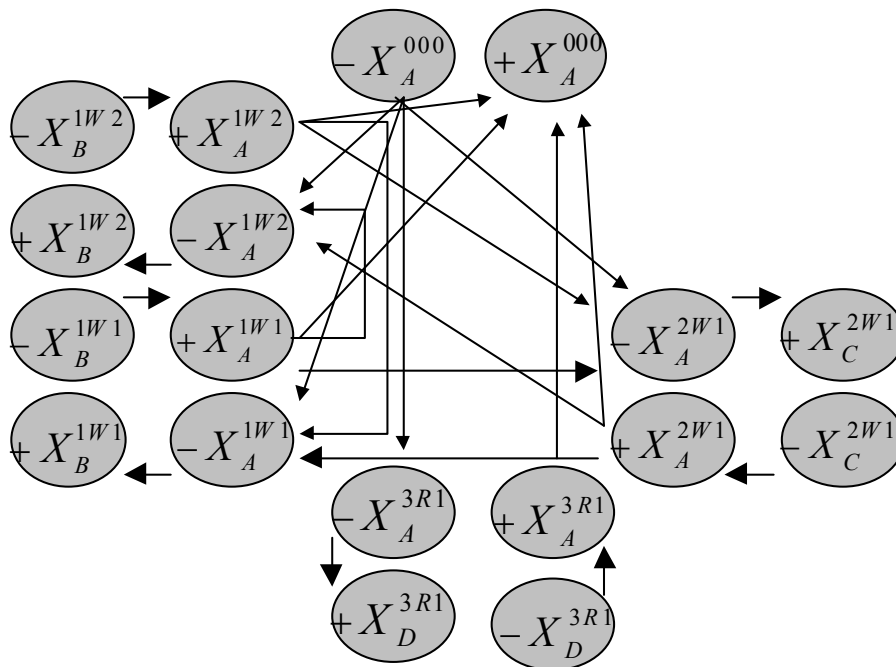
Onderstaande figuren moeten bovenstaande uitleg verduidelijken. De eerste figuur (Figuur 8) geeft een eenvoudig geografisch netwerk weer. In Figuur 9 geven we het virtueel netwerk dat overeenstemt met het voorgaande geografisch netwerk.

Figuur 8: Geografisch netwerk



bron: Jourquin, Demilie en Beuthe, 1998

Figuur 9: Virtueel netwerk



bron: Jourquin, Demilie en Beuthe, 1998

In het bovenstaande netwerk (zowel Figuur 8 als Figuur 9) merken we 4 knooppunten: één centraal (A) en 3 omliggende (B, C en D). In figuur 8 bemerken we twee modi: spoor (*R*) en binnenvaart (*W*). Bij de binnenvaart zijn er bovendien twee mogelijke transportmiddelen: kleine (1) en grote (2) boten. Een punt met extensies '000' is een intern overslagpunt.

Een punt voorgesteld door de index

$$+X_k^{jtm}$$

kunnen we dus interpreteren als een eindknooppunt als onderdeel van punt B op de eerste verbinding (tussen A en B dus) via het water met grote schepen.

Om de omzetting van een geografisch naar een virtueel netwerk automatisch te laten verlopen, uitgaande van goed gedefinieerde ruimtelijke coördinaten, heeft Jourquin samen met het model een software, NODUS genaamd, ontwikkeld. Deze software is echter zodanig ontwikkeld dat we als output niet alle links van het netwerk krijgen, maar wel een opsomming van alle mogelijke verbindingen tussen knooppunten, twee aan twee. We krijgen dus geen matrix. Omdat de matrixvorm het gemakkelijkst bewerkingen toelaat, zetten we de opsomming van links men een zelfgeschreven programma (bijlage I) om tot een matrixvorm.

Voor de selectie van knooppunten gebruikt Jourquin een hiërarchische indeling:

1. hoofdplaatsen van de provincies;
2. hoofdplaatsen van de arrondissementen;
3. hoofdplaatsen van de kantons;
4. gemeenten;
5. gemeenten van voor fusie;
6. gehuchten;
7. grensposten;
8. kruispunten op het beschouwde transportnetwerk;
9. haventerminals;
10. stations (met terminal).

Uiteraard is de voorgaande indeling specifiek gericht op de Belgische administratieve indeling. Voor uitbreiding naar of toepassing op andere (technische of administratieve) entiteiten (buitenland, Europa,...) worden volgens de bestaande NUTS¹-indeling gelijkaardige administratieve niveaus gekozen.

Omdat wij ons willen richten op economische activiteitenzones, verkiezen wij te werken met de knooppunten van niveau vier: 589 knooppunten, die overeenkomen met de Belgische

gemeenten na de laatste fusie. Dit is het aggregatieniveau uit de indeling van Jourquin dat het dichtst aansluit bij het ondernemingsniveau (ondernemingen zelf worden niet als knooppunt opgenomen, omdat dat tot teveel knooppunten zou leiden) en dat tegelijk het ruimst vertegenwoordigd is over het Belgische grondgebied (van alle niveaus herbergt dit niveau het grootste aantal knooppunten; bovendien liggen ze min of meer gelijkmatig verspreid over het Belgische grondgebied). We aggregeren dus de beschouwde economische activiteit in een gemeente tot één punt, dat overeenstemt met het geografisch zwaartepunt van de gemeente. De bogen naar/vanuit andere knooppunten (andere gemeenten) vertrekken/komen aan in dat zwaartepunt. Indien grotere entiteiten (bijvoorbeeld Europa) beschouwd worden, kan het nuttig zijn hogere administratieve niveaus te selecteren, om de analyse niet onnodig met te groot detailniveau te overladen.

We willen de bereikbaarheid echter afzonderlijk beschouwen via weg, spoor en binnenwateren, en pas nadien het intermodaal vervoer, zodat we het netwerk zullen moeten opsplitsen naar wegen, spoorwegen en binnenwateren. Zoals al gezegd bij het overzicht van de bereikbaarheidsindicatoren, hoeven niet alle door ons geselecteerde knooppunten op het netwerk te zijn aangesloten.

De wegen-, spoor- en binnenvaartnetwerken zijn zoals gezegd niet als geheel beschikbaar, maar uitsluitend via de mogelijke verbindingen tussen knooppunten. Als we de knooppunten (gemeenten) afbeelden die een autowegen-, spoor- of binnenvaartaansluiting hebben, stellen we vast dat alle Belgische gemeenten een aansluiting hebben op het autowegennet. Slechts 195 gemeenten hebben ook een aansluiting op het binnenvaartnet, en slechts 119 hebben een aansluiting op het spoornet.

We beperken ons voor de bereikbaarheid van de Belgische activiteitenzones tot de knooppunten op het Belgische grondgebied. Dat houdt in dat we enkel met zuiver binnenlands vervoer rekening houden. We houden dus geen rekening met het grensoverschrijdend vervoer, in de vorm van invoer, uitvoer en doorvoer. Om dat vervoer in beschouwing te nemen, zouden we een aantal belangrijke, transportgenererende buitenlandse knooppunten moeten selecteren. Dat zou een grote impact hebben voor bepaalde binnenlandse knooppunten die in grensregio's gelegen zijn vlakbij grote buitenlandse knooppunten (bijvoorbeeld Kortrijk

¹ NUTS = Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques, ontwikkeld door de E.U.

vlakbij de Franse metropool Rijsel). We laten deze stap echter voor een latere analyse op Europees niveau.

Deze beperking tot het binnenlands vervoer in de Belgische bereikbaarheidsanalyse is verantwoord vanuit het aandeel dat dit transport in het totale transportvolume op het Belgische grondgebied vertegenwoordigt. We baseren ons daarvoor op cijfers van het NIS (voor wegvervoer en binnenvaart) en de NMBS (voor spoorvervoer), die gebundeld zijn in Federaal Ministerie van Verkeer en Infrastructuur, 1999. Het gaat zowel om vervoerde tonnage als om gereden of gevaren tonkilometer. De laatst beschikbare cijfers gelden voor 1997 en zijn samen met de cijfers voor de vier voorgaande jaren in Tabel 1 en 2 samengevat

Tabel 1: Goederenvervoer op Belgisch grondgebied in 1000 ton per modus en per type vervoer

vervoersmodus	1993			1994			1995			1996			1997			
	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	
weg	binnenland	289.899	69%	87%	329.849	73%	88%	354.630	73%	89%	300.654	71%	87%	323.583	72%	89%
	invoer	54.599	13%	78%	46.615	10%	43%	50.334	10%	45%	45.098	11%	42%	47.065	10%	41%
	uitvoer	57.825	14%	54%	59.618	13%	54%	64.716	13%	55%	58.058	14%	52%	60.485	13%	51%
	doorvoer	17.218	4%	73%	18.118	4%	72%	18.518	4%	73%	17.296	4%	73%	17.847	4%	74%
	totaal	419.541	100%	79%	454.200	100%	73%	488.198	100%	75%	421.106	100%	72%	448.980	100%	72%
spoor	binnenland	17.744	32%	5%	19.152	19%	5%	18.146	17%	5%	18.071	17%	5%	18.111	16%	5%
	invoer	4.583	8%	7%	49.468	48%	46%	51.038	48%	46%	51.755	48%	48%	54.770	48%	48%
	uitvoer	30.902	55%	29%	31.693	31%	29%	34.475	32%	29%	35.035	33%	32%	38.886	34%	33%
	doorvoer	2.511	5%	11%	2.751	3%	11%	2.911	3%	12%	2.935	3%	12%	2.923	3%	12%
	totaal	55.740	100%	10%	103.064	100%	17%	106.570	100%	16%	107.796	100%	18%	114.690	100%	18%
binnenschip	binnenland	24.422	42%	7%	27.446	43%	7%	27.197	46%	7%	24.921	44%	7%	23.345	40%	6%
	invoer	11.040	19%	16%	12.262	19%	11%	10.516	18%	9%	10.968	19%	10%	12.965	22%	11%
	uitvoer	18.286	32%	17%	19.538	31%	18%	18.257	31%	16%	17.677	31%	16%	19.204	33%	16%
	doorvoer	3.946	7%	17%	4.165	7%	17%	3.766	6%	15%	3.529	6%	15%	3.335	6%	14%
	totaal	57.694	100%	11%	63.411	100%	10%	59.736	100%	9%	57.095	100%	10%	58.849	100%	9%
totaal	binnenland	332.065	62%	100%	376.447	61%	100%	399.973	61%	100%	343.646	59%	100%	365.039	59%	100%
	invoer	70.222	13%	100%	108.345	17%	100%	111.888	17%	100%	107.821	18%	100%	114.800	18%	100%
	uitvoer	107.013	20%	100%	110.849	18%	100%	117.448	18%	100%	110.770	19%	100%	118.575	19%	100%
	doorvoer	23.675	4%	100%	25.034	4%	100%	25.195	4%	100%	23.760	4%	100%	24.105	4%	100%
	totaal	532.975	100%	100%	620.675	100%	100%	654.504	100%	100%	585.997	100%	100%	622.519	100%	100%

bron: eigen verwerking o.b.v. Federaal Ministerie van Verkeer en Infrastructuur, 1999, blz. 4-2 en 4-4

Tabel 2: Goederenvervoer op Belgisch grondgebied in mio tonkilometer per modus en per type vervoer

vervoersmodus	1993			1994			1995			1996			1997		
	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer	absolute waarde	% van totaal modus	% van totaal type vervoer
weg															
binnenland	15.000	51%	81%	18.022	55%	83%	19.066	55%	84%	17.185	55%	82%	19.156	56%	85%
invoer	5.089	17%	68%	5.174	16%	54%	5.245	15%	56%	4.818	15%	53%	5.041	15%	52%
uitvoer	6.152	21%	59%	6.105	19%	58%	6.536	19%	61%	5.970	19%	59%	6.330	19%	59%
doorvoer	3.444	12%	76%	3.624	11%	76%	3.704	11%	77%	3.459	11%	76%	3.569	10%	78%
totaal	29.685	100%	73%	32.925	100%	71%	34.551	100%	73%	31.432	100%	71%	34.096	100%	72%
spoor															
binnenland	1.311	26%	7%	1.446	26%	7%	1.417	24%	6%	1.465	25%	7%	1.460	24%	6%
invoer	2.169	43%	29%	2.447	44%	26%	2.629	45%	28%	2.581	45%	29%	2.792	46%	29%
uitvoer	1.197	24%	12%	1.325	24%	13%	1.380	24%	13%	1.367	24%	14%	1.484	24%	14%
doorvoer	331	7%	7%	357	6%	7%	380	7%	8%	381	7%	8%	384	6%	8%
totaal	5.008	100%	12%	5.575	100%	12%	5.806	100%	12%	5.794	100%	13%	6.120	100%	13%
binnenschip															
binnenland	2.100	35%	11%	2.315	29%	11%	2.232	31%	10%	2.218	31%	11%	2.036	27%	9%
invoer	198	3%	3%	1.885	23%	20%	1.567	22%	17%	1.631	23%	18%	1.898	25%	20%
uitvoer	3.003	49%	29%	3.076	38%	29%	2.765	38%	26%	2.706	37%	27%	2.887	39%	27%
doorvoer	767	13%	17%	808	10%	17%	723	10%	15%	689	10%	15%	644	9%	14%
totaal	6.068	100%	15%	8.084	100%	17%	7.287	100%	15%	7.244	100%	16%	7.465	100%	16%
totaal															
binnenland	18.411	45%	100%	21.783	47%	100%	22.715	48%	100%	20.868	47%	100%	22.652	48%	100%
invoer	7.456	18%	100%	9.506	20%	100%	9.441	20%	100%	9.030	20%	100%	9.731	20%	100%
uitvoer	10.352	25%	100%	10.506	23%	100%	10.681	22%	100%	10.043	23%	100%	10.701	22%	100%
doorvoer	4.542	11%	100%	4.789	10%	100%	4.807	10%	100%	4.529	10%	100%	4.597	10%	100%
totaal	40.761	100%	100%	46.584	100%	100%	47.644	100%	100%	44.470	100%	100%	47.681	100%	100%

bron: eigen verwerking o.b.v. Federaal Ministerie van Verkeer en Infrastructuur, 1999, blz. 4-6 en 4-8

Algemeen blijkt 59% van de tonnage over het Belgische grondgebied vervoerd en 48% van de tonkilometer in België gereden/gevaren uitsluitend aan binnenlands vervoer gewijd. De 59 respectievelijk 48% motiveren dat het zinvol is het binnenlands vervoer afzonderlijk te analyseren. Het vervoer met minstens oorsprong (invoer) of bestemming (uitvoer) in het buitenland (ook hieronder valt het geval waarin beide in het buitenland liggen: doorvoer) vertegenwoordigt dus 41% (in tonnage) respectievelijk 52% (in tonkilometer) van het totale vervoer op Belgisch grondgebied. Dit is dan weer voldoende reden om een vervolgonderzoek te voeren naar de bereikbaarheid van Belgische in- en uitvoerzones ten opzichte van uit- of invoerzones in omliggende landen. Opvallend is echter dat de veelbesproken internationale doorvoer, die omwille van zijn onmiddellijke zichtbaarheid in het bijzonder op de weg de indruk wekt sterk vertegenwoordigd te zijn, toch slechts 4% van de tonnage en 10% van de gereden tonkilometer voor zijn rekening neemt.

Wat de vervoerde tonnage meer specifiek betreft, ligt het aandeel van het binnenlands vervoer in het totaal vervoer op Belgisch grondgebied het hoogst bij de weg (72%) en het laagst bij het spoor (16%). De binnenvaart ligt tussenin. Dat is begrijpelijk, omdat spoorvervoer interessanter wordt op langere afstanden. Doorheen de tijd lijkt weinig veranderd, alleen bij het spoor stellen we een min of meer constante (lichte) daling van het binnenlands aandeel vast. Interessant is nog dat het binnenlands wegverkeer 89% van alle binnenlands verkeer vertegenwoordigt, terwijl de aandelen van de modi spoor en binnenschip heel klein blijven.

Als we kijken naar de gereden of gevaren tonkilometers, stellen we dezelfde verhoudingen vast tussen de modi, zij het met beperktere aandelen voor binnenlands vervoer bij weg en binnenschip. Ook hier vinden we over de tijd weinig verschuivingen in aandelen. Wat de aandelen van de modi in het totale binnenlandse vervoer betreft, zien we ook hier een overwicht van de weg, zodat het belang van spoor en binnenscheepvaart ook hier klein is.

We maken dus van het netwerk van Jourquin (1995) gebruik, omdat deze het voordeel biedt dat aan het netwerk ook de benodigde belemmeringsdata gekoppeld zijn. We moeten ze dus niet meer afzonderlijk verzamelen. Toch hoeft dit netwerk niet het optimale netwerk te zijn. Alles hangt ervan af hoe men aansluiting op een modus definieert. Men kan zo tussen netwerken verschillen krijgen in aantal en ligging van de knooppunten.

Als we bijvoorbeeld het netwerk van Jourquin (1995) vergelijken met het spoornetwerk dat werd gebruikt voor het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen (Meersman, Molenberghs, Van de Voorde, Vanelslander en Verhetsel, 2001, blz. 38 en bijlagen f2spoornettrend.doc, blz. 1 - 6), dan stellen we een groot verschil vast in knooppunten die werden geselecteerd. Zo stellen we vast dat voor Vlaanderen maar liefst 34 knooppunten uit het netwerk van het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen niet worden opgenomen bij Jourquin (1995). Omgekeerd komen 15 Vlaamse knooppunten uit Jourquin (1995) niet voor in het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen. Ook in Wallonië bemerken we grote verschillen (44 knooppunten van Jourquin (1995) worden niet opgenomen bij het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen, terwijl 8 knooppunten in omgekeerde richting niet overgenomen zijn). Hier kan het verschil nog enigszins verklaard worden doordat bij het Mobiliteitsplan Vlaanderen de aandacht vooral naar de Vlaamse knooppunten uitgaat, waarbij in Wallonië niet alle bestaande knooppunten geselecteerd worden. Vooral voor Vlaanderen blijft het verschil echter opmerkelijk.

Een bijkomend verschil tussen netwerken kan liggen in de mate van detail. Zeebrugge bijvoorbeeld is bij Jourquin (1995) niet opgenomen, terwijl het in het netwerk van het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen in 6 knooppunten onderverdeeld is. Ook Antwerpen is bij het Mobiliteitsplan Vlaanderen in 6 knooppunten opgedeeld, terwijl Jourquin (1995) er één van maakt. Uiteraard hangt deze opdeling samen met het doel dat men met het netwerk wil nastreven. Bij het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen wordt veel aandacht besteed aan de bereikbaarheid van de Vlaamse havens, terwijl bij Jourquin (1995) havens geen speciale behandeling krijgen.

Bij de analyse van de bereikbaarheid moeten we ons dus steeds bewust zijn van de beperkingen die het gebruikte netwerk oplegt. De verkregen resultaten zullen steeds in dit licht moeten genuanceerd worden.

1.2 Massa van knooppunten

Zoals in het vorige deel geschetst kunnen we hier zowel ruimtelijke als socio-economische variabelen onderscheiden. We beginnen met de ruimtelijke, omdat deze de meest vernieuwende bijdrage leveren.

1.2.1 Ruimtelijke massadefinities

Het ruimtegebruik van ondernemingen in een economische activiteitenzone kunnen we op verschillende manieren definiëren. Een eerste optie is alleen de oppervlakte te beschouwen ingenomen door erkende bedrijventerreinen. Deze optie kan opnieuw vanuit onze doelstelling verantwoord worden: in de eerste plaats veronderstellen we dat het overgrote deel van deze gronden wordt gereserveerd voor vervoersgenererende ondernemingen, en bovendien mogen we ervan uitgaan dat het wenselijk is dat deze terreinen in functie van het ruimtelijk beleid goed bereikbaar zijn.

Voor een overzicht van alle erkende bedrijventerreinen met een minimale oppervlakte van 5 ha, en de bijhorende oppervlakedata, doen we voor wat het Vlaams Gewest en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest betreft, een beroep op de Gewestelijke Ontwikkelingsmaatschappijen (GOM Antwerpen, 1998; GOM Limburg, 1999; GOM Oost-Vlaanderen, 1999; GOM Vlaams-Brabant, 1999; GOM West-Vlaanderen, 1999; GOM Brussel, 1999), en voor Wallonië op het Waals Gewest (Ministère de la Région Wallonne - Direction Générale de l'Économie et de l'Emploi - Division de l'Industrie et du Crédit Public - Direction de l'Équipement des Zones Industrielles, 1999). Telkens gebruiken we de meest recente data die op 6 december 1999 beschikbaar waren.

De GOM West-Vlaanderen maakt een onderscheid tussen gemengd regionale, specifiek regionale, lokale en havengebonden terreinen. De GOM Limburg en de GOM Vlaams-Brabant splitsen uit naar ambachtelijke en industriële terreinen. Uit navraag blijkt dat ambachtelijke terreinen overeenstemmen met lokale terreinen, en industriële terreinen met regionale terreinen. De GOM Oost-Vlaanderen gebruikt de indeling die van toepassing is op de gewestplannen. Ook daar kunnen terreinen grotendeels onderscheiden worden naar ambachtelijk (lokaal) of industrieel (regionaal) karakter. De GOM Antwerpen neemt in haar overzicht alleen de regionale terreinen op.

De informatie van het Waals Gewest is afkomstig van de intercommunales, die het leeuwendeel van de Waalse terreinen beheren. Een tegenhanger van de GOM's als overkoepelend orgaan per provincie komt in Wallonië niet voor. De volgende intercommunales zijn op het Waals grondgebied actief:

- B.E.P. (Bureau Économique de la Province de Namur);
- I.B.W. (Association Intercommunale pour l'Aménagement et l'Expansion économique du Brabant Wallon);
- IDEA (Association intercommunale pour le Développement économique et l'Aménagement des Régions du Centre et du Borinage);
- IDELUX - AIVE (Intercommunale de Développement économique de la Province de Luxembourg);
- IDETA (Intercommunale de Développement économique des Arrondissements de Tournai et Ath et des communes avoisinantes - Lessines - Enghien);
- IEG (Intercommunale pour l'Étude et la Gestion des Services publics à caractère industriel, commercial et technologique);
- IGRETEC (Association intercommunale pour l'Aménagement du Territoire et de Développement économique et social des Régions de l'Est du Sud du Hainaut);
- INTERSUD (Association Intercommunale pour le Développement économique et l'Aménagement du Territoire du Sud-Hainaut - S.C.);
- SPI+ (Société Provinciale d'Industrialisation) (provincie Luik).

(Ministère de la Région Wallonne - Direction de la Communication, 1999)

De data zijn door het Waals Gewest vergelijkbaar gemaakt over de verschillende intercommunales. Opnieuw deelt men in naar gemengd regionaal, specifiek regionaal of lokaal karakter.

De GOM Brussel beheert voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest de industrieterreinen, researchparken en bedrijfsgebouwen. Men maakt geen onderscheid naar soort terrein.

We merken op dat in de voorgaande terreinoverzichten een aantal bedrijventerreinen die uitsluitend door de gemeenten worden beheerd, niet zijn opgenomen. Meestal gaat het hier echter om kleine terreinen, zodat de vertekening ten opzichte van de werkelijke toestand minimaal blijft. Voor alle terreinen die wel zijn opgenomen, krijgen we cijfers voor totale oppervlakte, ingenomen oppervlakte (door bedrijven, privé-wegen, nutsvoorzieningen,...),

bouwrijpe oppervlakte en uit te rusten oppervlakte. We kunnen dus zowel werken met de oppervlakte die nu al door bedrijfsactiviteit is ingenomen, als met de oppervlakte die globaal voor ondernemingsactiviteit gereserveerd is. Conform de organisatie van het netwerk dat we aanhouden, aggregeren we voor de bereikbaarheidsmetingen de terreinen op gemeenteniveau. Voor sommige terreinen die over meerdere gemeenten gespreid liggen, vergt dit bijkomende navraag. De oppervlakten van bedrijventerreinen zijn per gemeente opgenomen in bijlage II

Het nadeel aan de voorgaande data is, dat ze enerzijds alle ondernemingen die op een bedrijventerrein gevestigd zijn, mee in beschouwing nemen, ook die ondernemingen die nauwelijks of helemaal geen vervoersactiviteit genereren (in de meeste gevallen kunnen bijvoorbeeld researchzones niet uit deze data geïsoleerd worden); anderzijds houden ze geen rekening met die ondernemingen die buiten erkende bedrijvenzones liggen. In het bijzonder geldt dit voor groot- en kleinhandelondernemingen die meestal niet op een bedrijventerrein gelegen zijn maar toch aanzienlijke goederenstromen kunnen teweeg brengen.

Daar we ons in een goederenvervoerscontext situeren, interesseren we ons voor sectoren die goederenvervoer genereren. Om aan die specificatie, en aan het probleem van de ondernemingen die zich buiten erkende bedrijventerreinen bevinden, te verhelpen, kunnen we het best een beroep doen op data van het Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS) omtrent de bodembezetting. Een bijkomend voordeel van deze data is dat ze toelaten het deel van de totale oppervlakte voor bedrijfsvestiging dat niet rechtstreeks door bedrijven gebruikt kan worden (omdat het bijvoorbeeld voor nutsvoorzieningen, voor privé-wegen,... vrijgehouden moet worden), af te zonderen. De totale oppervlakte wordt namelijk uitgesplitst in belastbare oppervlakte enerzijds (de ruimte die effectief in gebruik is voor bedrijfsactiviteit) en onbelastbare oppervlakte anderzijds (ruimte die bedrijfsactiviteit indirect mogelijk maakt). Bij de data van de GOM's en de intercommunales omtrent bedrijventerreinen waren deze bestanddelen samen opgenomen onder de rubriek 'ingenomen oppervlakte' en niet te scheiden, zodat de NIS-data ook in die zin dicht bij de economische realiteit staan.

Het NIS gaat voor haar statistiek van de Bodembezetting uit van de indeling in 216 genormaliseerde kadastrale aarden of vormen van bodembezetting, zoals opgesteld door het Kadaster. Buiten die indeling valt de niet-genormaliseerde oppervlakte, en verder ook de niet gekadastrerde oppervlakte (openbare wegen, pleinen, waterlopen,...). Het NIS heeft de

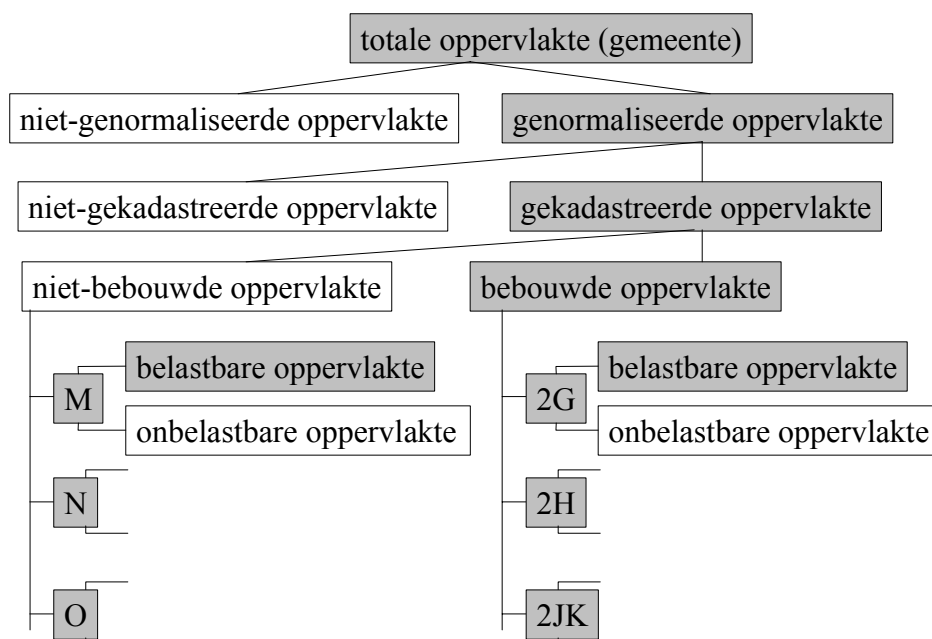
indeling vereenvoudigd tot 37 rubrieken, die nadien nog eens tot de huidige indeling in 25 soorten percelen werden teruggebracht (zie bijlage III). Waar we in de voorgaande alinea verwezen naar de totale oppervlakte, bedoelen we dus de oppervlakte voor die soorten genormaliseerde en gekadastreerde percelen die voor ons van belang zijn. Voor de volledigheid vermelden we nog dat de 25 soorten gekadastreerde percelen in een onbebouwde en bebouwde groep kunnen ondergebracht worden. (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - Departement Algemene Zaken en Financiën - Administratie Planning en Statistiek, 1996, blz. 4 - 8)

Uit die indeling, en in het bijzonder uit de groep bebouwde percelen, selecteren wij drie soorten percelen die geacht worden ondernemingen te huisvesten die substantiële vervoerstromen genereren: ambachts- en industriegebouwen (code 2G), opslagruimten (code 2H) en gebouwen met handelsbestemming (code 2JK). De voorgaande drie categorieën kunnen we beschouwen als equivalent aan de ruimte die in de GOM-indeling werd omschreven als 'ingenomen'. Als we daarnaast wensen rekening te houden met de ruimte die niet is ingenomen maar die ondernemingen nog ter beschikking hebben, kunnen we uit de groep onbebouwde percelen de categorieën 1M (nijverheidsgronden), 1N (bouwpercelen, in de GOM-indeling equivalent met 'bouwrijpe grond') en 1O (splitsing voor grond en gebouw - toelating tot bouwen van een nijverheidsgebouw, in de GOM-indeling equivalent met 'uit te rusten grond').

Voor de oppervlakten van de voorgaande soorten gronden beschikt het NIS over cijfers op niveau van de gemeenten, met bijkomend aanduiding van het aantal percelen van die soort die in de betreffende gemeente voorkomen. Zoals gezegd wordt telkens een onderscheid gemaakt naar belastbare en niet-belastbare oppervlakte, en wordt bovendien aangegeven hoeveel het (respectievelijk belastbaar en niet-belastbaar) kadastraal inkomen van de betreffende grond bedraagt. De meest recente cijfers dateren van 1 januari 1999 (Ministerie van Economische Zaken - Nationaal Instituut voor de Statistiek, 1999a). Ze zijn opgenomen in bijlage IV.

De onderstaande figuur moet verduidelijken welke gegevens in de betreffende publicatie zijn opgenomen.

Figuur 10: NIS-indeling kadasterpercelen



bron: gebaseerd op Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - Departement Algemene Zaken
en Financiën - Administratie Planning en Statistiek, 1996, blz. 4 - 8

1.2.2 Socio-economische data

We overlopen de beschikbaarheid van data voor deze variabelen in volgorde van hun bruikbaarheid.

- Industriële productie:

Het NIS houdt uiterst gedetailleerde productiestatistieken bij per goederencategorie (volgens NACE-BEL code), maar publiceert die alleen voor het nationaal vlak, niet op een lager administratief niveau (Ministerie van Economische Zaken - Nationaal Instituut voor de Statistiek, 1999b; deze publicatie geeft de zogenaamde Prodcom²-gegevens weer). Cijfers voor lagere niveaus zijn echter wel leverbaar. Het probleem is echter dat deze cijfers niet-identificeerbaar moeten zijn gemaakt voor gebruikers. Dat levert zeker voor het gedesaggregeerde gemeenteniveau, waarop wij werken, een groot aantal niet-ingevulde waarden op (gemeenten waar slechts een beperkt aantal productieondernemingen actief zijn),

wat dus een grote vertekening van de realiteit vertegenwoordigt. Om dat probleem te ondervangen kan met het NIS een vertrouwelijkheidscontract worden ondertekend, waarin wordt gesteld dat de onderzoekers de verkregen data niet zullen verspreiden. In dat geval zijn wel alle cijfers ingevuld. De procedure hiervoor was echter nog niet achter de rug op het ogenblik van de verwerking, zodat we voor deze toepassing naar een volgende publicatie (Hermia, et al., 2001, forthcoming) verwijzen. In elk geval gaat het om een industrieel productiecijfer per gemeente in monetaire termen (fysische hoeveelheden zijn niet optelbaar wegens hun verschillende eenheden).

- Kadastraal inkomen:

De inkomenscijfers horen bij de NIS-oppervlaktecijfers die hierboven aan bod kwamen, zodat de laatste versie ook dateert van 1 januari 1999 (Ministerie van Economische Zaken - Nationaal Instituut voor de Statistiek, 1999a). We kunnen ze ook hier op gemeentelijk niveau bij het NIS opvragen. Meteen selecteren we ook de kadastrale codes die voor ons interessant zijn (2G, 2H, 2JK). Telkens zijn zowel belastbare als niet-belastbare kadastrale inkomens leverbaar. De verkregen cijfers zijn opgenomen in bijlage V.

- Toegevoegde waarde, omzet en totaal van de activa:

De waarden voor deze variabelen van economisch-financiële aard kunnen teruggevonden worden in of afgeleid worden uit de jaarrekeningen van individuele ondernemingen die de Balanscentrale van de Nationale Bank van België (NBB) verzamelt. Een probleem is echter dat niet alle ondernemingen dezelfde soort en hoeveelheid informatie doorgeven.

De volgende ondernemingen moeten geen jaarrekening bij de Balanscentrale neerleggen :

- de natuurlijke personen die handelaar zijn;
- de kleine en middelgrote vennootschappen waarvan de vennoten onbeperkt en hoofdelijk aansprakelijk zijn : vennootschappen onder firma, gewone commanditaire vennootschappen, coöperatieve vennootschappen met onbeperkte en hoofdelijke aansprakelijkheid;
- de grote vennootschappen waarvan de vennoten onbeperkt en hoofdelijk aansprakelijk zijn, indien geen enkele vennoot een rechtspersoon is;
- de internationale verenigingen, de instellingen van openbaar nut en de meeste vzw's;

² Prodcom staat voor 'Products of the European Union' en betreft een Europese goederenclassificatie

- de landbouwvennootschappen;
- de ziekenhuizen voor zover zij niet de vorm hebben aangenomen van een handelsvennootschap met beperkte aansprakelijkheid;
- de ziekenfondsen, de beroepsfederaties, de scholen en instellingen voor hoger onderwijs.

(Nationale Bank van België, 2000c)

Alle andere ondernemingen zijn wettelijk gehouden op gestelde tijdstippen hun jaarrekening aan de Balanscentrale over te maken. Er is echter nog een onderscheid in het formaat dat moet worden opgemaakt. Kleine en middelgrote ondernemingen mogen zich tot een verkort schema beperken, terwijl grote ondernemingen het volledig schema moeten gebruiken. Een onderneming wordt als groot beschouwd indien:

- haar gemiddeld personeelsbestand op jaarbasis meer dan 100 bedraagt of
- zij meer dan één van de volgende drempels overschrijdt :
 - jaargemiddelde van het personeelsbestand : 50;
 - jaaromzet (exclusief BTW) : 4.957.870 EUR (= 200 miljoen BEF);
 - balanstotaal : 2.478.935 EUR (=100 miljoen BEF).

Voor de jaarrekeningen afgesloten vanaf 31 december 1999 gelden nieuwe groottecriteria voor jaaromzet (6.250.000 EUR (=252.124.375 BEF)) en balanstotaal (3.125.000 EUR (=126.062.188 BEF)).

(Nationale Bank van België, 2000b) (Nationale Bank van België, 2000d)

Voor de elementen toegevoegde waarde en totaal van de activa stelt het onderscheid tussen volledig of verkort schema geen probleem: alle ondernemingen die een jaarrekening moeten indienen, van welk type ook, moeten ze opgeven. Dit geldt echter niet voor de omzet: dit element komt in het verkort schema niet voor. We beschikken dus enkel voor de grote ondernemingen over alle omzetcijfers. Een globaal omzetcijfer per gemeente voor grote ondernemingen bekomen we dus door eenvoudige optelling van de omzetcijfers per onderneming. Voor de kleine en middelgrote ondernemingen tellen we de beschikbare omzetcijfers per gemeente op, en extrapoleren lineair naar het totaal aantal kleine ondernemingen binnen een gemeente. Op die manier kunnen we de omzetcijfers voor kleine, middelgrote en grote ondernemingen optellen tot een globaal omzetcijfer per gemeente. We selecteren zoals gezegd op de drie vervoersgenererende sectoren: productie (NACE-BEL codes 15-37), handel (NACE-BEL codes 50-52) en opslag (NACE-BEL code 6312).

De balans- en resultatenrekeninggegevens van de NBB worden ondermeer via de bel-first CD-ROM van Bureau van Dijk publiek gemaakt. Deze CD-ROM omvat de data uit de jaarrekeningen van 250.000 Belgische en de 200 grootste Luxemburgse ondernemingen, evenals een groot aantal financiële gegevens die voor elk van deze ondernemingen worden berekend. De laatste versie van deze CD-ROM dateert van januari 2000. De gegevens die erin zijn opgenomen betreffen de laatst beschikbare jaarrekeningen. In principe moeten ondernemingen tenminste jaarlijks hun jaarrekening neerleggen (de jaarrekening moet binnen de zes maand na afsluiting van het boekjaar aan de Algemene Vergadering van de onderneming worden voorgelegd, en binnen 30 dagen na goedkeuring door de Algemene Vergadering aan de Balanscentrale worden overgemaakt; het boekjaar bedraagt maximum één jaar en is voor sommige ondernemingen korter). De oudste gegevens hebben dus in principe betrekking op het boekjaar afgesloten in 1998. Een aantal ondernemingen komen echter hun wettelijke verplichtingen niet na en hebben reeds langer geen jaarrekening ingediend. In die gevallen beschikken wij uiteraard slechts over oudere gegevens. We nemen echter aan dat het aantal ondernemingen dat in dit geval verkeert, beperkt is. (Bureau van Dijk - Electronic Publishing, 2000)

Een bijkomend probleem met deze data is dat we enkel kunnen selecteren op de maatschappelijke zetel (Bureau van Dijk - Electronic Publishing, 2000). Nochtans is het vooral de exploitatiezetel die voor ons interessant is, omdat daar de reële vraag naar vervoer bestaat. Vooral in de grote administratieve centra (bijvoorbeeld Brussel) kunnen we verwachten dat onze gegevens dus een vertekening zullen opleveren ten opzichte van de realiteit die voor ons belangrijk is, aangezien veel maatschappelijke zetels van ondernemingen daar gevestigd zijn, terwijl de eigenlijke productieactiviteiten elders gebeuren. Tot deze vaststelling komen ondermeer Jorissen en Verhetsel (1994, blz. 98). Zij stellen dat dit fenomeen zich vooral voordoet bij grote ondernemingen (volgens de bovenstaande criteria). 30% van de grote ondernemingen blijkt haar maatschappelijke zetel in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest te hebben. Een enquête door de Vereniging van Vlaamse Kamers van Handel en Nijverheid (1991) bij 826 van deze ondernemingen wees uit dat hun personeel voor 42,5% in Vlaanderen was tewerkgesteld, voor 18,6% in Wallonië en slechts voor de overblijvende 38,9% in Brussel zelf. Voor de exploitatiezetels geldt dezelfde verdeling als voor het personeel. Binnen de gestelde tijd en budgetten is het echter onmogelijk een alternatief voor de keuze van de gemeente van de maatschappelijke zetel uit te werken.

De cijfers zijn opgenomen in bijlagen VI (toegevoegde waarde), VII (omzet) en VIII (totaal van de activa). Identieke cijfers werden bekomen via de onderneming Graydon nv. Die werden gebruikt ter toetsing van de bel-first cijfers. Significante verschillen bleken niet op te treden. Deze cijfers kampen trouwens met dezelfde problemen van niet-opgave en onderscheid maatschappelijke/exploitatiezetel. Ze bieden dus geen extra voordeel ten opzichte van de bel-first data.

- Aantal ondernemingen, aantal kadastrale percelen en werkgelegenheid:

Hoewel de voorgaande socio-economische data beschikbaar bleken, wijzen we er toch kort op waar we data voor deze variabelen van secundair belang kunnen vinden. Voor het aantal ondernemingen en de loontrekkende werkgelegenheid kunnen we ons opnieuw baseren op de *balansgegevens* van de NBB, en meer bepaald op de sociale balans. De gegevens die daarin zijn opgenomen betreffen zowel de voltijdse als de deeltijdse werknemers, maar die kunnen in voltijdse equivalenten worden omgerekend. Over het personeelsbestand van een heel jaar wordt een gemiddelde berekend. Omdat ook deze gegevens uit ondernemingsbalansen komen, kampen we eveneens met het probleem dat niet alle ondernemingen verplicht zijn ze over te maken. "De jaarrekening van de Belgische, neerleggingsplichtige ondernemingen bevat vanaf het boekjaar dat ingaat na 31 december 1995, een nieuw deel namelijk "de sociale balans" (deel 4). Omdat de sociale balans deel uitmaakt van de neergelegde jaarrekening, wordt zij door de Balanscentrale ter beschikking van het publiek gesteld. Van de ondernemingen die niet neerleggingsplichtig zijn, moeten de volgende groepen toch een sociale balans publiceren:

- ziekenhuizen voor zover zij niet de vorm van een handelsvennootschap aangenomen hebben
- de andere privaatrechtelijke vennootschappen, meestal vzw's, voor zover zij ten minste 20 personeelsleden in hun personeelsregister hebben ingeschreven. Voor de boekjaren die aanvangen vóór 31 december 1997 is voornoemde drempel gelijk aan 100.
- ondernemingen naar buitenlands recht die in België een bijkantoor of centrum van werkzaamheden hebben, een sociale balans opmaken en deze aan de Balanscentrale bezorgen. Hun sociale balans heeft enkel betrekking op de tewerkstelling in hun Belgische vestigingen. De op te stellen sociale balans bevat uiteraard dezelfde informatie als die welke de Belgische neerleggingsplichtige ondernemingen vermelden op de bladen

VOL22, VOL 23 en VOL 24 van het volledig schema of de bladen VKT12 en VKT13 van het verkort schema."

(Nationale Bank van België, 2000a)

"Het te gebruiken schema is afhankelijk van de betrokken onderneming: buitenlandse ondernemingen en ziekenhuizen moeten het volledig of verkort schema van de sociale balans invullen al naargelang zij de groottecriteria al dan niet overschrijden. Voor de buitenlandse onderneming worden deze criteria berekend op basis van de geconsolideerde cijfers met betrekking tot al haar Belgische vestigingen. Voor de andere privaatrechtelijke vennootschappen gold tot 31 december 1997 het volledig schema. Voor de boekjaren die aanvangen vanaf 31 december 1997 mogen privaatrechtelijke vennootschappen die gemiddeld 20 tot 49 werknemers tewerkstellen, hun sociale balans volgens het verkort schema opmaken. Privaatrechtelijke vennootschappen die gemiddeld 50 werknemers of meer tewerkstellen, moeten hun sociale balans volgens het volledig schema opmaken. "

(Nationale Bank van België, 2000a)

Verder ondervinden we bij de sociale balans opnieuw het probleem dat de ondernemingen die in principe verplicht zijn ze over te maken, dat niet noodzakelijk allemaal doen, of dat zeer onvolledig doen. Als we dus totalen maken per gemeente kan dat een zekere vertekening ten opzichte van de realiteit inhouden, omdat de opgenomen cijfers niet die van het meest recente boekjaar zijn. We baseren ons opnieuw op de de bel-first CD-ROM van Bureau van Dijk, en ter toetsing op de data van Graydon nv. In principe dateren de oudste gegevens dus uit 1998.

