

Naar een nieuw TIGRIS XL?

Rapport visitatiecommissie

Versie: 10-1-2020

Commissieleden:

Dr. Nicole van Buren, Rli, secretaris

Prof. Dr. Ir. Luca Bertolini, UVA

Dr. Ir. Sander van Cranenburgh, TUD

Prof. Dr. Frank van Oort, EUR

Prof. Dr. Leo van Wissen, RUG

Prof. Dr. Frank Witlox, UGent

Prof. Dr. Bert van Wee, TUD, voorzitter

Opdrachtgevers:

Ing. Eric Molenwijk, RWS

Dr. Jan Ritsema van Eck, PBL

Inhoud

1. Inleiding.....	4
2. Methoden	5
3. Aanbevelingen op hoofdlijnen	6
3.1 Ontwikkel Tigris XL door	6
3.2 Overleg met gebruikers.....	6
3.3 Maak meer what-if simulaties mogelijk.....	7
3.4 Neem indicatoren van belang voor rechtvaardigheid op	7
3.5 Voer een ex post analyse uit.....	8
3.6 Geef duurzaamheid een belangrijke plaats	8
3.7 Geef effecten door de tijd een plaats	9
3.8 Verken de mogelijkheid om stedelijke bereikbaarheid te modelleren	9
3.9 Verken of toekomstmuziek zit in aanpassing van het model op goederenvervoer/logistiek	9
3.10 Modelleer expliciet activiteiten versus grondgebruik	10
3.11 Verken of generatieve effecten expliciet gemodelleerd kunnen worden	11
4. Aanbevelingen over de afzonderlijke onderwerpen	12
4.1 Beleidsvragen, maatschappij, gebruikers- en proceskant, toepassingen	12
4.1.1 Koppel het huidige gebruik van Tigris XL aan de fases in het beleidsproces. Verken vervolgens of inzetten in andere fasen wenselijk en haalbaar is.....	12
4.1.2 Bedenk een alternatief voor de LMS module zodat gebruikers snel resultaten hebben en het model makkelijk semi-interactief kan communiceren met gebruikers	12
4.1.3 Verken nieuwe toepassingsdoeleinden	13
4.1.4 Geef meer aandacht aan de factor tijd bij toepassingen van Tigris XL.....	13
4.2 Modelstructuur, scope van Tigris XL.....	13
4.2.1 Verduidelijk (nog meer) de interne modelstructuur	13
4.2.2 Stel padafhankelijkheden (en mogelijke lock-in's) ten aanzien van de modelontwikkeling vast	14
4.2.3 Verbeter de gedragsmodellen onderliggend aan de woningmarktmodule door de volgordelijkheid in de werklocatie/woninglocatiekeuze expliciet te modelleren	14
4.2.4 Vergroot het aantal ruimtegebonden activiteiten.....	15
4.3 Demografie en woningmarkt	16
4.3.1 Doe onderzoek naar de invloed van de toenemende diversiteit door demografie: vergrijzing, migratie	16
4.3.2 Doe ex-post analyses om het model te kalibreren / valideren op krimpgebieden. Analyseer de simulatieresultaten voor krimpgebieden en pas het model daarop aan	16

4.3.3 Ontwikkel een afzonderlijke studentenmodule.....	17
4.3.4 Gebruik de vele mogelijkheden van de CBS microdata	17
4.3.5 Onderzoek welke voorzieningen belangrijk zijn in de aantrekkelijkheid van regio's voor bewoners	17
4.3.6 Onderzoek of het model de indirecte effecten, als gevolg van de integratie van de verschillende grondgebruikscategorieën, adequaat modelleert.....	18
4.4 Arbeidsmarkt, woon-werkverkeer	18
4.4.1 Stem in de woon-werk module macro-regio's beter af op de schaalniveaus van agglomeratie effecten	18
4.4.2 Introduceer locatietype voorkeuren van bedrijven in de woon-werk module	19
4.5 Data	19
4.5.1 Zoek betere data voor het schatten van woninglocatie-keuze (lagere aggregatie, beter aansluitend bij gedragsmodel).....	19
5. Conclusies en samenhang aanbevelingen	21
Referenties.....	24
Bijlage 1: Toetsingskader	25
Bijlage 2: Toelichting methoden	27