Een andere mogelijke bron voor aantal ondernemingen en loontrekkende werkgelegenheid is het NIS, dat zich baseert op de werkgelegenheidscijfers van de *Rijksdienst voor Sociale Zekerheid* (RSZ). De RSZ neemt alleen de werknemers op die in loondienst werkzaam zijn. De meest recente data werden geregistreerd op 30 juni 1999. (Ministerie van Economische Zaken - Nationaal Instituut voor de Statistiek, 2000)

Om een volledig beeld van het aantal personen te krijgen dat in vervoersgenererende sectoren actief is, zullen we zowel de bel-first data als de RSZ-cijfers moeten aanvullen met cijfers van het aantal zelfstandigen dat actief is. Daarvoor kunnen we ons wenden tot de *Rijksdienst voor Sociale Verzekering der Zelfstandigen* (RSVZ), dat per gemeente over cijfers beschikt voor

het aantal zelfstandigen en helpers. We nemen beide categorieën samen. We kunnen wel een opsplitsing maken tussen productiesectoren (code 300) en handelssectoren (code 400). De laatst beschikbare cijfers dateren van 31 december 1998.

1.3 Belemmeringsfactor

In eerste instantie vullen we, zoals gezegd bij de verduidelijking van het onderzoeksplan, de belemmeringsfactor in met een eenvoudige fysische afstandsmaat. Daarvoor kunnen we een beroep doen op de afstanden die worden meegeleverd met het netwerk van Jourquin (1995). Het probleem dat we signaleerden bij de bespreking van het netwerk (opsomming van verbindingen tussen punten, twee aan twee, in plaats van alle links op netwerkstructuur) doet zich ook hier voor: per verbinding krijgen we een afstand (in km), die berekend is volgens de korste pad methode, gebruik maken de nodige links op het netwerk. Ons programma in bijlage I biedt dan opnieuw uitkomst voor de omzetting in een matrix.

Interne kosten kunnen gemakkelijk bij het gebruikte model van Jourquin geleverd worden. Ze worden dan uitgedrukt in BEF/ton. De kostprijs omvat de kost van het laden, de directe transportkost (tijdskost en kilometerkost (cfr. Blauwens, De Baere en Van de Voorde, 1996, blz. 131), geen externe kosten), en de kost van het lossen van één ton met de betreffende modus. Meer specificaties over de transportmiddelen die dan effectief gebruikt worden, over de functies die werden gebruikt om tot de kosten per herkomst-bestemmingspaar en per ton te komen, en over de data die als basiskosten werden ingebracht, zijn beschikbaar in Jourquin (1995). Wij maken om pragmatische redenen van de kostengegevens uit het model van Jourquin (1995) gebruik. Uiteraard moeten we de nodige nuanceringsen maken bij de aggregatie over voertuigtypes, en bij de basiskostendata die in het model werden ingevoerd. Om vergelijkbaarheid met de metrische afstanden te waarborgen, is het echter aangewezen op deze kosten een beroep te doen. De beschikbaarheid van passende reistijden en zeker van externe kosten voor ons netwerk is tot op dit ogenblik problematisch. Voorlopig zijn dus alleen metrische afstanden aan de orde.

2. BEREKENING VAN DE BEREIKBAARHEID - METRISCHE AFSTAND

Onze bereikbaarheidsanalyse van de huidige Belgische activiteitenzones verloopt in drie stappen: analyse van het netwerk op zich, combinatie van netwerk en eigen massa, en tot slot berekening van de eigenlijke bereikbaarheid. We maken alleen gebruik van metrische afstanden. In de formules kunnen die later eenvoudig vervangen worden door reistijden of kosten.

2.1 Netwerkanalyse

We starten de bereikbaarheidsberekening zonder aan elk van de 589 knooppunten massa's toe te kennen. In de graviteitsformule waarvan hoger sprake komt dus de factor '1' te staan. Alleen de noemers variëren dus nog van gemeente tot gemeente. De formule voor gemeente i wordt dan:

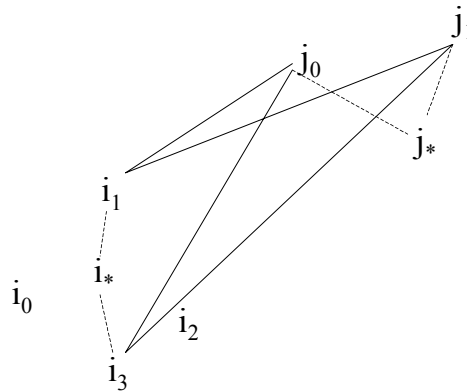
$$NW_{ij} = \sum \frac{1}{d_{ij}}$$

We laten deze formule voor elke gemeente automatisch berekenen op basis van de zelf ontwikkelde afstandenmatrices horend bij het model van Jourquin. Daartoe werd een programma geschreven in Visual C++, waarvan de codering in bijlage IX is opgenomen voor het wegennetwerk. Voor spoor en binnenwateren werd een gelijkaardig programma ontwikkeld, zodat uiteindelijk per netwerk voor elke gemeente een waarde verkregen wordt.

Alle Belgische gemeenten blijken via de weg ontsloten. Dit is echter niet zo voor spoor en binnenwateren, zodat we voor de niet ontsloten gemeenten met de gekozen formule de waarde '0' bekomen (in feite kunnen we de waarde niet berekenen, omdat we niet over afstanden beschikken; wij kennen aan de gemeenten met onbekende waarde de waarde '0' toe. Het kan echter zo zijn dat een naburige gemeente wel op het spoor- of binnenvaartnet is aangesloten, zodat de gemeente onrechtstreeks (mits een korte overbrugging via de weg) toch via spoor en binnenwateren bereikbaar is. Juist daarom is het interessant ook het multimodale aspect te beschouwen. We doen dat afzonderlijk voor de combinaties weg-spoor en weg-

binnenwateren. We illustreren de werkwijze voor de eerste combinatie; ze is gelijklopend voor weg-binnenwateren.

Figuur 11: Multimodaliteit spoor-weg



In Figuur 11 is 'i*' de centrale gemeente waarvoor we de formule met teller = 1 willen toepassen, terwijl 'j*' één van de andere gemeenten uit het netwerk is, tot waar we de afstand via het spoor willen bepalen. Gemeente i* heeft echter zelf geen spooraansluiting. Twee naburige gemeenten van i*, namelijk i₁ en i₃ hebben die wel (volle lijnen). Gemeente i* is wel via de weg met i₁ en i₃ verbonden (ook met i₀ en i₂, aangezien we zagen dat alle gemeenten via de autoweg bereikbaar zijn, maar dit is hier verder van geen belang). Gemeente j* zit in een vergelijkbare situatie (ook onrechtstreeks twee spooraansluitingen in de buurt).

Doelstelling is nu de gemeente haar eigen spooraansluiting laten gebruiken, indien ze die heeft, en ze (via de weg) te laten uitwijken naar een naburige aansluiting, indien ze er zelf geen heeft. De gekozen omliggende spooraansluiting moet zo gelegen zijn dat de totale afstand (afstand over weg ernaartoe + afstand over spoor naar gemeente j*) geminimeerd wordt. Uiteraard kunnen we in deze formule de afstand in een later stadium vervangen door reistijd of kosten.

Om dit te bereiken bouwen we het algoritme van bijlage IX verder uit. In een eerste stap selecteren we voor elke gemeente de vijf dichtste omliggende gemeenten met een spooraansluiting. Voor die vijf gemeenten wordt in een tweede stap de afstand over de weg vanuit i* berekend en opgeteld bij de afstand via spoor vanuit elk van de vijf gemeenten naar gemeente j*. Uiteindelijk wordt in een derde stap die combinatie gekozen die de kleinste som van afstanden geeft. Die techniek passen we voor elke omliggende gemeente j* van gemeente i* toe.

Als uiteindelijke waarden van netwerkanalyse krijgen we dezelfde waarden als bij het zuivere spoor als de gemeente zelf een spooraansluiting heeft, terwijl de nullen bij gemeenten zonder spooraansluiting in de zuivere spoormatrix worden vervangen door de multimodale waarden.

Voor de multimodale combinatie binnenwateren-spoor volstaat het ‘spoor’ in de voorgaande redenering overal door ‘binnenwateren’ te vervangen. Een synthesebeeld krijgen we uiteindelijk door de resultaten voor weg, multimodaal spoor-weg en multimodaal binnenwateren-weg samen te tellen.

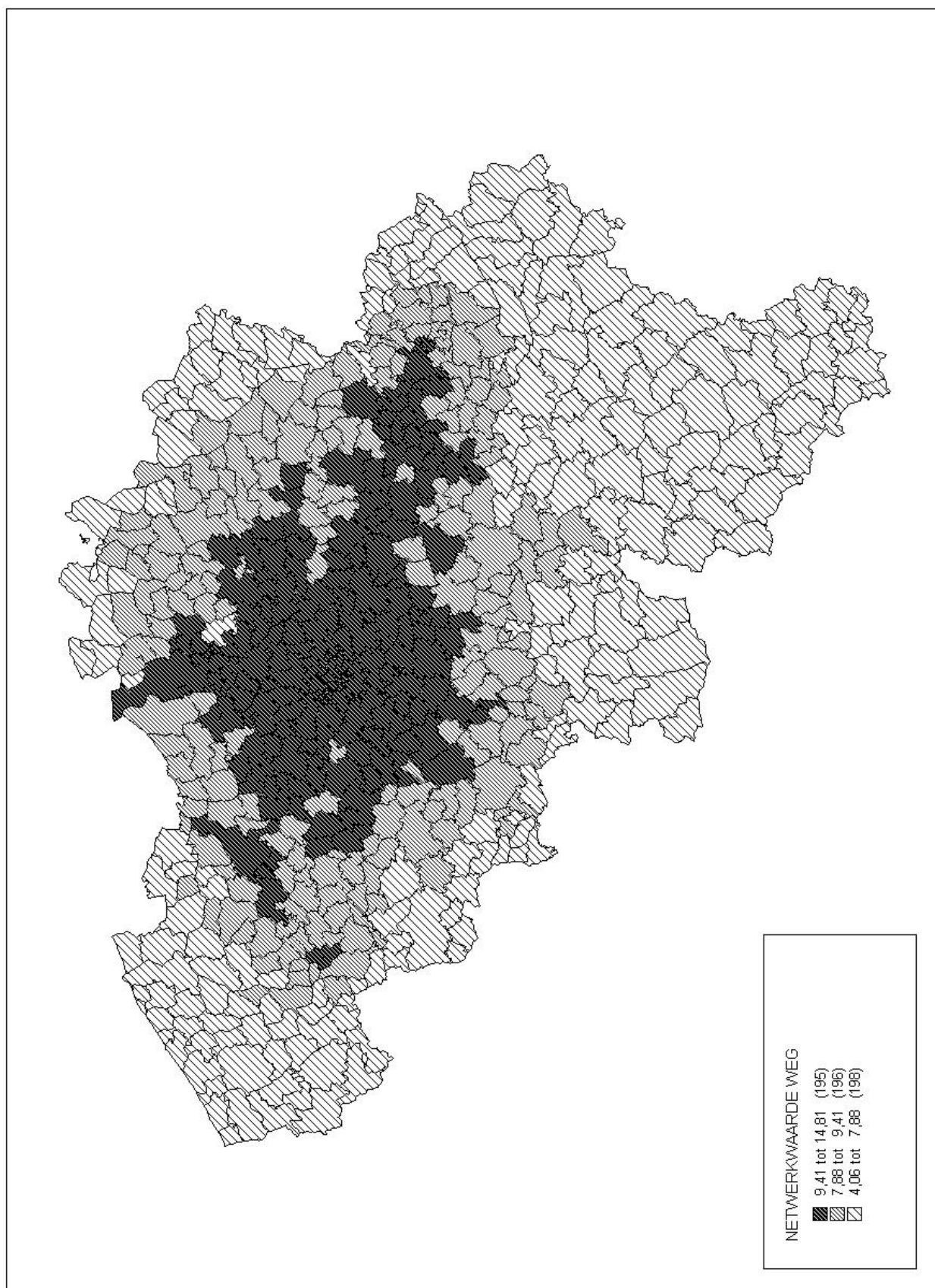
We analyseren nu de resultaten die we voor elk soort modus bekomen. De berekende waarden zijn samengevat in bijlage X.

2.1.1 Analyse autowegennet

De waarden voor het autowegennet met enkelvoudige belemmering zijn op kaart gezet in Figuur 12. We stellen onmiddellijk vast dat de gemeenten uit de omgeving van Brussel over het algemeen het best in het netwerk blijken te liggen. Op de eerste plaats komen de gemeenten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zelf (gemiddelde netwerkwaarde 13,245). Daarna komt al direct een kloof tot de gemeenten van het arrondissement Halle-Vilvoorde (gemiddelde netwerkwaarde 11,217). De gemeenten van het arrondissement Leuven en de Waals-Brabantse gemeenten (arrondissement Nijvel) scoren beide gemiddeld ongeveer nog een eenheid lager (9,982 respectievelijk 10,020). Alle Vlaams-Brabantse gemeenten samen scoren met een waarde van 10,647 toch nog beter dan de Waals-Brabantse.

Aan het andere uiteinde van de rangorde vinden we voornamelijk Luxemburgse gemeenten (gemiddelde netwerkwaarde = 5,382). Tussenin vinden we de provincies Antwerpen en Oost-Vlaanderen, die met respectievelijke waarden 9,139 en 9,112 beter scoren dan de gemiddelde waarde over alle Belgische gemeenten (8,578). De provincies Luik, Limburg en Henegouwen zitten met 8,320 respectievelijk 8,192 en 8,065 op een vergelijkbaar niveau, maar al onder het gemiddelde voor alle Belgische gemeenten. Nog lager in de rangorde vinden we de Naamse (7,653) en West-Vlaamse (7,128) gemeenten. Deze laatste scoren gemiddeld nog steeds bijna twee eenheden beter dan de gemeenten uit de provincie Luxemburg.

Figuur 12: Analyse autowegennet



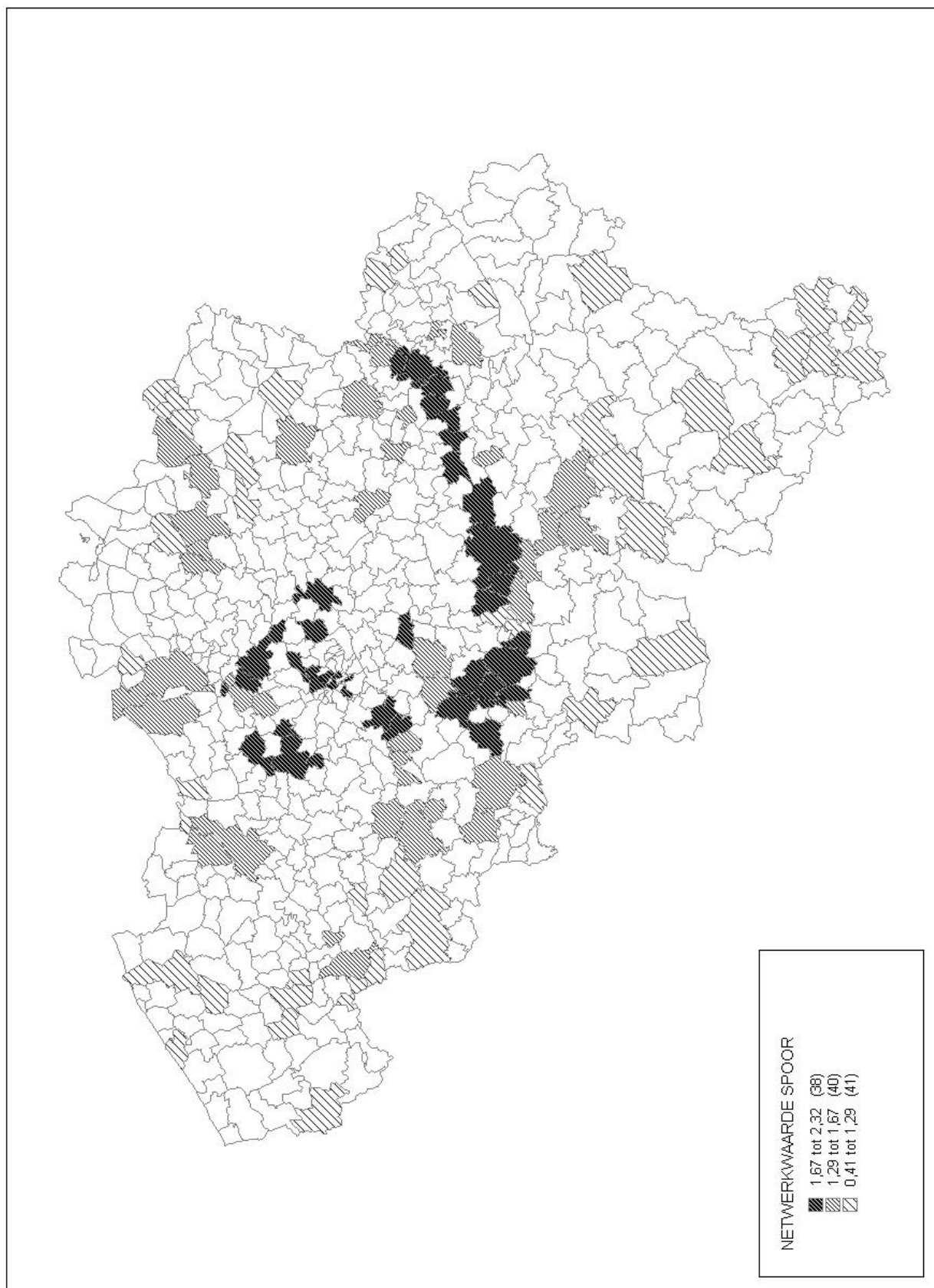
316 gemeenten of ruim de helft van alle Belgische gemeenten hebben een netwerkwaarde die hoger ligt dan het gemiddelde over alle Belgische gemeenten, wat betekent dat een aantal gemeenten een erg lage waarde halen. De gemiddelde negatieve afwijking van het nationaal gemiddelde bedraagt 1,62 eenheden, de gemiddelde positieve afwijking 1,4 eenheden. 32 gemeenten halen niet eens het laagste provinciegemiddelde (dat van Luxemburg). Eén van die gemeenten ligt in Henegouwen (Momignies), twee liggen in West-Vlaanderen (Lo-Reninge en Alveringem), nog twee in de provincie Namen (Bièvre en Vresse-sur-Semois), drie liggen in de provincie Luik (Buellingen, Sankt-Vith en Burg-Reuland). De overige 24 liggen alle in de provincie Luxemburg. Tot de slechtst scorende behoren hier Musson (slechtste Belgische netwerkwaarde, negatieve afwijking ten opzichte van nationaal gemiddelde = 4,513), Meix-devant-Meuse, Saint-Leger, Herbeumont en Rouvroy.

De gemeenten met de grootste netwerkwaarde (en dus de meest gunstige ligging binnen het netwerk) zijn Sint-Joost-ten-Node (positieve afwijking ten opzichte van nationaal gemiddelde = 6,223), Schaarbeek, Evere, Brussel en Jette. De best scorende gemeenten die niet in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Vlaams- of Waals-Brabant liggen, zijn allemaal gemeenten uit de provincie Antwerpen: Mechelen (35^{ste} plaats in rangorde), Willebroek, Edegem, Kontich en Boom. Best scorende Oost-Vlaamse gemeente is Erpe-Mere (59^{ste} plaats), beste gemeente uit de provincie Luik is Hoei (78^{ste} plaats). In Henegouwen scoort Braine-le-Comte het hoogst (97^{ste} plaats), in Limburg Herstappe (135^{ste} plaats) en in Namen Sombreffe (139^{ste} plaats). Op de 163^{ste} plaats vinden we de eerste West-Vlaamse gemeente, Harelbeke. Luxemburg scoort uitermate slecht, want de eerste gemeente uit die provincie is Marche-en-Famenne op de 450^{ste} plaats.

2.1.2 Analyse spoornet

Een gelijkaardige analyse als voor de autowegen kunnen we nu uitvoeren voor het spoorwegennet. Figuur 13 geeft hier de netwerkwaarden op kaart. We weten al dat slechts 119 gemeenten een eigen spooraansluiting hebben. De provincie Henegouwen telt het grootste aantal gemeenten met een spooraansluiting (21), onmiddellijk gevolgd door de provincie Luik (18). Verder volgen Namen en Antwerpen (beide 13 gemeenten met aansluiting) en West-Vlaanderen (10). De provincies Luxemburg, Limburg en Oost-Vlaanderen tellen elk negen gemeenten met een spoortoegang. Vlaams-Brabant telt acht gemeenten met een spooraansluiting, Waals-Brabant vijf, en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest tot slot vier.

Figuur 13: Analyse spoornet



Relatief gezien blijkt Namen de provincie te zijn met het grootste aantal gemeenten met een spooraansluiting (34%), van kortbij gevolgd door Henegouwen (31%). De provincie Luik (21%) voert een groepje aan van provincies waar ongeveer één op vijf gemeenten over een spooraansluiting beschikken, en dat verder bestaat uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (21%), Limburg en Luxemburg (beide 20%) en Antwerpen en Waals-Brabant (beide 19%). Verder volgen West- en Oost-Vlaanderen (16 en 14% respectievelijk). Vlaams-Brabant sluit de rij af met 12% van haar gemeenten die over een spooraansluiting beschikken.

Dat beeld weerspiegelt zich ook in de netwerkwaarden die we bekomen en die zijn weergegeven in Figuur 13. Opvallend is alvast dat de netwerkwaarden heel wat lager liggen dan bij het autowegennet, wat eenvoudig te verklaren is doordat er heel wat minder knooppunten op het spoornet zijn aangesloten, zodat er ook minder mogelijke verbindingen zijn. De verschillen in gemiddelde provinciale waarden zullen nog kleiner uitvallen, omdat daar ook de gemeenten zonder aansluiting (met netwerkwaarde '0') in rekening worden gebracht. De provincie Namen blijkt gemiddeld de hoogste netwerkwaarde te hebben (0,502), gevolgd door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (0,460) en de provincies Henegouwen (0,439) en Luik (0,352). We herkennen op kaart duidelijk de Waalse as die loopt van Charleroi over Namen naar Luik en die relatief hoge netwerkwaarden scoort. Het arrondissement Nijvel (0,307) en de provincies Antwerpen (0,284) en Limburg (0,252) scoren ongeveer even goed. Het arrondissement Leuven scoort hier met een waarde van 0,232 beter dan het arrondissement Halle-Vilvoorde (0,207). Globaal zit Vlaams-Brabant met 0,219 dus onder de waarde voor Waals-Brabant. Oost-Vlaanderen haalt precies hetzelfde cijfer als Vlaams-Brabant, terwijl de rij wordt afgesloten door West-Vlaanderen (0,174) en Luxemburg (0,172).

Opvallendste stijgers in vergelijking met de rangorde bij het autowegennet zijn dus Namen, Henegouwen en Luik. De voornaamste verliezers zijn Leuven, Halle-Vilvoorde en Oost-Vlaanderen. West-Vlaanderen en Luxemburg liggen ook hier slecht in het netwerk.

Als we alleen kijken naar de gemeenten met een spooraansluiting, dan blijken 64 gemeenten een netwerkwaarde te hebben die hoger ligt dan het gemiddelde voor de gemeenten met aansluiting. Opnieuw zijn er dus een aantal extreem lage waarden. De tien laagste netwerkwaarden horen toe aan gemeenten uit de provincie Luxemburg (Aubange, Virton,

Étalle, Aarlen, Gouvy en Habay) en de provincie West-Vlaanderen (Poperinge, Oostende en Brugge). De laagste netwerkwaarde vinden we echter in Seneffe (Henegouwen). We merken wel op dat deze lage netwerkwaarden uiteindelijk nog beter zijn dan bij de gemeenten zonder spoor aansluiting, waar ze overal op '0' lag. Dat kan veranderen als we het multimodale aspect beschouwen.

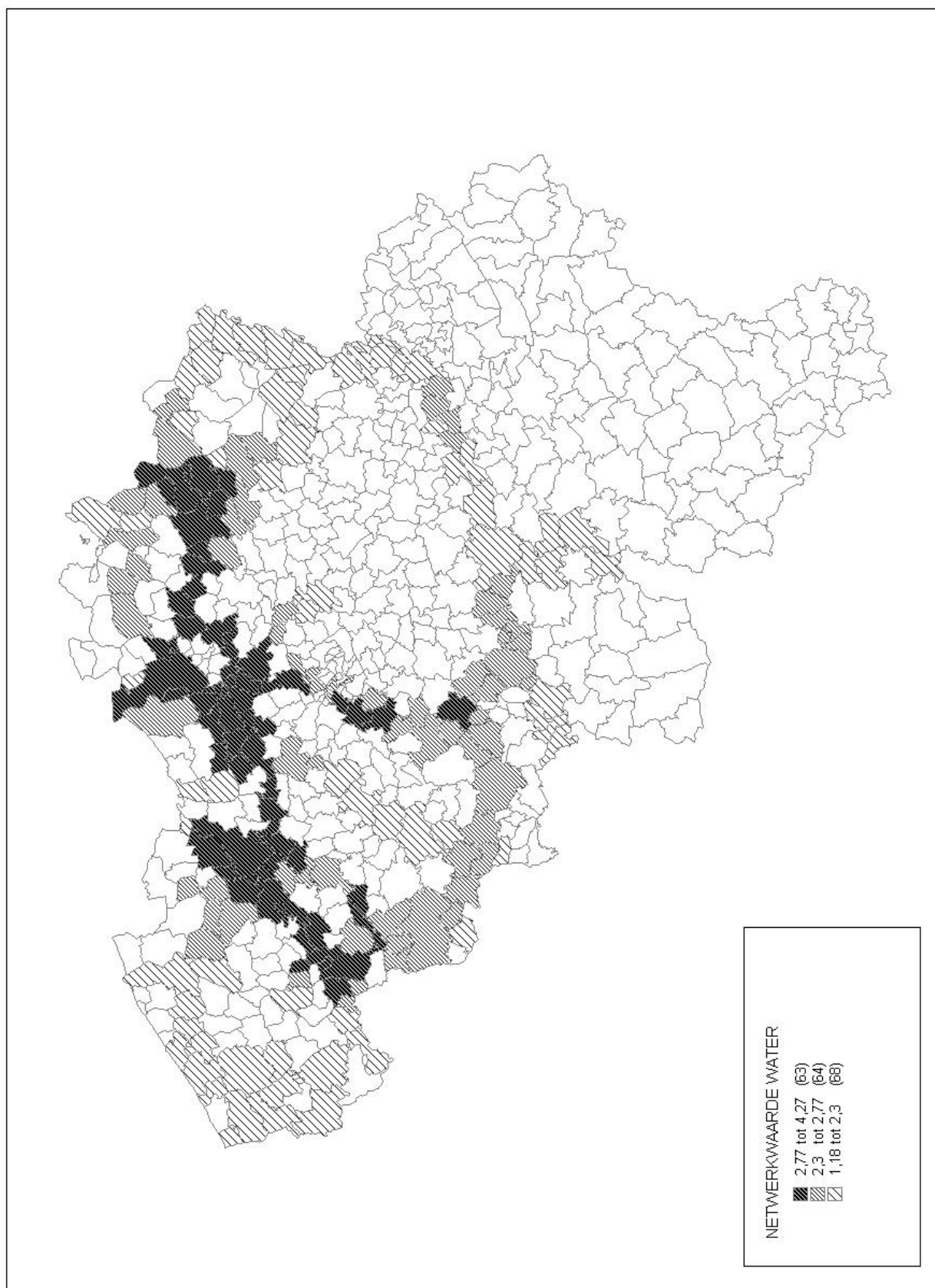
Bovenaan de rangorde staat in de top tien de gemeente Schaarbeek, opmerkelijk gevolgd door een combinatie van vier Luikse gemeenten (Flémalle, Luik; Saint-Nicolas en Seraing) en drie andere Brusselse gemeenten (Brussel, Etterbeek en Vorst). Verder noteren we ook Vilvoorde (Vlaams-Brabant) en Chapelle-lez-Herlaimont (Henegouwen). De eerste Naamse gemeente is Floreffe (16^{de} plaats), de eerste Oost-Vlaamse gemeente Denderleeuw (23^{ste} plaats). Kortrijk (65^{ste} plaats) is de eerste West-Vlaamse gemeente, Tongeren (68^{ste} plaats) de eerste Limburgse. Marche-en-Famenne (91^{ste} plaats) is de eerste Luxemburgse gemeente.

2.1.3 Analyse waterwegennet

Opnieuw stellen we vast dat niet alle gemeenten op het (bevaarbaar) waterwegennet aangesloten zijn. In totaal hebben 195 gemeenten toegang tot het net. De provincies Antwerpen en Oost-Vlaanderen tellen het grootste aantal gemeenten met aansluiting (respectievelijk 37 en 36). Verder scoren ook Henegouwen en West-Vlaanderen goed (33 en 31 aansluitingen). Limburg is middelmatig voorzien van aansluitingen (21). Minder goed scoren de provincies Luik (12 aansluitingen), Vlaams-Brabant en Namen (beide 10 aansluitingen). Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en Waals-Brabant scoren nog slechter met respectievelijk drie en twee aansluitingen. In de provincie Luxemburg heeft geen enkele gemeente toegang tot bevaarbare waterwegen. Die volgorde blijft ongeveer gelden als we per provincie het aantal gemeenten met toegang tot het waterwegennet uitzetten tegen het totaal aantal gemeenten in de provincie.

Bij de netwerkwaarden zien we ook bij benadering dezelfde volgorde tussen de provincies: Antwerpen en Oost-Vlaanderen het hoogst (respectievelijke gemiddelde netwerkwaarden 1,599 en 1,570), verder Henegouwen en West-Vlaanderen (1,132 en 1,096), Namen tussenin met een waarde van 0,560, Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Vlaams-Brabant en Luik die minder goed scoren (0,435 respectievelijk 0,411 en 0,311), en tot slot Waals-Brabant (0,199) en Luxemburg (0) die heel slecht in het netwerk blijken te liggen.

Figuur 14: Analyse waterwegennet



In vergelijking met de autowegen en spoorwegen scoren Antwerpen, Oost-Vlaanderen en West-Vlaanderen relatief beter, Henegouwen gaat erop vooruit als we vergelijken met de autowegen. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Luik en Waals-Brabant boeten aan goede ligging in als we vergelijken met autoweg en spoor.

Bij de gemeenten die over een aansluiting op het waterwegennet beschikken, blijken slechts 93 gemeenten boven de gemiddelde netwerkwaarde uit te komen. Er zijn dus een aantal gemeenten met een relatief hoge netwerkwaarde. De uitschieter is de gemeente Boom. Verder duiken in de top tien alleen gemeenten op uit de provincies Antwerpen (Willebroek, Niel, Bornem, Schelle, Rumst en Hemiksem) en Oost-Vlaanderen (Kruibeke, Temse en Gent). We herkennen op de bijgevoegde Figuur 14 duidelijk de liggende acht die het Belgische waterwegennet typeert: Leie, Schelde en Albertkanaal (waarvan de aangrenzende gemeenten heel goed blijken te scoren qua ligging), het kanaal Antwerpen-Brussel, het Centrumkanaal (wiens aangrenzende gemeenten middelmatig gelegen blijken te zijn), en Samber en Maas (met niet zo goede ligging in het netwerk).

De gemeenten met de minst goede bereikbaarheid zijn voornamelijk West-Vlaamse gemeenten (Poperinge, Ieper, Houthulst, De Panne, Lo-Reninge, Diksmuide, Alveringem en Veurne). Verder vinden we ook nog een Limburgse gemeente (Dilsen-Stokkem), en een Naamse (Hastière).

2.1.4 Analyse multimodaal spoor - autoweg netwerk

Hier interesseert ons vooral de vergelijking met het spoornetwerk op zich (waarbij dus niet alle gemeenten over een spooraansluiting beschikken). Door de introductie van het multimodale aspect beschikken alle gemeenten nu onrechtstreeks wel over een spooraansluiting, waarbij die spooraansluiting diegene is uit de groep van dichtste aansluitingen, zodat de totale afstand naar het omliggend knooppunt (dus met de afstand over de weg naar de spooraansluiting) wordt geminimeerd. Die introductie brengt mee dat de provincies Namen (9,107) en vooral Limburg (7,348) en Henegouwen (8,089) aan rang inboeten in vergelijking met voornamelijk Vlaams-Brabant (10,578) als we de netwerkwaarden ordenen van groot naar klein.

Bij deze vorm van multimodaal netwerk halen slechts 215 gemeenten een netwerkwaarde die hoger ligt dan het gemiddelde (8,741), wat erop wijst dat een aantal gemeenten extreem hoge waarden scoren. Het gaat hier om de gemeente Aiseau-Presles, en om een aantal Naamse gemeenten (Fosses-la-Ville, Sambreville en Mettet). Voor de laagste netwerkwaarden moeten we voornamelijk kijken naar Luxemburgse gemeenten: Vaux-sur-Sûre, Martelange, Fauvillers, Bastogne, Paliseul, Bertogne, Houffalize en l'Église.

2.1.5 Analyse multimodaal water - autoweg netwerk

Als we de netwerkwaarden voor deze multimodale vorm vergelijken met de netwerkwaarden die gescoord worden bij het waterwegennet op zich, dan stellen we opnieuw vast dat Henegouwen (3,357) en Namen (3,011) maar nu ook West-Vlaanderen (3,263) aan rang moeten inleveren, ten nadele van voornamelijk Vlaams-Brabant (5,044).

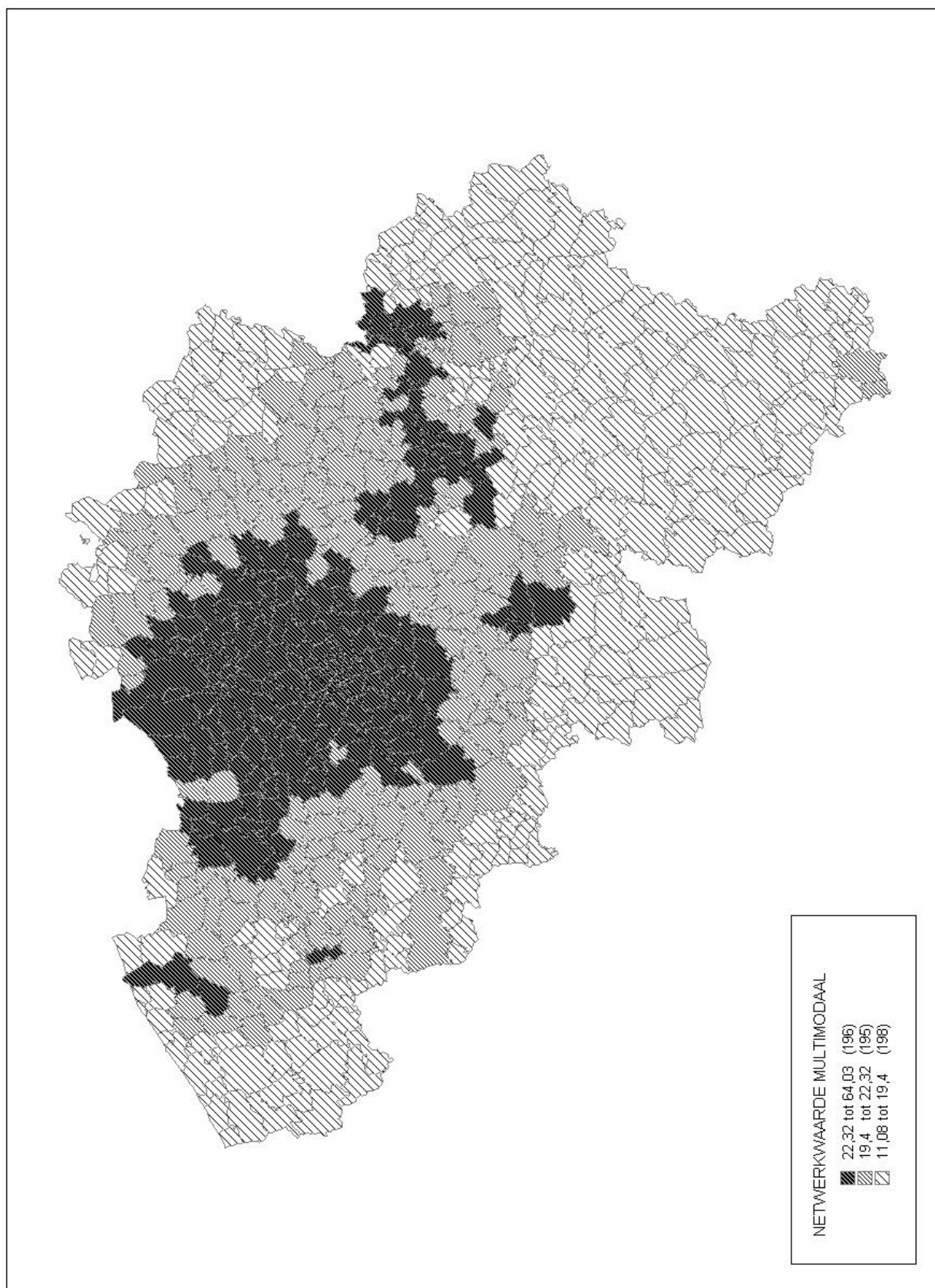
237 gemeenten blijken boven de gemiddelde netwerkwaarde over alle gemeenten (3,993) uit te komen, zodat ook hier een aantal gemeenten uitschieterende netwerkwaarden halen. In dat geval verkeren uitsluitend gemeenten uit de provincie Antwerpen: Aartselaar, Hemiksem, Niel, Boom, Kontich en Schelle zijn de voornaamste. De laagste netwerkwaarden vinden we opnieuw in hoofdzaak bij gemeenten uit de provincie Luxemburg (Musson, Messancy, Aubange, Rouvroy en Virton)

2.1.6 Analyse totaal netwerk (autowegen + multimodaal spoor-auto + multimodaal water-auto)

Voor de analyse van het totale netwerk, tellen we de netwerkwaarden die we voor de drie afzonderlijke netwerken voor autowegen, spoorwegen (multimodaal) en waterwegen (eveneens multimodaal). De bereikbaarheid ligt globaal het hoogst in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (32,194), wat ook zo was bij autoweg en spoor. Vlaams-Brabant (26,269) komt op de tweede plaats, gevolgd door Antwerpen (23,985), Waals-Brabant (23,055) en Oost-Vlaanderen (22,477). Luik (20,445), Namen (19,771), Henegouwen (19,511), Limburg (19,201) en West-Vlaanderen (18,596) zitten op hetzelfde niveau. Luxemburg (14,062) sluit de lijst af.

Op zien we een duidelijke concentratie van hoge netwerkwaarde binnen het kerngebied Gent - Antwerpen - Brussel - Leuven - Bergen. Verder komt ook het stuk Waalse As tussen Namen

Figuur 15: Analyse totaal netwerk



en Luik sterk naar voor. Dat beeld krijgen we ook in de rangorde van gemeenten naar netwerkwaarde: Aiseau-Presles (provincie Henegouwen) scoort het best, op ruime afstand gevolgd door Fosses-la-Ville (provincie Namen). Verder zitten Sambreville (provincie Namen), Sint-Joost-ten-Node, Schaarbeek, Evere en Brussel (alle Hoofdstedelijk Gewest Brussel) op eenzelfde niveau, evenals Machelen en Vilvoorde (Vlaams-Brabant). De eerste gemeente uit de provincie Antwerpen is Willebroek (12^{de} plaats), de eerste Oost-Vlaamse gemeente Lebbeke (66^{ste} plaats). De eerste gemeente uit de provincie Luik tot slot is Wanze (37^{ste} plaats).

2.1.7 Analyse netwerken met gekwadrateerde afstanden

Zoals hoger gesteld kunnen we de afstand in de noemer van de graviteitsformule ook kwadrateren. Gekwadrateerde afstanden zullen alle netwerkwaarden doen dalen. Dat zal echter niet voor alle gemeenten in dezelfde mate gebeuren: grote afstanden doen de netwerkwaarde meer dalen dan kleine, zodat gemeenten met een lage netwerkwaarde met deze gekwadrateerde vorm meer in netwerkwaarde zullen afnemen dan gemeenten die hogere netwerkwaarden haalden met een enkelvoudige noemer. Aan de rangordes van de gemeenten verandert dus niets, alleen worden de absolute verschillen in netwerkwaarden tussen gemeenten groter.

2.2 Massa-analyse

Nu we weten hoe de Belgische gemeenten in het netwerk liggen (beoordeling van de verkeersinfrastructuur), kunnen we daarnaast nagaan hoe sterk zij economisch zijn uitgerust (beoordeling van de economische structuur). Met andere woorden kijken we nu naar hun massa's (de teller in onze graviteitsformule).

In het eerste hoofdstuk van dit deel toonden we al aan voor welke variabelen in de Belgische situatie data beschikbaar zijn. Het gaat dan in de eerste plaats om bedrijventerreinen en bodembezetting door transportgenererende sectoren (de ruimtelijke massa's), kadastraal inkomen, toegevoegde waarde, omzet en totaal van de activa, telkens voor de vervoersgenererende sectoren (industriële productie, handel en opslag). Omdat voor deze variabelen alle nodige data beschikbaar zijn, maken we geen gebruik van de secundaire variabelen aantal ondernemingen, aantal kadastrale percelen en werkgelegenheid.

Doordat we voor de voorgaande variabelen (met uitzondering van oppervlakte bedrijventerreinen) zowel voor industriële productie, handel, opslag, en de combinatie van deze drie sectoren over data per gemeente beschikken, krijgen we in totaal 25 datareeksen:

- Belastbare ingenomen kadastrale oppervlakte industriële productie;
- Belastbare ingenomen kadastrale oppervlakte handel;
- Belastbare ingenomen kadastrale oppervlakte opslag;
- Belastbare ingenomen kadastrale oppervlakte industriële productie + handel + opslag;
- Belastbare niet-ingenomen kadastrale oppervlakte;
- Belastbare ingenomen + niet-ingenomen kadastrale oppervlakte industriële productie + handel + opslag;
- Ingenomen bedrijventerreinen;
- Bouwrijpe bedrijventerreinen;
- Uit te rusten bedrijventerreinen;
- Belastbaar kadastraal inkomen industriële productie;
- Belastbaar kadastraal inkomen handel;
- Belastbaar kadastraal inkomen opslag;
- Belastbaar kadastraal inkomen industriële productie + handel + opslag;
- Toegevoegde waarde industriële productie;
- Toegevoegde waarde handel;
- Toegevoegde waarde opslag;
- Toegevoegde waarde industriële productie + handel + opslag;
- Omzet industriële productie;
- Omzet handel;
- Omzet opslag;
- Omzet industriële productie + handel + opslag;
- Totaal van de activa industriële productie;
- Totaal van de activa handel;
- Totaal van de activa opslag;
- Totaal van de activa industriële productie + handel + opslag;

Om uit deze serie variabelen de meest invloedrijke te selecteren, doen we een beroep op 'principale componenten analyse'.

Het principe van dit type analyse bestaat erin voor alle variabelen samen een aantal gemeenschappelijke componenten te selecteren die verklarend zijn voor de variantie van de variabelen. De berekeningen voeren we uit met het programma 'SPSS'. Als input voor de berekeningen krijgen we de 25 geselecteerde datareeksen, die elk 589 observaties (één per gemeente) lang zijn. Als output berekent het programma eerst per variabele het rekenkundig gemiddelde en de standaardafwijking. Vervolgens worden gemeenschappelijke componenten gezocht en geeft het programma per variabele aan hoeveel van de variantie de eerste, tweede,... component verklaart. Vervolgens berekent het programma hoeveel van de totale variantie van alle variabelen samen wordt verklaard door de eerste, tweede,... component. De marginale verklaringskracht van elke component kan dan in een zogenaamde scree-plot worden uitgezet. De geroteerde componentenmatrix tot slot geeft aan in welke mate elke variabele met elke component gerelateerd is.

Uit de resultaten (bijlage XI) blijkt dat we met vijf componenten ongeveer 85% van de totale variantie kunnen verklaren. De marginale verklaringskracht van elke bijkomende component is te klein om nog betekenisvol te zijn. Daarom besluiten we met vijf componenten verder te werken. We berekenen nu in de geroteerde componentenmatrix de correlatie tussen elke variabele en de vijf componenten. De eerste component blijkt sterk gecorreleerd met de belastbare ingenomen + niet-ingenomen kadastrale oppervlakte industriële productie + handel+ opslag (BKO21). De tweede component De tweede component blijkt sterk gecorreleerd met de totale activa voor de handel (TABEL50-52). De derde component vertoont een hoge een correlatiecoëfficiënt met het totaal van de activa voor de industriële productie (TABEL15-37). Met de vierde component vinden we een hoge correlatie bij het totaal van de activa voor de opslag (TABEL6312). Tot slot blijkt de vijfde component het meest gecorreleerd met de bouwrijpe bedrijventerreinen (RIJ).

We merken op dat de derde en vierde component nog iets hogere correlaties vertonen met een andere variabele (respectievelijk toegevoegde waarde industriële productie en toegevoegde waarde opslag) en dat de tweede component redelijk hoog gecorreleerd is met toegevoegde waarde handel, zodat toegevoegde waarde zou kunnen gekozen worden in plaats van totaal van de activa. Omdat toegevoegde waarde het nadeel heeft dat het al een afgeleide variabele is (via ratio-analyse), kiezen we het totaal van de activa, omdat we dat rechtstreeks uit de ondernemingsbalansen kunnen afleiden.

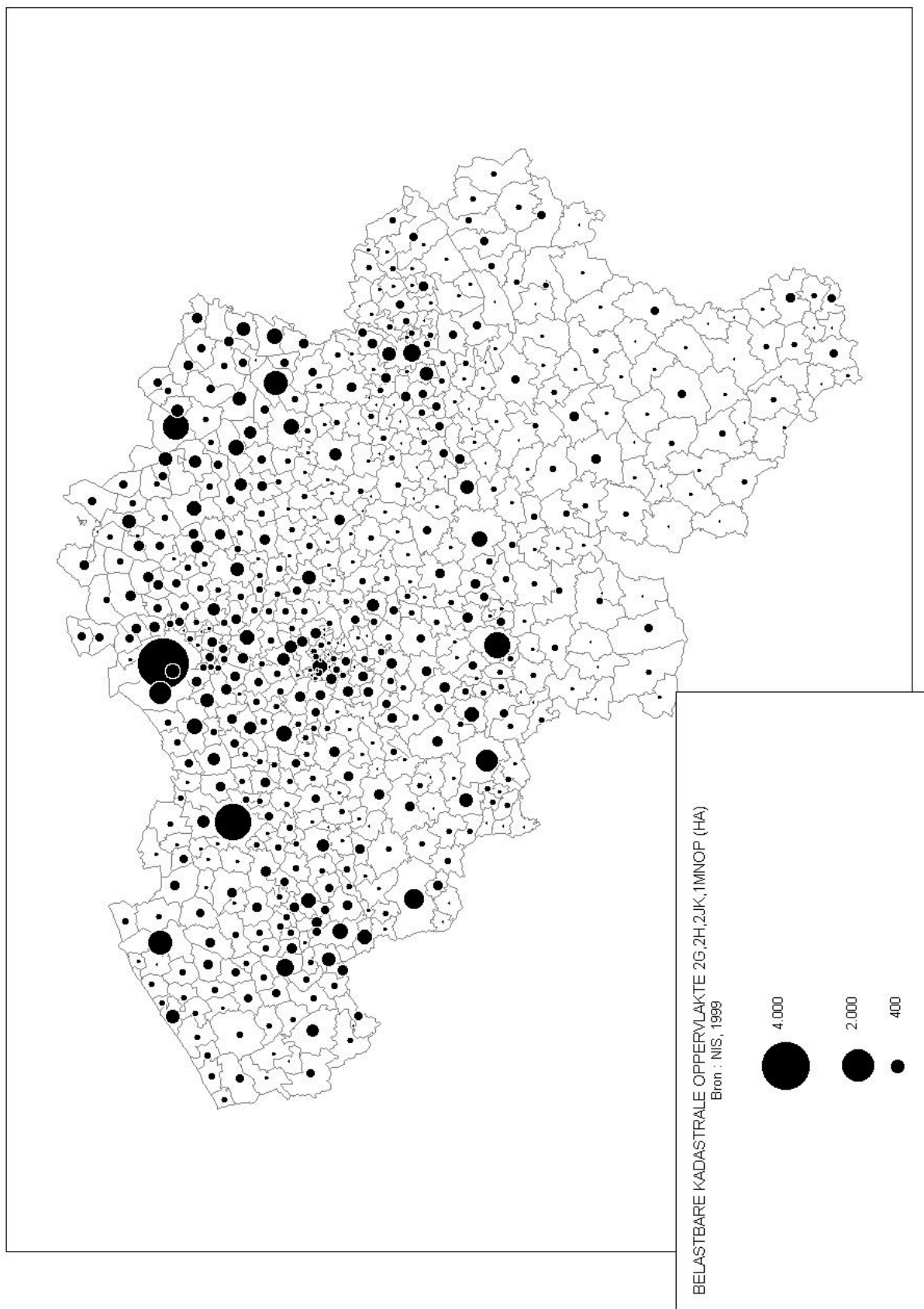
We kunnen nu de ligging in de netwerken, die we in het vorig onderdeel analyseerden, confronteren met de waarden voor de vijf gekozen variabelen op gemeenteniveau. Daarbij kunnen we nagaan of plaatsen die goed bereikbaar zijn afgaande op hun ligging in het netwerk (zonder het beschouwen van massa's van de knooppunten), ook als zodanig worden verkozen als locatie door activiteiten die een beroep doen op goederenvervoer. Dit laatste kan zowel door ondernemingen zelf gebeuren (keuze van een vestigingsplaats) of door de overheid geïnduceerd worden (aanleg van bedrijventerreinen, subsidiëring van bepaalde gebieden,...).

In de praktijk kunnen we voor een gemeente de waarde van de gekozen variabelen één per één vermenigvuldigen met de netwerkwaarden die we eerder bekwamen. De waarde die we zo bekomen duiden we aan als het netwerkbelang van de gemeente. Als de vervoersgenererende activiteiten vooral op de meest strategische plaatsen van het netwerk zijn gevestigd, moet de rang van de gemeenten volgens netwerkbelang overeenkomen met de rang volgens ligging in het netwerk (gemeten met netwerkwaarde). Indien de strategische regel niet gerespecteerd werd, kunnen goed bereikbare plaatsen van weinig economische activiteit voorzien zijn (waardoor het netwerkbelang een lagere rang krijgt dan de rang van de overeenkomstige netwerkwaarde), terwijl slecht bereikbare plaatsen eventueel wel veel vervoersgenererende activiteit herbergen (en dus in rang toenemen als we netwerkbelang beschouwen ten opzichte van netwerkwaarde). Ook grafisch kunnen we de verschillen tussen spreiding van massawaarden en netwerkwaarden per gemeente nagaan.

2.2.1 Analyse spreiding BKO21

Figuur 16 geeft de waarden voor de belastbare ingenomen en niet ingenomen kadastrale oppervlakte per gemeente op kaart weer. We bemerken dat de steden (Antwerpen, Gent, Brugge, Doornik, Bergen, Charleroi, Hasselt) duidelijk naar voor komen, met uitzondering van de stad Brussel, terwijl ook Luik niet in het oog springt. Het Linkeroevergebied (Beveren) scoort verder redelijk goed. In Vlaanderen vinden we een min of meer homogene spreiding van de

Figuur 16: Analyse spreiding BKO21



vervoersgenererende kadastrale oppervlakten, in Wallonië komt de Waalse as duidelijk naar voor, terwijl de zones ten noorden en vooral ten zuiden ervan heel wat minder bedeed zijn.

Als we het netwerkbelang per gemeente berekenen en vergelijken met de netwerkwaarden voor de autowegen uit het vorige onderdeel, blijken 288 gemeenten in rang te dalen (dus in negatieve zin niet evenredig bedeed te zijn met economische activiteit volgens hun ligging), terwijl 298 gemeenten erop vooruit gaan. Tot de grootste winnaars behoren voornamelijk Limburgse gemeenten (Kinrooi, Meeuwen-Gruitrode, Maasmechelen, Dilsen-Stokkem, Neerpelt, Bocholt, Genk en Lommel) en West-Vlaamse (Oostende, Ieper, Brugge, Roeselare, Wevelgem, Menen en Poperinge). Tot de grootste verliezers in rang behoren gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Koekelberg, Sint-Joost-ten-Node, Ganshoren en Watermaal-Bosvoorde), en verder een groot aantal gemeenten uit Vlaams- en Waals-Brabant (Linkebeek, Wezembeek-Oppem, Kraainem, Pepingen, Bertem, Helecine en La Hulpe). Het grootste netwerkbelang komt voor in Antwerpen, Gent, Chapelle-lez-Herlaimont, Genk, Kinrooi, Beveren, Brugge, Lens, Luik en Brussel. Het kleinste netwerkbelang vinden we in Herstappe, Mesen, Martelange, Herbeumont, Meix-devant-Meuse, Wasseiges, Bever, Tintigny, Berloz en Stoumont.

In vergelijking met de netwerkwaarden voor het spoorwegennet, gaan 56 van de 119 gemeenten met spooraansluiting in rang achteruit, terwijl 60 erop vooruitgaan. De grootste winnaars hier zijn opnieuw voornamelijk Limburgse gemeenten (Genk, Kinrooi, Beringen, Tessenderlo, Neerpelt en Hasselt), en West-Vlaamse gemeenten (Brugge, Roeselare, Oostende, Kortrijk, Menen en Izegem). De grootste verliezers liggen vooral in de provincie Luik (Saint-Nicolas, Fexhe-le-haut-Clocher, Olne en Marchin), terwijl de overige verliezers over de andere provincies gespreid liggen. Bij de gemeenten met groot netwerkbelang krijgen we hetzelfde beeld als bij het autowegennetwerk, de gemeenten met een laag netwerkbelang zijn nagenoeg allemaal andere: Viroinval, Walcourt, Philippeville, Florennes, Doische, Cerfontaine en Gembloux. De gemeenten die niet op het netwerk aangesloten zijn kunnen uiteraard de eventuele aanwezigheid van economische activiteit niet verzilveren, zodat hun netwerkbelang '0' blijft.

De netwerkbelangen berekend voor het waterwegennet laten zien dat 96 van de 195 gemeenten met aansluiting op het waterwegennet hun rang zien dalen, terwijl evenveel hun

rang zien toenemen. De grootste winnaars zijn Limburgse gemeenten (Genk, Maasmechelen, Meeuwen-Gruitrode, Hasselt en Kinrooi); voor de rest liggen ze min of meer regelmatig verdeeld over de provincies. De grootste verliezers zijn Antwerpse gemeenten (Sint-Amands, Niel, Schelle, Wijnegem) en Oost-Vlaamse gemeenten (Lovendegem, De Pinte, Melle, Nevele, Zomergem en Gavere). Zowel de gemeenten met het grootste als met het kleinste netwerkbelang komen opvallend goed overeen met de situatie bij het spoor.

Als we de netwerkbelangen voor het spoor multimodaal berekenen en plaatsen ten opzichte van de overeenkomstige multimodale netwerkwaarden, zien we ongeveer dezelfde verhouding tussen verliezers en winnaars in rang als bij het zuivere spoor: 294 gemeenten verliezen plaatsen, terwijl 296 er winnen. Bij de winnaars zien we net zoals bij het loutere spoor voornamelijk Limburgse gemeenten, maar nu weinig West-Vlaamse gemeenten. De grootste verliezers zijn voornamelijk gemeenten uit Luik (Faimes, Lincent, Donceel, Braives en Tinlot), net als gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Koekelberg, Sint-Joost-ten-Node, Ganshoren en Watermaal-Bosvoorde). Het grootste netwerkbelang vinden we in Antwerpen, Gent, Brugge, Charleroi en Genk.

Dezelfde multimodale berekening kunnen we uitvoeren voor het waterwegennet. We stellen vast dat 293 gemeenten plaatsen verliezen bij vergelijking met de multimodale water-autoweg netwerkwaarden, terwijl 294 gemeenten er bij winnen, opnieuw dezelfde verhouding dus als bij zuiver spoor. Onder de grootste winnaars vinden we in hoofdzaak gemeenten uit het Brusselse (Koekelberg, Sint-Joost-ten-Node, Ganshoren en Watermaal-Bosvoorde), en ook gemeenten uit Vlaams-Brabant (Linkebeek, Wezembeek-Oppem en Kraainem). Grootste verliezers zijn Luik, Ieper, Seraing, Doornik en Oostende. De grootste netwerkbelangen vinden we in dezelfde gemeenten als bij de combinatie spoor-weg.

Als we het totale netwerk analyseren (autoweg + multimodaal spoor-weg + multimodaal water-weg), dan verliezen 291 aan rang bij de overgang van netwerkwaarden naar netwerkbelang, terwijl 295 gemeenten in rang klimmen. De grootste winnaars zijn Limburgse gemeenten (Meeuwen-Gruitrode, Kinrooi, Dilsen-Stokkem en Maasmechelen). De gemeenten met het grootste rangverlies zijn de Brusselse gemeenten die wonnen bij het multimodale water-weg netwerk. De gemeenten met de grootste netwerkbelangen zijn dezelfde als bij het de voorgaande multimodale combinaties.

2.2.2 Analyse spreiding TABel50-52

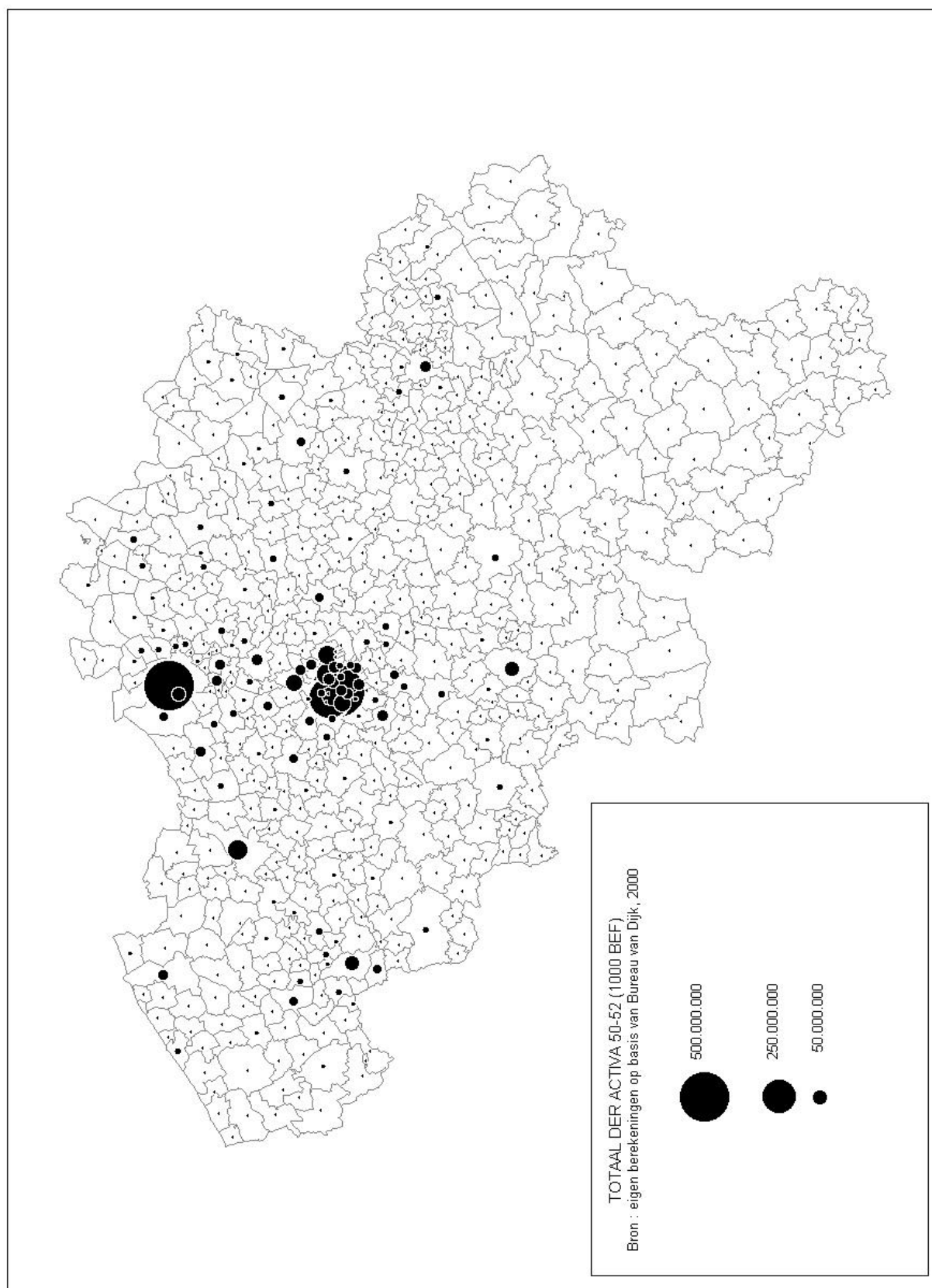
Figuur 17 geeft de spreiding van de totale activa in de sector 'handel' weer. We merken duidelijke concentraties in Antwerpen en Brussel (+randgemeenten). Verder onderscheiden we nog Gent, Moeskroen, Charleroi en Luik.

Vergelijking van de rangorde van de gemeenten in het netwerkbelang dat we met deze variabele berekenden, met de rangorde van de netwerkwaarden bij autowegen, toont dat 282 gemeenten erop achteruit gaan, terwijl 307 gemeenten erop vooruit gaan. Winnaars hier zijn voornamelijk West-Vlaamse gemeenten (Oostende, Brugge, Knokke-Heist, Ieper, Veurne, Kortemark, Roeselare, Wevelgem en Menen). Verliezers zijn voornamelijk Luikse gemeenten (Flexhe-le-haut-Clocher, Berloz, Donceel, Faimes, Crisnée en Braives). De grootste netwerkbelangen vinden we voornamelijk in gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Brussel, Ganshoren, Elsene, Evere, Sint-Jans-Molenbeek, Anderlecht, Schaarbeek en Sint-Joost-ten-Node). De laagste netwerkbelangen situeren zich bij voornamelijk Luxemburgse gemeenten: Daverdisse, Herbeumont, Martelange, Bertogne, Tellin en Musson.

Vergelijking met de rangorde van de netwerkwaarde bij het spoor toont dat 55 ondernemingen hun rang zien dalen, terwijl 62 ondernemingen in rang toenemen. Grootste winnaars zijn hier voornamelijk West-Vlaamse gemeenten (Brugge, Oostende, Roeselare, Kortrijk, Izegem, Menen, Zedelgem), en in mindere mate ook Limburgse gemeenten (Genk, Hasselt, Tessenderlo, Beringen). Aan de kant van de verliezers vinden we vooral gemeenten uit Luik (Saint-Nicolas, Amay, Flexhe-le-haut-Clocher, Flémalle, Marchin en Olne). De gemeenten met een hoog netwerkbelang op het spoornet zijn nagenoeg dezelfde als die bij het autowegennet. Lage netwerkbelangen vinden we voornamelijk bij Luxemburgse gemeenten (Gouvy, Étalle, Habay, Virton, Aubange).

Verder kunnen we nog een vergelijking maken met de rangorde van de netwerkwaarde bij de waterwegen. Bij de 195 gemeenten met spooraansluiting zijn er 99 die in rangorde verliezen, tegenover 96 die in rangorde stijgen. Voornamelijk Limburgse gemeenten (Maasmechelen, Hasselt, Genk, Bree) verkeren in dit laatste geval. Bij de winnaars vinden we voornamelijk Oost-Vlaamse gemeenten (Wichelen, Zingem, De Pinte, Buggenhout, Waasmunster en Zomergem). De gemeenten met een groot netwerkbelang zijn in grote mate die die ook goed scoorden bij spoor en autowegen, maar we noteren enkele opvallende Brusselse gemeenten:

Figuur 17: Analyse spreiding TAbel50-52



Sint-Jans-Molenbeek, Anderlecht en Grimbergen (Vlaams-Brabant). Slecht scoren vooral gemeenten uit Henegouwen (Merbes-le-Chateau, Brugelette, Frameries, Brunehaut,...)

Bij combinatie van het spoornetwerk met het wegennet, vinden we dat 277 gemeenten hun rang zien dalen als we netwerkbelang vergelijken met netwerkwaarden, terwijl 308 gemeenten rang zien stijgen. Grootste winnaars zijn Turnhout, Beerse, Moeskroen, Lommel en Bree. De grootste verliezers komen voornamelijk uit de provincie Luik: Marchin, Olne, Donceel en Geer. De gemeenten met de grootste netwerkbelangen liggen in hoofdzaak rond Brussel: Brussel zelf, Ganshoren, Evere en Elsene.

Dezelfde combinatie kunnen we opnieuw maken voor het waterwegennet. 288 gemeenten moeten rang prijsgeven, terwijl 300 gemeenten er bij winnen. De grootste winnaars hier liggen rond Luik: Verviers, Luik zelf en Eupen. De grootste verliezers zijn Oost-Vlaamse gemeenten: Horebeke, Moerbeke en Lierde. Dezelfde gemeenten als bij de combinatie spoor-autoweg halen ook hier hoge netwerkbelangen. De laagste netwerkbelangen vinden we in de provincie Luxemburg.

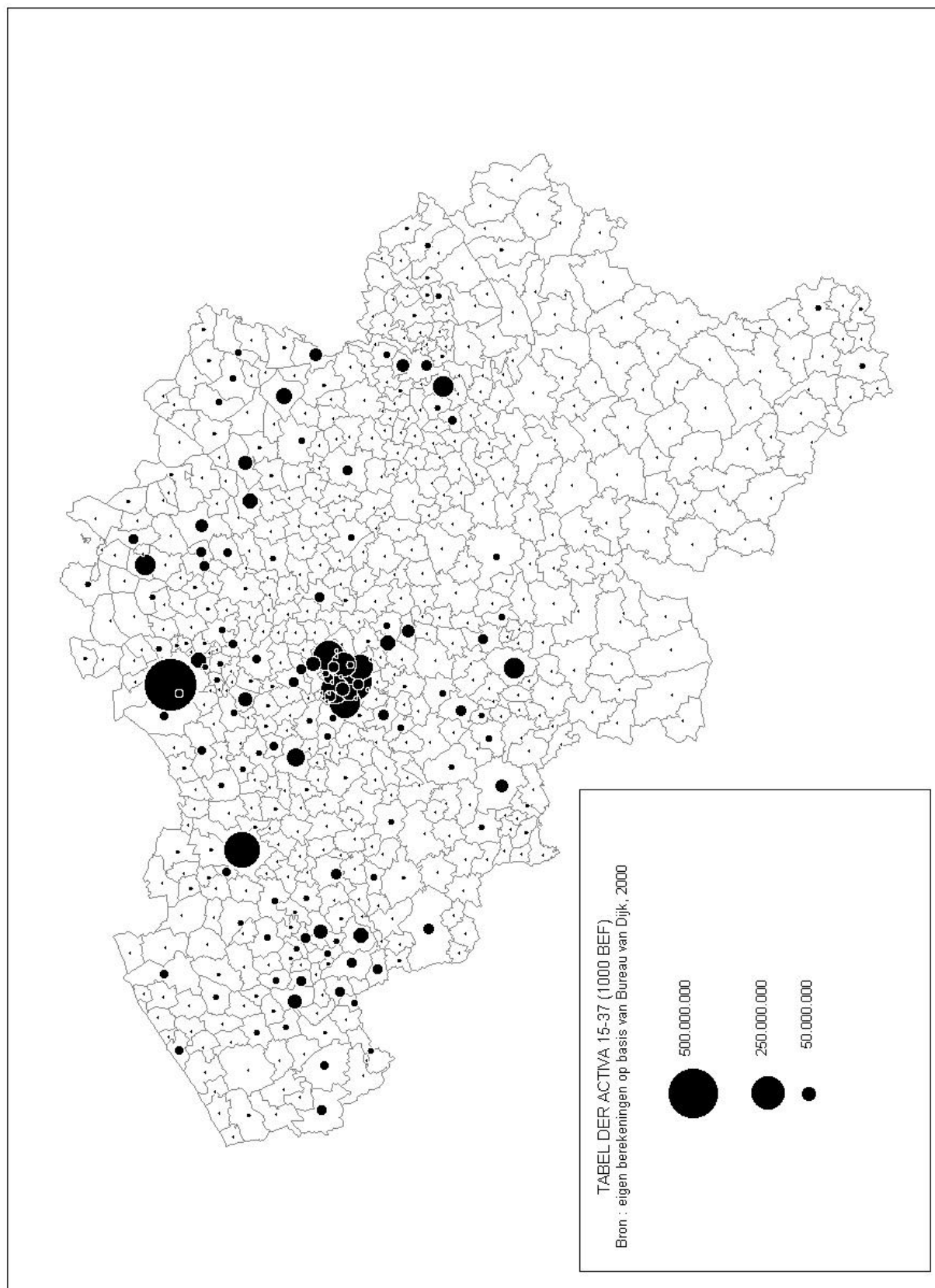
Als we het netwerkbelang van het totale netwerk (som van de deelnetwerken) vergelijken met de overeenkomstige netwerkwaarden, vinden we dat 279 gemeenten rang verliezen, terwijl 307 er bij winnen. De grootste winnaars hier zijn in hoofdzaak West-Vlaamse gemeenten (Ieper, Oostende, Knokke-Heist, Veurne en Menen). De grootste verliezers komen voornamelijk uit Luik (Olne, Donceel, Marchin en Faimes). De grootste netwerkbelangen vinden we in dezelfde gemeenten als bij de voorgaande twee multimodale combinaties.

2.2.3 Analyse spreiding TABel15-37

Figuur 18 toont dat de spreiding van de totale activa in de industriële productie iets beter is dan bij de handel, maar toch kunnen we duidelijke concentraties onderscheiden: Antwerpen, het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Gent, de regio Kortrijk, Charleroi, de regio Luik, de Kempische As.

Vergelijking van het netwerkbelang voor het wegennet met de overeenkomstige netwerkwaarden toont rangverlies bij 287 ondernemingen, terwijl 299 in rang vooruit gaan.

Figuur 18: Analyse spreiding TAbel15-37



Bij deze laatste zien we voornamelijk West-Vlaamse gemeenten (Poperinge, Oostende, Ieper, Veurne en Brugge). Verliezers zijn voornamelijk Vlaams-Brabantse gemeenten (Wezembeek-Oppem, Pepingen, Linkebeek, Bierbeek, Huldenberg, Hoeilaart en Begijnendijk). Bij de gemeenten met het grootste netwerkbelang vinden we Antwerpen, Elsene, Anderlecht, Zaventem, Gent, Brussel, Watermaal-Bosvoorde en Sint-Pieters-Woluwe. Slechte resultaten tekenen we op voor Rouvroy, Onhay, Herstappe, Lincent, Héron en Mesen.

Dezelfde vergelijking met de netwerkwaarde voor het spoornet levert 56 verliezers in rang op, tegenover 60 winnaars in rang. De grootste winnaars zijn Limburgse gemeenten (Genk, Tessenderlo en Beringen) en gemeenten uit West-Vlaanderen (Poperinge, Roeselare, Oostende, Brugge, Izegem en Staden). Luikse gemeenten (Saint-Nicolas, Amay, Flexhe-le-haut-Clocher) maar vooral gemeenten uit Henegouwen (Frasnes-lez-Anvaing, Fleurus, Braine-le-Comte, Bernissart, Charleroi, Montigny-le-Tilleul) verliezen in rang. Opnieuw komen de gemeenten met een hoog netwerkbelang hier goed overeen met die bij de autowegen. Nieuwkomers zijn Herstal en Puurs.

Van de 195 gemeenten met een aansluiting op het waterwegennet boeken er 100 verlies in rang als we het netwerkbelang vergelijken met de netwerkwaarde, terwijl er 95 in rang vooruitgaan. Het gaat in dit laatste geval om nagenoeg dezelfde West-Vlaamse gemeenten als bij het spoor. De grootste verliezers komen uit Oost-Vlaanderen: De Pinte, Waasmunster, Melle, Merelbeke, Nevele, Zomergem en Kruibeke. Ook hier komen de gemeenten met de grootste netwerkbelangen overeen met die bij de autowegen. De laagste netwerkbelangen vinden we voornamelijk bij gemeenten uit Henegouwen: Chimay, Beloeil, Froidchapelle en Merbes-le-Chateau.

Bij de combinatie spoor-weg levert vergelijking van netwerkwaarden en netwerkbelangen een daling in rang op voor 273 gemeenten, terwijl 311 gemeenten in rang winnen. De grootste winnaars hier zijn in hoofdzaak Limburgse gemeenten (Lommel, Overpelt, Houthalen-Helchteren en Dilsen-Stokkem). Onder de grootste verliezers vinden we opnieuw vooral gemeenten uit de provincie Luik. Voornamelijk gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest halen hoge netwerkbelangen (Elsene, Brussel, Anderlecht, Sint-Pieters-Woluwe en Watermaal-Bosvoorde).

Als we de waterwegen in het multimodaal net beschouwen, dan blijken 294 een rangdaling te ondergaan bij de overgang van netwerkwaarden naar netwerkbelangen. 293 gemeenten gaan in rang vooruit. De grootste winnaars zijn gemeenten uit de provincie Luik, de grootste verliezers liggen nogal verspreid: Moerbeke, Wezembeek-Oppem, Hove, Begijnendijk en Wachtebeke. Dezelfde gemeenten als bij de combinatie spoor-autoweg halen ook hier grote scores.

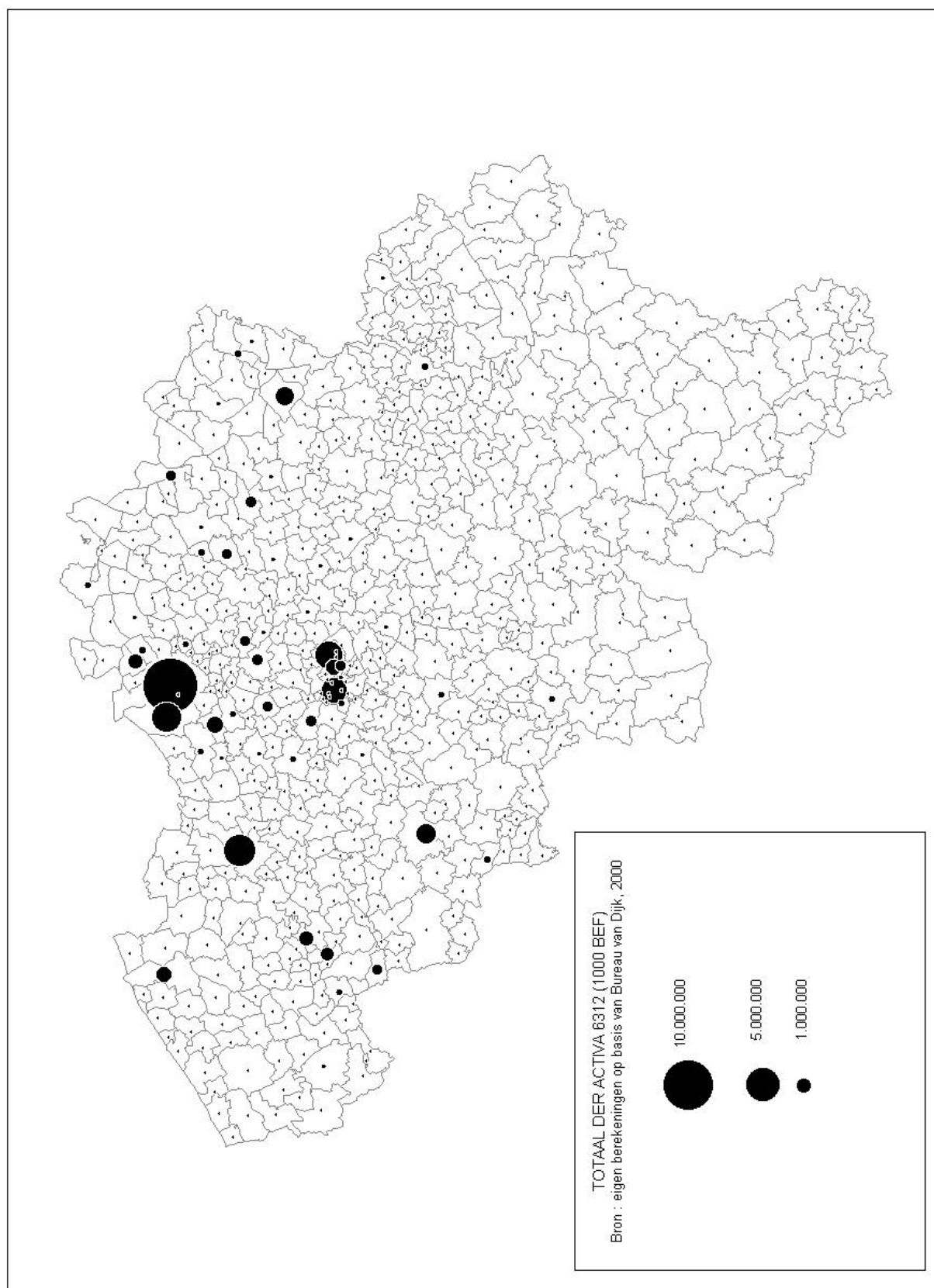
Voor het totale netwerk blijken 293 gemeenten rang te verliezen en 296 gemeenten in rang vooruit te gaan bij overgang van netwerkwaarden naar netwerkbelang. De grootste verliezers blijken ruimtelijk erg verspreid: Poperinge, Lommel, Ieper, Aarlen en Moeskroen. De gemeenten die meest vooruitgang boeken komen in hoofdzaak uit Vlaams-Brabant: Wezembeek-Oppem, Pepingen en Linkebeek. Bij het totale netwerk vinden we de hoogste netwerkbelangen bij de gemeenten die ook hoge scores haalden bij de multimodale combinaties spoor-autoweg en water-autoweg.

2.2.4 Analyse spreiding TABel6312

Het totaal van de activa in de sector 'opslag' blijkt opnieuw minder over het Belgische grondgebied verspreid te liggen: concentraties vinden we in Figuur 19 in Antwerpen, Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Gent, Bergen, Genk, regio Kortrijk, en ook het Wase Linkeroevergebied. In tegenstelling tot industriële productie en handel, die in bijna alle gemeenten wel in enige mate aanwezig zijn, blijken heel wat gemeenten helemaal geen activa in de sector 'opslag' te herbergen. Slechts 140 Belgische gemeenten hebben dergelijke activa. Bovendien liggen de absolute waarden van deze activa per gemeente opmerkelijk veel lager dan bij de industriële productie en de handel.

Als we voor de gemeenten met activa in de transportsector de netwerkbelangen voor het autowegennet vergelijken met de netwerkwaarden op dat netwerk, zien we dat 18 gemeenten in rang achteruitgaan, terwijl 122 gemeenten hun rang zien toenemen. De grootste toename vinden we bij West-Vlaamse gemeenten (Ieper, Brugge, Diksmuide, Oudenburg en Oostende), de grootste afname nagenoeg uitsluitend bij gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Sint-Joost-ten-Node, Watermaal-Bosvoorde, Schaarbeek, Vorst, Ukkel, Jette, Sint-Jans-Molenbeek) en Vlaams-Brabant (Wemmel, Grimbergen en Vilvoorde). De grootste netwerkbelangen zijn voor Antwerpen, Gent, Brussel, Zaventem, Beveren en

Figuur 19: Analyse spreiding TABEL6312



Lobbes. De laagste zijn voor Buggenhout, Chaumont-Gistoux, Wortegem-Petegem, Remicourt, Berlare, Heist-op-den-Berg, Turnhout en Laakdal. Uiteraard zitten de gemeenten zonder activa in opslag op het allerlaagste netwerkbelang.

Als we kijken naar het spoor, zijn er slechts 39 gemeenten die nog een netwerkbelang verschillend van '0' hebben. De andere gemeenten herbergen ofwel geen activa in opslag, ofwel hebben ze geen aansluiting op het spoornet, ofwel combineren ze beide. De gemeenten met de hoogste netwerkbelangen blijven echter ook hier Antwerpen, Gent, Brussel, Beveren, Lobbes, Genk, Kapellen, Mechelen, Brugge en Londerzeel.

Dezelfde opmerking als bij het spoor geldt ook voor het waterwegennet. Een netwerkbelang groter dan '0' vinden we bij 71 ondernemingen. Bij de hoogste netwerkbelangen krijgen we nagenoeg dezelfde gemeenten als bij het spoor, met als nieuwkomers Wielsbeke en Harelbeke.

Als we het spoornet multimodaal beschouwen (door combinatie met het autowegennet), dan blijken 113 gemeenten in rang te veranderen bij het netwerkbelang in vergelijking met de overeenkomstige netwerkwaarden, terwijl 475 gemeenten in rang stijgen. De grootste winnaars zijn Limburgse gemeenten (Lommel, Overpelt, Meeuwen-Gruitrode en Dilsen-Stokkem), de grootste verliezers komen uit Namen (Fosses-la-Ville, Sambreville en Mettet). De plaatsen met het grootste netwerkbelang zijn nagenoeg dezelfde als die die ook goed scoren bij het zuivere spoornetwerk.

Dezelfde multimodale analyse maar dan voor de waterwegen toont dat 110 gemeenten rang verliezen, terwijl 479 gemeenten rang winnen. De grootste winnaars liggen in de provincie Luxemburg, de grootste verliezers liggen alle in de provincie Antwerpen. De gemeenten met de grootste netwerkbelangen zijn in hoofdzaak de gemeenten die ook bij het zuivere spoornetwerk goed scoorden.

Tot slot kunnen we de situaties op het wegennet, het multimodale spoornet en het multimodale waterwegennet koppelen, waarbij we zien dat opnieuw 110 gemeenten rang verliezen, tegenover 479 gemeenten die rang winnen. In het laatste geval verkeren opnieuw vooral Luxemburgse gemeenten. De grootste verliezers zijn Aiseau-Presles, Fosses-la-Ville

en Sambreville. De grootste netwerkbelangen vinden we in Antwerpen, Gent, Zaventem, Brussel en Beveren.

2.2.5 Analyse spreiding RIJ

Figuur 20 beeldt de bouwrijpe bedrijventerreinen. Het gaat hier dus om zones voor economische activiteit die nu nog niet zijn ingenomen, maar dat in de nabije toekomst wel kunnen worden. De grootste concentratie merken we in de regio Bergen (wat wellicht samenhangt met Europese steunprogramma's om meer economische activiteit aan te trekken). Verder scoort Genk goed, net als het Linkeroevergebied. Ook Brugge (met de haven van Zeebrugge) en Oostende scoren goed. De Waalse as komt licht naar voor.