1. Inleiding

Tigris XL is een zogenaamd Land Use Transport Interaction (LUTI) model. Het is rond 2005 ontwikkeld in opdracht van Rijkswaterstaat (RWS) met als doel inzicht te geven in de ruimtelijke effecten van opties voor nieuwe infrastructuur, en de bereikbaarheidseffecten van opties voor nieuwe verstedelijking. Ook gebruikt het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) het model voor scenariostudies. Het model is diverse malen gebruikt met dit doel, zoals de zelfstudie (zie hieronder) duidelijk maakt.

Daarnaast is het model ingezet bij ruimtelijke verkenningen, zoals in de studie Welvaart en Leefomgeving (CPB en BLP) en de studie naar de Deltascenario's, voor de ruimtelijke uitwerking van multi-sectorale scenario's, waarbij Tigris XL de consistentie in de ruimte (tussen regio's) en sectoren bewaakt (o.a. bevolking en arbeidsplaatsen). Ook is het model gebruikt voor de integrale ruimtelijke modellering van het PBL waarbij Tigris XL nationale scenario's en beleidsverkenningen ruimtelijk uitwerkt voor de sectoren wonen, werken en mobiliteit. Verder is het model de laatste jaren toegepast om de effecten van verstedelijkingsopties of integrale ruimtelijke en transportperspectieven door te rekenen. Meerwaarde van Tigris XL, in vergelijking met het LMS, is dat de ruimtelijke gevolgen van de verstedelijkingsopties en infrastructuurbeleid endogeen worden doorgerekend.

Het model bestaat bijna 15 jaar, en om het model ook voor de toekomst geschikt te laten zijn, is als eerste stap een grondige evaluatie van groot belang. Om besluitvorming over doorontwikkeling te faciliteren, hebben RWS en PBL besloten het model daarom grondig door te lichten en te evalueren door een onafhankelijke wetenschappelijke commissie. Doel van deze visitatie is 'het evalueren van de wetenschappelijke kwaliteit van Tigris XL met het oog op de toekomstbestendigheid van het model als hulpmiddel bij de evaluatie van beleidsdoelen, en het adviseren van RWS en PBL over mogelijke ontwikkel- en verbeterstrategieën' (zelfstudie, zie hieronder).

Hoofdvragen aan de commissie zijn:

1. In hoeverre is het model state-of-the-art/state-of-practice, afgemeten naar huidige wetenschappelijke inzichten en aan de gangbare praktijk in (deugdelijke) toepassingen bij beleidsevaluaties?
2. In hoeverre is het model fit-for-use, afgemeten aan recente toepassingen, modelkwaliteit en huidige en toekomstige beleids- en onderzoeksvraagstukken?
3. Welke aanbevelingen kan de commissie op grond hiervan doen aan RWS en PBL voor verdere ontwikkeling van het model en de toepassing daarvan in beleidsevaluaties?

Dit rapport is het resultaat van die commissie.

Hoofdstuk 2 beschrijft kort de methodologie die de commissie heeft gehanteerd. Hoofdstuk 3 presenteert vervolgens de aanbevelingen op hoofdlijnen. Hoofdstuk 4 bevat de aanbevelingen over diverse onderwerpen, soms gekoppeld aan modules van Tigris XL. Daarna gaat hoofdstuk 5 in op de interactie tussen de modules die in hoofdstuk 4 zijn beschreven, de diverse aanbevelingen staan niet altijd los van elkaar. Tenslotte vat hoofdstuk 6 de belangrijkste conclusie samen, en reflecteert het op de beperkingen van de commissie.

2. Methoden

Het proces dat ten grondslag ligt aan dit rapport, bestaat op hoofdlijnen uit de onderstaande stappen. Kleinere stappen, zoals overleg tussen de opdrachtgevers en voorzitter zijn niet vermeld. Het gehele proces is ondersteund door de secretaris, die de agenda en verslagen heeft opgesteld, stukken heeft verzonden, en het proces heeft gecoördineerd.