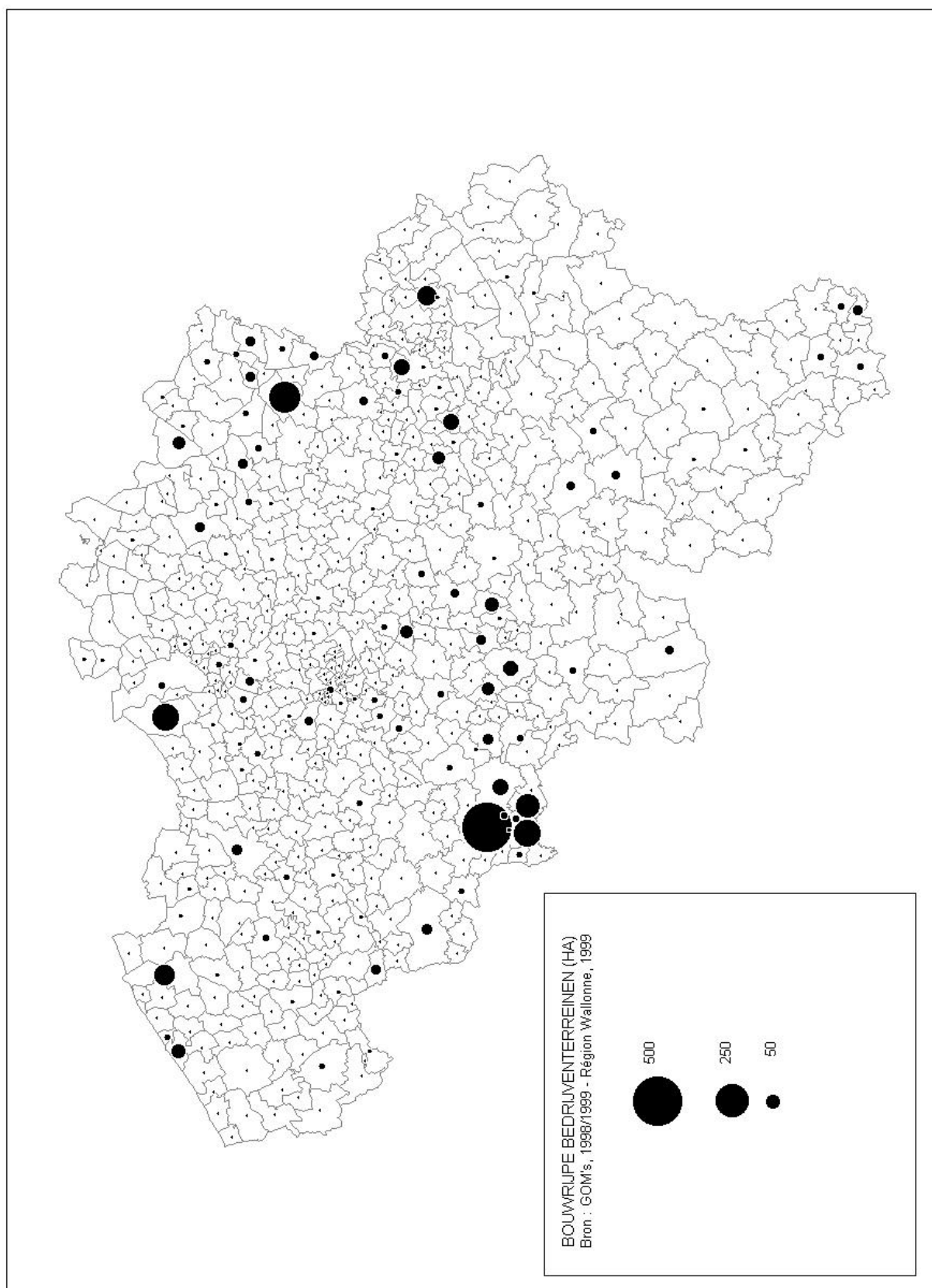
220 gemeenten hebben bouwrijpe bedrijventerreinen in voorraad. 43 van die gemeenten boeken verlies als we het netwerkbelang voor het autowegennet vergelijken met de respectievelijke netwerkwaarden, terwijl 174 gemeenten in rang vooruitgaan. We krijgen nu een totaal ander beeld dan bij de meeste van de voorgaande variabelen: gemeenten met het grootste netwerkbelang zijn nu Quiévrain, Genk, Beveren, Boussu, Dour, Dison, Brugge, Herstal, Lens en Engis. Oost-Vlaanderen en Namen hebben het geringste aantal gemeenten met een netwerkbelang hoger dan '0'.

Als we de netwerkbelangen op het spoornetwerk berekenen, zien we dat er nog 71 gemeenten zijn met een netwerkbelang verschillend van '0'. De grootste netwerkbelangen vinden we bij dezelfde gemeenten als bij het autowegennet. West- en Oost-Vlaanderen zijn de provincies met het geringste aantal gemeenten waarbij het netwerkbelang niet '0' is.

Ook voor het waterwegennet kunnen we dezelfde analyse maken. Ook hier zijn het dezelfde gemeenten die hoge netwerkbelangen hebben. In totaal zijn er 101 gemeenten met een netwerkbelang verschillend van '0'. De provincies Namen, Luik en Oost-Vlaanderen tellen weinig gemeenten met een netwerkbelang verschillend van '0', de provincie Luxemburg telt er helemaal geen, maar heeft dan ook geen aansluitingen op het waterwegennet.

Bij de combinatie van spoornet en autowegen stellen we vast dat 178 gemeenten in rang verliezen als we overgaan van netwerkwaarde naar netwerkbelang, terwijl 409 gemeenten een toename van rang ondergaan. Bij de grootste winnaars vinden we voornamelijk Limburgse

Figuur 20: Analyse spreiding RIJ



gemeenten (Meeuwen-Gruitrode, Lommel, Opglabbeek, Bree). De grootste netwerkbelangen vinden we in Saint-Ghislain, Genk, Beveren, Brugge en Dour.

Een identieke combinatie tussen waterwegen- en autowegennet levert 188 gemeenten die in rang achteruitgaan, terwijl 401 gemeenten hun rang zien toenemen. De grootste verliezers liggen in de provincies Luxemburg en Namen; de grootste winnaars liggen nagenoeg alle in de provincie Antwerpen. De grootste netwerkbelangen zijn op enkele na voor de gemeenten die ook voor het multimodale spoornet goed scoren.

Als laatste kunnen we de koppeling maken tussen het autowegennet, het multimodale spoornet en het multimodale waterwegennet. Vergelijking tussen netwerkwaarden en netwerkbelangen levert hier 182 gemeenten die in rang verliezen, tegenover 407 gemeenten die in rang winnen. De grootste winnaars liggen erg verspreid: Aubange, Couvin, Meeuwen-Gruitrode, Dour en Messancy. De grootste rangwinsten komen voornamelijk voor in het Brussels Hoofdstelijk Gewest. De grootste netwerkbelangen zijn voor dezelfde gemeenten die ook bij de multimodale spoor- en waternetwerken afzonderlijk goed scoorden.

2.2.6 Conclusies aan de hand van netwerkbelang

Door de spreiding van de (vervoersgenererende) activiteiten aan de netwerksituatie te koppelen via het netwerkbelang, stellen we verschillende fenomenen vast. Er zijn gemeenten die goed in het netwerk liggen (grote netwerkwaarde) en die ook veel economische activiteit herbergen (grote massa), en die dus weinig in rang verschuiven (halen ook hoog netwerkbelang). Verder zijn er gemeenten die slecht in het netwerk liggen, en ook weinig vervoersgenererende activiteit herbergen (lage netwerkwaarde en geringe massa, met resulterende laag netwerkbelang). Ook dit zijn gemeenten die weinig in rang zullen verschuiven.

Interessanter zijn gemeenten die goed in het netwerk liggen, maar die desondanks weinig economische activiteit herbergen (de gemeenten die in rang achteruitgaan als we netwerkbelang tegenover netwerkwaarde plaatsen). Eveneens interessant zijn de gevallen waarin gemeenten vooruitgaan in rang: dat gebeurt als hun economische activiteit groot is ondanks een slechte ligging in het netwerk. Dat deze twee fenomenen veelvuldig optreden voor Belgische gemeenten mag blijken uit de voorgaande analyses. De conclusie uit deze

vaststellingen moet zijn dat in die gevallen andere factoren dan goede ligging de keuze van een vestigingsplaats beïnvloeden. We denken dan ondermeer aan loonkosten, aanwezigheid van technologische kennis, beschikbaarheid van kapitaal. Dit alles kan mee door de overheid gemanipuleerd worden (subsidiëring, uitbouw van kenniscentra,...). Verder kan ook suboptimaal gedrag van ondernemingen (onvolledige kennis van best gelegen plaatsen) een oorzaak zijn van de twee merkwaardige fenomenen. Tot slot kan ook de nabijheid van de toeleveranciers of de afzetmarkt van belang zijn voor de locatiekeuze.

Deze laatste vaststelling is juist van groot belang voor ons: ons interesseert het niet alleen of een gemeente goed gelegen is in het globale netwerk en of ze zelf veel economische activiteit heeft, maar vooral of de gemeenten met veel economische activiteit juist goed gelegen zijn ten opzichte van andere knooppunten met een grote economische activiteit. Het is namelijk juist op de verbindingen met andere grote economische centra, dat veel goederenvervoer zal gebeuren. Slechts met die vraag analyseren we volledig de afstemming tussen verkeersinfrastructuur voor goederenvervoer en ruimtelijk-economische spreiding van vervoersgenererende activiteiten. We moeten dus nog een stap verder gaan dan het netwerkbelang: daarvoor gebruiken we de bereikbaarheid met de graviteitsformule die we in deel twee van dit werk ontwikkelden.

De invloed van het kwadrateren van de afstanden in de noemer op het netwerkbelang laten we wegens het partieel karakter van de indicator achterwege. We behandelen het onmiddellijk bij de bereikbaarheid. Het partieel karakter van het netwerkbelang betekent echter niet dat de voorgaande analyses overbodig waren. Een plaats die een hoge graviteitswaarde haalt, en dus erg bereikbaar is, kan dat om verschillende redenen zijn: de massa van de gemeente van oorsprong, de massa's van de bestemmingsgemeenten, de globale ligging in het netwerk. Om te weten welke factoren dus globaal het meest bijdragen aan een hoge of lage bereikbaarheid, moeten we hoe dan ook naar elk van deze elementen teruggrijpen.

2.3 Bereikbaarheidsanalyse

We kunnen de onderzoeksvragen die we in hoofdstuk 3 van het onderzoeksplan formuleerden, hier gedetailleerder herformuleren:

- Zijn de Belgische gemeenten goed bereikbaar in termen van metrische afstand via het autowegennet ten opzichte van zones met veel belastbare ingenomen en niet-ingenomen kadastrale oppervlakte?
- Zijn de Belgische gemeenten goed bereikbaar in termen van metrische afstand via het autowegennet ten opzichte van zones met veel activa in de handelssector?
- Zijn de Belgische gemeenten goed bereikbaar in termen van metrische afstand via het autowegennet ten opzichte van zones met veel activa in de industriële sector?
- Zijn de Belgische gemeenten goed bereikbaar in termen van metrische afstand via het autowegennet ten opzichte van zones met veel activa in de opslagsector?
- Zijn de Belgische gemeenten goed bereikbaar in termen van metrische afstand via het autowegennet ten opzichte van zones met veel bouwrijpe industrieterreinen?

Dezelfde vragen kunnen we ook voor het spoorwegennet en waterwegennet formuleren, net als voor het gecombineerde spoor-autowegennet en het gecombineerde water-autowegennet. Tot slot voeren we een integrale analyse uit voor de som van het autowegennet, het gecombineerde spoor-autowegennet en het water-autowegennet, dat we met het totale netwerk aanduiden.

Het bereikbaarheidsbegrip dat we gebruiken in deze onderzoeksvragen werken we uit met de graviteitsformulering die we in deel 2 van dit werk opstelden. We berekenen de bereikbaarheid voor elk netwerk, en binnen elk netwerk voor elke geselecteerde massavariabele. De waarden zijn opgenomen in bijlage XII.

2.3.1 Bereikbaarheid BK021 en autowegen

Figuur 21 geeft aan dat de grootste bereikbaarheden in Vlaanderen te situeren zijn. Bij de tien eerste gemeenten zitten inderdaad Antwerpen, Gent, Beveren, Genk, Lommel, Brugge en Zwijndrecht. Verder zien we duidelijk de Waalse as: de gemeenten Charleroi, Bergen en Doornik scoren hier het hoogst.

2.3.2 Bereikbaarheid TABel50-52 en autowegen

Figuur 22 laat zien dat we duidelijke concentraties van hoge bereikbaarheden krijgen rond Antwerpen en Brussel, wat ook blijkt uit de top tien van hoogste bereikbaarheden: die zijn voor Brussel, Antwerpen, Ganshoren, Elsene, Evere, Zaventem, Molenbeek, Anderlecht en Grimbergen. Ook Gent komt in die lijst voor. We bemerken trouwens dat ook de as Kortrijk-Gent goed scoort.

2.3.3 Bereikbaarheid TABel15-37 en autowegen

De hoogste bereikbaarheidswaarden worden opnieuw gehaald in de Brusselse regio (Elsene, Anderlecht, Brussel, Zaventem, Watermaal-Bosvoorde, Sint-Pieters-Woluwe, Vorst en Machelen, en verder ook Antwerpen en Gent. Op Figuur 23 zien we ook grote bereikbaarheden op de assen Gent-Kortrijk, Kortrijk-Brugge en Roeselare-Poperinge. Verder komt ook de Kempische As licht naar voor. Wallonië valt opnieuw grotendeels uit de boot, met uitzondering van sommige Henegouwse gemeenten.

2.3.4 Bereikbaarheid TABel6312 en autowegen

Op Figuur 24 zien we dat Oost-Vlaanderen en Antwerpen duidelijk het grootste aantal gemeenten tellen met opslagactiviteiten, en dat daar ook de grootste bereikbaarheden gehaald worden: Antwerpen, Beveren, Gent, Temse en Kapellen vallen binnen de top tien, naast de Brusselse gemeenten Zaventem, Brussel, Sint-Lambrechts-Woluwe en Sint-Pieters-Woluwe. Wallonië blijkt ook hier slecht bedeed.

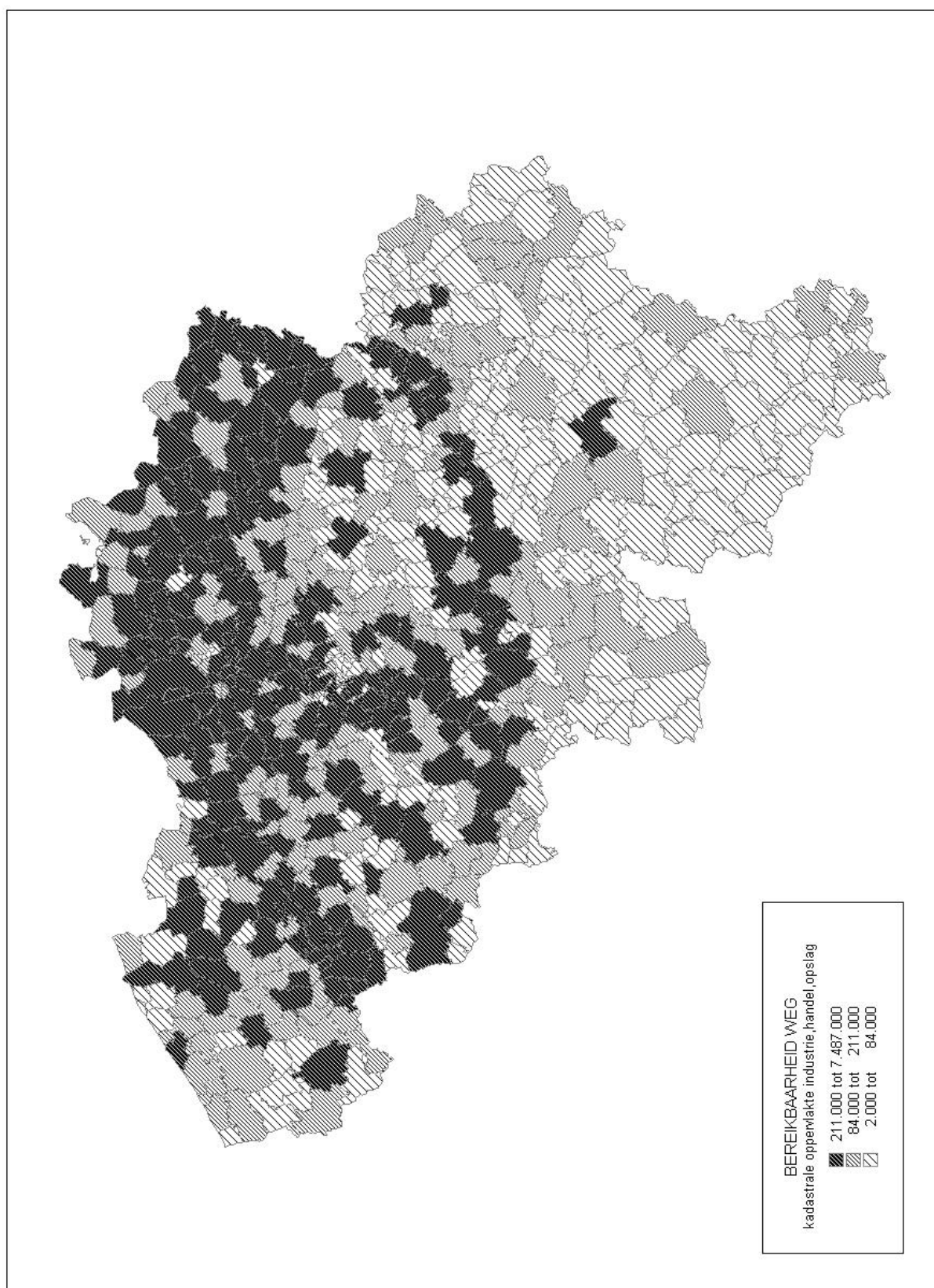
2.3.5 Bereikbaarheid RIJ en autowegen

Op Figuur 25 zien we duidelijk dat Wallonië, met voornamelijk de Waalse as (Saint-Ghislain, Dour, Frameries, Bergen, Charleroi, Herstal en Dison) opvallend goed scoort. In Vlaanderen scoren Antwerpen en het Linkeroevergebied goed, evenals Gent, Brugge, de bipool Hasselt-Genk en de Zuiderkempen.

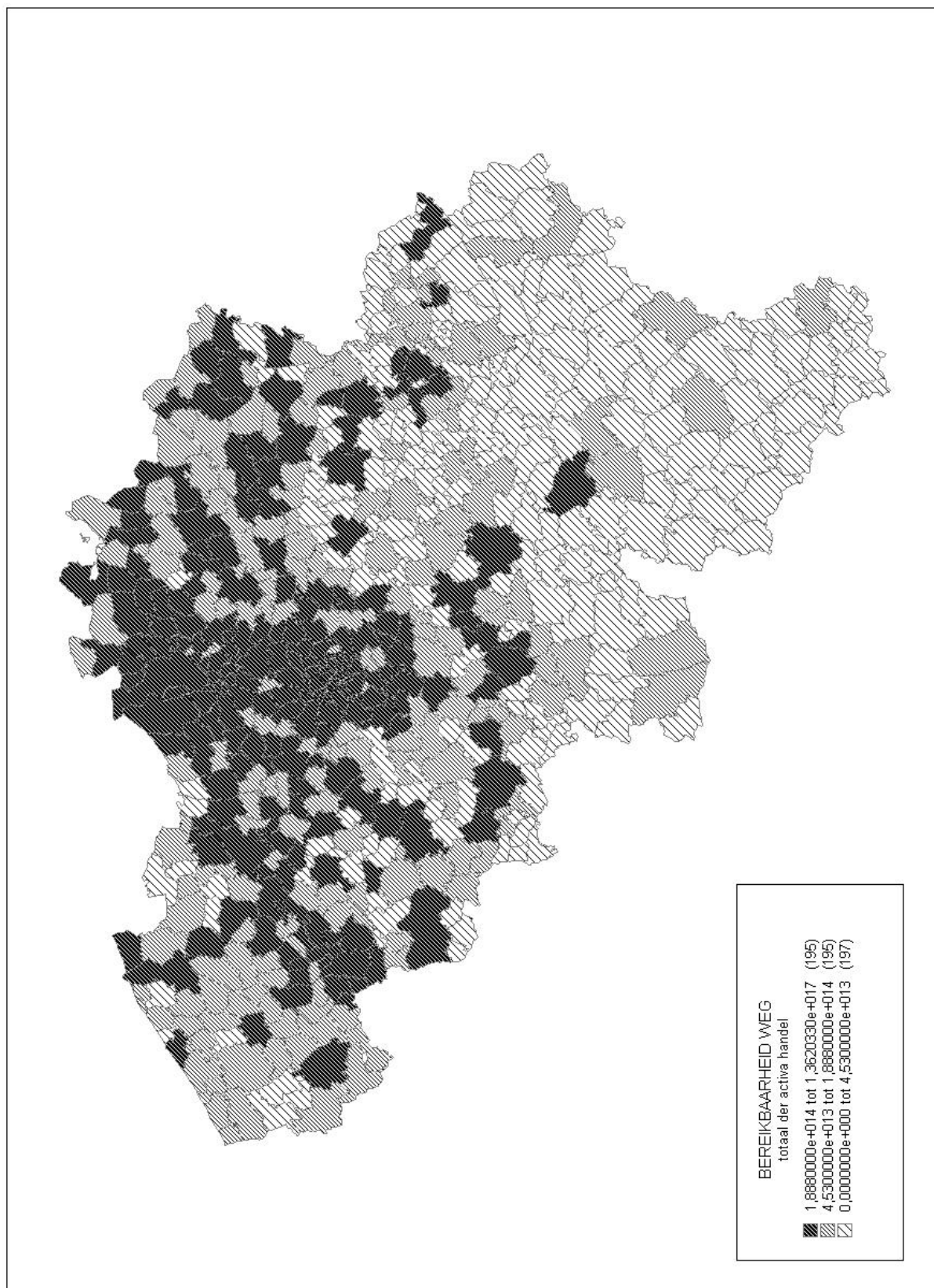
2.3.6 Bereikbaarheid BKO21 en spoorwegen

Figuur 26 toont dat de grootste bereikbaarheden in de stedelijke gebieden gehaald worden: in de top tien vinden we ondermeer Antwerpen, Gent, Charleroi, Bergen, Luik en Brugge. Verder vinden we Beveren, Genk, Lommel en Doornik onder de tien grootste gemeenten qua

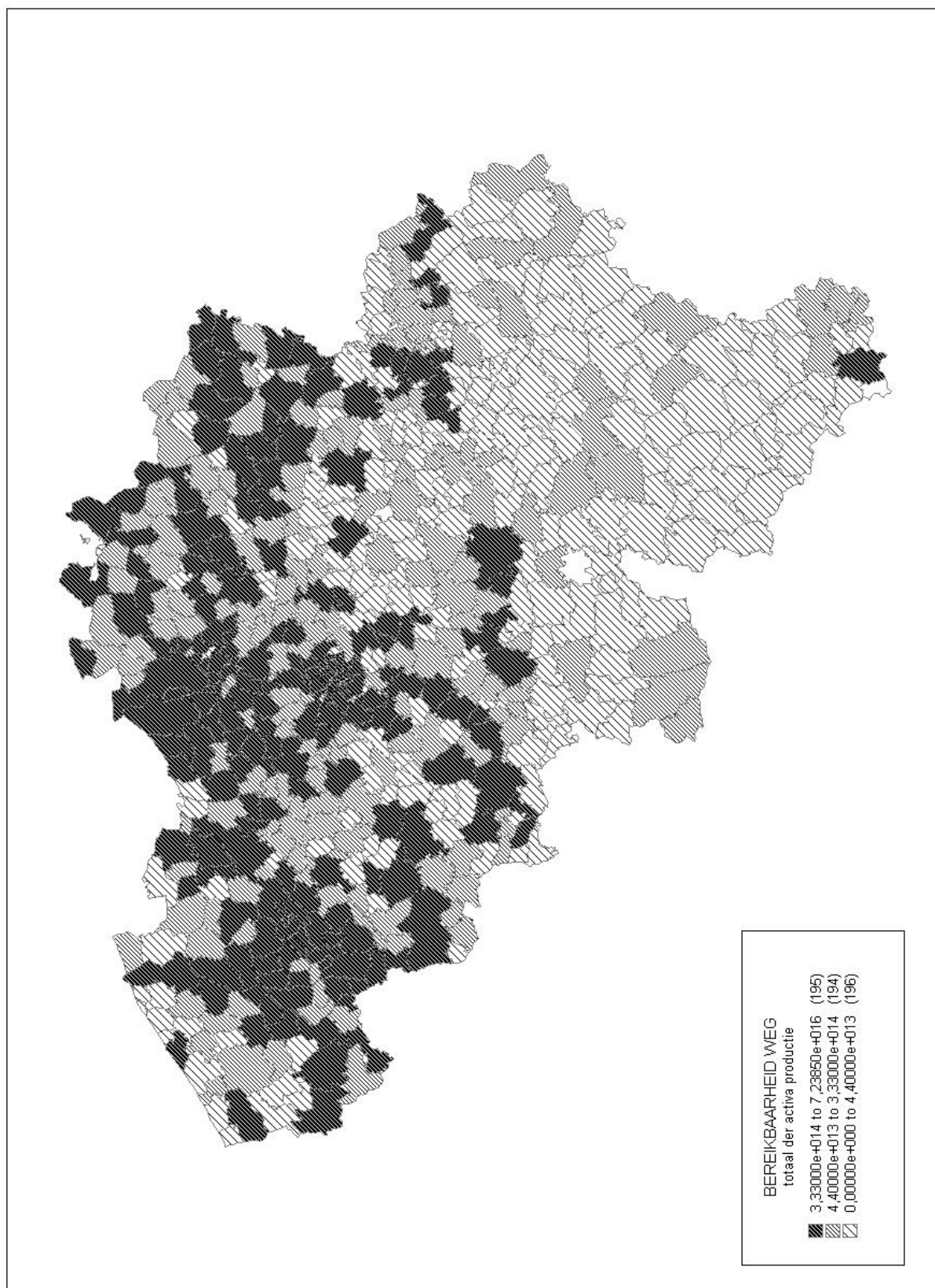
Figuur 21: Bereikbaarheid BKO21 en autowegen



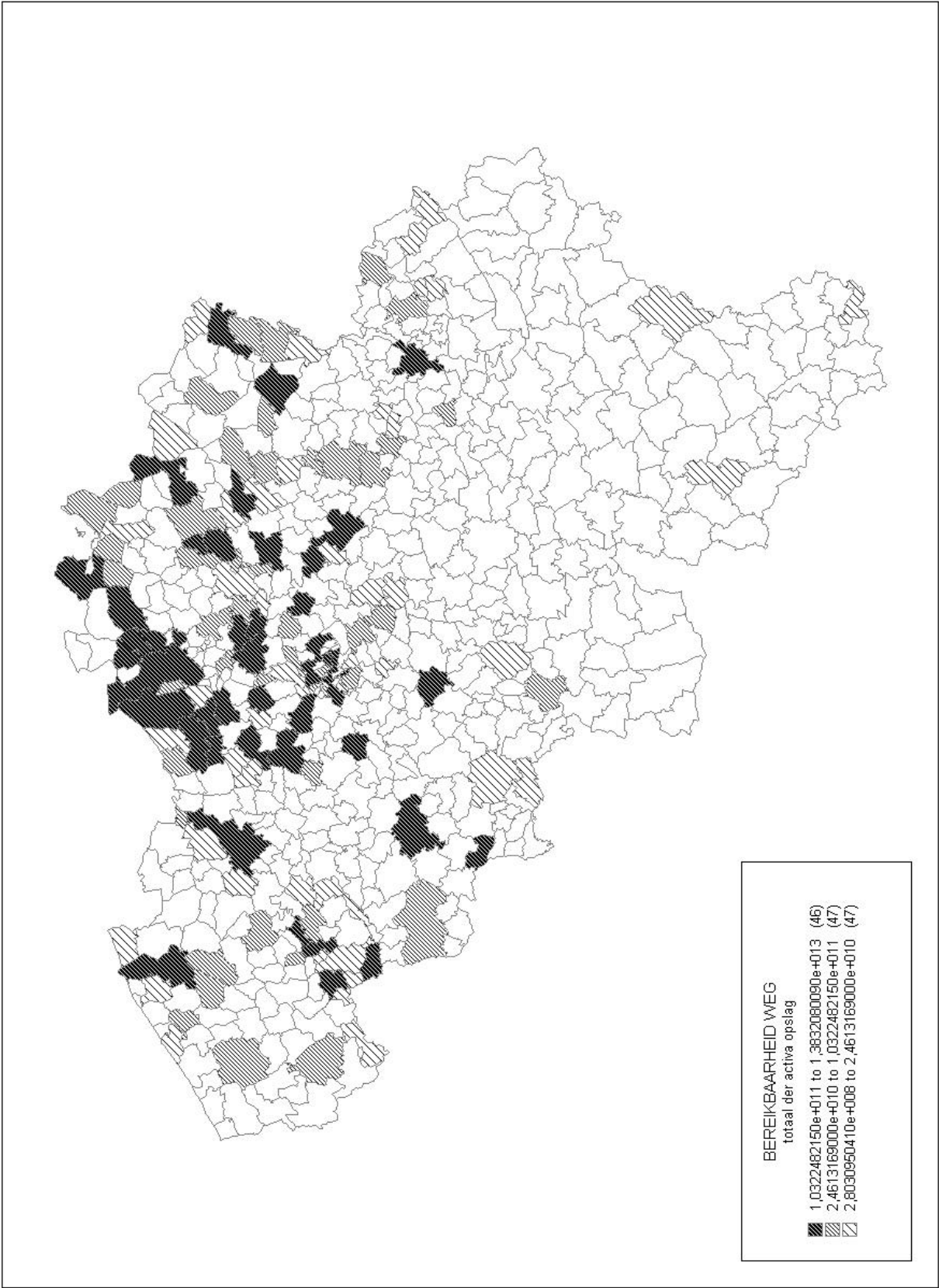
Figuur 22: Bereikbaarheid TABel50-52 en autowegen



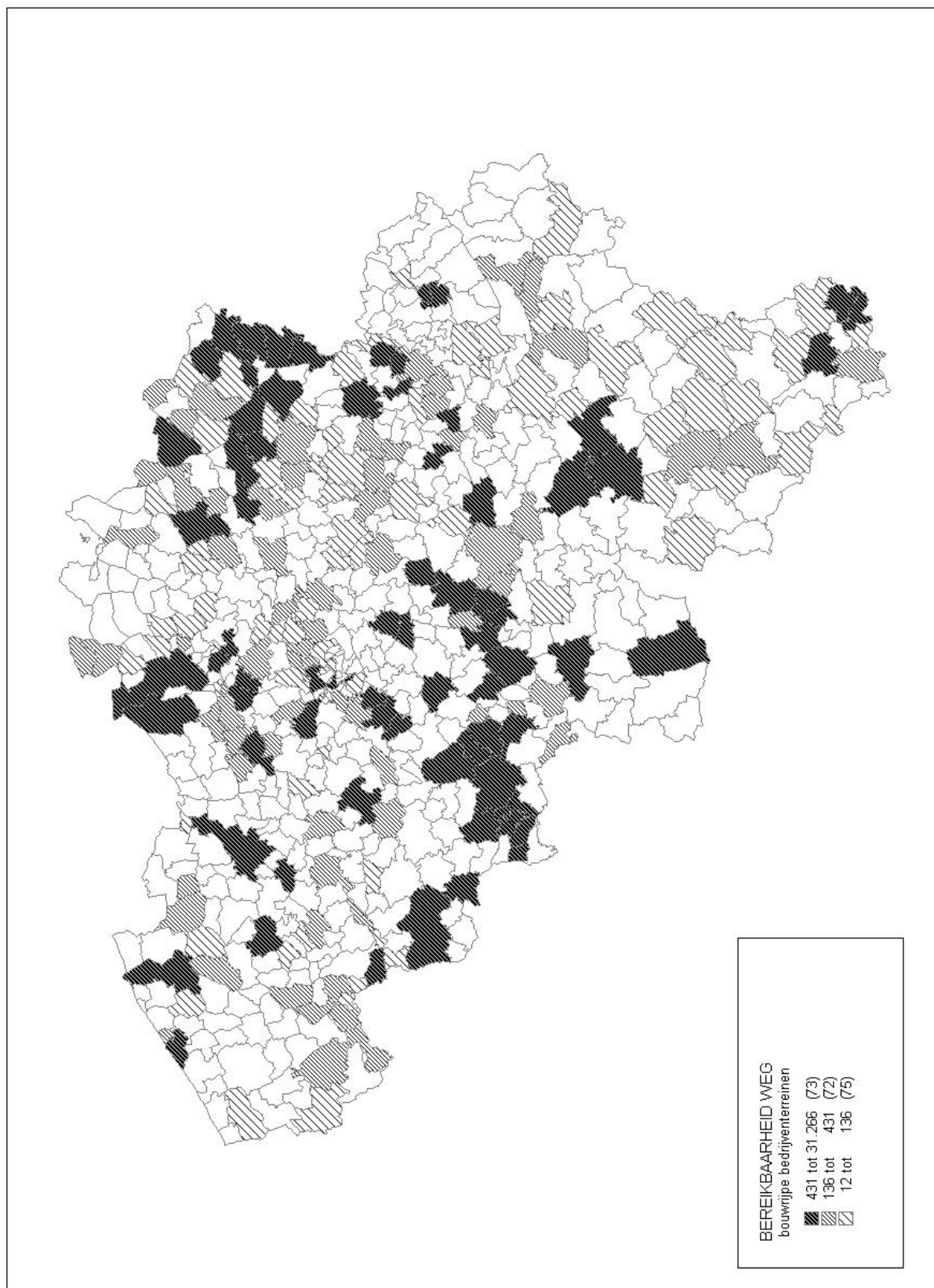
Figuur 23: Bereikbaarheid TABel15-37 en autowegen



Figuur 24: Bereikbaarheid TAbel6312 en autowegen



Figuur 25: Bereikbaarheid RIJ en autowegen



bereikbaarheid. De Waalse As scoort hier goed, net zoals bij de overeenkomstige bereikbaarheden via de autowegen.

2.3.7 Bereikbaarheid TABel50-52 en spoorwegen

Het beeld dat we in Figuur 27 krijgen is heel gelijklopend aan dat in 2.3.6 (bereikbaarheden op basis van oppervlakte voor vervoersgenererende activiteiten). Toch vinden we een aantal nieuwe namen in de top tien van grootste bereikbaarheden: Brussel, Schaarbeek, Vorst, Halle, Mechelen, Vilvoorde en Kortrijk. De Waalse As scoort hier iets minder goed.

2.3.8 Bereikbaarheid TABel15-37 en spoorwegen

Opnieuw blijkt uit Figuur 28 de verdeling van de bereikbaarheden over het Belgische grondgebied goed aan te sluiten bij de situatie bij de totale activa voor de handel en bij de oppervlakte voor vervoersgenererende activiteiten. Nieuw in vergelijking met de top tien voor handel zijn nu Seraing, Aalst, Puurs en Tessenderlo. Mechelen en Kortrijk zijn verdwenen uit de lijst van gemeenten met hoogste bereikbaarheden.

2.3.9 Bereikbaarheid TABel 6312 en spoorwegen

De grootste bereikbaarheden vinden in Figuur 29 we opnieuw in de grote (Vlaamse) steden: Antwerpen, Gent, Mechelen, Genk en Brugge. Ook Brussel, Beveren, Kapellen en Londerzeel. Ath is de enige Waalse gemeente in de top tien.

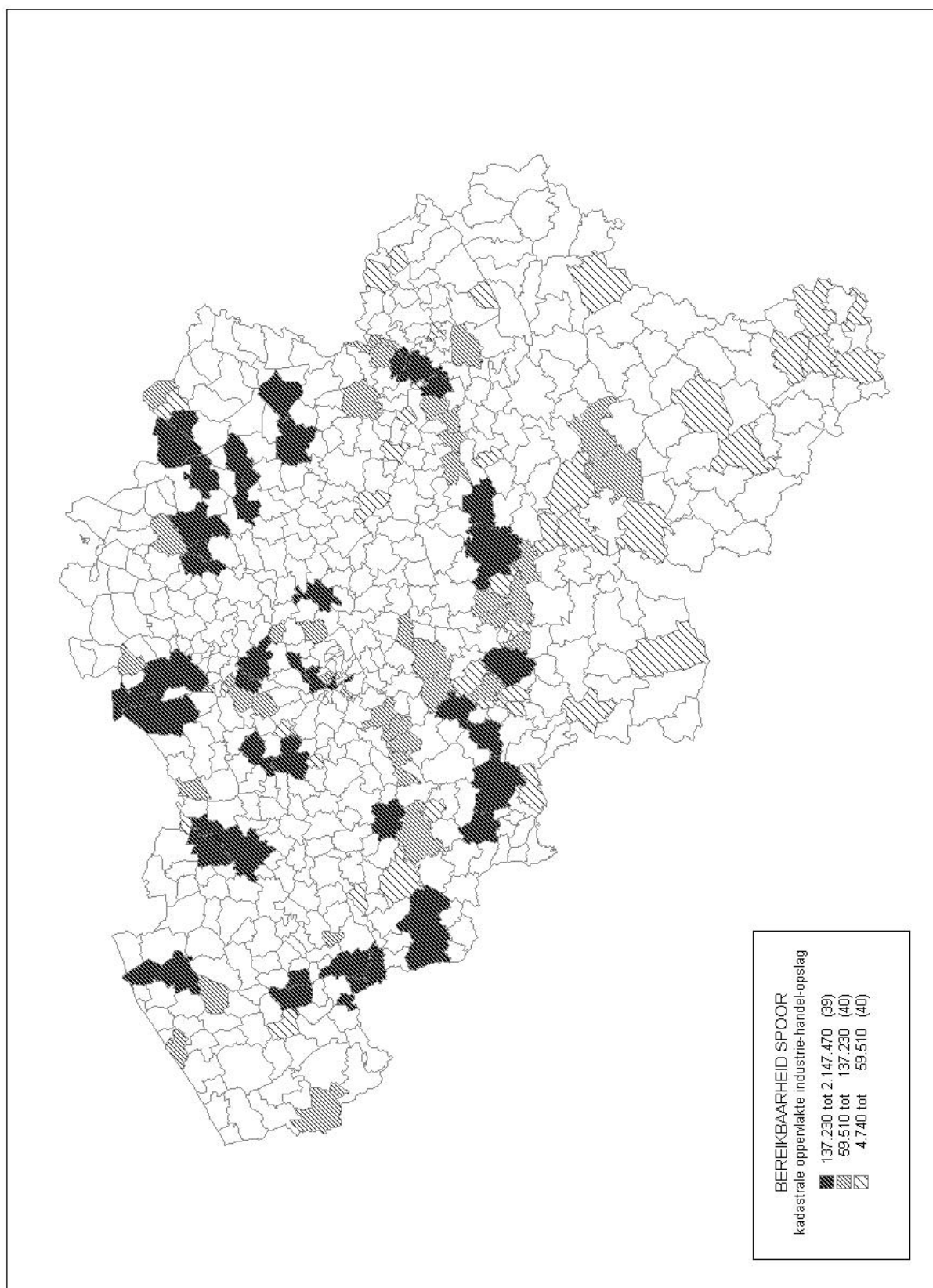
2.3.10 Bereikbaarheid RIJ en spoorwegen

Bij deze vorm van bereikbaarheid blijken volgens Figuur 30 veel Waalse gemeenten goed te scoren: in de top tien vinden we Saint-Ghislain, Bergen, Charleroi, Herstal, Engis, Jemeppe-sur-Sambre en La Louvière. De Vlaamse steden met de grootste bereikbaarheid zijn Beveren, Genk en Brugge.

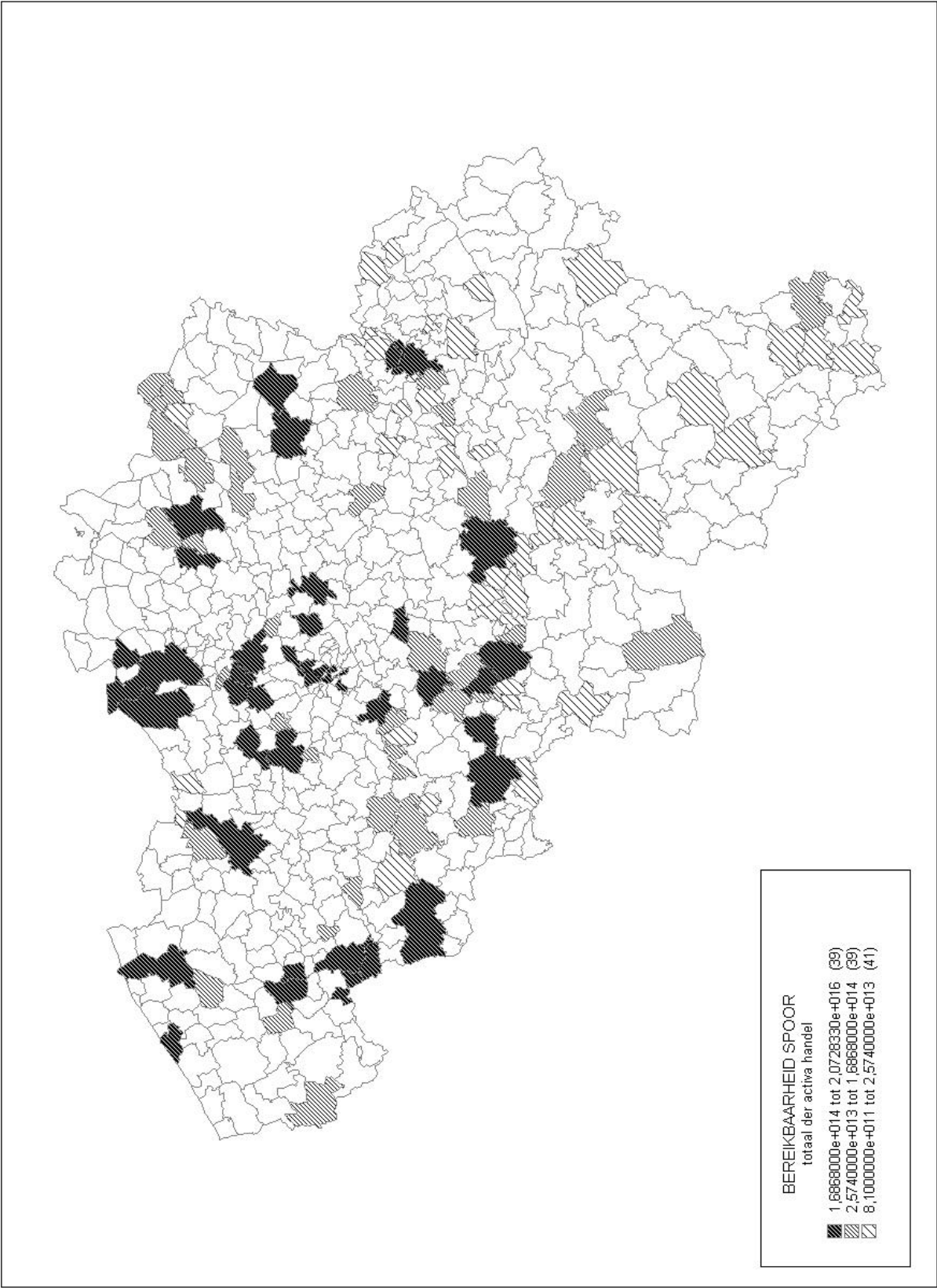
2.3.11 Bereikbaarheid BKO21 en waterwegen

Op Figuur 31 herkennen we opnieuw duidelijk de liggende acht van het waterwegennet, waarrond de aangrenzende gemeenten heel bereikbaar blijken. De meest bereikbare gemeenten zijn trouwens in grote lijnen dezelfde als bij het spoornet. Nieuw zijn Lommel en Zwijndrecht in de top tien.

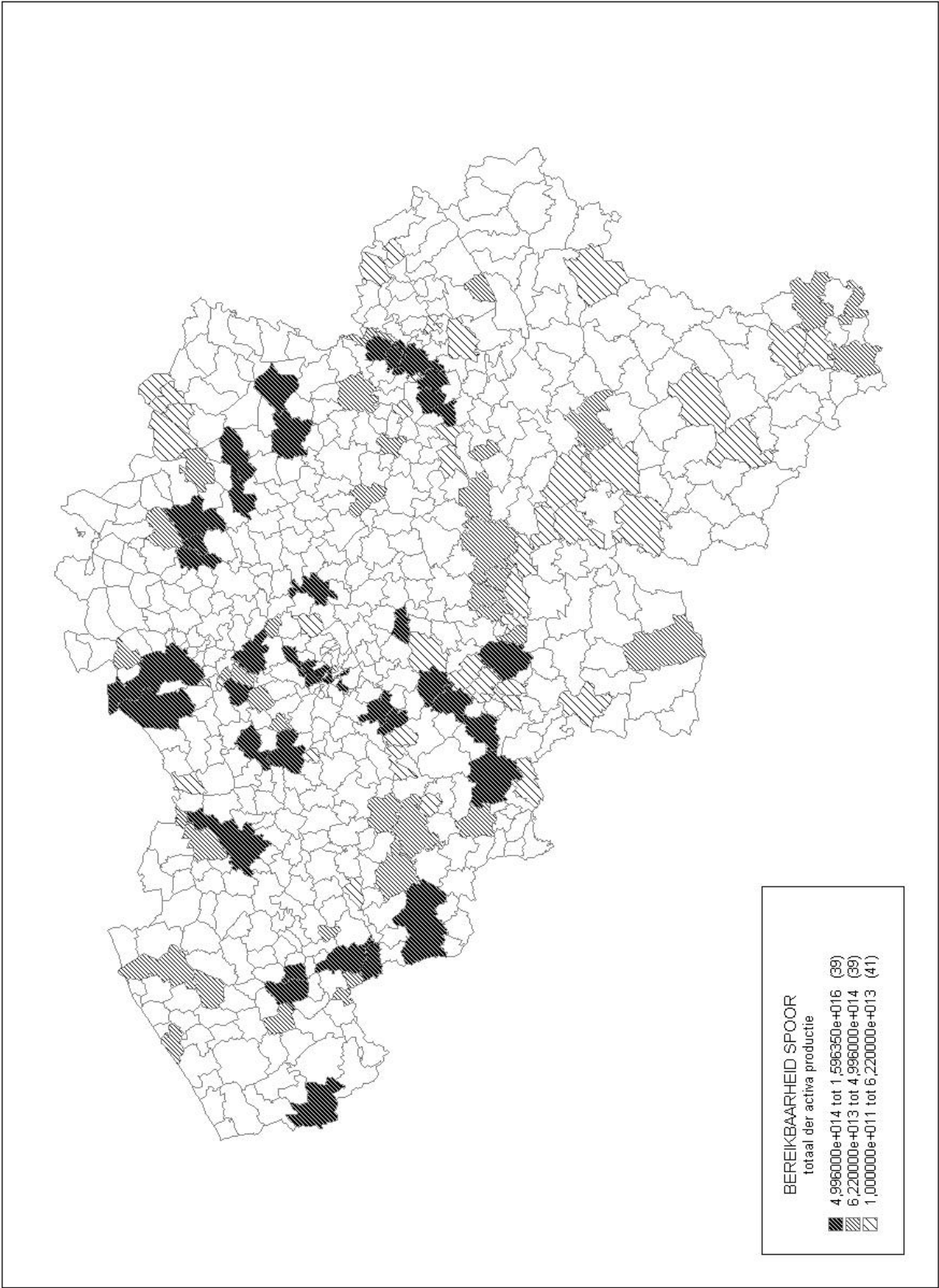
Figuur 26: Bereikbaarheid BKO21 en spoorwegen



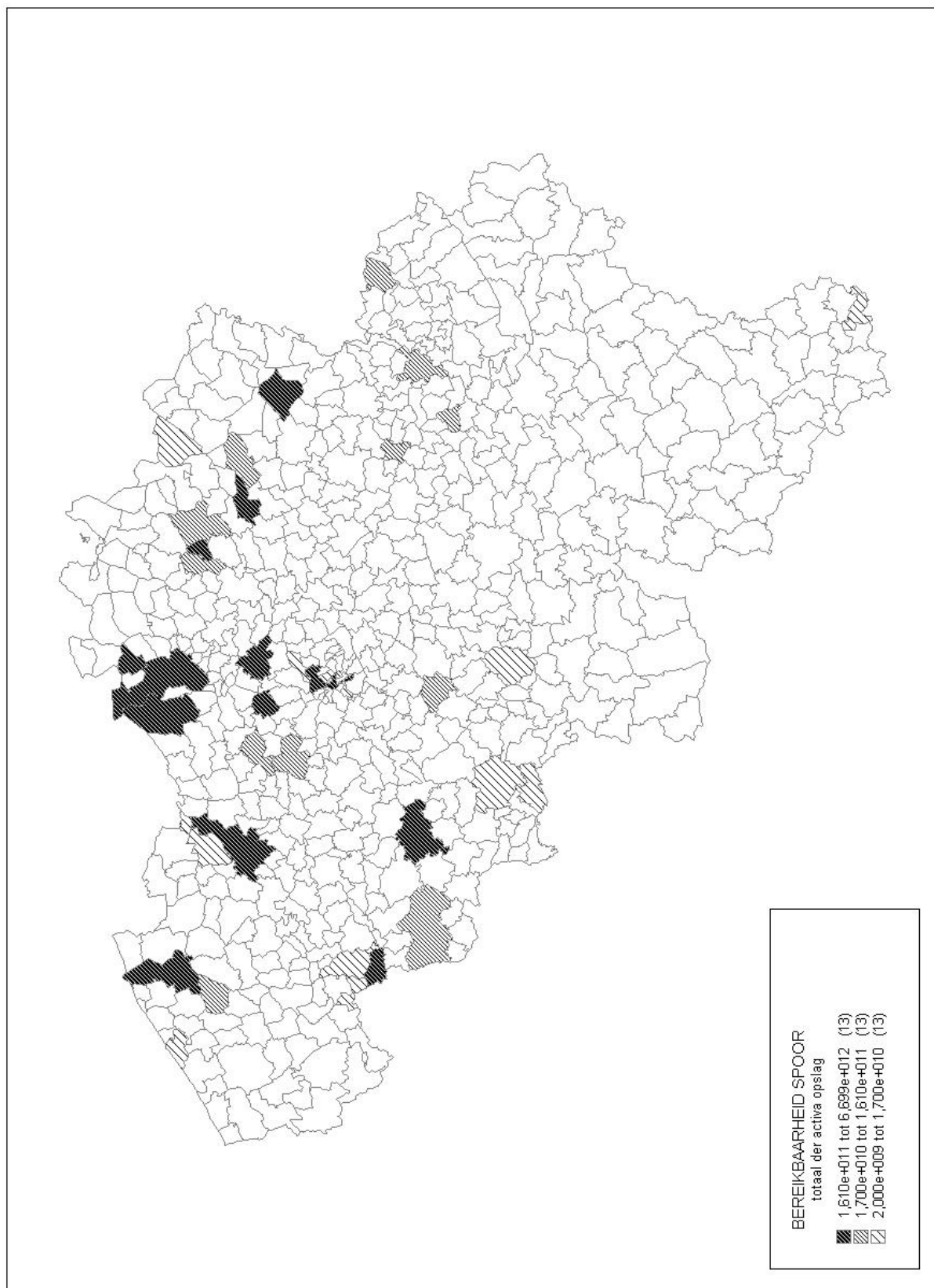
Figuur 27: Bereikbaarheid TAbel50-52 en spoorwegen



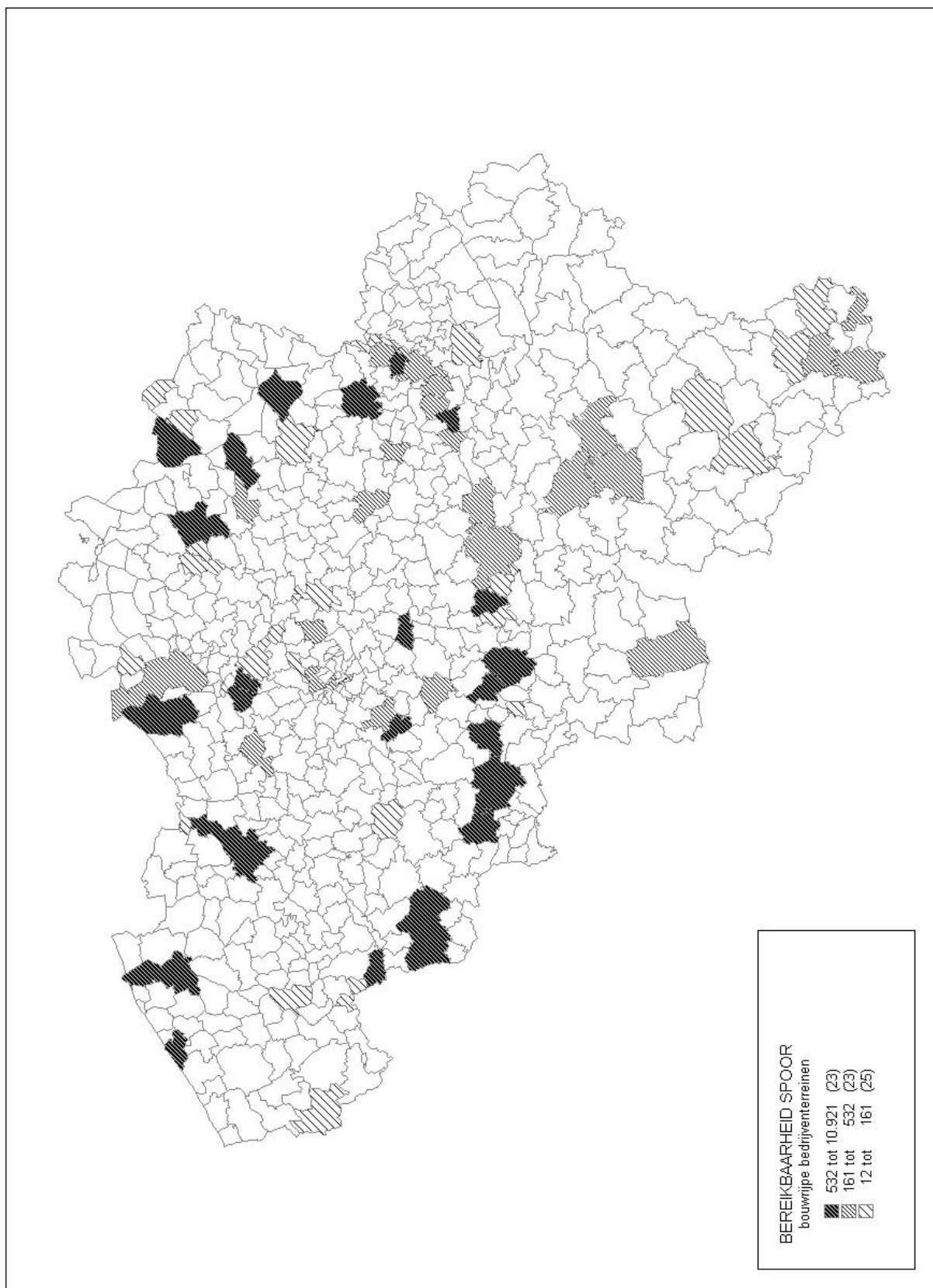
Figuur 28: Bereikbaarheid TAbel15-37 en spoorwegen



Figuur 29: Bereikbaarheid TABel6312 en spoorwegen



Figuur 30: Bereikbaarheid RIJ en spoorwegen



2.3.12 Bereikbaarheid TABel50-52 en waterwegen

Op Figuur 32 zien we grotendeels hetzelfde beeld als bij de voorgaande figuur, met die uitzondering dat de gemeenten in het noorden van de provincie Limburg en op de Waalse As lager scoren. We observeren daarentegen hogere bereikbaarheden voor de gemeenten in de Brusselse regio: ondermeer Brussel, Sint-Jans-Molenbeek en Anderlecht, en verder ook in Grimbergen, Vilvoorde en Halle.

2.3.13 Bereikbaarheid TABel15-37 en waterwegen

Figuur 33 toont dat de grootste observeren ongeveer op dezelfde plaatsen worden gehaald als bij de voorgaande variabelen, waarbij Beerse, Puurs en Tessenderlo als nieuwkomers opduiken. De grootste bereikbaarheid vinden we in Antwerpen.

2.3.14 Bereikbaarheid TABel6312 en waterwegen

Zoals we op Figuur 34 kunnen zien, worden de hoogste bereikbaarheden hier duidelijk in Vlaanderen gescoord, in Wallonië zijn er met uitzondering van Henegouwen nauwelijks gemeenten waar de bereikbaarheid boven '0' uitstijgt. Ath scoort wel goed, net als de nieuwkomers Temse en Wielsbeke. Al bij al is het beeld nogal verspreid.

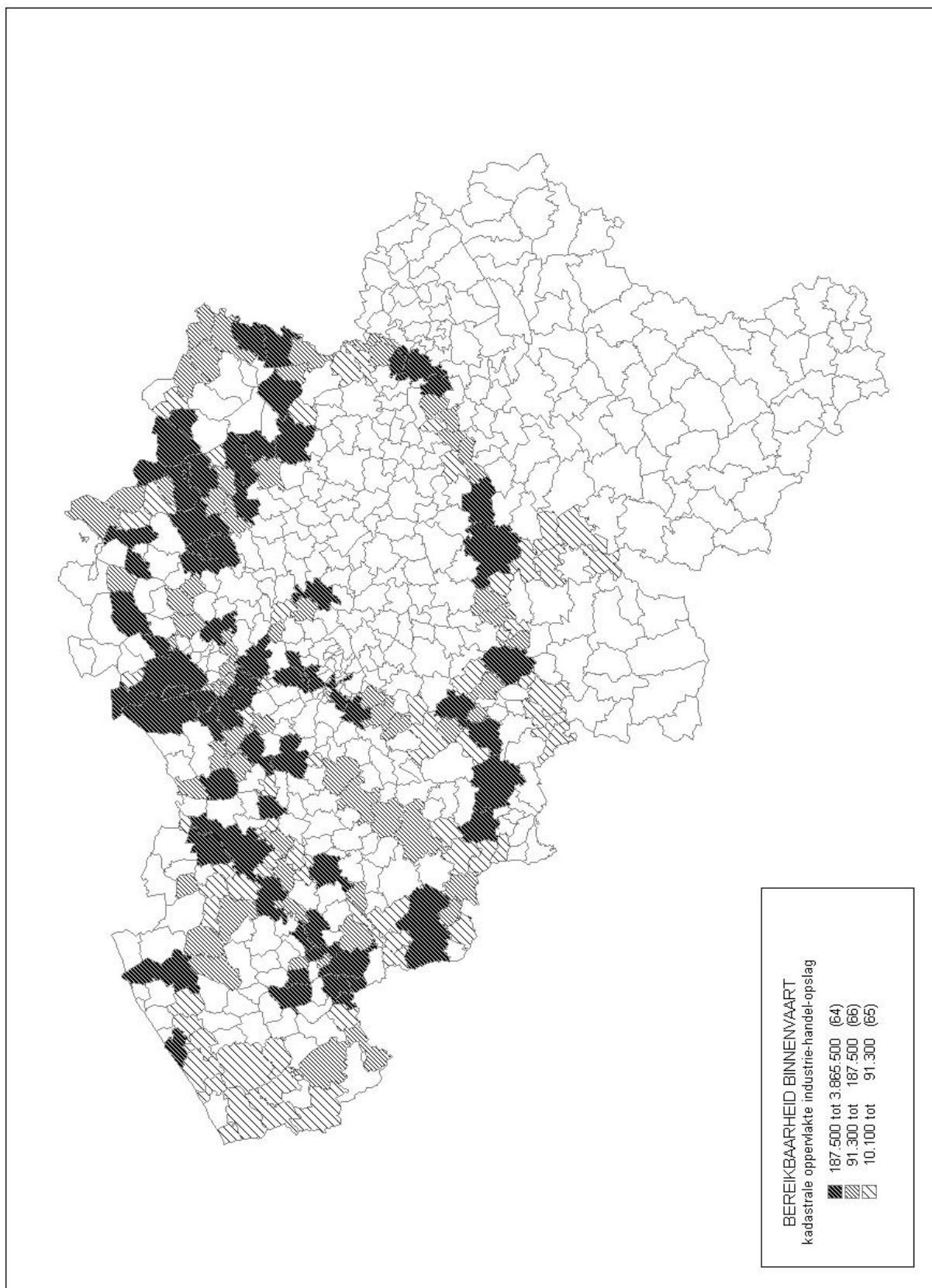
2.3.15 Bereikbaarheid RIJ en waterwegen

Engis, Herstal, La Louvière en Jemeppe-sur-Sambre zijn opvallende gemeenten in Figuur 35, en situeren zich alle op de Waalse As, die daarmee opnieuw beter scoort. Ook de provincie Limburg scoort hier goed.

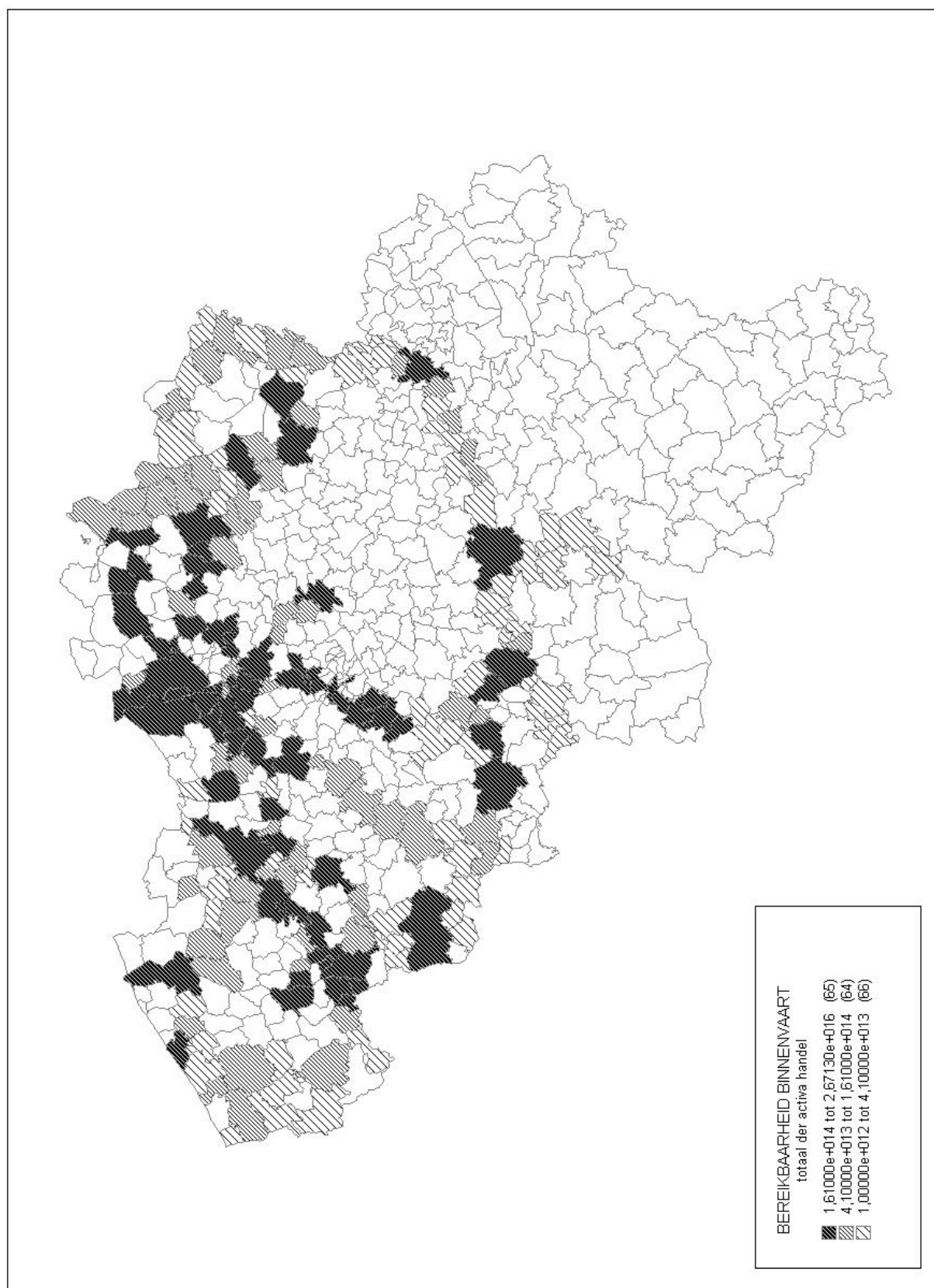
2.3.16 Bereikbaarheid BKO21 en multimodaal spoor-autowegennet

De grootste winnaars in rang ten opzichte van de bereikbaarheid van de zones met veel oppervlakte voor vervoersgenererende activiteiten op het zuivere spoornet, zijn Lier, Zwijndrecht, Sint-Niklaas, Grimbergen, Maasmechelen en Temse. De grootste bereikbaarheden blijven echter voor de gemeenten die ook goed scoorden bij het zuivere spoornet

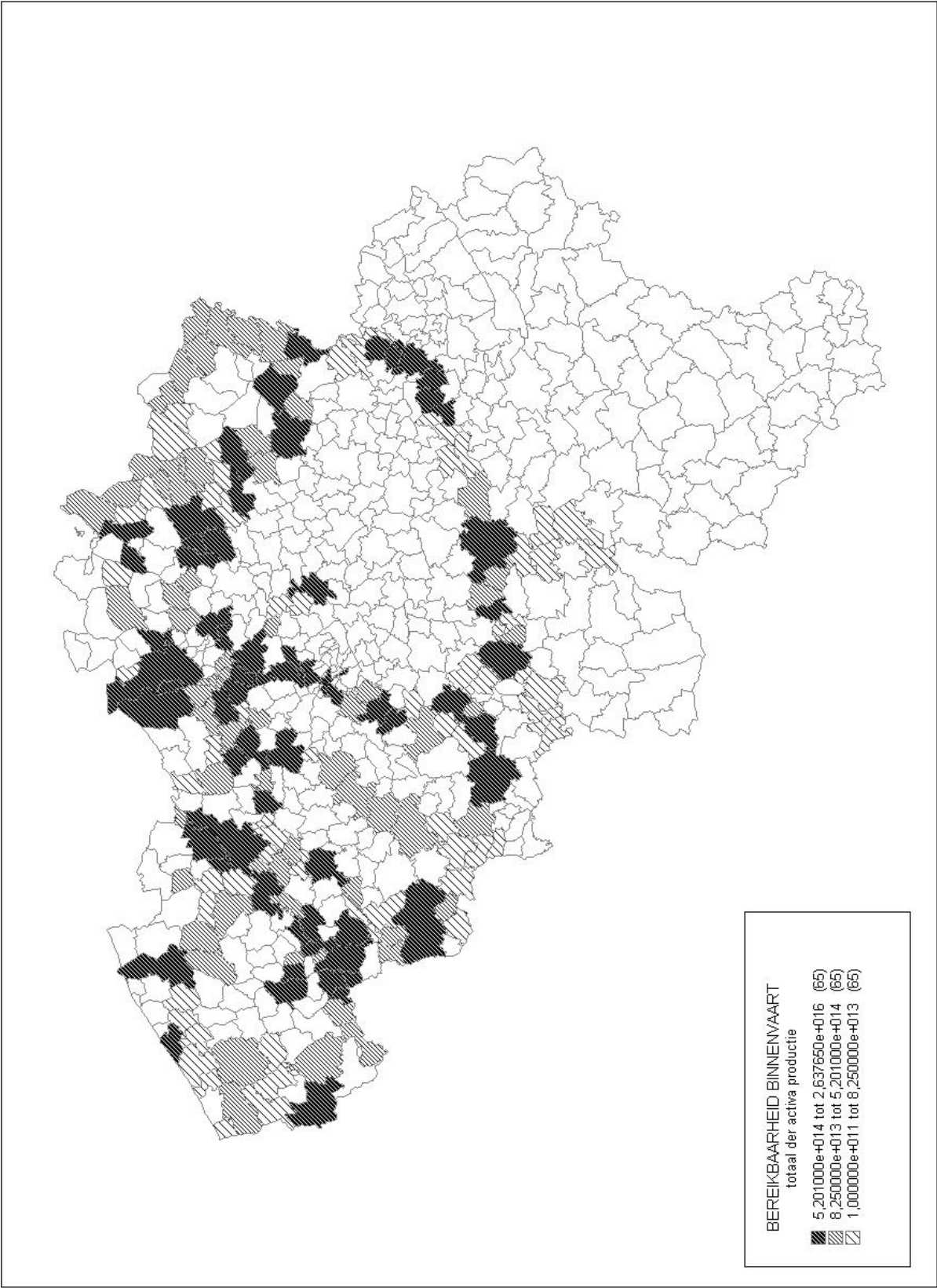
Figuur 31: Bereikbaarheid BKO21 en waterwegen



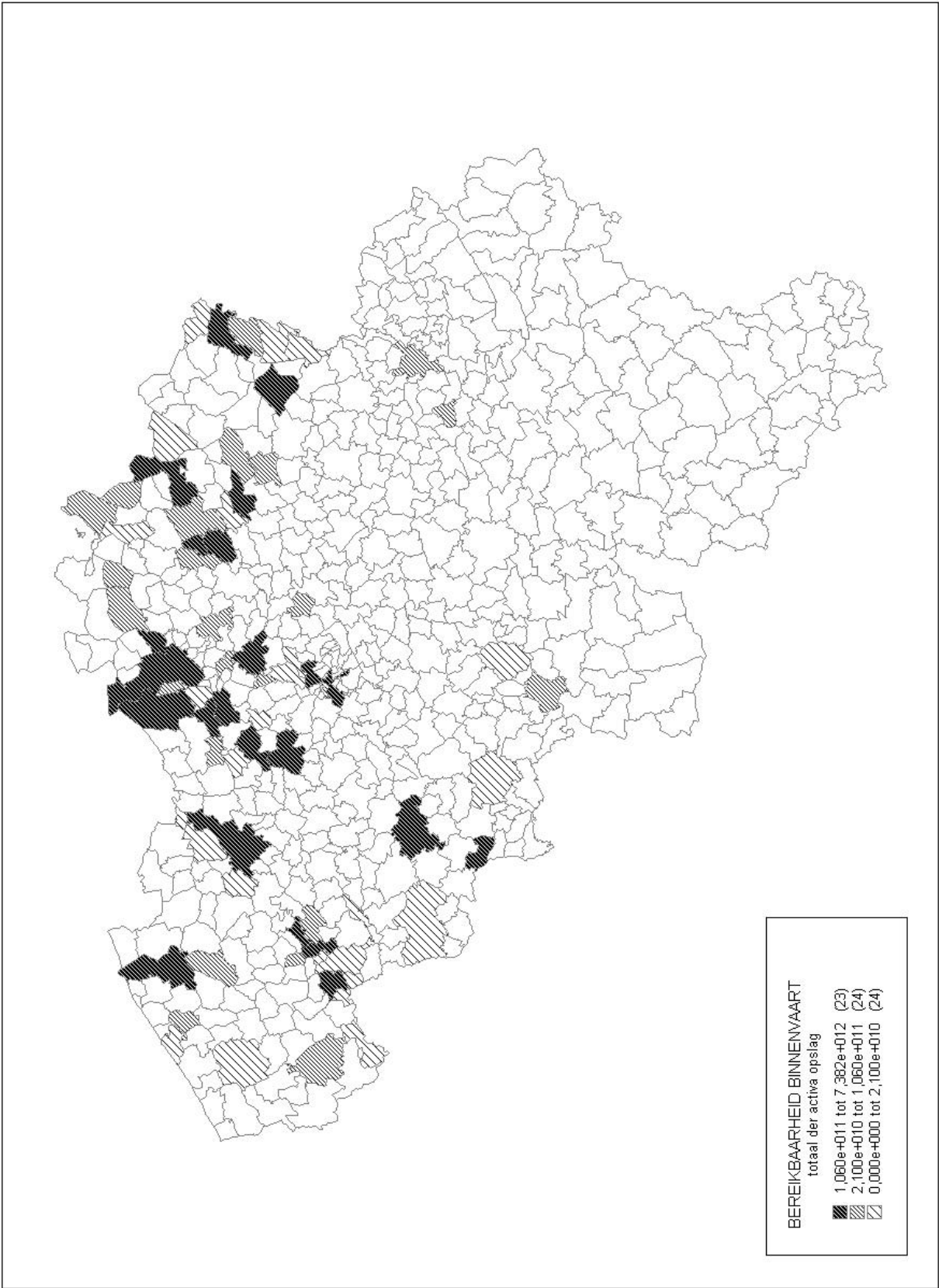
Figuur 32: Bereikbaarheid TAbel50-52 en waterwegen



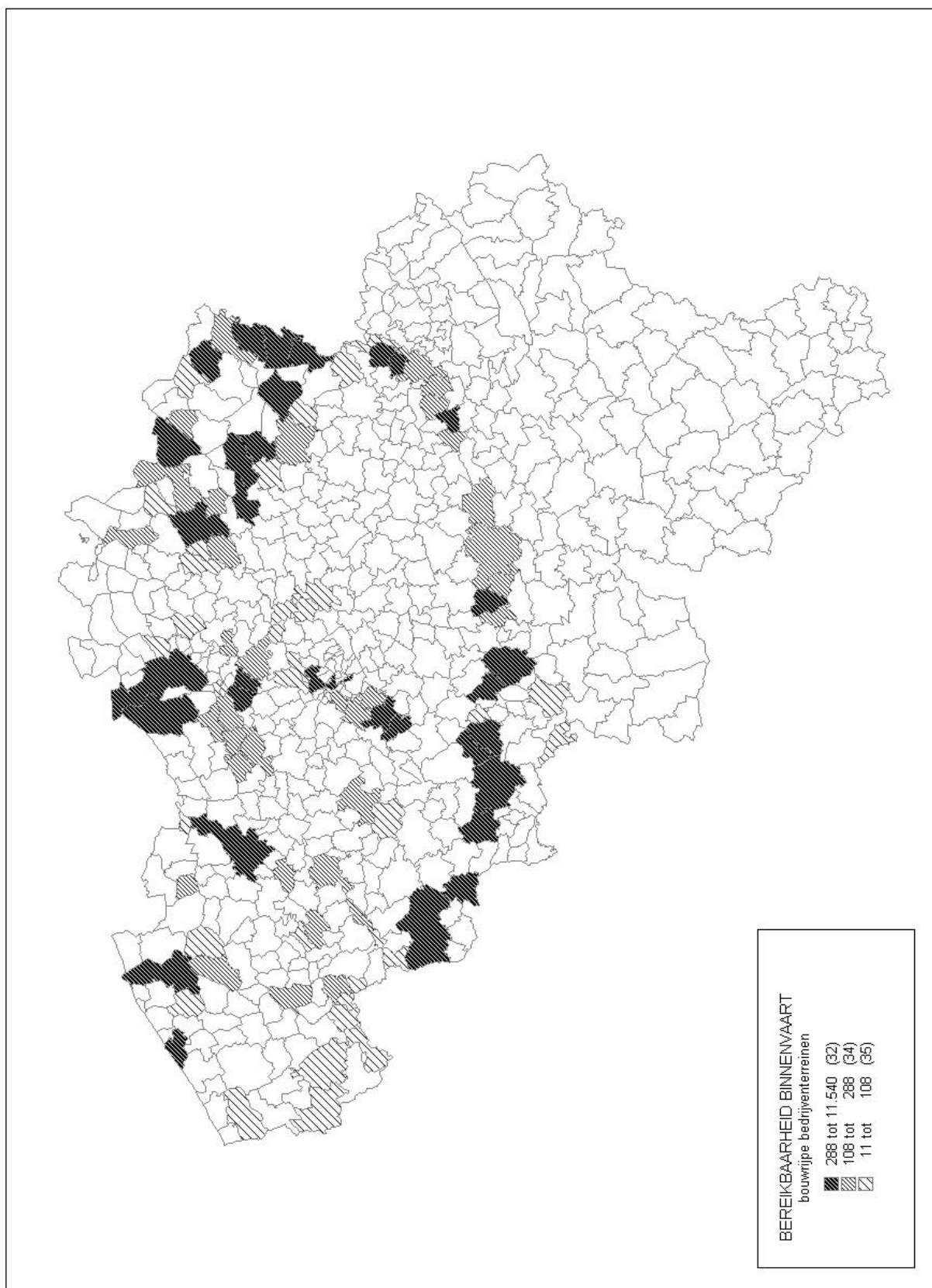
Figuur 33: Bereikbaarheid TAbel15-37 en waterwegen



Figuur 34: Bereikbaarheid TAbel6312 en waterwegen



Figuur 35: Bereikbaarheid RIJ en waterwegen



2.3.17 Bereikbaarheid TABel50-52 en multimodaal spoor-autowegennet

De gemeenten die bij deze variabele relatief het meest vooruit gaan ten opzichte van de situatie bij het zuivere spoornet, situeren zich nagenoeg alle in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: Ganshoren, Evere, Sint-Joost-ten-Node, Elsene, Anderlecht, Sint-Jans-Molenbeek, Sint-Lambrechts-Woluwe en Ukkel. We krijgen hier een beeld dat toch duidelijk verschilt van de situatie bij het zuivere spoornet: de grootste bereikbaarheden worden gehaald in de gemeenten die ook het meest in rang vooruitgaan. De gemeenten die bij het spoor in de top tien stonden, schuiven nu dus naar beneden.

2.3.18 Bereikbaarheid TABel15-37 en multimodaal spoor-autowegennet

Hier zijn het opnieuw gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Elsene, Anderlecht, Watermaal-Bosvoorde, Sint-Pieters-Woluwe en Sint-Gillis), maar ook uit Vlaams-Brabant (Zaventem en Machelen) die de grootste vooruitgang boeken in rang. Ook hier zijn het die gemeenten die de top tien van hoogste bereikbaarheidsscores gaan inpalmen.

2.3.19 Bereikbaarheid TABel6312 en multimodaal spoor-autowegennet

Een combinatie van gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Sint-Lambrechts-Woluwe, Sint-Pieters-Woluwe en Anderlecht), Vlaams-Brabant (Zaventem en Asse) en Antwerpen (Sint-Katelijne-Waver, Brasschaat, Westerlo, Wommelgem en Mol) gaat hier het meeste aantal plaatsen vooruit. In de top tien van grootste bereikbaarheden verandert echter niet veel ten opzichte van het spoornetwerk op zich.

2.3.20 Bereikbaarheid RIJ en multimodaal spoor-autowegennet

De grootste winst in rang ten opzichte van het zuivere spoornet gaat naar gemeenten uit Henegouwen (Dour, Frameries, Quaregnon, Fleurus en Colfontaine). Een aantal van die gemeenten vestigen zich zelfs in de top tien van grootste bereikbaarheden, terwijl voor de rest de gemeenten die bij het zuivere spoor het hoogst scoorden dat ook hier doen.

2.3.21 Bereikbaarheid BKO21 en multimodaal water-autowegennet

De grootste winsten bij deze variabele ten opzichte van de bereikbaarheidsrangen bij het waterwegennet op zich zijn hier voor gemeenten uit de provincie Antwerpen (Heist-op-den-

Berg, Aartselaar, Kontich en Malle). De gemeenten met grote bereikbaarheden bij het waterwegennet, halen die ook hier.

2.3.22 Bereikbaarheid TABel50-52 en multimodaal water-autowegennet

De grootste rangverschuivingen voor handel ten opzichte van het waterwegennet observeren we (net zoals bij de combinatie handel – multimodaal spoornet) bij gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Die gemeenten palmen ook hier de top tien van grootste bereikbaarheden in.

2.3.23 Bereikbaarheid TABel15-37 en multimodaal water-autowegennet

De grootste rangwinsten bij deze combinatie gaan opnieuw naar gemeenten uit de regio Brussel. Die gemeenten vinden we grotendeels ook onder de grootste bereikbaarheden terug, net als Antwerpen en Gent.

2.3.24 Bereikbaarheid TABel6312 en multimodaal water-autowegennet

Gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Sint-Lambrechts-Woluwe en Sint-Pieters-Woluwe), uit Vlaams-Brabant (Zaventem, Londerzeel en Asse) en uit de provincie Antwerpen (Kapellen, Sint-Katelijne-Waver, Wommelgem en Brasschaat) boeken bij deze massadefinitie de grootste vooruitgang in rang. De grootste bereikbaarheidsscores zijn voor Antwerpen, Beveren, Gent, Zaventem en Brussel.

2.3.25 Bereikbaarheid RIJ en multimodaal water-autowegennet

De grootste rangwinsten worden hier geboekt door de Henegouwse gemeenten die ook de grootste winsten boekten bij de overgang van zuiver spoor naar multimodaal spoor. Ook hier komen die gemeenten onder de grootste bereikbaarheden van België, net als Beveren en Genk.

2.3.26 Bereikbaarheden BKO21 en totaal netwerk

De bereikbaarheid over het geheel van autowegen, spoorwegen en waterwegen geven we weer in Figuur 36. Het noorden van het land scoort duidelijk beter dan het zuiden. Concentraties van hoge bereikbaarheden treden op rond Antwerpen, de Kempische As, de as Gent-Kortrijk, de Waalse As, de as Antwerpen-Brussel en de regio Brugge. Dat weerspiegelt zich ook in de rangorde van grootste bereikbaarheden: bovenaan vinden we Antwerpen, Gent,

Beveren, Brugge, Charleroi, Lommel, Genk, Bergen, Mechelen en Zwijndrecht. Het minst bereikbaar zijn Herstappe, Mesen, Martelange, Herbeumont en Wasseiges. We merken op dat deze variabele staat voor ingenomen oppervlaktes door de drie vervoersgenererende sectoren die we beschouwen (industriële productie, handel en opslag). Bij de volgende drie variabelen wordt telkens één van de drie sectoren afzonderlijk belicht.

2.3.27 Bereikbaarheden TABel50-52 en totaal netwerk

De bereikbaarheidswaarden die hier berekend worden, tonen een grote concentratie van goed bereikbare plaatsen op en rond de as Antwerpen-Brussel (Figuur 37). Het zuiden van het land blijft slecht scoren, ook de Waalse As haalt nu minder hoge bereikbaarheidswaarden. Ook Limburg scoort minder hoog, terwijl het westen van België opvallend goed blijft scoren. Dat beeld uit zich ook in de gemeenten die de hoogste bereikbaarheidswaarden laten optekenen: van de twintig hoogst scorenden, komt alleen Gent niet uit Antwerpen, Vlaams-Brabant of het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

2.3.28 Bereikbaarheden TABel15-37 en totaal netwerk

De hoge bereikbaarheidswaarden liggen bij deze variabele nogal gespreid over het Vlaamse grondgebied. Wallonië scoort minder goed, hier ook met de Waalse As (Figuur 38). Het beeld sluit nogal aan bij dat van de ingenomen en niet ingenomen kadastrale oppervlakte (zie 2.3.26). Ondermeer Aalst, Charleroi en Seraing komen nu onder de gemeenten met de 20 grootste bereikbaarheden voor. Voor de rest gaat het voornamelijk om gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en Vlaams-Brabant.