- opstellen toetsingskader (“term of reference”);
- selecteren commissieleden;
- opstellen zelfstudierapport door de opdrachtgevers, in overleg met de commissie;
- eerste visitatiedag: presentaties opdrachtgevers en modelbouwers, vragen en discussie;
- tweede visitatiedag: presentaties commissieleden over delen van Tigris XL, discussie, schetsen; contouren advies;
- opstellen conceptrapport;
- verwerken reacties van commissieleden;
- opstellen eindconcept;
- inwinnen reacties opdrachtgevers;
- opstellen finale rapport.

Bijlage 2 licht de belangrijkste stappen nader toe.

3. Aanbevelingen op hoofdlijnen

Dit hoofdstuk presenteert de aanbevelingen op hoofdlijnen, die de afzonderlijke modules/onderdelen van Tigris XL overstijgen. Voordat we de aanbevelingen zelf presenteren, constateert de commissie dat de zelfstudie naar de mening van de commissie van hoge kwaliteit is en daarmee een goed vertrekpunt vormt voor de commissie. De opdrachtgevers en modelbouwers hebben verder openhartig met de commissie van gedachten gewisseld over Tigris XL en de sterke en minder sterke punten, en mogelijkheden voor doorontwikkeling.

3.1 Ontwikkel Tigris XL door

De belangrijkste algemene conclusie is dat de commissie unaniem aanbeveelt Tigris XL door te ontwikkelen, rekening houdend met de diverse aanbevelingen van de commissie. De commissie erkent het belang van Tigris XL voor de verkenning van effecten van beleidsscenario's waarbij grondgebruik en transport onderling elkaar beïnvloeden, zoals geïllustreerd in de diverse toepassingen van het model in het verleden. De maatschappelijke impact van ruimtelijke en infrastructurele ingrepen is groot en werkt vele tientallen jaren door. Dankzij Tigris XL zijn de effecten van dergelijke ingrepen beter in te schatten, wat wellicht de kosten van doorontwikkeling (en toekomstige toepassingen) rechtvaardigt.

Deze aanbeveling gaat ervan uit dat de ex-post analyse (zie hieronder) geen aanleiding geeft te besluiten doorontwikkeling van Tigris XL te staken.

De aanbevelingen hieronder zijn gesorteerd naar prioriteit zoals gescoord door de commissieleden, zie de tekst bijna onderaan in dit hoofdstuk.

3.2 Overleg met gebruikers

Voorafgaand aan de doorontwikkeling van Tigris XL is het raadzaam met de gebruikers (breed geïnterpreteerd) te overleggen over waaraan zij precies behoefte hebben. We denken bij die gebruikers zowel aan de toepassers van het model als hun opdrachtgevers, en mogelijke andere gebruikers van de resultaten van simulaties, zoals belangenorganisatie en provincies/gemeenten.

We vermoeden dat er belangrijke kansen liggen voor Tigris XL om het model niet alleen in te zetten als een evaluatie-instrument maar ook als een ontwerpend instrument waarbij in de ontwerpfase van strategisch ruimtelijk- en transportbeleid een verkenning van effecten op hoofdlijnen mogelijk wordt. Als een dergelijk gebruik wenselijk is, heeft dat gevolgen voor het ontwerp van Tigris XL, bijvoorbeeld omdat de rekentijd verkort moet worden. De commissie realiseert zich dat de consequenties hiervan groot kunnen zijn, ook financieel. Daarom beveelt de commissie aan pas een besluit hierover te nemen als de gebruikerswensen helder zijn.

Speciale aandacht verdienen mogelijke nieuwe categorieën van gebruikers. We denken daarbij aan regio's, actoren van belang voor de duurzaamheids- en energietransitie, het bredere publiek, bestuurders en maatschappelijke organisaties (belangengroeperingen, onderzoekers, consultants ...). We realiseren ons dat het uitbreiden van gebruikersgroepen ingrijpende implicaties zou kunnen hebben. Het verdient daarom aanbeveling eerst goed vast te stellen of en in welke mate nieuwe gebruikersgroepen aanvullende

wensen voor modelontwikkeling hebben, en in welke mate die naar verwachting gebruikt zullen worden, voordat er veel investeringen in Tigris XL worden gedaan.