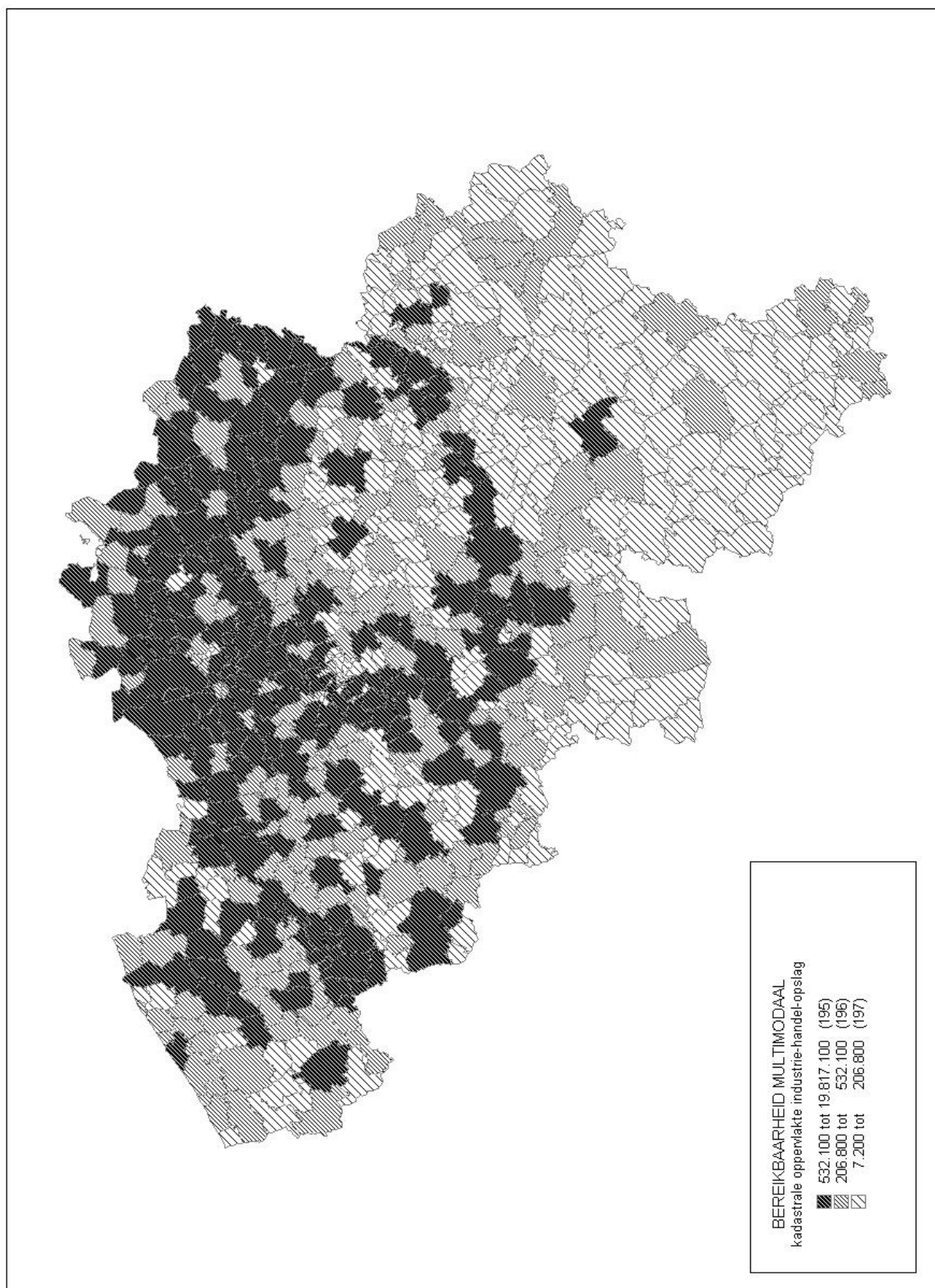
2.3.29 Bereikbaarheden TABel6312 en totaal netwerk

Totale activa in de sector ‘opslag’ komen slechts in 140 gemeenten voor, zodat de figuur met bereikbaarheden een nogal onvolledig beeld geeft. De grootste bereikbaarheden vinden we in Antwerpen, Beveren, Zaventem, Brussel, Gent, Temse, Sint-Lambrechts-Woluwe, Kapellen, Ath en Mechelen. (Figuur 39)

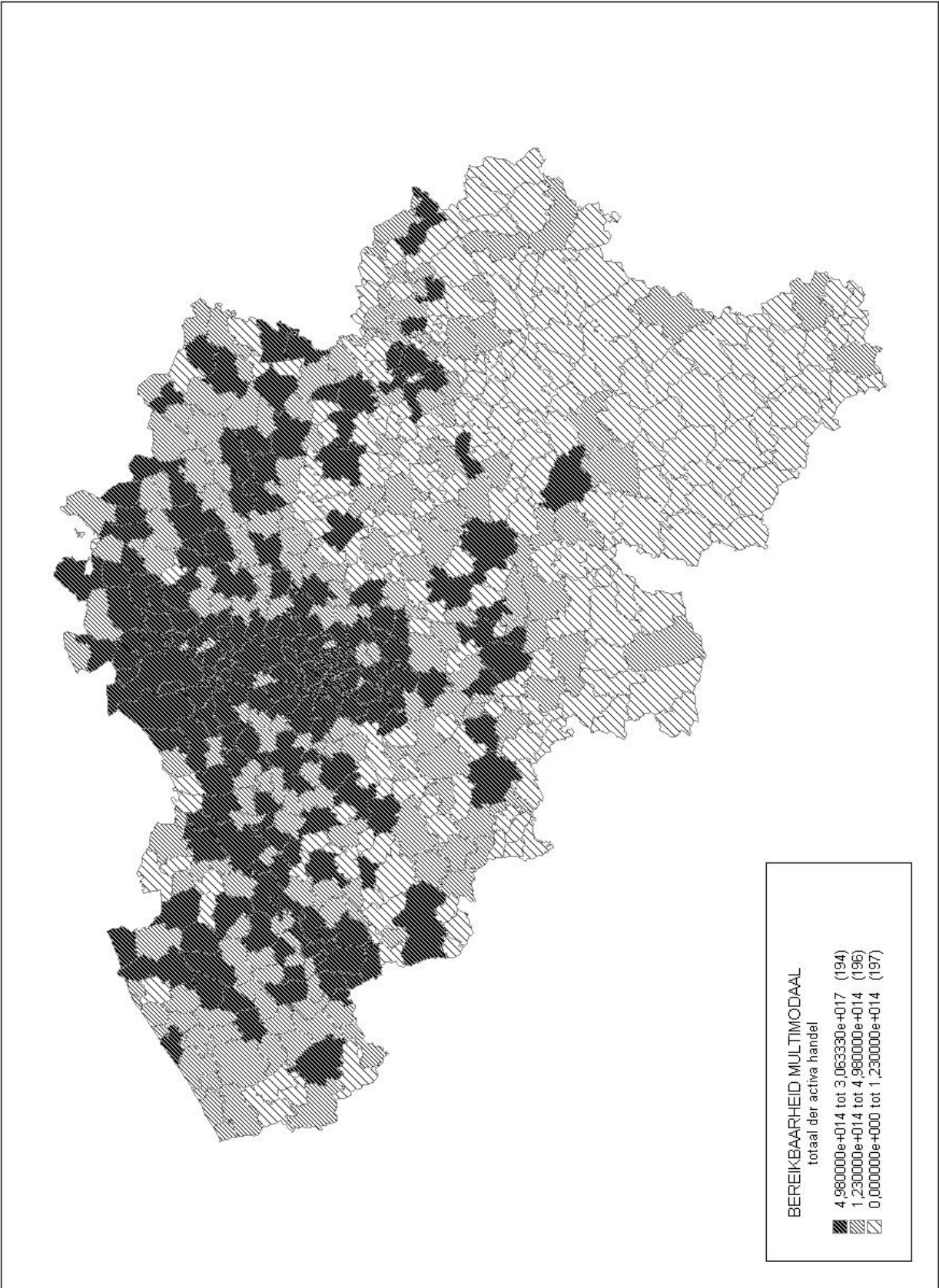
2.3.30 Bereikbaarheden RIJ en totaal netwerk

Ook bij de bouwrijpe bedrijventerreinen (Figuur 40) is het bereikbaarheidsbeeld nogal versnipperd. Deze massadefinitie heeft echter een bijzondere betekenis: het gaat hier om zones waar nu nog niet noodzakelijk veel economische activiteit aanwezig is, maar waar op

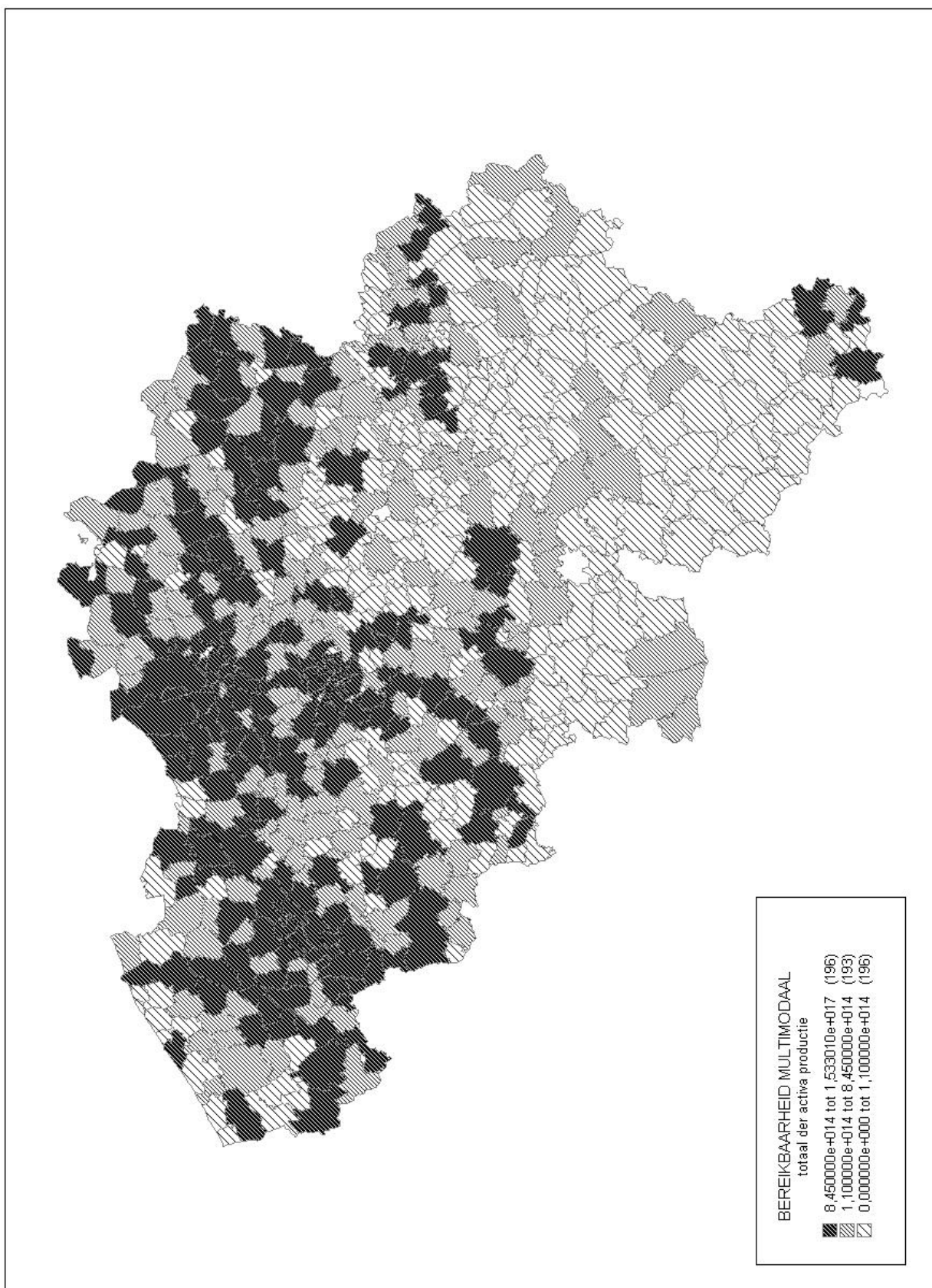
Figuur 36: Bereikbaarheid BKO21 en totaal netwerk



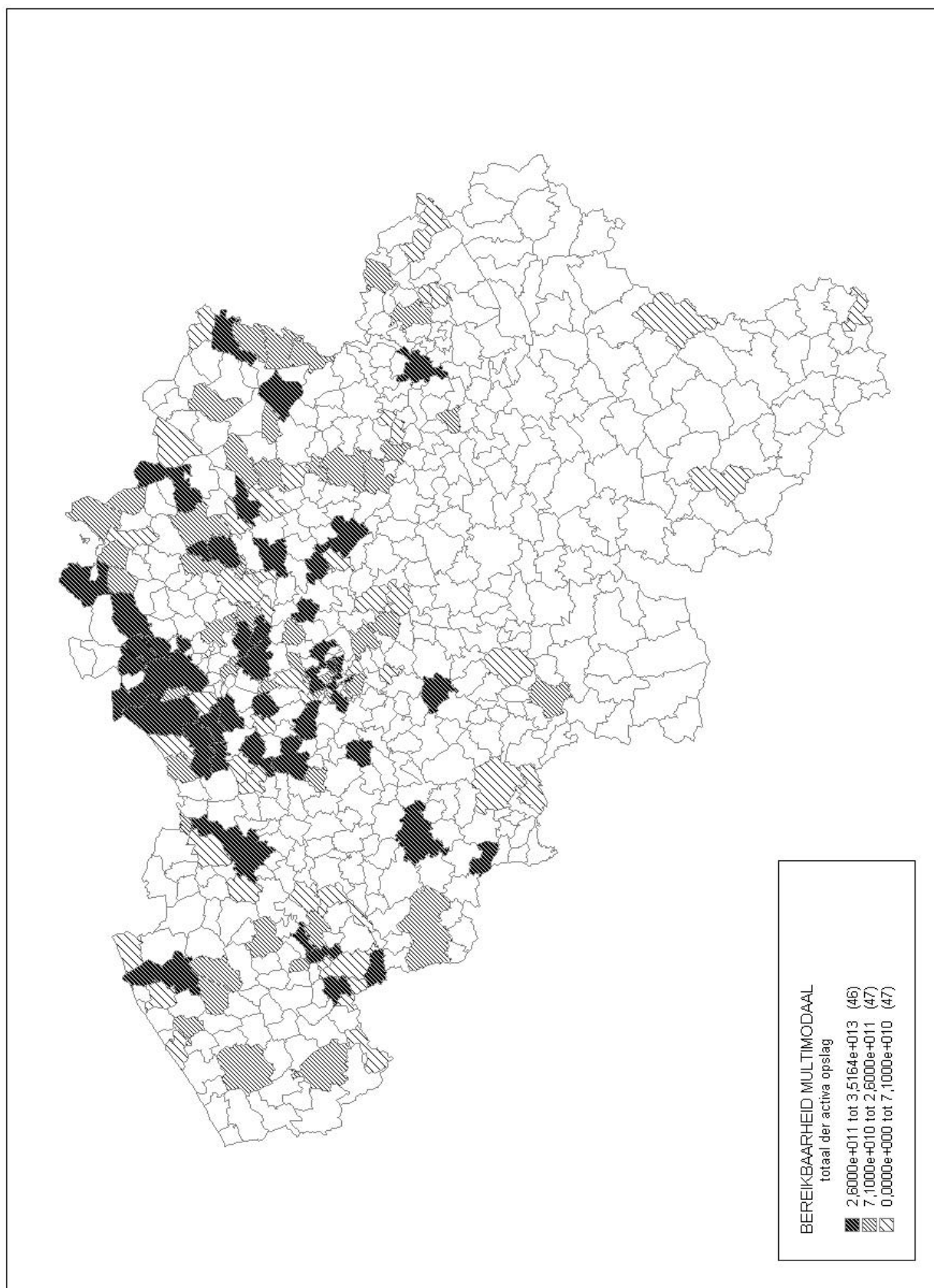
Figuur 37: Bereikbaarheid TAbel50-52 en totaal netwerk



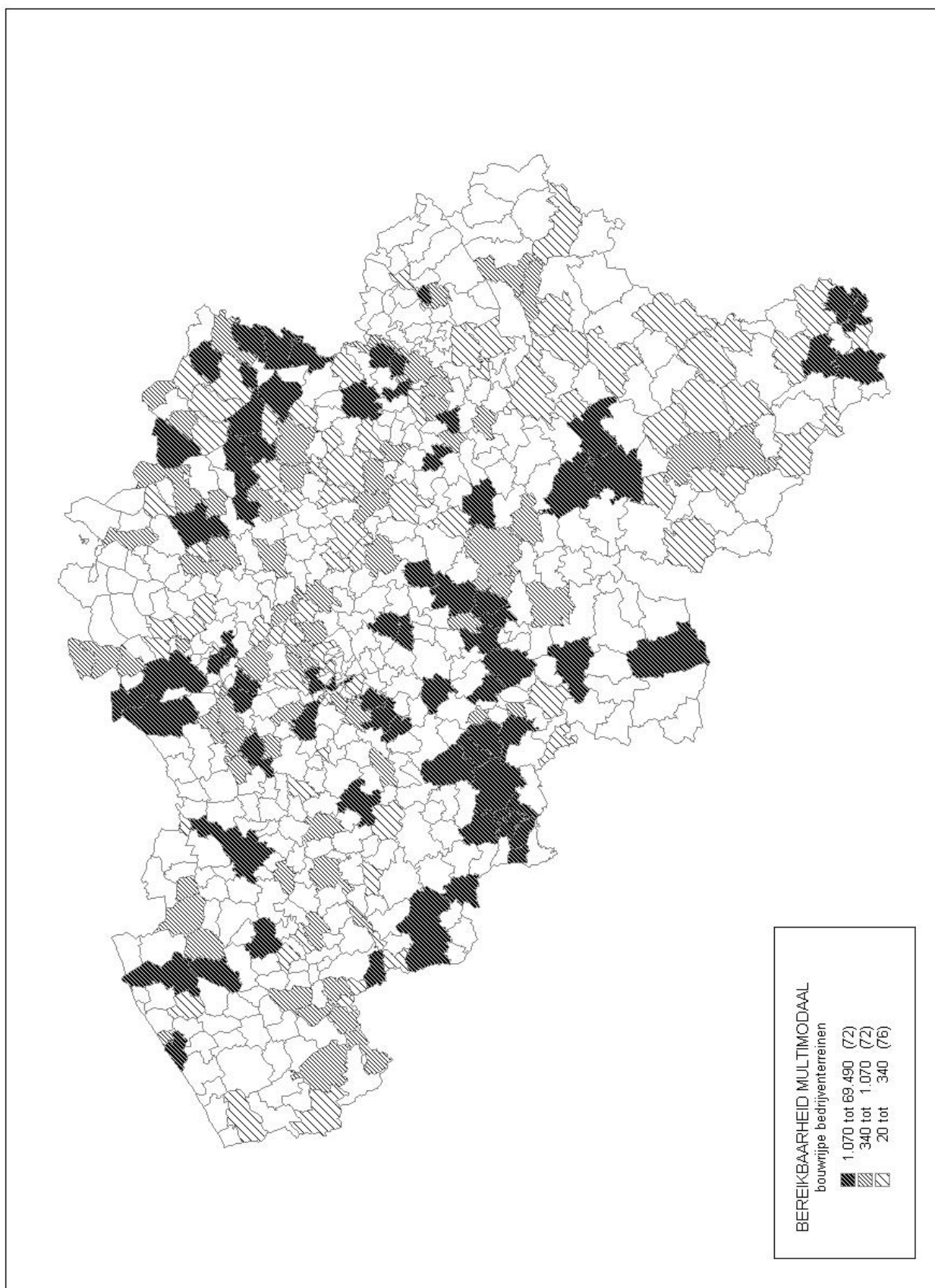
Figuur 38: Bereikbaarheid TAbel15-37 en totaal netwerk



Figuur 39: Bereikbaarheid TAbel6312 en totaal netwerk



Figuur 40: Bereikbaarheid RIJ en totaal netwerk



korte termijn wel veel economische activiteit kan ontplooid worden, tenminste afgaande op de beschikbare ruimte. Opvallend bij de berekening van de bereikbaarheid met deze variabele is dan dat Wallonië sterk naar voor komt. We zien dat ook bij de twintig gemeenten met de grootste bereikbaarheden: we vinden er ondermeer Saint-Ghislain, Dour, Frameries, Bergen, Charleroi, Dison, Herstal, Engis, Jemeppe-sur-Sambre, Courcelles, La Louvière, Villers-le-Bouillet, Ottignies-Louvain-la-Neuve, Quaregnon en Doornik. Genk, Beveren, Brugge, Oostende en Gent zijn de enige Vlaamse gemeenten in de top 20.

2.4 Invloed van kwadratering van afstanden op bereikbaarheid

De kwadratering van de afstanden passen we toe voor de bereikbaarheidsberekening van het totale netwerk (autwegen + multimodaal spoornet + multimodaal waterwegennet). Voor de ingenomen en niet-ingenomen belastbare kadastrale oppervlakten voor sectoren die goederenvervoer genereren, stellen we toch verschuivingen in rang vast als we de bereikbaarheden met gekwadrateerde graviteitsformule ordenen van groot naar klein en vergelijken met de overeenkomstige enkelvoudige bereikbaarheden. De grootste verliezers zijn gemeenten uit de provincies Luxemburg (ondermeer Bastogne, Durbuy, Libramont en Marche-en-Famenne) en Namen (Gembloux, Couvin, Walcourt, ...). De grootste winnaars liggen verspreid: Sint-Joost-ten-Node, Dalhem, Rouvroy, Aiseau-Presles en Zelzate. In de nieuwe rangorde staan Antwerpen, Hoei, Gent, Beveren, Vilvoorde, Zwijndrecht, Machelen, Lier, Luik en Brugge aan de top. Grote verschuivingen treden hier dus niet op.

De grootste verliezers in rang bij de totale activa in de handel zijn opnieuw dezelfde gemeenten als hierboven uit de provincie Luxemburg, maar nu ook gemeenten uit de provincie Limburg (Maaseik, Meeuwen-Gruitrode, Peer en Hamont-Achel). De grootste winnaars in rang zijn nagenoeg dezelfde als bij de voorgaande variabele. In de top tien van grootste bereikbaarheden met gekwadrateerde afstanden merken we slechts minimale verschuivingen ten opzichte van de bereikbaarheden zonder kwadratering.

Bij de totale activa in de industriële productie zijn het opnieuw de vertrouwde gemeenten uit Luxemburg die hun rang zien dalen, evenals gemeenten uit de provincie Luik (Raeren, Buellingen, Sankt-Vith, Malmédy). Nieuwkomers bij de grootste winnaars ten opzichte van de resultaten met de voorgaande variabelen zijn Hoei en Yvoir. De top tien van hoogste

bereikbaarheden verschilt ook hier nauwelijks van die bij enkelvoudige bereikbaarheden en omvat voornamelijk gemeenten uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Bij de totale activa in de sector 'opslag' zijn de gemeenten uit de provincie Luik (Plombières, Luik, Engis en Borgworm) de grootste verliezers ten opzichte van de rangen bij de enkelvoudige bereikbaarheden. Grootste winnaars zijn Sint-Joost-ten-Node, Schaarbeek, Kuurne, Vilvoorde en Kruibeke. Onder de gemeenten met de grootste bereikbaarheidswaarden verandert ook hier weinig: Antwerpen, Beveren, Brussel en Zaventem blijven hier de top uitmaken.

De grootteorde van de rangverliezen is bij de bereikbaarheden op basis van bouwrijpe bedrijventerreinen relatief beperkt. We krijgen een grote spreiding van gemeenten die aan rang verliezen (provincies Luxemburg, Namen, West-Vlaanderen en Antwerpen). De grootste winnaars in rang zijn nu gemeenten uit de provincie Luik (Verviers, Luik, Visé en Grâce-Hollogne). Bij de hoogste kwadratische bereikbaarheden krijgen we weinig verschuivingen in vergelijking met de enkelvoudige: vooral de provincie Henegouwen (Saint-Ghislain, Dour, Frameries en Bergen) blijft goed scoren. Gemeenten uit de provincie Luik komen nu wel nadrukkelijker opzetten.

3. SYNTHESEBEELD BEREIKBAARHEID

We hebben over de verschillende modi al een synthesebeeld gevormd via een totaal netwerk, dat we beschouwen als de som van het autowegennet, het multimodaal spoornet en het multimodaal waterwegennet. We bleven telkens echter binnen één van de vijf geselecteerde variabelen. Om nu tot één overkoepelend beeld te komen, kunnen we een clusteranalyse uitvoeren. Op die manier halen we uit de vijf variabelen de variabele die het beste algemene beeld van de bereikbaarheidsverdeling in België geeft. Voor deze clusteranalyse verwijzen we naar een volgende publicatie (Hermia, et al., 2001, forthcoming).

4. VERGELIJKING NETWERKBELANG EN BEREIKBAARHEID

Als we de bereikbaarheidsresultaten per modus vergelijken met de netwerkbelangen die we in het tweede onderdeel van dit hoofdstuk bekwamen, dan blijken gemeenten die hoog scoorden op netwerkbelang ook hoge bereikbaarheden te halen. We observeren met andere woorden weinig rangverschuivingen. Concreet ziet de situatie eruit zoals weergegeven in Figuur 41.

Per modus en per massadefinitie worden opgegeven:

- aantal gemeenten met netwerkwaaarde verschillend van '0' (A);
- aantal gemeenten met netwerkwaaarde en massa (netwerkbelang) verschillend van '0' (B);
- aantal gemeenten dat 25% van het totaal aantal gemeenten uitmaakt (C);
- aantal gemeenten dat uit de groep 25% hoogst gerangschikte wegvalt (D);
- aantal gemeenten dat uit de groep 25% laagst gerangschikte wegvalt (E);
- grootste negatieve rangverschuiving van een gemeente (F);
- grootste positieve rangverschuiving van een gemeente (G);

Figuur 41: rangverschuivingen bij overgang netwerkbelang - bereikbaarheid

netwerk	massa	A	B	C	D	E	F	G
autowegennet	BKO21	588	588	147	8	8	61	78
	TABel50-52	588	587	147	12	10	77	109
	TABel15-37	588	585	146	7	6	5	98
	TABel6312	588	140	35	2	3	26	43
	RIJ	588	220	55	6	4	16	52
spoorwegennet	BKO21	119	119	30	0	3	15	19
	TABel50-52	119	119	30	3	3	16	15
	TABel15-37	119	119	30	1	1	11	13
	TABel6312	119	40	10	0	1	6	5
	RIJ	119	72	18	0	0	6	6
waterwegennet	BKO21	195	195	49	4	2	17	34
	TABel50-52	195	195	49	5	4	25	32
	TABel15-37	195	195	49	2	2	15	21
	TABel6312	195	72	18	1	4	14	22
	RIJ	195	102	26	2	2	15	19
multimodaal spoor- autowegennet	BKO21	588	588	147	7	7	55	90
	TABel50-52	588	587	147	12	12	80	114
	TABel15-37	588	585	146	6	3	46	82
	TABel6312	588	140	35	2	3	23	47
	RIJ	588	220	55	4	2	17	44
multimodaal water- autowegennet	BKO21	588	588	147	2	1	13	23
	TABel50-52	588	587	147	4	3	21	33
	TABel15-37	588	585	146	3	0	11	20
	TABel6312	588	140	35	2	2	5	7
	RIJ	588	220	55	1	0	5	5
totaal net	BKO21	588	588	147	6	7	65	91
	TABel50-52	588	587	147	10	7	65	91
	TABel15-37	588	585	146	5	3	40	82
	TABel6312	588	140	35	2	3	20	41
	RIJ	588	220	55	5	3	17	47

bron: eigen berekeningen

We stellen vast dat het aantal ondernemingen dat uit de geselecteerde groepen van 25% best scorende gemeenten en 25% slechtst scorende gemeenten wegvalt bij overgang van netwerkbelangen naar bereikbaarheden, beperkt blijft (gemiddeld over alle modi en massadefinities slechts 5,24 respectievelijk 5,78% van de 25%). Bovendien blijft ook de omvang van de rangverschuivingen die toch optreden beperkt: de grootste achteruitgang bedraagt slechts 9,72% van het totaal aantal gemeenten dat een netwerkbelang verschillend van '0' heeft, de grootste vooruitgang ligt gemiddeld op 15,84% van dat totaal aantal gemeenten. We kunnen dus besluiten dat er een grote band tussen netwerkbelang en bereikbaarheid bestaat.

We stelden al vast dat er tussen netwerkwaarde en netwerkbelang wel aanzienlijke rangverschuivingen kunnen optreden, waaruit we besloten dat (vervoersgenererende) economische activiteit zich niet altijd vestigt op de meest goed gelegen plaatsen in het netwerk (zonder rekening te houden met de massa's van andere economische centra). In die zin zagen we het netwerkbelang als een uitdrukking van het vestigingsgedrag van economische activiteit. Het feit dat er een grote band bestaat tussen netwerkbelang en bereikbaarheid, en dat bereikbaarheid als toegevoegd element ten opzichte van netwerkbelang de massa's van omliggende knooppunten biedt, wijst erop dat juist de nabijheid van grote economische centra bepalend is voor het vestigingsgedrag van economische activiteit. Dit vormt een belangrijke motivatie om expliciet rekening te houden met de eigen massa's van de gemeenten, de massa's van omliggende gemeenten, gekoppeld aan de afstand tussen beide.

5. WAT KUNNEN WE DOEN MET DE BEREKENDE BEREIKBAARHEDEN?

Als we de bereikbaarheidswaarden voor het totale netwerk beschouwen, dan krijgen we een zwak scorend Wallonië (voornamelijk ten zuiden van de Waalse As) tegenover Vlaanderen, dat globaal beter scoort, maar waar de hoge bereikbaarheidswaarden erg verspreid liggen, zodat hiaten in het netwerk naar voor komen.

Vanuit het standpunt van duurzame mobiliteit komt de centrale overheidsdoelstelling neer op het vermijden van vermijdbare mobiliteit. In die zin is het belangrijk dat belangrijke economische knooppunten dicht bij elkaar liggen. De overheid kan daar op twee manieren op inspelen: door het aanleggen van bijkomende verkeersinfrastructuur (waardoor de afstand tussen belangrijke knooppunten kan verkort worden), of door het stimuleren van vestiging van economische activiteit in een bepaalde kern, die nu al een grote bereikbaarheid geniet. Omdat extra wegen, en dan vooral autowegen maar ook spoorwegen niet altijd wenselijk zijn (ondermeer door de publieke opinie, maar ook uit budgettaire overwegingen), gaat de voorkeur uit naar gebundelde vestiging van economische activiteit.

Theoretisch blijven beide mogelijkheden open. Het soort ingreep dat noodzakelijk is, zal afhangen van de analyse van de berekende bereikbaarheid: waardoor haalt een gemeente een hoge bereikbaarheid? Drie componenten kunnen spelen: een grote eigen massa, een grote

massa van omliggende knooppunten, of korte afstanden op het netwerk. Indien de afstanden klein zijn, en de massa's van omliggende gemeenten groot, dan kan het volstaan economische activiteit naar de gemeente te halen om de bereikbaarheid te doen toenemen. Dan komen we echter terecht in een dynamisch geheel: de bereikbaarheid in de gemeente zal toenemen, maar mogelijk zal de 'nieuwe' economische activiteit gewoon weggetrokken zijn uit andere gemeenten, zodat daar de bereikbaarheid daalt. De overheid moet er echter over waken dat de totale bereikbaarheid van het netwerk (de som van de bereikbaarheden van alle gemeenten) niet daalt. Indien de bereikbaarheid van een gemeente daalt, moet de bereikbaarheid van (een) andere gemeente(-n) dus in verhouding meer toenemen.

Die dynamica uit zich in een simulatie. Vertrekkende van een basissituatie (zoals ze bijvoorbeeld in dit hoofdstuk werd geschetst voor het jaar 1999), kunnen nieuwe bereikbaarheden worden berekend na ingrepen op het netwerk (op de verkeersinfrastructuur, op de ruimtelijk-economische structuur, of op beide). Elke ingreep die de totale bereikbaarheid verhoogt (en die uiteraard voldoet aan een aantal andere investeringscriteria, zoals budgettaire haalbaarheid, welvaartsverhogend karakter,...) is in die zin gewenst.

In de berekening van bereikbaarheid zoals hier voorgesteld, schuilt echter een gevaar. Als we puur met afstanden werken, kan de bereikbaarheid van een gemeente mogelijk verhoogd worden door er meer economische activiteit aan te trekken. Intuïtief zou men hierbij kunnen denken dat de bereikbaarheid juist moet verminderen door het aantrekken van economische activiteit. Daarbij denkt men onmiddellijk aan fenomenen zoals congestie, waarvoor algemeen geldt dat ze een plaats minder bereikbaar maakt. Dat klopt ook in onze berekening, maar nog niet als we alleen met metrische afstanden werken. De afstand tussen gemeenten neemt niet toe als er congestie optreedt. Wat wel toeneemt is de tijd die nodig is om die afstand te overbruggen. In die zin is het vervangen van afstand door reële reistijden een meer dan nuttige uitbreiding op het voorliggende onderzoek. Ook op reiskosten zal toegenomen economische activiteit een opdrijvende invloed hebben, zodat ook reiskosten een meer realistische benadering zijn van bereikbaarheid.

Bovendien blijkt het ook nuttig om reistijden en kosten in plaats van afstanden te gebruiken in het geval een land meerdere economische kernen telt. Het verhogen van de globale bereikbaarheid kan dan niet zozeer door de gaten tussen de kernen op te vullen (omdat zo juist

meer onnodige mobiliteit zou ontstaan), maar wel door de afstanden tussen de kernen te verkorten. Dat kan door nieuwe verkeersinfrastructuur. Meer nog dan op afstandsverkorting zal nieuwe verkeersinfrastructuur vooral de reistijden verkorten en de reiskosten drukken. Het bereikbaarheidseffect zal dus groter zijn als reistijden of kosten in de formule gebracht worden. We hebben beide analyses zoals gezegd omwille van tijds- en budgettaire beperkingen nog niet uitgevoerd.

DEEL 3: TOEPASSING OP HUIDIGE BELGISCHE SITUATIE.....	61
0. INLEIDING.....	61
1. BESCHIKBARE DATA	63
1.1 Netwerken	63
1.2 Massa van knooppunten	72
1.2.1 Ruimtelijke massadefinities.....	72
1.2.2 Socio-economische data	76
1.3 Belemmeringsfactor	82
2. BEREKENING VAN DE BEREIKBAARHEID - METRISCHE AFSTAND.....	83
2.1 Netwerkanalyse	83
2.1.1 Analyse autowegennet.....	85
2.1.2 Analyse spoornet	87
2.1.3 Analyse waterwegennet.....	90
2.1.4 Analyse multimodaal spoor - autoweg netwerk.....	92
2.1.5 Analyse multimodaal water - autoweg netwerk.....	93
2.1.6 Analyse totaal netwerk (autowegen + multimodaal spoor-auto + multimodaal water-auto).....	93
2.1.7 Analyse netwerken met gekwadrateerde afstanden	95
2.2 Massa-analyse.....	95
2.2.1 Analyse spreiding BKO21	98
2.2.2 Analyse spreiding TAbel50-52	102
2.2.3 Analyse spreiding TAbel15-37	104
2.2.4 Analyse spreiding TAbel6312	107
2.2.5 Analyse spreiding RIJ.....	110
2.2.6 Conclusies aan de hand van netwerkbelang.....	112
2.3 Bereikbaarheidsanalyse	114
2.3.1 Bereikbaarheid BK021 en autowegen	114

2.3.2	Bereikbaarheid TABel50-52 en autowegen.....	114
2.3.3	Bereikbaarheid TABel15-37 en autowegen.....	115
2.3.4	Bereikbaarheid TABel6312 en autowegen.....	115
2.3.5	Bereikbaarheid RIJ en autowegen.....	115
2.3.6	Bereikbaarheid BKO21 en spoorwegen.....	115
2.3.7	Bereikbaarheid TABel50-52 en spoorwegen.....	121
2.3.8	Bereikbaarheid TABel15-37 en spoorwegen.....	121
2.3.9	Bereikbaarheid TABel 6312 en spoorwegen.....	121
2.3.10	Bereikbaarheid RIJ en spoorwegen.....	121
2.3.11	Bereikbaarheid BKO21 en waterwegen.....	121
2.3.12	Bereikbaarheid TABel50-52 en waterwegen.....	127
2.3.13	Bereikbaarheid TABel15-37 en waterwegen.....	127
2.3.14	Bereikbaarheid TABel6312 en waterwegen.....	127
2.3.15	Bereikbaarheid RIJ en waterwegen.....	127
2.3.16	Bereikbaarheid BKO21 en multimodaal spoor-autowegennet.....	127
2.3.17	Bereikbaarheid TABel50-52 en multimodaal spoor-autowegennet.....	133
2.3.18	Bereikbaarheid TABel15-37 en multimodaal spoor-autowegennet.....	133
2.3.19	Bereikbaarheid TABel6312 en multimodaal spoor-autowegennet.....	133
2.3.20	Bereikbaarheid RIJ en multimodaal spoor-autowegennet.....	133
2.3.21	Bereikbaarheid BKO21 en multimodaal water-autowegennet.....	133
2.3.22	Bereikbaarheid TABel50-52 en multimodaal water-autowegennet.....	134
2.3.23	Bereikbaarheid TABel15-37 en multimodaal water-autowegennet.....	134
2.3.24	Bereikbaarheid TABel6312 en multimodaal water-autowegennet.....	134
2.3.25	Bereikbaarheid RIJ en multimodaal water-autowegennet.....	134
2.3.26	Bereikbaarheden BKO21 en totaal netwerk.....	134
2.3.27	Bereikbaarheden TABel50-52 en totaal netwerk.....	135
2.3.28	Bereikbaarheden TABel15-37 en totaal netwerk.....	135
2.3.29	Bereikbaarheden TABel6312 en totaal netwerk.....	135
2.3.30	Bereikbaarheden RIJ en totaal netwerk.....	135
2.4	Invloed van kwadratering van afstanden op bereikbaarheid.....	141
3.	SYNTHESEBEELD BEREIKBAARHEID.....	142
4.	VERGELIJKING NETWERKBELANG EN BEREIKBAARHEID.....	143
5.	WAT KUNNEN WE DOEN MET DE BEREKENDE BEREIKBAARHEDEN?.....	145

LITERATUURSTUDIE

0. INLEIDING

Nu het onderzoeksprobleem en de concrete stappen die tot een oplossing ervan moeten leiden, gedefinieerd zijn, kunnen we ons toespitsen op de eerste stap van het onderzoeksplan, de literatuurstudie. In die literatuurstudie hebben we aandacht voor 3 elementen:

- omschrijving van de begrippen die verbonden zijn met het thema 'bereikbaarheid' en aanduiding van de begrippen in het verdere verloop van het onderzoek aan bod komen;
- overzicht van de indicatoren die in de literatuur gebruikt worden om bereikbaarheid te meten en selectie van de indicator die wij zullen gebruiken;
- overzicht van mogelijke bronnen waar variabelen en bijhorende data kunnen worden gevonden die nuttig zullen zijn voor de verdere uitwerking van het onderzoek;

1. BEGRIPSOMSCHRIJVING

We merken op dat we de onderstaande begrippen omschrijven vanuit de doelstelling van deze studie: we richten ons op de goederenvervoersmarkt, rekening houdend met vraag en aanbod op deze markt, met de te beschouwen modi (autoweg, spoor, binnenwateren en multimodaal) en met het gekozen complexiteitsniveau van bereikbaarheid (afstanden, tijden, interne kosten, externe kosten). De begrippen staan in een volgorde die toelaat te starten bij de basiselementen en daaruit verdere concepten op te bouwen.

1.1 Verkeers- en vervoersysteem

Bij de voorafgaande vraagstellingen die aan de basis van dit onderzoek lagen werd reeds ingegaan op de betekenis van en het onderscheid tussen deze twee begrippen. We verwijzen dan ook naar het onderzoeksplan terug voor meer uitleg over deze begrippen.

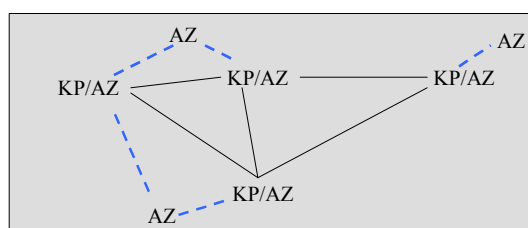
1.2 Netwerk

Een netwerk wordt omschreven als "een geheel van lijnen, communicatiekanalen, elektrische geleiders, canalisaties" (Dupuy, 1993, blz. 194). Uiteraard leggen wij ons enkel toe op de netwerkcomponenten die relevant zijn met betrekking tot goederenvervoer, dus wegen, spoorwegen en binnenwateren. In dit verband kunnen wij ook verwijzen naar de termen 'bogen' ('arcs') en knooppunten ('nodes').

Miyagi en Suzuki (1998, blz. 63) definiëren op dezelfde manier het volgende netwerk: $G[V, L, \beta]$, waarbij G staat voor het geografisch netwerk, V voor de knooppunten, $L \subseteq V \times V$ voor de bogen of 'links' en β voor de volgende functie: $\beta = V \times V \rightarrow \mathfrak{R}_+$, waarbij β de metrische afstand weergeeft gemeten op het netwerk.

Grafisch kunnen we ons netwerk op de volgende manier afbeelden:

Figuur 4: Grafische voorstelling netwerk



KP/AZ staat hierin voor activiteitenzones die op het transportnetwerk liggen en dus als knooppunt kunnen worden beschouwd. AZ stelt activiteitenzones voor die buiten het netwerk liggen. De volle lijnen in de figuur vertegenwoordigen de bogen van het netwerk. De bogen komen overeen met wegen, spoorwegen of binnenwateren, afhankelijk van de modus die men beschouwt. De stippellijnen stellen de verbinding tussen afgelegen activiteitenzones en het netwerk voor.

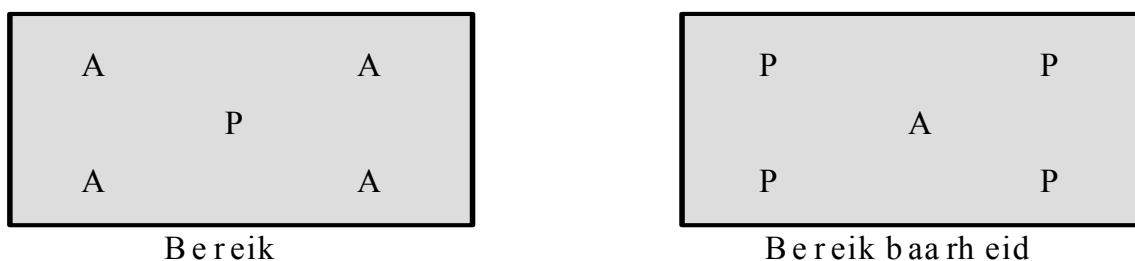
1.3 Bereikbaarheid

Bij de vaststellingen die aan het voorliggend onderzoek vooraf gingen merkten we al op dat het onderzoek naar kwaliteitsbeoordeling van transportsystemen tot op heden meestal is gebeurd met het oog op personenvervoer. In die zin zullen we de omschrijvingen van bereikbaarheid die in de literatuur worden gegeven moeten toepasbaar maken op goederenvervoer.

Een belangrijke vaststelling is dat in de huidige analyses meestal *twee verschillende actoren* betrokken zijn: personen (met een bepaalde woonplaats) en economische activiteitenzones (als werkgelegenheidscentra voor de personen). Personen zijn in dat geval dan de voornaamste actoren die heen en weer pendelen tussen hun woon- en hun werkplaats. Het gevolg is dan dat we elk van de twee partijen centraal kunnen stellen. Dat geeft aanleiding tot twee verschillende begrippen: 'bereikbaarheid' (accessibility) en 'bereik' (reach). Bovendien kunnen we in elk van de twee voorgaande situaties zowel het personenstandpunt als het activiteitenstandpunt innemen.

De begrippen 'bereik' en 'bereikbaarheid' kunnen we in de context van personenvervoer grafisch als volgt voorstellen:

Figuur 5: Grafische voorstelling 'bereik' en 'bereikbaarheid' bij personenvervoer



bron: Dijst, Jayet en Thomas, 1998, blz. 5

Het linkerpaneel geeft een voorstelling van 'bereik', waarbij een persoon (met zijn woonplaats) centraal staat. Daarrond liggen een aantal onderscheiden economische activiteitenplaatsen. In het rechterpaneel daarentegen staat een activiteitenplaats centraal. Daarrond zijn (de woonplaatsen van) verschillende personen gevestigd. Hier spreken we van 'bereikbaarheid'.

Omdat personen in de analyses tot op heden centraal staan, omschrijft men het probleem van 'bereik' vaak als een locatieprobleem (waar moeten personen zich vestigen om gemakkelijk of om zoveel mogelijk activiteitenplaatsen te bereiken?), terwijl 'bereikbaarheid' meer in de context van een allocatieprobleem wordt gesitueerd (hoe kunnen we zoveel mogelijk personen toewijzen aan een bepaalde activiteitenplaats of hoe kan de activiteitenplaats het best als centrum fungeren voor personen?) We kunnen dus duidelijk in beide gevallen zowel een personenstandpunt als een activiteitenstandpunt innemen, zoals we in volgende figuur verduidelijken:

Figuur 6: personen- en activiteitenstandpunt bij bereik en bereikbaarheid

	personenstandpunt	activiteitenstandpunt
bereik	Waar vestigen om gemakkelijk activiteitenplaatsen te bereiken?	Hoeveel activiteitenplaatsen kunnen bereikt vanuit de vestigingsplaats van een persoon?
bereikbaarheid	Voor hoeveel personen is een activiteitenplaats bereikbaar?	Hoe kan een activiteitenplaats het best als centrum fungeren voor personen?

bron: Dijst, Jayet en Thomas, 1998, blz. 6

Hilbers en Verroen (1993, blz. 12), die een uitstekend overzicht hebben samengesteld van bereikbaarheidsconcepten en –rekenmethodes, verwijzen voor een definiëring van 'bereik' naar De Boer (1980) die de term omschrijft als "Het geheel aan activiteitenplaatsen dat min of meer regelmatig wordt gebruikt". Verder verwijzen ze ook naar Huigen (1986), die de term definieert als "het vermogen van een individu zich te verplaatsen teneinde aan de door hem

gewenste activiteiten deel te nemen binnen de mogelijkheden van zijn tijd-geld-budget". De eerste definitie kunnen we omschrijven als een definitie vanuit het standpunt van de activiteitenplaats, de tweede als een omschrijving vanuit personenstandpunt.

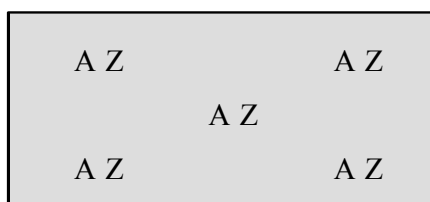
Voor de afbakening van de term 'bereikbaarheid' gebruiken Hilbers en Verroen (1993, blz. 10) de volgende omschrijving: "Bereikbaarheid is de hoeveelheid tijd, geld en moeite die gebruikers van een activiteit zich moeten getroosten om vanuit hun herkomstgebied de bestemmingslocatie van de centrale activiteit te bereiken". In tegenstelling tot de voorgaande definiëring vanuit het personenstandpunt definiëren ze 'bereikbaarheid' ook vanuit het standpunt van de activiteitenplaats definiëren en wel als "de mate waarin een activiteitenplaats als centrum kan fungeren voor personen uit omliggende gebieden".

Sommige auteurs (ondermeer Dalvi (1979)) laten de notie 'gemak' uit de voorgaande omschrijvingen (vanuit persoonsstandpunt) oningevuld. Andere auteurs (ondermeer Hilbers en Verroen (1993), Morris, Dumble en Wigan (1978), Allen, Liu en Singer (1992), Lee en Lee (1996) en Vickerman (1998)) verwijzen voor de invulling van de term 'gemak' expliciet en uitsluitend naar de fysische afstand tussen locaties. Nog andere auteurs (ondermeer Dijst, Jayet en Thomas (1998)) nemen niet de afstand maar de tijd of de kosten als uitgangspunt. Tot slot zijn er ook auteurs (ondermeer Ingram (1971) en Kwan (1998)) die voor een combinatie van beide voorgaande belemmeringseffecten (afstand en kosten) kiezen.

'Bereik' en 'bereikbaarheid' houden in elk van de voorgaande publicaties verband met twee factoren, met name de karakteristieken en de performantie van het transportsysteem enerzijds en de locatie van woon- winkel-, recreatiezones en economische activiteitenplaatsen anderzijds (Dalvi (1979), Dijst, Jayet en Thomas (1998) en Kwan (1998)). Dat blijft zo als we ons toeleggen op het goederenvervoer, maar een belangrijke wijziging hier gebeurt bij de actoren die we beschouwen: de personen vallen volledig weg; alleen de *economische activiteitenzones* blijven over. We laten dan wel de huis-aan-huis distributie (via ondermeer post of postorderbedrijven) buiten beschouwing. Die vormt juist het voorwerp van het UCL-onderzoek binnen duurzame mobiliteit.

Het gevolg van deze beperking is dat het onderscheid tussen 'bereik' en 'bereikbaarheid' vervalst: centraal staat steeds een activiteitenzone, met daarrond een aantal omliggende activiteitenzones. We krijgen dus het beeld uit Figuur 7:

Figuur 7: Grafische voorstelling 'bereik en 'bereikbaarheid' bij goederenvervoer



bron: eigen samenstelling

Het enige onderscheid dat we nog kunnen maken is dat tussen activiteitenzones die een knooppunt op het transportnetwerk zijn enerzijds, en activiteitenzones die buiten het transportnetwerk liggen. In essentie gaat het echter nog steeds om dezelfde soort zones, alleen de manier waarop bereikbaarheid zal berekend worden zal tussen beide in geringe mate verschillen. Parallel met deze wijziging nemen we ook enkel het standpunt van een activiteitenzone in. Het personenstandpunt komt namelijk bij UCL aan bod.

1.4 Aanverwante begrippen

- Centraliteit:

'Centraliteit' (centrality) omvat de mate van centrale ligging binnen een bepaald gebied. Het middelpunt van een bepaald gebied wordt bepaald door het punt te bepalen met de kleinste totale afstand tot alle andere punten binnen dat gebied. Daarbij houden we er rekening mee dat het zowel om fysische als om tijdsafstand kan gaan. Eventueel kunnen we ook het punt beschouwen waar de totale kosten om alle andere punten binnen het gebied te bereiken het kleinst zijn. (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 11)

Een verschil met Hilbers en Verroen is dat naast het wegennet en het spoornet nu ook het binnenvaartnet kan beschouwd worden, omdat we met transport van goederen te maken hebben. Door gebruik van elk van deze netwerken, evenals door gebruik van het intermodale netwerk, kunnen we activiteitenzones op hun centraliteit beoordelen. 'Centraliteit' is één van de rekenmethodes die bij bereikbaarheid aan bod komt.

- Connectiviteit:

De connectiviteit geeft weer via hoeveel onderscheiden bogen een knooppunt op het netwerk met een ander knooppunt verbonden is. Met deze maatstaf kan men dus nagaan via hoeveel verschillende wegen men een ander knooppunt kan bereiken (Dupuy, 1993, blz. 205)

- Nabijheid:

De term 'nabijheid' (proximity) geeft de afstand aan die vanaf een bepaalde vertreklocatie moet worden afgelegd om een bepaalde bestemmingslocatie te bereiken (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 11). Opnieuw gaat het om een toepassing van bereikbaarheid.

- Reikwijdte:

De reikwijdte omvat de afstand die een toeleverancier of afnemer wil overbruggen om een bepaalde activiteitenplaats te bereiken (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 12). In tegenstelling tot 'bereik' en 'bereikbaarheid', waar het kernbegrip de 'mogelijkheid' is, ligt de nadruk hier dus op de wil van die partij die het transport bekostigt. Het begrip werd geïntroduceerd door Christaller in zijn theorie van de centrale plaatsen (Christaller, 1966)

- Toegankelijkheid:

'Toegankelijkheid' (eveneens 'accessibility' in het Engels) omvat de moeite die men ondervindt om een bepaald punt effectief te betreden. Dit in tegenstelling tot bereikbaarheid, waar de moeite wordt aangegeven om dat punt te bereiken, zonder het effectief te betreden. In feite behandelt bereikbaarheid dus een punt dat zelf een aggregaat is van meerdere deelpunten, terwijl het bij toegankelijkheid dus om bereikbaarheid op een lager schaalniveau: toegankelijkheid situeert zich op intrapuntniveau, terwijl bereikbaarheid zich op interpuntniveau situeert. (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 12)

- Externaliteiten:

Als we, zoals in dit onderzoek, een (transport-)netwerk met bijhorend verkeer en vervoer beschouwen, dan worden we onvermijdelijk met externaliteiten geconfronteerd. Dupuy (1993, blz. 201) definieert 'externaliteiten' als "elke directe verbinding tussen nutsfuncties of productiefuncties van onderscheiden economische agenten, die niet op de markt verhandelbaar zijn". Voor de transportnetwerken voor goederenvervoer, die wij beschouwen, gaat het zoals beschreven in European Commission (1998, blz. 26-28) om luchtvervuiling

(met op lange termijn mogelijke gevolgen zoals klimaatsverandering), geluidshinder, ongevallen (met bijhorende congestiefenomenen en tijdsverlies), aanleg van transportinfrastructuur en subsidies voor infrastructuurgebruik. Niet vermeld in deze bron, maar evenzeer een externaliteit, is het tijdsverlies als gevolg van overbenutting van de beschikbare capaciteit. Bij het beoordelen van bereikbaarheid kunnen we deze externaliteiten incalculeren.

2. BEREIKBAARHEIDSINDICATOREN

Met de voorgaande situering en definiëring van begrippen rond 'bereikbaarheid' als achtergrond zijn we klaar om op zoek te gaan naar een goede invulling van de definitie: een concrete maatstaf die we bij de toepassing kunnen gebruiken.

2.1 Meetdoelstellingen

'Bereikbaarheid' kan vanuit verschillende standpunten worden gedefinieerd. Afhankelijk van de gebruikte definitie zullen ook andere maatstaven nodig zijn. Hilbers en Verroen (1993, blz. 13 - 15) onderscheiden een zestal aspecten die tot verschillen in bereikbaarheidsdefinities en bijgevolg ook bereiksmatstaven kunnen leiden.

1. Perspectief;
2. Activiteit op de te beoordelen locatie;
3. Motief verplaatsing;
4. Doelgroep;
5. Vervoerwijze;
6. Schaalniveau locaties en invloedsgebied.

Wat het perspectief betreft, onderscheiden Hilbers en Verroen (1993, blz. 13 - 14) het individu (i), de activiteit (ii), het vervoersysteem (iii) en de overheid (iv). Bij het *individu* ligt de nadruk op ontplooiingsmogelijkheden (vooral gericht op achtergestelde groepen- of gebieden). Daar wij ons niet op personenvervoer richten, zullen we het individueel perspectief in het voorliggend onderzoek niet beschouwen. Bij de *activiteit* situeren we ons op bedrijfseconomisch niveau: we kijken naar de ontsluiting van een vestiging, een bedrijventerrein, een regio, een land. Ondernemingsdoelstellingen kunnen ondermeer slaan op het dienstenniveau, operationele en kostenbeschouwingen, of de efficiëntie van het transportnetwerk (Meyburg, 1979, blz. 626). Omdat economische activiteitenzones binnen het goederenvervoer de centrale actoren zijn, zal het activiteitsstandpunt een belangrijke component van ons onderzoek uitmaken. Het *vervoersysteem* wordt in direct verband gebracht met het draagvlak voor vervoer en capaciteitsbenutting, eventueel met congestiefenomenen. De voorgaande karakteristieken van het transportnetwerk zullen in onze bereikbaarheidsanalyse worden meegenomen voor zover zij kwantificeerbaar zijn. Het *overheidsstandpunt* tot slot houdt vooral verband met de doelstelling die de overheid nastreeft

met het transportnetwerk. Overheidsdoelstellingen kunnen ondermeer betrekking hebben op de trade-off tussen personenvervoer en goederenvervoer, het economisch evenwicht tussen werkgelegenheid en wonen, gemeenschaps- en milieuimpacten en het globale dienstenniveau (Meyburg, 1979, blz. 626). Gelijkaardige overheidsdoelstellingen in de vorm van leefbaarheid en ontsluiting vinden we ook terug bij de Adviesgroep Verkeer en Vervoer (Nederlands Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer - Rijksplanologische Dienst, 1999, blz. 1). Omdat wij naast het ondernemingsstandpunt ook het standpunt van de ruimtelijke planner innemen, zal het overheidsstandpunt natuurlijk één van de leidraden doorheen ons onderzoek zijn.

Uiteraard kan het overheidsperspectief in verband gebracht worden met de voorgaande drie perspectieven (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 5 - 7). Zo kan individuele ontplooiing een belangrijke overheidsdoelstelling zijn, evenals goede geleiding van de verkeersstromen (wat in ons onderzoek aan bod komt waar we rekening houden met vraag naar vervoer en capaciteit van het netwerk). Wij nemen echter economische groei als de hoofddoelstelling van de overheid om de bereikbaarheid zo goed mogelijk te maken.

Hilbers en Verroen (1993, blz. 14) stellen terecht dat de bereikbaarheid van een industrieterrein niet op dezelfde manier wordt gestimuleerd als de bereikbaarheid van een woonzone of een winkelcentrum. De aard van de activiteit op de locatie die we willen toetsen op bereikbaarheid zal dus een grote rol spelen. Voor ons zijn vooral de *industriële productie- en handelszones* (zones met transportgenererende economische activiteit) van belang.

Het is verder ook zo dat we enkel het goederenvervoer beschouwen. Andere mogelijke verplaatsingsmotieven die Hilbers en Verroen (1993, blz. 14) suggereren zijn bezoeken, woon-werk-verplaatsingen, zakelijke verplaatsingen en sociaal verkeer. Hoe de industriezones gelegen zijn ten opzichte van woonzones van werknemers of bezoekers of vanuit het oogpunt van personen die zakelijk verkeer verrichten, laten we hier echter buiten beschouwing.

Als doelgroep binnen transportgenererende activiteiten richten we ons op de industriële en handelssector (secundaire sector en deel tertiaire sector). De primaire sector (voornamelijk landbouw) nemen we niet in overweging. Omdat het om het om transportgenererende activiteiten moet gaan, valt ook de rest van de tertiaire sector (diensten) weg uit de analyse.

Bij het onderzoeksopzet zetten we al uiteen dat we de bereikbaarheidsanalyse willen uitvoeren voor de vervoersmodi weg, spoor en binnenwateren. Ook het intermodale netwerk willen we op bereikbaarheid testen.

De laatste factor die de manier zal bepalen waarop we de bereikbaarheid zullen meten, betreft het schaalniveau. Voor de locatie waarvan we de bereikbaarheid bepalen gaat het zoals hoger uiteengezet om industriezones. Afhankelijk van de beschikbaarheid van de nodige gegevens voor de bereikbaarheidsberekening bepalen we het aggregatieniveau. Hoe kleiner het schaalniveau (hoe dichter bij het ondernemingsniveau), hoe meer de resultaten uiteraard bruikbaar worden voor de bedrijven zelf. Het schaalniveau van het invloedsgebied verschilt in de verschillende stappen die we nemen: in eerste instantie gaat het om het Belgische grondgebied, later bestaat uitbreidingsmogelijkheid naar een hoger niveau (Benelux, Europa,...)

Rekening houdend met de voorgaande meetdoelstellingen moeten we nagaan welke indicatoren (eventueel mits enige omvorming) ook bruikbaar zijn binnen ons onderzoek. Een groot aantal indicatoren werden hoe dan ook reeds opgesteld met uitlopende doeleinden. Mogelijke toepassingen waarbij bereikbaarheid wordt gebruikt in een vraagcontext en dan meerbepaald voor personen zijn reisvraagmodellen en moduskeuze-modellen. Nog in een vraagcontext, maar dan vooral voor goederen vinden we toepassingen in lokatiekeuzetheorieën en opnieuw moduskeuze-modellen. Residentiële gebieden met geringe bereikbaarheid indentificeren vormt een bereikbaarheidstoepassing voor personenvervoer vanuit planningsoogpunt. Verder vormt bereikbaarheid ook één van de verklaringen voor de grondrentetheorie en het uitgangspunt voor de locatieplaatskeuze van woningen. (Morris, Dumble en Wigan, 1978, blz. 91 - 92; Black en Conroy, 1977, blz. 1013; Pirie, 1978, blz. 299)

Géén van de voorgaande toepassingen is rechtstreeks relevant voor het onderzoek dat we hier uitvoeren, maar bepaalde indicatoren kunnen wel worden overgenomen voor een berekening van bereikbaarheid in onze onderzoekssituatie. De publicaties die hieronder aan bod komen zullen dan ook telkens in één van de voorgaande categorieën kunnen ondergebracht worden.

2.2 Overzicht indicatoren

Hilbers en Verroen (1993, blz. 17 - 39) geven een duidelijk overzicht van alle bereikbaarheidsmaten die tot 1993 werden ontwikkeld door planologen, geografen, vervoerseconomen en verkeerskundigen. Dit overzicht zal in dit onderzoek als basis gehanteerd worden. Het zal aangevuld worden met specifieke formules of aanvullingen die andere auteurs uit de lijst van geraadpleegde werken hebben opgesteld. We merken op dat we in het onderstaande overzicht vertrekken van aanbodgeoriënteerde indicatoren en geleidelijk overgaan naar indicatoren met een meer vraaggerichte inslag. Met aanbodgeoriënteerd bedoelen we dat vooral wordt gekeken naar de kwaliteiten van het vervoersysteem. Vraaggerichte indicatoren gaan uit van de verplaatsingspatronen en dus het gedrag van ondernemingen.

De indeling die Hilbers en Verroen vooropstellen omvat indicatoren op basis van:

1. Ontsluitingskenmerken;
2. De positie in het netwerk;
3. De potentiële bereikbaarheid;
4. De actuele bereikbaarheid;
5. Het feitelijk gebruik en de afwikkelingskwaliteit van het vervoersysteem;
6. Activiteitenpatronen.

We merken nog op dat bovenstaande bereikbaarheidsindicatoren zowel relatief als integraal toegepast kunnen worden. Met relatieve bereikbaarheid (aangeduid met kleine letter in de tekst hierna) bedoelen we de bereikbaarheid van een punt ten opzichte van één of een beperkt aantal welomschreven omliggende punten of gebieden. Integrale bereikbaarheid (verder aangeduid met hoofdletter) omvat de bereikbaarheid ten opzichte van alle omgevende punten of gebieden. Wij zullen ons in dit werk toelagen op de integrale bereikbaarheid. (Ingram, 1971, blz. 101 - 102; Dijst, 1995; Hilbers en Verroen, 1993, blz. 10; Morris, Dumble en Wigan, 1978, blz. 92)

2.3 Indicatoren op basis van ontsluitingskenmerken

In deze modellen wordt vooral gelet op de locatie van een zone ten opzichte van de transportinfrastructuur. Meer bepaald werken deze modellen met de afstand tot het

vervoersnetwerk. Algemeen kan gesteld worden dat de bereikbaarheid daalt naarmate de afstand van de vertreklocatie tot de beschouwde omliggende locaties toeneemt.

Dalvi (1979, blz. 645) geeft volgende formulering:

$$A_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

waarbij A_i = de integrale bereikbaarheid van punt/zone i

a_{ij} = de relatieve bereikbaarheid van punt/zone i ten opzichte van punt/zone j

en met relatieve bereikbaarheid als volgt berekend:

$$a_{ij} = d_{ij}^{-\alpha}$$

of

$$a_{ij} = \exp(-\beta d_{ij})$$

waarbij d_{ij} = afstand van punt/zone i tot punt/zone j

α, β = parameters.

In deze formulering staat de 'i' voor de regio of de groep van ondernemingen waarvan we de bereikbaarheid wensen te bepalen, terwijl de 'j' staat voor de omliggende activiteitenzones.

De formule van Dalvi is in feite een veralgemening van een bereikbaarheidsmaatstaf die Ingram (1971, blz. 102) eerder al had ontwikkeld, met de ' α ' in de bereikbaarheidsformule van Dalvi gelijk aan -1. In een andere voorstelling (Ingram, 1971, blz. 104) somt Ingram een aantal alternatieve formuleringen op, met ondermeer de reciproke functie ($a_{ij} = 100d_{ij}^{-k}$), de negatieve exponentiële functie ($a_{ij} = 100e^{-d_{ij}}$) en de normale functie ($a_{ij} = 100e^{-d_{ij}^2 v^{-1}}$), waarin v een constante voorstelt die eigen is aan het netwerk waarmee men werkt. De auteur doet echter geen duidelijke uitspraak over de formule die de beste resultaten geeft.

Naast Ingram kan ook Vickerman (1974, blz. 677 - 678) als een grondlegger beschouwd worden van de bereikbaarheidsberekening op basis van ontsluitingskenmerken, met formules die gelijkaardig zijn aan die van Dalvi.

Pirie (1978, blz. 300) hanteert de formuleringen die ook Ingram gebruikt.

Allen (1992, blz. 441) gebruikt een gelijkaardige formule maar berekent een gemiddelde bereikbaarheid voor elk beschouwd punt:

$$A_i = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1; j \neq i}^N a_{ij}$$

Pooler (1994, blz. 423) verwijst naar de Shimble-indicator voor bereikbaarheid, die dezelfde formulering gebruikt als die gegeven door Dalvi (1979), met de specificatie gegeven door Ingram (parameter = -1). Ook de maatstaven die Ingram en Allen ontwikkelden (berekening van een gemiddelde) neemt hij in beschouwing.

Chapelon introduceert een maatstaf die de afwijking van de netwerkafstand tot de afstand in vogelvlucht weergeeft:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^v (E - D)^2}{v},$$

waarbij: A_i = de bereikbaarheid op het punt i;

E = de 'Euclidische afstand', of de afstand tussen twee punten of zones op het netwerk;

D = de afstand tussen twee punten of zones in vogelvlucht;

v = het aantal knooppunten/zones in het netwerk.

We merken op dat bij de laatste formulering de bereikbaarheid toeneemt naarmate A_i kleiner wordt, in tegenstelling tot de voorgaande formuleringen. Deze formulering is vooral nuttig als de structuur van de links tussen knooppunten op het netwerk wordt beschouwd.

Hilbers en Verroen (1993, blz. 20) maken nu een opmerking die ook voor ons werk heel relevant blijkt. Zoals gezegd zal een deel van de activiteitenzones op het transportnetwerk te situeren zijn, terwijl een ander deel van de zones buiten het netwerk zal vallen. Voor het spoor en de binnenwateren kan dit gebeuren zelfs als we het hele netwerk in alle detail opnemen. Voor de weg is het minder waarschijnlijk dat een bedrijvenzone niet is ontsloten, voornamelijk omdat ondernemers in de eerste plaats belang hechten aan een ligging vlakbij een weg, en veel minder gesteld zijn op de nabijheid van spoor of kanaal (Reyns, e.a., 1999, blz. 12). Om de berekeningen echter uitvoerbaar te houden, zullen we in vele gevallen het wegennet niet in alle detail kunnen opnemen, zodat we ook hier bepaalde zones of individuele bedrijven als niet aangesloten op het transportnetwerk vinden. Deze vereenvoudiging van het wegennet hoeft niet eens zo onrealistisch te zijn, aangezien de wegen die worden weggelaten meestal een zo kleine capaciteit hebben, of van een zo slechte kwaliteit zijn, dat ze relatief veel meer tijd in beslag nemen om te overbruggen in vergelijking met een even lange hoofdweg.

In deze laatste vaststelling schuilt nu juist een probleem. Ondernemers blijken nu juist heel veel belang te hechten aan een korte voor- en natransporttijd: die wordt dubbel tot zelfs drie keer zo nadelig ervaren als de transporttijd over het normale transportnetwerk (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 20). Dat betekent dat aan de voorgaande formuleringen van een bereikbaarheidsmaatstaf zeker een factor zal moeten worden toegevoegd die rekening houdt met het voor- en natransport naar activiteitenzones buiten het transportnetwerk. Het zou heel onnauwkeurig zijn hiermee geen rekening te houden.

2.4 Indicatoren op basis van positie in netwerk

Bij deze benadering wordt gebruik gemaakt van de 'graph-theory'. Hier worden alle beschouwde punten verondersteld onderdeel van een netwerk te zijn en via bogen met andere knooppunten van het netwerk verbonden te zijn.

Hilbers en Verroen (1993, blz. 24 - 25) verwijzen ondermeer naar de 'graad' ('degree' of 'valentie') die het aantal knooppunten weergeeft waarmee een bepaald punt verbonden is. Verder komen ook het 'Konig-nummer' en de 'Shimble-index' aan bod. Het Konig-nummer geeft voor alle omliggende knooppunten/omliggende zones van een bepaald punt aan hoeveel knooppunten moeten worden gepasseerd om via het netwerk de afstand van het omliggende

knooppunt/de omliggende zone naar het basispunt te overbruggen. Uit alle omliggende punten selecteren we dan dat knooppunt/die zone waarvoor het grootste aantal knooppunten moeten worden overbrugd om het basispunt te bereiken. Die berekening voeren we voor elk basispunt uit, en op die manier kunnen we alle punten rangschikken. Het punt met de laagste waarde is het meest bereikbaar. De Shimble-index steunt op hetzelfde principe: Vanuit een basispunt worden alle te passeren knooppunten tot elk omliggend punt samengeteld. Dat getal delen we door het aantal omliggende punten.

Hilbers en Verroen (1993, blz. 25) verwijzen ook naar Stokman en van der Veen (1981) die als meest bereikbare punt dat punt nemen dat het vaakst gepasseerd wordt door de relatie tussen alle andere knooppunten/zones.

Tot slot is er de connectiviteitsbenadering van Lee en Lee (1996, blz. 5) waar

$$A_m = \sum_n T_{mn}, \text{ en waarbij}$$

$$T_{mn} = \sum_{k=1}^{k_{\max}} s^k C_{mn}^{(k)},$$

met $C_{mn}^{(k)}$ = de connectiviteit van graad k tussen punten/zones m en n (het aantal verbindingen tussen m en n k, waarbij k-1 knooppunten gepasseerd worden);

s^k = de mate waarin de verbinding van de graad) effectief is;

k = het aantal knooppunten in het netwerk;

T = totale bereikbaarheid.

Een nadeel bij deze rekenmethodes is alvast dat geen rekening wordt gehouden met de afstand die men dient te overbruggen, of de tijd en kosten nodig voor deze overbrugging. Indien sommige knooppunten ver verspreid liggen, en andere dichter bij elkaar, kan de bekomen bereikbaarheid de economische realiteit sterk vertekenen.

2.5 Indicatoren op basis van potentiële bereikbaarheid

Een eerste rekenmethode die onder deze bereikbaarheidsbenadering valt is de 'centraliteit'. Het begrip 'centraliteit' definieerden we al hoger. Grafisch wordt centraliteit meestal

voorgesteld door concentrische cirkels door elk te beschouwen punt te tekenen. De afstanden tussen de cirkels staan in relatie tot de fysische afstanden. We kunnen dan nagaan hoeveel knooppunten op het transportnetwerk binnen elke cirkel liggen. Als we voor elk te beschouwen punt de berekening met de concentrische cirkels uitvoeren, kunnen we het meest centrale punt bepalen als het punt dat het grootste aantal knooppunten van het transportnetwerk binnen vergelijkbare cirkels telt. (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 28)

Als we in de voorgaande berekening de fysische afstand vervangen door de tijdsafstand, dan bekomen we grafisch isochronenkaarten, waarbij de concentrische cirkels vervangen worden door lijnen van gelijke tijdsafstanden (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 29). Deze methode wordt ondermeer ook gebruikt in Brainard, Lovett en Bateman (1997).

Een andere maatstaf die onder de potentiële bereikbaarheidsbenadering valt, is het werken met cumulatieve opportuniteiten. Met deze aanpak wordt voor een bepaalde onderneming of groep ondernemingen bepaald welke knooppunten op het transportnetwerk / welke zones tegen welke kost kunnen bereikt worden. De knooppunten/zones kunnen gedifferentieerd worden rekening houdend met hun respectievelijk belang. Het belang van een knooppunt/zone komt tot uiting in de wegingsfactor die het meekrijgt.

Hilbers en Verroen (1993, blz. 31) opteren voor een berekening zonder wegingsfactor en komen tot de volgende formule:

$$B_i = \sum_i O_i, \{i \in A \mid T_{ij} \leq t\}$$

waarbij B_i = bereikbaarheid binnen tijdsbeperking t ;

O_i = opportuniteiten binnen gebied i ;

A = verzameling herkomstgebieden;

T_{ij} = reistijd van i naar j .

Ook Black en Conroy (1977, blz. 1016 - 1017) gebruiken een tijdsvenster in hun formule:

$$R_i = \sum_{m=1}^r p(m) K_{i(m)},$$

$$\text{met } K_i = \int_0^T A_t dt ,$$

waarin R_i = de bereikbaarheid van punt/zone i;

m = gekozen modus;

$p(m)$ = kans dat modus m gekozen wordt;

A_t = een opportuniteit bereikbaar binnen tijd t ;

T = toegestane tijd(-svenster).

Ook Kwan (1998) situeert zich in deze categorie met zijn cumulatieve opportuniteitsmaatstaf (blz. 194) en zijn tijd-ruimte-maatstaven (blz. 195).

Tot slot valt ook de 'Container-index' van Talen en Anselin (1998, blz. 599) onder deze categorie:

$$Z_i^C = \sum_j S_j$$

waarin Z_i^C = de bereikbaarheid van een knooppunt/zone i;

S_j = de massa van een knooppunt/zone j.

Het is daarnaast dus ook mogelijk om de opportuniteiten te gaan onderscheiden door er een gewicht aan toe te kennen. Heel wat auteurs passen deze techniek toe, maar in alle gevallen die wij bestudeerden koppelen zij daar ook een belemmeringsfactor op het netwerk aan vast. Door het toevoegen van die belemmeringsfactor verlaten wij echter het terrein van de potentiële bereikbaarheid verlaten en komen terecht bij de actuele bereikbaarheid. Voorbeelden van gewogen opportuniteiten zonder belemmeringsfactor op het netwerk komen in de praktijk niet voor en behandelen we dus niet. Onmiddellijk overstappen naar de actuele bereikbaarheid lijkt ons trouwens gerechtvaardigd, aangezien bij de potentiële bereikbaarheid hetzelfde nadeel speelt als bij de rekenmethodes op basis van de positie in het netwerk: de afstand tussen de opportuniteiten blijft volledig buiten beschouwing.

2.6 Indicatoren op basis van actuele bereikbaarheid

Hilbers en Verroen (1993, blz. 33 - 34) onderscheiden vier soorten maatstaven die we binnen de actuele bereikbaarheid kunnen situeren:

1. maatstaven waarbij opportuniteiten gecombineerd worden met een afstands- of kostenfunctie;
2. maatstaven waarbij met evenwichtsfactoren uit verkeersmodellen wordt gewerkt;
3. maatstaven gebaseerd op netto-satisfactie en consumenten-surplus;
4. maatstaven die de actuele reistijd weergeven.

- Weging met afstands- of kostenfunctie:

De eerste categorie omvatten de maatstaven die graviteits- en potentiaalformuleringen zijn. Onder de groep van de potentiaalformuleringen vinden we eerst en vooral een aantal formuleringen van bereikbaarheidsformules, die zich strict beperken tot de *afstand* als belemmerende factor, zoals door Hilbers en Verroen voorop gesteld. Een voorbeeld is de formule van Mikkonen en Luoma (1999, blz. 277):

$$F = kM^{\alpha}d(r),$$

waarbij F = de graviteitskracht die uitgaat van een bepaald knooppunt/een bepaalde zone;

k en α = parameters eigen aan het model;

M = de 'massa' (die het belang van het knooppunt/de zone uitdrukt);

$d(r)$ = de afstand tot een omliggend knooppunt/omliggende zone.

Een ander voorbeeld vinden we bij Pooler (1994, blz. 421), die ondermeer verwijst naar de Stewart-Warntz (1958)-index:

$$A_i = \sum_{j=1; j \neq i}^n S_j s_{ij}^{-b},$$

waarin A_i = de bereikbaarheid van een knooppunt/zone i;

S_j = de massa (het gewicht) van een omliggend knooppunt/omliggende zone j;

s_{ij} = de ruimtelijke scheiding tussen i en j.

Pooler (1994, blz. 421) verwijst ook naar een licht andere versie van de voorgaande formulering, zoals die reeds lang voorheen door Hansen (1959) werd gebruikt:

$$A_i = \sum_{j=1; j \neq i}^n S_j \exp(-bs_{ij})$$

waarin alle factoren en parameters de betekenis behouden die bij Stewart-Warntz hadden.

Talen en Anselin (1998, blz. 600) gebruiken de volgende potentiaalformule:

$$Z_i^G = \sum_j \frac{S_j}{d_{ij}^\alpha}$$

waarbij Z_i^G nu staat voor de graviteitspotentiaal en zo voor de bereikbaarheid van het punt i.

Een formule die niet onmiddellijk bereikbaarheid weergeeft, maar daarvoor een benaderende variabele gebruikt in de vorm van de handel tussen een centraal knooppunt/centrale zone (i) en een omliggend knooppunt/omliggende zone (x en y), haalt Pooler (1994, blz. 422) bij Reilly (1931):

$$\frac{b_{ix}}{b_{iy}} = \frac{S_x}{S_y} \left(\frac{d_{iy}}{d_{ix}} \right)^2$$

waarbij b = de handel tussen de twee beschouwde knooppunten/zones;

S = de massa van het beschouwde knooppunt/zone;

d = de afstand tussen de twee beschouwde knooppunten/zones.

Miyagi en Suzuki (1998, blz. 71) kiezen voor een bereikbaarheidsfunctie waarin de fysische afstand (zoals gebruikt in de voorgaande formules en in de strikte definitie van Hilbers en Verroen (1993)) vervangen wordt door een *algemene belemmeringsfactor*, van de volgende vorm:

$$F_p(\beta, \omega) = \sum_{s \in Z} \psi(\beta(p, s), \omega(s))$$

waarin F_p = de bereikbaarheidsfunctie van een centraal punt p;

s = een omliggend punt;

β = de functie die een belemmering tussen twee knooppunten/zones bepaalt;

ω = het gewicht dat aan een omliggend knooppunt/zone wordt toegekend.

Een meer specifieke vorm van een potentiaalformule met algemene belemmeringsfactor geven Gutierrez, Monzon en Pinero (1998, blz. 1338):

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{N_{ij}}{E_{ij}} M_j}{\sum_{j=1}^n M_j}$$

waarin A_i = de bereikbaarheid van knooppunt/zone i;

N_{ij} = de netwerkbelemmering tussen i en j;

E_{ij} = de Euclidische belemmering tussen i en j;

M_j = de massa van het activiteitencentrum j.

Gutierrez gaf samen met Urbano (1996, blz. 19) eerder al een gelijkaardige formulering:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n I_{ij} * GDP_j}{\sum_{j=1}^n GDP_j}$$

waarin de massa van de omliggende knooppunten wordt voorgesteld door het Bruto Binnenlands Product (GDP), en I_{ij} de belemmering tussen twee netwerkpunten voorstelt.

We merken op dat de belemmering in de twee voorgaande formuleringen telkens in de teller komt te staan.

Een eerste invulling van de belemmeringsfactor die niet louter op fysische afstand is gebaseerd, vinden we bij Bröcker (1998, blz. 41):

$$P_r = \sum_s M_s f(c_{rs}),$$

waarin P_r = de bereikbaarheid van een knooppunt of zone r;

M_s = de massa van een omliggend knooppunt of zone;

c_{rs} = de 'economische afstand' tussen twee punten.

Expliciete invulling van de belemmeringsfactor met een *kostenfunctie* vinden we bij Dalvi (1979, blz. 647), die ondermeer verwijst naar Clarck (1966) Harris (1954), die wel wegingsfactoren gebruiken, met de volgende formulering (ook overgenomen door Reggiani (1998, blz. 1)):

$$P_j = \sum_i W_i f(c_{ij}),$$

waarin P_j = de bereikbaarheid van knooppunt/zone i;

W_i = de massa van het omliggend knooppunt;

c_{ij} = de algemene transportkost tussen i en j.

Dezelfde auteur refereert ook naar Hansen die volgende index berekende:

$$T_{ij} = a_i O_i W_j f(c_{ij})$$

waarbij $a_i = \frac{1}{\sum_j W_j f(c_{ij})}$ (met factoren met dezelfde betekenis als bij Clarck en Harris) en

O_i = de massa van het centrale knooppunt/zone.

Morris, Dulble en Wigan (1978, blz. 104) maken gebruik van de benadering van Cochrane:

$$T_{ij} = G_i (1 - e^{-KA_i}) \frac{S_j e^{-\lambda C_{ij}}}{A_i},$$

waarin T_{ij} = het aantal trips tussen punten/zones i en j (als benadering van bereikbaarheid);

G_i = het saturatie-trip-niveau;

A_i = de aantrekking die uitgaat van punt/zone i;

S_j = de massa van punt/zone j;

K en λ zijn parameters van het model.

Met Martellato en Nijkamp (1998, blz. 21), die een algemene bereikbaarheidsformulering met kostenbelemmering geven, komen we bij de groep van de graviteitsformules:

$$T_{ij} = \Gamma(D_i D_j / f(C_{ij})),$$

waarin T_{ij} = de handelsstroom tussen i en j (als proxy voor de bereikbaarheid van locatie i);

D = de massa van het beschouwde knooppunt/zone;

C_{ij} = een algemene transportkostenformule.

Tegelijk presenteren ze ook de volgende bereikbaarheidsformule:

$$A_{rg} = \frac{D_{rg}(t)}{C_{rg}(t)},$$

wat een vereenvoudigde versie is van de voorgaande formulering, en waarin r een bepaald knooppunt/zone vertegenwoordigt, en g een bepaalde groep van gebruikers van de beschouwde modus (die een verplaatsingsmotief hebben dat verschilt van dat van andere groepen). Een gelijkaardige formulering vinden we bij Brus (1997, blz. 215)

- Evenwichtsfactoren uit verkeersmodellen:

Bij de tweede categorie maatstaven van actuele bereikbaarheid, die waarbij met uitgaat van *evenwichtsfactoren uit verkeersmodellen*, wordt het aantal verplaatsingen, dat door de afstandsfuncties (zoals ondermeer gebruikt bij de graviteitsmodellen hierboven) wordt toegedeeld aan de verschillende knooppunten/zones, afgewogen tegen het transportvolume dat volgens het economisch belang van de punten/zones kan worden verwacht. Voor die afweging gebruikt men de evenwichtsfactoren. Dergelijke evenwichtsfactoren zijn echter niet voorhanden op het gedesaggregeerd niveau waarop wij werken.

- Netto-satisfactie en consumentensurplus:

Een voorbeeld van een bereikbaarheidsformule waar een beroep wordt gedaan op *netto satisfactie en consumentensurplus*, verwijzen we naar Morris, Dulbe en Wigan (1978, blz. 100), die gebruik maken van de formulering van Konig, die als volgt is samengesteld:

$$U_i^k = \frac{1}{x} \log_e A_i^k,$$

$$\text{met } A_i^k = \frac{\sum S_j^k e^{-x^k c_{ij}^k}}{\sum S_j^k}.$$

Waarbij U_i^k = netto nut van het transporteren;

S_j^k = de massa van een punt/zone i met ondernemingen van type k;

x^k = een parameter verbonden met de gekozen bestemmingslocatie met ondernemingen van type k

De voornoemde auteurs gebruiken ook de benadering van Niedercorn en Bechdolt:

$$U_i^k = a \sum A_i f(T_{ij})$$

waarbij a een proportionaliteitsconstante is, en T het aantal ‘trips’.

Omdat voorbeelden van bereikbaarheidsonderzoek met gebruik van nut uiterst schaars zijn, en omdat toetsingsgegevens ontbreken, zullen we het toepassen van de nutstheorie buiten beschouwing laten.

- Actuele reistijd:

Een laatste maatstaf die onder de actuele bereikbaarheidsbenadering valt is de *transporttijd* nodig voor het bereiken van knooppunten op het netwerk (Hilbers en Verroen, 1993, blz. 33). Deze categorie is echter een loutere toepassing van de maatstaven die gebruik maken van een weging met een afstandsfunctie, waarbij de afstand vervangen wordt door de transporttijd. Daarom behandelen we ze hier niet meer afzonderlijk.

Bruinsma en Rietveld (1996, blz. 502 - 503), die overigens tot een indeling van bereikbaarheidsindicatoren komen met 11 types die volstrekt kunnen ingepast worden in het schema van Hilbers en Verroen, stellen dat de specifieke uitwerking van het actuele bereikbaarheidsconcept afhankelijk is van 6 factoren:

- Manier waarop massa knooppunt wordt gemeten;
- Gebruik van unimodale of multimodale benadering;
- Manier waarop transportkosten worden gemeten;

- Keuze van doel transport;
- Keuze van punt in de tijd;
- Keuze van ruimtelijke interactiefunctie.

2.7 Indicatoren op basis van feitelijk gedrag en activiteitenpatronen

Onder de eerste benadering vallen rekenmethodes die rekening houden met de mate waarin de actuele bereikbaarheid ook effectief blijft bij toenemende verkeersintensiteit. Hier kijkt men dus ook naar de belasting van het vervoersysteem. Hilbers en Verroen (1993, blz. 37) nemen het feitelijk gedrag van ondernemingen als proxy-variabele (vermijden van bepaalde wegen of bepaalde tijdstippen is uitdrukking voor overbelasting van het netwerk), omdat de belasting van het netwerk moeilijk rechtstreeks te meten is (Hilbers en Verroen stellen dat verkeerstellingen hier ontoereikend zijn, omdat ze wel de stromen op een bepaald punt weergeven, maar niet de oorsprong en bestemming van die stroom tonen).

De tweede benadering kijkt niet alleen naar het gedrag van individuen op een bepaald tijdstip, maar kadert dit gedrag in een ruimer tijdsplan dat ondernemingen erop na houden. Dit tijdsplan komt tot uiting in een zogenaamd activiteitenpatroon, dat we kunnen voorstellen met een tijd-ruimte pad. Hierin wordt weergegeven wanneer en waar welke (transport-)activiteit wordt ondernomen, met welke modus, en via welke route.

Modellen die het feitelijk gedrag of de activiteitenpatronen van ondernemingen gebruiken zijn veelbelovend doordat ze ons tot het ondernemingsniveau terugbrengen (het niveau dat uiteraard het dichtst aansluit bij de economische realiteit). Dit niveau is echter te gedesaggregeerd om voor onze doeleinden te in aanmerking te komen. Bovendien zijn er slechts weinig voorbeelden van te vinden in verschenen literatuur. In plaats van daarom een beroep te doen op het feitelijk gedrag van ondernemingen of op het activiteitenpatroon als uitdrukking van de belasting van het wegennet, beschouwen we als een maat voor de infrastructuurbenutting de externe kosten (waardering van tijdverlies door ondermeer congestie, ongevallen,...).

2.8 Keuze van indicator voor dit onderzoek

Hilbers en Verroen (1993, blz. 41) stellen dat de basis voor de keuze van een geschikte bereikbaarheidsindicator in een specifieke situatie ligt bij de meetdoelstellingen die eigen zijn

aan de onderzoeksomgeving. Onder 2.1 vulden wij die doelstellingen voor dit onderzoek al grotendeels in. We stellen ons daarbij op het overheidsstandpunt, weliswaar ook rekening houdend met de activiteiten en met het vervoersysteem. Vanuit de overheid leggen we vooral de nadruk op economische groei. Verder interesseren we ons in het bijzonder voor industrie- en handelszones, waarbij het verplaatsingsmotief goederenvervoer is binnen de secundaire sector. Drie modi komen daarbij aan bod: weg, spoor en binnenwateren. Het schaalniveau van de te bereiken locatie is het niveau van de industriezone (eventueel verder gegroepeerd op een bestaand technisch of administratief niveau (niveau statistische sector, gemeente, arrondissement,...)). Het invloedsgebied is in eerste instantie beperkt tot het Belgische grondgebied, later is ook uitbreiding mogelijk.

Op basis van de voorgaande karakteristieken geven Hilbers en Verroen (1993, blz. 44 en 52) aan dat een maatstaf gebaseerd op het feitelijk gedrag van ondernemingen met betrekking tot transportkeuze (die tot uitdrukking komt in de belasting van het verkeersnetwerk) het meest aangewezen is. Binnen ons onderzoek zou het werken op ondernemingsniveau echter te gedetailleerd zijn om uit te voeren binnen de gestelde rekentijd en de voorziene middelen. Zoals al eerder gezegd zullen we op een hoger niveau aggregeren, waarbij we door het werken met externe kosten wel een benadering geven voor ondermeer tijdsverliezen. Verder geven Hilbers en Verroen aan dat ook indicatoren op basis van ontsluitingskenmerken en netwerkposities en indicatoren met potentiële en actuele bereikbaarheid in aanmerking komen. Wij verkiezen de laatste soort, en wel het graviteitstype, omdat die het grootste aantal karakteristieken van de beschouwde knooppunten/zones incorporeert. Bovendien vinden we ons gesterkt in de visie van de bovengenoemde auteurs dat indicatoren op basis van actuele bereikbaarheid het meest aangewezen zijn als het om bereikbaarheid van voorzieningen gaat. Uiteraard is deze benadering opgesteld met het oog op personenvervoer. Als we ze toepassen in de context van goederenvervoer, kunnen wij afnemers of toeleveranciers van goederen als klanten van een industriële productieonderneming beschouwen, en die onderneming zelf als een voorziening die ten dienste staat van haar klanten. Hierin vinden we dus een extra verantwoording voor het gebruik van een actuele bereikbaarheidsmaatstaf, en meer in het bijzonder de graviteitsmaatstaf.

Sommige auteurs (ondermeer Klaassen, 1972) twijfelen aan de theoretische onderbouw die aan de graviteitsmodellen voor gebruik in de bereikbaarheidsanalyse van economische activiteitenzones ten grondslag ligt. Zij stellen immers dat er slechts een zwakke band is

tussen het oorspronkelijke fysische graviteitsmodel van Newton en de toegepaste versie in bereikbaarheidsonderzoek van vestigingsplaatsen van personen en economische activiteiten. Later onderzoek toont echter aan dat deze zwakte slechts in zeer specifieke gevallen optreedt: enkel wanneer naar type product wordt gedesaggregeerd, werkt de graviteitsformule en meer bepaald de afstandsfactor niet meer in een eenduidige richting (Isard, 1998). In het geval de producttypes gegroepeerd blijven, blijken de goederenstromen die met de graviteitsmodellen worden berekend, niet significant te verschillen van de werkelijke goederenstromen. Omdat wij op een geaggregeerd niveau werken (transportgenererende industrie gegroepeerd op een gekozen technisch of administratief niveau, zonder onderscheid naar productgroepen), stelt de onzekerheid zich bij ons niet, en kunnen we de resultaten die we met de graviteitsmethode bekomen als een goede benadering beschouwen van de reële bereikbaarheid. In recent werk verwijst Isard (1998, blz. 249 – 250) overigens naar een groot aantal heel succesvolle toepassingen van de graviteitsberekening in heel uitlopende contexten. Zelf maakt hij ook veelvuldig gebruik van de techniek. Hij vermeldt wel uitdrukkelijk dat best steeds een specifieke graviteitsindex wordt ontworpen die aansluit op de te bestuderen situatie.

Verdere ondersteuning voor het gebruik van de graviteitsmaatstaf vinden we bij Bruinsma en Rietveld (1998, blz. 41 – 43), die stellen dat graviteitsmethodes en methodes op basis van nut in tegenstelling tot ontsluitingsmaatstaven en methodes op basis van de positie in het netwerk niet afhankelijk zijn van de omvang van het gebied waarbinnen het netwerk zich situeert.

We kiezen dus voor een graviteitsmaatstaf in de verdere toepassingen van dit onderzoek. Algemeen kunnen we stellen *dat een graviteitsmaatstaf de bereikbaarheid van een regio recht evenredig stelt aan de massa van de beschouwde regio's en omgekeerd evenredig aan de belemmering op het netwerk tussen de twee beschouwde regio's*. Omdat de literatuur het er niet over eens is hoe massa's en belemmeringsfactoren het best worden gecombineerd in één formule, kiezen voor we voor de basisformule die ook in de fysica wordt gebruikt:

$$A_{ij} = \sum \frac{O_i O_j}{d_{ij}^2}$$

In eerste instantie stellen we de parameter horend bij de belemmering gelijk aan één. In een tweede analyse vervangen we hem door de parameter die typisch in de fysica wordt toegepast. Ook hier is de literatuur er niet over akkoord welke de aangewezen parameterwaarde is. Bovendien stellen Mikkonen en Luoma (1999, blz. 279 – 282) dat de parameter in de loop

van de tijd aan wijzigingen onderhevig is. Ze halen daarvoor een aantal redenen aan die specifiek voor personenvervoer van toepassing zijn, maar die echter ook op gelijkaardige manier bij goederenvervoer gelden.

3. BRUIKBARE VARIABELEN EN DATA VOOR DE GRAVITEITSFORMULE

In dit hoofdstuk gaan we op naar voorbeelden en suggesties voor invulling van de variabelen uit de graviteitsformule, die we hierboven boven alle andere bereikbaarheidsformules verkozen.

3.1 De netwerkbelemmering

Voor de invulling van de *belemmering* op het netwerk beschikken we over vier mogelijkheden: *metrische afstand*, *tijd*, *interne of externe kosten*. Dit stemt overeen met de indeling die we in het onderzoeksplan al voorop stelden. Voor gebruik van de afstand vinden we voorbeelden – zij het met potentiaalmodellen, die echter door toevoeging van een tweede massa gemakkelijk tot graviteitsmodellen kunnen omgevormd worden - bij Mikkonen en Luoma (1999), Pooler (1994) en Talen en Anselin (1998). Een aanzet tot incorporatie van kosten vinden we bij Bröcker (1998). Potentiaalformules waarin kosten als volwaardige belemmeringsindicator worden opgenomen, treffen we aan in publicaties van Dalvi (1979; formules van Clarck en Harris enerzijds en Hansen anderzijds), Brus (1997) en Morris, Dumble en Wigan (1978, benadering van Cochrane). Een graviteitsformule met kosten als belemmering vinden we bij Martellato en Nijkamp (1998). Algemene potentiaalformuleringen, waarbij geen specifieke invulling wordt gegeven van de belemmeringsterm, krijgen we bij Miyagi en Suzuki (1998), Gutiérrez, Monzón en Piñero (1998) en Gutiérrez en Urbano (1996). In dit laatste geval zouden we dus ondermeer ook een tijdsfactor kunnen invullen.

3.2 De knooppuntmassa's

Bij de invulling van de *massa* van de beschouwde regio's situeert zich het grootste probleem, althans inhoudelijk. Voor onze selectie van geschikte variabelen kunnen we zoals hoger al gezegd nauwelijks een beroep doen op bestaande publicaties, omdat in een goederenvervoerscontext nauwelijks aandacht besteed werd aan bereikbaarheid. Voorbeelden van invulling bij personenvervoer zijn de formules van Mikkonen en Luoma (1999; bereikbaarheid van supermarkten met bevolking als inputvariabele), Pooler (1994), Gutiérrez, Monzón en Piñero (1998; evaluatie van de invloed van investeringsactiviteiten van de Spaanse overheid met opnieuw bevolking als vertrekpunt) en Morris, Dumble en Wigan

(1978; impact van verkeersbelemmerende maatregelen in Coventry, U.K., met vraag naar parkeerruimte). Sommige publicaties zijn op een specifieke personentoepassing gericht: Pooler (1994; bereikbaarheid van winkelcentra) en Talen en Anselin (1998; bereikbaarheid van openbare speelruimten). Andere auteurs laten ruimte voor zowel personen- als goederenvervoer: Gutiérrez en Urbano (1996), Dalvi (1979; werkgelegenheid voor goederenvervoer, inkomen voor personenvervoer) en Brus (1997; toegevoegde waarde en handelsvolume voor goederenvervoer, werkgelegenheid voor personenvervoer). Tot slot houden een aantal auteurs het bij een algemene formulering zonder invulling van de massa's: Miyagi en Suzuki (1998), Dalvi (1979; met benadering van Hansen) en Martellato en Nijkamp (1998). We moeten nu voor goederenvervoer beslissen welke van de voorgaande variabelen eventueel in aanmerking komen, en welke andere variabelen we wensen te selecteren.

Ideaal zou het in elk geval zijn mochten we per beschouwd punt of zone de *inkomende en uitgaande goederenstromen* voor de beschouwde modi (weg, spoor, binnenvaart en multimodaliteit) kennen. Door aan in- en uitvoer een weging toe te kennen, en nadien een totaalcijfer voor beide te maken, zou de massa het dichtst aansluiten bij onze doelstelling: de bereikbaarheid van die gemeentes (als aggregaat van economische activiteit) voor goederenvervoer nagaan. Die cijfers zijn echter bij geen enkele instelling voorhanden op gemeenteniveau. We zullen ons dus moeten wenden tot andere variabelen die zo goed mogelijk gecorreleerd zijn met inkomende en uitgaande goederenstromen in een gemeente en dus als benaderende variabelen kunnen gebruikt worden. Het zal er dus op aankomen variabelen te selecteren die verband houden met vervoersgeneratie en –attractie.

De socio-economische variabele die ongetwijfeld het meest bij de vervoersgeneratie van een punt of zone aansluit is de *industriële productie*. Uiteraard omvatten we met productie alleen niet alle sectoren die voor ons belangrijk zijn: ook opslag en handel brengen vervoer teweeg. De industriële productie geeft echter het punt weer waar goederen in de handelsketen vertrekken, zodat opslag en handel in feite functies zijn die logisch volgen op de productie. Ze doet echter ook niet meer dan het vertrekpunt aangeven: we weten niet waarheen geproduceerde goederen vervoerd worden, hoewel we er mogen van uitgaan dat ze het voorwerp van vervoer zullen vormen. Toch selecteren we deze variabele als nuttig voor ons onderzoek.

Samenhangend met de productiefunctie uit de voorgaande alinea kunnen we verwijzen naar het *kadastraal inkomen* dat door overheidsinstellingen aan gronden wordt toegekend. Het kadastraal inkomen wordt gebruikt voor de waardering van de gronden, en staat in rechtstreeks verband met de economische functie die de grond vervult. In die zin zal een stuk grond bebouwd met een productievevestiging een grotere waarde hebben dan een weiland. Ook tussen verschillende soorten productievevestigingen zullen kadastrale inkomensverschillen merkbaar zijn. Ook kadastraal inkomen (uiteraard van vervoersgenererende sectoren) kunnen we dus als benaderende variabele voor vervoersgenererend karakter beschouwen.

Toegevoegde waarde en handelsvolume kunnen uit het bovenstaande overzicht van personenvervoer worden overgenomen. We kunnen ze aanvullen met andere economisch-financiële variabelen, en ze hier allemaal strikt aflijnen. De *toegevoegde waarde* kunnen we omschrijven als “de waarde van de productie minus het intermediair verbruik. De waarde van de productie bestaat dan uit de verkochte productie, de wijziging van productie in voorraad en de geproduceerde vaste activa. Het intermediair verbruik wordt in mindering gebracht teneinde dubbeltellingen te vermijden vermits het elders tot stand werd gebracht. Het betreft de handelsgoederen, de grond- en hulpstoffen en de diensten en diverse goederen. Ook de afschrijvingen worden in aftrek gebracht om te komen tot het begrip netto toegevoegde waarde.” (Reyns, Jorissen en Vanneste, 1994, blz. 495)

Het handelsvolume kunnen we benaderen door de gegenereerde *omzet*. Dit stemt overeen met de verkochte productie uit de vorige alinea. We moeten ze zoeken bij de bedrijfsopbrengsten van de ondernemingen, en voor de Belgische ondernemingen meer bepaald bij de rekeningen met code ‘70’ uit het Algemeen Rekeningenstelsel. (Reyns, Jorissen en Vanneste, 1994, blz. 85)

Nog een economisch-financiële maatstaf die een indicator is voor de omvang van de activiteiten en zo voor het goederenvervoergenererend karakter van een (geheel van) onderneming(-en) is het *totaal van de activa* of het balanstotaal. Dit geeft de ondernemingsbezittingen weer, of de manier waarop de middelen werden aangewend. Zowel voor toegevoegde waarde, omzet en totaal van de activa interesseren we ons opnieuw in het bijzonder in de vervoersgenererende sectoren (productie, handel en opslag). (Reyns, Jorissen en Vanneste, 1994, blz. 35 en 40)

Socio-economische variabelen die een minder goede aanwijzing voor generatie van goederenvervoer vormen (zelfs als we ze uitsluitend selecteren voor productie, handel en opslag), maar die kunnen gebruikt worden indien data voor de voorgaande variabelen mochten ontbreken, zijn aantal ondernemingen, aantal kadastrale percelen en werkgelegenheid. Het *aantal ondernemingen* is echter een nogal eenzijdige variabele, omdat hij grote en kleine ondernemingen op één hoop gooit, en eenzelfde aantal ondernemingen dus zowel voor ruime als beperkte economische activiteit kan staan. Hetzelfde probleem ervaren we bij het *aantal kadastrale percelen*, waarbij het bovendien nog zo kan zijn dat één perceel meerdere ondernemingen huisvest, wat een extra vertekening van de vraag naar vervoer meebrengt. Ook de *werkgelegenheid* (zowel in loondienst als zelfstandig) hoeft niet nauw aan te sluiten bij de vraag naar vervoer. Alle drie zijn het dus variabelen die beter gebruikt kunnen worden na uitputting van de andere mogelijke variabelen.

Van de aanpak die gebruik maakt van ruimtelijke variabelen zijn in de literatuur geen voorbeelden voorhanden, wat opnieuw een sterke originele waarde aan het onderzoek toevoegt indien wij wel van deze mogelijkheid gebruik maken. Als voornaamste ruimtelijke variabele denken we aan de *ruimte ingenomen door goederenbehandelende ondernemingen*. Omdat goederen fysische ruimte innemen, zal de ruimte voor hun productie en opslag sterk samenhangen met de mate waarin op die plaats vervoer wordt gegenereerd.

Het gebruik van ruimtelijke variabelen is vanuit onze onderzoeksdoelstellingen en de geviseerde toepassingen op beleids- en ondernemingsniveau trouwens van grote waarde: we benaderen het belang van een gemeente niet alleen voor het eerst met de ingenomen ruimte door economische activiteit, men kan ook nagaan of die ingenomen ruimte in verhouding staat tot de ruimte die wordt toebedeeld aan andere functies, die ook een bepaalde toegevoegde genereren, eventueel gekoppeld aan personenvervoer.

Met de voorgaande variabelen, die alle in absolute eenheden uitgedrukt zijn, kunnen we uiteraard ook combinaties (*ratio's*) gaan maken. Zo kunnen we aan punten/zones massa's toekennen op basis van arbeidsproductiviteit (bijvoorbeeld toegevoegde waarde/werkgelegenheid), kapitaalproductiviteit (bijvoorbeeld toegevoegde waarde/materiële vaste activa) of oppervlakteverdeling (bijvoorbeeld promille van de gemeentelijke

oppervlakte voorbehouden voor productie, handel en opslag). We geven echter de voorkeur aan de basisvariabelen alvorens ons op deze ratio's te beroepen.

We hebben nu alle ingrediënten (bereikbaarheidsdefinitie, bereikbaarheidsindicator en inputvariabelen) die nodig zijn om de bereikbaarheidsanalyse te kunnen toepassen voor de huidige Belgische situatie.

INHOUDSOPGAVE	i
WOORD VOORAF	iv
INLEIDING	1
DEEL 1: ONDERZOEKSPLAN	3
0. INLEIDING.....	Error! Bookmark not defined.
1. VOORAFGAANDE VRAGEN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Observaties uit de praktijk?	Error! Bookmark not defined.
1.2 Bestaande literatuur?	Error! Bookmark not defined.
1.3 Mogelijkheden tot replicatie?	Error! Bookmark not defined.
2. ONDERZOEKSPROBLEEM	Error! Bookmark not defined.
2.1 Te verkrijgen kennis en motivatie?.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Gebruikte basisbegrippen?	Error! Bookmark not defined.
2.3 Onderzoeksvragen?	Error! Bookmark not defined.
2.4 In hoeverre zijn de onderzoeksvragen al beantwoord?.....	Error! Bookmark not defined.
3. ONDERZOEKSOPZET	Error! Bookmark not defined.
3.1 Gevolgde methoden?	Error! Bookmark not defined.
3.2 Benodigde data?	Error! Bookmark not defined.
DEEL 2: LITERATUURSTUDIE	27
0. INLEIDING.....	27
1. BEGRIPSOMSCHRIJVING	29
1.1 Verkeers- en vervoersysteem.....	29
1.2 Netwerk	29
1.3 Bereikbaarheid.....	30
1.4 Aanverwante begrippen	33
• Connectiviteit:	34
• Nabijheid:	34
• Reikwijdte:	34
• Toegankelijkheid:	34
• Externaliteiten:	34
2. BEREIKBAARHEIDSINDICATOREN	36
2.1 Meetdoelstellingen	36
2.2 Overzicht indicatoren	39
2.3 Indicatoren op basis van ontsluitingskenmerken	39
2.4 Indicatoren op basis van positie in netwerk.....	42
2.5 Indicatoren op basis van potentiële bereikbaarheid	43
2.6 Indicatoren op basis van actuele bereikbaarheid	46
2.7 Indicatoren op basis van feitelijk gedrag en activiteitenpatronen	52
2.8 Keuze van indicator voor dit onderzoek	52
3. BRUIKBARE VARIABELEN EN DATA VOOR DE GRAVITEITSFORMULE	56
3.1 De netwerkbelemmering.....	56
3.2 De knooppuntmassa's.....	56

BESLUIT

Deze onderzoekspaper heeft als doel een ruimtelijk-economisch inzicht te bieden in de afstemming tussen zones van economische activiteit enerzijds en de verkeersinfrastructuur die die zones verbindt anderzijds. De beperking die de opdrachtgevers, de Federale DWTC, stellen, is het toespitsen op goederenvervoer. Binnen deze beperking wordt geprobeerd om zoveel mogelijk toepassingsgebieden open te laten. Meer bepaald proberen we zowel vraag en aanbod op de transportmarkt in de analyse te integreren. Verder wordt gepoogd de analyse op verschillende modi toepasbaar te maken: autowegen, spoorwegen, waterwegen, en de combinatie van deze drie.

Al snel wordt duidelijk dat het werken met ‘bereikbaarheid’ de meest aangewezen manier is om de afstemming tussen vervoersgenererende activiteiten en verkeersinfrastructuur te beoordelen. In het methodologisch gedeelte worden daarom in eerste instantie een aantal begrippen rond bereikbaarheid gedefinieerd. Vervolgens worden een aantal technieken voor bereikbaarheidsberekening op een rij gezet, gaande van transportaanbod naar – vraaggeoriënteerde technieken. Uiteindelijk kiezen we om verder te werken met een maatstaf van actuele bereikbaarheid, en meer bepaald een graviteitsmaatstaf. Die heeft als voordeel dat enerzijds voldoende rekening wordt gehouden met de omvang van economische activiteiten in een netwerk, zonder dat anderzijds op het ondernemingsniveau zelf moet gewerkt worden, wat in ons geval onredelijk veel berekeningen zou meebrengen die op zijn minst onoverzichtelijk zouden zijn. Wij verkiezen om die reden te werken op gemeenteniveau. In de literatuur zijn voor goederenvervoer en zeker voor bereikbaarheidsberekening heel weinig voorbeelden voorhanden. Dus moeten we voor de invulling van de graviteitsmaatstaf grotendeels een beroep doen op eigen intuïtie. We kiezen voor een combinatie van ruimtelijke en economische massa's in de teller (het integreren van een ruimtelijke en een economische aanpak is nog een wezenlijk originele bijdrage van dit onderzoek). De meest geschikte maatstaf, de goederenstromen tussen knooppunten, worden op voorhand uitgesloten wegens niet voorhanden. Voor de noemer laten we mogelijkheid voor invulling met fysische maatstaven (afstanden en reistijden) of economische maatstaven (interne of externe kosten).

De concrete toepassing die de aanleiding voor dit onderzoek vormt, namelijk de bereikbaarheidsanalyse van de huidige Belgische ruimtelijk-economische situatie, gebeurt in het derde deel van dit onderzoek. Eerst wordt de beschikbaarheid van data getoetst. Alle gewenste ruimtelijke en economische data voor de teller, met uitzondering van industriële

productie, blijken voorhanden. Voor de noemer zijn in de eerste plaats de afstandendata en verder ook de interne kosten voorhanden. Voor de metrische afstandendata vatten we dan de bereikbaarheidsanalyse aan. De analyse met interne kosten valt buiten het tijdsbestek van deze paper. We verwijzen voor die data en de toepassing naar Hermia et al. (2001, forthcoming). Per modus analyseren we eerst het beschikbare netwerk wat afstanden betreft. Vervolgens bekijken we de spreiding van de economische activiteit over het Belgische grondgebied volgens de verschillende massadefinities. Die twee componenten integreren we uiteindelijk in de bereikbaarheidsanalyse. Per massadefinitie integreren we de afzonderlijke analyse per modus in een samenvattend beeld voor het totale netwerk. In een latere publicatie (Hermia, et al., 2001, forthcoming) plaatsen we het totale netwerkbeeld voor onze verschillende massadefinities naast elkaar en komen tot een synthesebeeld via clusteranalyse.

Het beeld dat we bekomen laat een redelijk duidelijk verschil zien tussen het zuiden (minst bereikbare gemeenten) en het noorden (globaal beter bereikbaar, maar geen homogeen beeld) van het land zien. Vanuit het oogpunt van duurzame mobiliteit stellen we dat de hoofddoelstelling het reduceren van het transportvolume moet zijn tot het strikt noodzakelijke niveau. In die zin liggen belangrijke economische centra best dicht bij elkaar. Dat kan de overheid verwezenlijken door enerzijds in te grijpen op de verkeersinfrastructuur of anderzijds via manipulatie van de economische activiteit. De effecten van ingrepen op de bereikbaarheid van het doelgebied en van alle omliggende gebieden kunnen via simulaties worden nagegaan. Uiteindelijk is het de bedoeling dat de totale bereikbaarheid (= de som van de gemeentelijke bereikbaarheidswaarden) toeneemt door een ingreep.

De interpretatie van een simulatie kan problemen geven als we ons beperken tot een bereikbaarheidsberekening met fysische afstanden: door toename van economische activiteit neemt bereikbaarheid via ondermeer congestie gedeeltelijk af, terwijl ons model de bereikbaarheid in dat geval ééNZijdig opdrijft. Door het werken met reistijden en kosten lossen we dat probleem op: effecten zoals congestie kunnen dan in de noemer worden doorgerekend. Deze analyses zullen dus een zeer nuttige aanvulling vormen. Binnen het huidige tijdsbestek waren ze echter niet haalbaar, evenmin als het uitvoeren van concrete simulaties en uitbreiding van de berekening naar grotere entiteiten (bijvoorbeeld op Europees niveau).

BIBLIOGRAFIE

1. ALGEMENE TERMINOLOGIE

- BELEIDSONDERZOEK EN -ADVIES (2000), Internationale vergelijking van de plaats van bereikbaarheid in het verkeer- en vervoerbeleid, Den Haag, 101 blz.
- BLAUWENS, G., P. DE BAERE en E. VAN DE VOORDE (1996), Vervoerseconomie, Antwerpen, MIM, 480 blz.
- BRÖCKER, Johannes (1998), "Measuring Accessibility in a General Equilibrium Framework" in Reggiani, Aura (1998), Accessibility, Trade and Locational Behaviour, Aldershot (GB), Ashgate Publishing Ltd, blz. 41 - 59
- BUS, Leo (1991), "Het economische ontwikkelingspotentieel van de Belgische arrondissementen" in Economisch en Sociaal Tijdschrift (1994), volume 48, aflevering 3, blz. 435 – 464
- CHRISTALLER, W. (1966), Central Places in Southern Germany, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 230 blz.
- DALVI, M. Quasim (1979), "Behavioural Modelling, Accessibility, Mobility and Need: Concepts and Measurement" in HENSHER, David A. en Peter R. STOPHER (eds.), Behavioural travel modelling, London, Croom Helm, blz. 639 – 653
- DEMILIE, L., B. JOURQUIN en M. BEUTHE (1998), Impacts on Modal Choice of New Generation Terminals: Performance Analysis of a Hub-and-Spoke Network, Mons, FUCAM, 18 blz.
- DIENSTEN VAN DE EERSTE MINISTER WETENSCHAPPELIJKE, TECHNISCHE EN CULTURELE AANGELEGENHEDEN, Impulsprogramma Transport en Mobiliteit, Brussel, 61 blz.

- DIJST, Martin (1995), Het elliptisch leven – Actieruimte als integrale maat voor bereik en mobiliteit, Utrecht, Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, 256 blz.
- DIJST, Martin, Hubert JAYET en Isabelle THOMAS (1998), Transportation and urban performance, accessibility, location of households and social effectiveness, work in progress, 23 blz.
- DUPUY, Gabriel (1993), “Géographie et économie des réseaux” in Espace Géographique, 1993, volume 1, nummer 3, blz. 193 - 209
- EUROPEAN COMMISSION (1998), Transport Research - Fourth Framework Programme - Strategic Transport - Quality indicators for transport systems, Belgium, 100 blz.
- HERMIA, Jean-Pierre, Isabelle THOMAS, Thierry VANELSLANDER en Ann VERHETSEL (2001, forthcoming), Sustainable Freight Transport in Belgium - a Geographical Approach, eindrapport in het kader van het project Towards Sustainable Mobility - Economic and Spatial Effects of Increasing Goods Traffic, Antwerpen, UFSIA
- HILBERS, H.D. en E.J. VERROEN (1993), Het beoordelen van de bereikbaarheid van lokaties – definiëring, maatstaven, toepassing en beleidsimplicaties, Delft, TNO Inro, 177 blz.
- HUIGEN, P.P.P. (1986), “Binnen of buiten bereik: een sociaal-geografisch onderzoek in Zuid-West-Friesland” in Nederlandse Geografische Studies, Amsterdam/Utrecht, Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap/Geografisch Instituut Utrecht
- JOURQUIN, B. (1995), Un outil d'analyse économique des transports de marchandises sur des réseaux multi-modaux et multi-produits: Le réseau virtuel, concepts, méthodes et applications, Ph. D. Thesis, Facultés Universitaires Catholiques de Mons
- JOURQUIN, B., L. DEMILIE en M. BEUTHE (1998), Freight Bundling Network Models: Methodology and Application, Mons, FUCAM, 17 blz.

- KBC (1999), "Mobiliteit, een kwestie van vraagbeheersing" in KBC – Economisch Financiële berichten, jaargang 54, nr. 11, 4 juni 1999, blz. 1 –18
- KLAASSEN, L.H. (1972), Regionale economie: het ruimtelijk element in de economie, Groningen, Wolters-Noordhoff, 356 blz.
- MACHARIS, Cathy en Alain VERBEKE (1999), Intermodaal vervoer - Economische en strategische aspecten van het intermodaal vervoer in Vlaanderen, Leuven-Kessel-lo, Garant, 211 blz.
- MARTELLATO, Dino en Peter NIJKAMP (1998), "Accessibility, Trade and Locational Behaviour: an introduction" in Reggiani, Aura (1998), Accessibility, Trade and Locational Behaviour, Aldershot (GB), Ashgate Publishing Ltd, blz. 17 - 40
- MC CALLA, Robert. J. (1999), "Global change, local pain: intermodal seaport terminals and their service areas" in Journal of Transport Geography, 1999, volume 7, blz. 247-254
- MEERSMAN, Hilde, Kaatje MOLENBERGHS, Eddy VAN DE VOORDE, Thierry VANELSLANDER en Ann VERHETSEL (2001), Mobiliteitsplan Vlaanderen - Goederenvervoer - Eindrapport, UFSIA-RUCA, Antwerpen, UA, 120 blz. + bijlagen
- MEERSMAN, Hilde en Eddy VAN DE VOORDE (1997), Is freight transport growth inevitable?, Antwerpen, UFSIA-paper, blz. 23 - 48
- MEYBURG, Arnim H. (1979), "The applicability of behavioural modelling to the analysis of goods movements" in HENSHER, David A. en Peter R. STOPHER (eds.), Behavioural travel modelling, London, Croom Helm, blz. 624 – 635
- MIYAGI, Toshihiko en Takaji SUZUKI (1998), "A New Definition of Spatial Accessibility Function in Transportation Networks: Axiomatic Approach" in Reggiani, Aura (1998), Accessibility, Trade and Locational Behaviour, Aldershot (GB), Ashgate Publishing Ltd, blz. 41 - 59

- MORRIS, J.M., P.L. DUMBLE en M.R. WIGAN (1978), "Accessibility indicators for transport planning" in Transportation Research, Part A, Volume 13, 1979, Oxford, Pergamon, blz 91 – 109
- NEDERLANDS MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER - RIJKSPLANOLOGISCHE DIENST - ADVIESGROEP VOOR VERKEER EN VERVOER (1999), Ontwerpbenadering ruimtelijke structuren in het goederenvervoer, Nieuwegein, 36 blz. + bijlagen
- REGGIANI, Aura (1998), "Accessibility, Trade and Locational Behaviour: an introduction" in Reggiani, Aura (1998), Accessibility, Trade and Locational Behaviour, Aldershot (GB), Ashgate Publishing Ltd, blz. 1 - 14
- REYNS, Carl, Ann Jorissen en Jacques Vanneste (1994), Inleiding tot Accountancy, Deurne, MIM, 724 blz.
- REYNS, Carl, Patrick ROTHHAER, Eddy VAN DE VOORDE, Thierry VANELSLANDER, Ann VERHETSEL en Frank WITLOX (1999), Toekomstmogelijkheden voor duurzame werkgelegenheid in het stedelijk gebied Turnhout, Antwerpen, UFSIA, 71 blz.
- REYNS, Carl, Patrick ROTHHAER, Eddy VAN DE VOORDE, Thierry VANELSLANDER, Ann VERHETSEL en Frank WITLOX (2000), Naar een strategische plan voor duurzame werkgelegenheidsontwikkeling in Beerse, Oud-Turnhout, Turnhout en Vosselaar, Turnhout, Joos, 71 blz.
- SUYKENS, Fernand (1998), Les transports européens face à la mondialisation de l'économie, Straatsburg, Eurologiport 98, 9 blz. + bijlagen
- VAN DE VOOREN, Floris (1974), Modellen in de regionale economie, E.T.I.O., 41 blz.
- VAN DE VOOREN, Floris (1998), Onderzoeksvoorstel inzake de samenhangen tussen economie, mobiliteit en infrastructuur, 10 blz.

- VAN DE VOOREN, Floris (1999), Transport en de aard van de economische groei, Rijkswaterstaat Directie Limburg, 20 blz.
- VEV (1998), Dossier Mobiliteit, transport en logistiek, Antwerpen, 46 blz.
- WEGENER, Michael (1995), “Accessibility and Development Impacts” in BANISTER, D. (Ed.) (1995), Transport and Urban Development, London, Chapman & Hall, blz. 157 - 161

2. REKENMETHODES

- ALLEN, W. Bruce, Dong LIU en Scott SINGER (1992), “Accessibility measures of U.S. Metropolitan areas” in Transportation Research, 1993, nummer 6, blz. 439 – 449
- BLACK, J. en M. CONROY (1977), “Accessibility measures and the social evaluation of urban structure” in Environment and Planning A, 1977, volume 9, blz. 1013 – 1031
- BRAINARD, Julii S., Andrew A. LOVETT en Ian J. BATEMAN (1997), “Using Isochrone surfaces in travel-cost models” in Journal of Transport Geography, 1997, blz. 117 - 126
- BRUNSDON, Chris, Martin CHARLTON en A. Stewart FOTHERINGHAM (2000), Quantitative Geography, SAGE Publications, London, 270 blz.
- CHAPELON, Laurent (1998), “Evaluation des projets autoroutiers: vers une plus grande complémentarité des indicateurs d’accessibilité – approche par analyse de détours imposés et des itinéraires empruntés” in Les Cahiers Scientifiques du Transport, nummer 33, blz. 11-40
- GEERTMAN, Stan C. M. en Jan R. RITSEMA VAN ECK (1992), 'GIS and models of accessibility potential: an application in planning" in International Journal of Geographical Information Systems, 1995, vol. 9, blz. 67-80
- GUTIERREZ, J., A. MONZON en J.M. PINERO (1998), “Accessibility, network efficiency, and transport infrastructure planning” in Environment and Planning A, 1998, volume 30, blz. 1337 – 1350
- INGRAM, D.R. (1971), “The concept of accessibility: a search for an operational form” in Regional Studies, volume 5, number 2, juli 1971, blz. 101 – 107

- ISARD, Walter (1998), "Gravity and Spatial Interaction Models" in AZIS, Iwan J., DRENNAN, Matthew P. en ISARD Walter (1998), Methods of Interregional and Regional Analysis, Aldershot, Ashgate, blz. 243 - 279
- KWAN, Mei-Po (1998), "Space – Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A comparative Analysis Using a Point-based Framework" in Geographical Analysis, volume 30, issue 3, blz. 191 – 216
- LAMBOOY, J.G.L. (1980), *Ekonomie en ruimte: inleiding in de economische geografie en de regionale economie, deel 1 (locatietheorie en regionale vraagstukken)*, Van Gorcum, Assen
- LEE, Keumsook en Hee-Yeon LEE (1996), "A new algorithm for Graph-Theoretic Nodal Accessibility Measurement" in Geographical Analysis, 1998, volume 30, blz. 1 - 14
- MIKKONEN, Kauko en Martti LUOMA (1999), "The parameters of the gravity model are changing - how and why?" in Journal of Transport Geography, 1999, volume 7, blz. 277-283
- MILLER, Harvey J. (1999), "Measuring Space – Time Accessibility Benefits within Transportation Networks: Basic Theory and Computational Procedures" in Geographical Analysis, 1999, volume 31, issue 2, blz. 187 – 212.
- PIRIE, G.H. (1978), "Measuring Accessibility: a review and proposal" in Environment and Planning A, 1979, volume 11, blz. 299 – 312
- POOLER, James A. (1994), "The use of spatial separation in the measurement of transportation accessibility" in Transportation research, part A, policy and practice, 1995, volume 29a, nummer 6, blz. 421 - 427
- RIETVELD, Piet en Frank BRUINSMA (1998), Is Transport Infrastructure effective? Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space Economy, Berlijn, Springer, 383 blz.

- TALEN, E. en L. ANSELIN (1998), "Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds" in Environment and Planning, A, 1998, volume 30, blz. 595 - 613
- THISSE, Jacques François (2000), "De arbitrage tussen transportkosten en schaalvoordelen", lezing in de Francqui-leerstoel FUNDP "Economische Analyse van agglomeratiefenomenen - geografische concentratie van economische activiteiten, de bestaansreden van de economische aardrijkskunde", FUNDP, 15 februari 2000
- VICKERMAN, R. W. (1974), "Accessibility, attraction and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility" in Environment and Planning A, 1974, volume 6, blz. 675 – 691

3. SPECIFIEKE TOEPASSINGEN

- BRUINSMA, F. en P. RIETVELD (1996), “The accessibility of European Cities: theoretical framework and comparison of approaches” in Environment and Planning A, 1998, volume 30, blz. 499 – 521
- BRUS, Dick (1997), “De bereikbaarheidsmethode voor een betere beoordeling van transportinfrastructuur in Nederland en Duitsland” in Tijdschrift vervoerswetenschap, 1997, nummer 3, blz. 213 – 235
- GUTIERREZ, Javier en Paloma URBANO (1996), “Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network” in Journal of Transport Geography, volume 4, nummer 1, march 1996, blz. 15 – 15
- LINNEKER, B.J. en N.A. SPENCE (1991), "An Accessibility Analysis of the Impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain" in Regional Studies, volume 26.1, blz. 31 - 47
- MURAYAMA, Yuji (1994), “The impact of railways on accessibility in the Japanese urban system” in Journal of Transport Geography, 1994, volume 2, editie 2, blz. 87-100
- SPENCE, Nigel en Brian LINNEKER (1994), “Evolution of the motorway network and changing levels of accessibility in Great-Britain” in Journal of Transport Geography, volume 2, number 4, december 1994, blz. 247 - 264

4. UITBREIDINGSMOGELIJKHEDEN

- BJORNER, Thomas Bue (1997), “Environmental benefits from better freight transport management: freight traffic in a VAR model” in Transportation Research, Deel D, 4 (1999), Oxford, Pergamon, blz. 45 – 64
- DE NOCKER, Leo en Luc Int PANIS (1998), Schade aan milieu en volksgezondheid van personentransport in België, Mol, VITO, 11 blz.
- DE NOCKER, Leo, Luc Int PANIS en Rudi TORFS (1998), Environmental damages from Transport in Belgium: trends and comparison with excises on petrol and diesel, Mol, VITO, 12 blz.
- HAGUE CONSULTING GROUP (1992), De reistijdwaardering in het goederenvervoer – rapport hoofdonderzoek, Den Haag, 65 blz.
- MINISTERIE VAN VERKEER EN INFRASTRUCTUUR - BESTUUR VAN DE VERKEERSREGLEMENTERING EN VAN DE INFRASTRUCTUUR - DIRECTIE WEGEN: NORMEN EN DATABANKEN (1998), Verkeerstellingen 1998, blz. 74
- NEDERLANDS MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT – DIRECTORAAT-GENERAAL RIJKSWATERSTAAT (1998), Filekosten op het Nederlandse hoofdwegennet in 1997, Zeewolde, Studio Guido van der Velden bv, 48 blz.

5. DATAVERZAMELING

- BUREAU VAN DIJK - ELECTRONIC PUBLISHING (2000), bel-first: description and coverage, afdruk website http://www.bvdep.com/products/bel_first/overview.htm
- BUREAU VAN DIJK - ELECTRONIC PUBLISHING (2000), bel-first: financial reports and statistics on Belgian and Luxemburg companies, CD-ROM
- EUROPEAN COMMISSION (1999), Transport Research – Fourth Framework Programme – Urban Transport – Od-Estim: Methods to obtain information about transport data from origin to destination cost-efficiently, België, 117 blz.
- GOM ANTWERPEN (1998), Inventaris bedrijventerreinen provincie Antwerpen - april 1998, afdruk van computerbestand, 12 blz.
- GOM BRUSSEL (1999), Activiteitenverslag 1998, Brussel, GOM Brussel, 58 blz.
- GOM LIMBURG (1999), Toestand bedrijventerreinen - 31/12/1998, afdruk van computerbestand, 5 blz.
- GOM OOST-VLAANDEREN (1999), Overzicht van de toestand van de bedrijventerreinen in Oost-Vlaanderen op 1 januari 1999, afdruk van computerbestand, 2 blz.
- GOM VLAAMS-BRABANT (1999), Spreiding van de bedrijventerreinen in Vlaams-Brabant, afdruk van computerbestand, 1 blz.
- GOM WEST-VLAANDEREN (1999), Voorraad bedrijventerreinen (van 5 ha en meer) - 31 december 1998 - in ha, afdruk van computerbestand, 13 blz.
- JORISSEN, A. en A. VERHETSEL (1994), "België, een land met meer dan 2 snelheden? Een ruimtelijke analyse van de financiële prestaties van de Belgische ondernemingen." in Tijdschrift voor economie en management, jaargang 39, nr. 2, juni 1994.

- MEERSMAN, Hilde, Tom PAUWELS, Eddy VAN DE VOORDE en Ann VERHETSEL (2000), Het goederenvervoer in België: een kritische analyse van de transportstatistieken, met een specifieke aandacht voor herkomst-bestemmingsdata, working paper, Antwerpen, UFSIA, 52 blz.
- MEERSMAN, Hilde, Kaatje MOLENBERGHS, Eddy VAN DE VOORDE, Thierry VANELSLANDER en Ann VERHETSEL (2001), Mobiliteitsplan Vlaanderen - Goederenvervoer - Eindrapport, Antwerpen, UA, 120 blz. + bijlagen
- MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE - DIRECTION DE LA COMMUNICATION (1999), Associations intercommunales de Développement économique et d'Aménagement du Territoire, kopie adressenbestand
- MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE - DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ÉCONOMIE ET DE L'EMPLOI - DIVISION DE L'INDUSTRIE ET DU CRÉDIT PUBLIC - DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT DES ZONES INDUSTRIELLES (1999), Zones Industrielles en Région Wallonne par province - actualisé le 26/10/1999, afdruk van computerbestand, 14 blz.
- MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP - DEPARTEMENT ALGEMENE ZAKEN EN FINANCIËN - ADMINISTRATIE PLANNING EN STATISTIEK (1996), De bodembezetting in Vlaanderen - Regionale en gemeentelijke evolutie tussen 1985 en 1995, Brussel, Vlaamse Gemeenschap, 77 blz.
- MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN - NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STATISTIEK (1999), Bodembezetting op 1/1/1999, computerbestand
- MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN - NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STATISTIEK (1999), Industriële statistieken, aflevering 28:11
- MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN - NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STATISTIEK (2000), RSZ-inrichtingen, -werkgevers en -werknemers op 30/6/99, computerbestand

- NATIONALE BANK VAN BELGIË (2000), Neerlegging jaarrekening - De sociale balans, afdruk website http://www.nbb.be/BA/N/P1_25.htm
- NATIONALE BANK VAN BELGIË (2000), Neerlegging jaarrekening - Groottecriteria, afdruk website http://www.nbb.be/BA/N/P1_6.htm
- NATIONALE BANK VAN BELGIË (2000), Neerlegging jaarrekening - Ondernemingen die geen jaarrekening bij de Balanscentrale moeten neerleggen, afdruk website http://www.nbb.be/BA/N/P1_22.htm
- NATIONALE BANK VAN BELGIË (2000), Neerlegging jaarrekening - Wie moet een jaarrekening bij de Balanscentrale neerleggen?, afdruk website http://www.nbb.be/BA/N/P1_2.htm
- VERENIGING VAN VLAAMSE KAMERS VOOR HANDEL EN NIJVERHEID (1991), De Vlaamse Kamers voor Handel en Nijverheid: jaaroverzicht 1991: de Belgische ondernemingen financieel doorgelicht: de sectoren, Gent, 64 blz.

6. BEREKENING EN VOORSTELLING

- CHESNAIS, Michel (1993), “Un système d’information géographique des transports en Europe” in Recherche Transports Sécurité, 1993, nummer 38/39, blz. 179 – 183
- HENDRIKS, Paul en Henk OTTENS (Eds.) (1997), Geografische Informatie Systemen in ruimtelijk onderzoek, Asse, Van Gorcum & Comp. B.V.
- LONGLEY, Paul en Michael BATTY (Eds.) (1996), Spatial Analysis, modelling in a GIS Environment, Glasgow, Bell & Bain, 392 blz.