Gebruikers dienen zo mogelijk bij alle fasen van het modelleringsproces betrokken te worden, voor zover dat van belang is voor de vraag waarvoor het model wel of niet geschikt is (wat kan je wel/niet met het model). Onderzoek naar bijvoorbeeld Planning Support Systems (PSS) en scenariostudies (zie bijvoorbeeld de proefschriften van Marco te Brömmelstroet (Te Brömmelstroet, 2010) en Peter Pelzer (Pelzer, 2015)) toont aan dat door modelgebruikers en andere betrokkenen vaak meer tijdens het proces geleerd wordt, dan door louter geconfronteerd te worden met de uitkomsten. Dit geldt met name in het geval van complexe vraagstukken, waar begrip van afhankelijkheden tussen beleidsinterventies en autonome ontwikkelingen en tussen beleidsinterventies onderling vaak belangrijker is dan zicht op (nagenoeg niet bestaande) simpele 'input output' relaties tussen beleid en effecten. Dit pleit voor het betrekken van gebruikers bij modelontwikkeling, aan het begin van het modelleringsproces, bij vraagarticulatie, aan het einde, bij interpretatie van de uitkomsten, tijdens het proces, en bij belangrijke keuzemomenten over de focus en vorm van volgende stappen.

3.3 Maak meer what-if simulaties mogelijk

De komende decennia spelen er vermoedelijk vele maatschappelijke trends, van belang voor Tigris XL waarvan nog onduidelijk is in welke mate die zich voordoen, en wanneer. Daarmee is modellering ervan op de conventionele manier (op basis van data gedragsparameters vaststellen die naar verwachting ook voor de toekomst zullen gelden) niet mogelijk. Te denken valt onder meer aan:

- de opkomst van de zelfrijdende auto (in diverse vormen);
- de trend dat jongeren minder autogericht zijn dan dezelfde generaties in het verleden ('peak car');
- de mogelijke opkomst van Mobility as a Service (MaaS);
- de trend naar een deeleconomie (deelauto's);
- de opkomst van ICT die het mogelijk maakt activiteitenpatronen te veranderen omdat die niet meer plaatsgebonden hoeven te zijn (zoals e-shoppen, e-learning, thuiswerken).

Om toch de mogelijke consequenties van dergelijke trends met Tigris XL te kunnen verkennen, is het wenselijk veronderstellingen daarover te kunnen doorrekenen met Tigris XL. We denken met name aan het kunnen veranderen van gedragsparameters, uitgaande van de segmenteringen die ontstaan na de diverse aanpassingen van Tigris XL.

De commissie beveelt daarbij uitdrukkelijk aan expliciet aan te geven in presentaties en rapportages wanneer dergelijke veronderstellingen zijn gedaan, en hoe die zijn verwerkt.

3.4 Neem indicatoren van belang voor rechtvaardigheid op

Het begrip 'rechtvaardigheid' is sterk in opkomst in wetenschap en beleid. Volgens de beleidsanalytische literatuur moet 'goed beleid' voldoen aan drie criteria: effectiviteit, efficiëntie, en rechtvaardigheid (zie bijvoorbeeld Young and Tilley, 2006). Het laatste criterium krijgt pas sinds een jaar of acht volop belangstelling in de wereld van verkeer en vervoer. Wat rechtvaardig is, is niet eenduidig vast te stellen, en deels een persoonlijke of politieke keuze. Tigris XL hoeft daar geen uitspraken over te doen. Wel kan

het model output genereren die van belang is voor discussies over rechtvaardigheid. De commissie denkt in het kader van Tigris XL tenminste aan het expliciet rapporteren van verdelingseffecten. We bedoelen in dit kader met verdelingseffecten de scores van outputvariabelen over subcategorieën van geheel Nederland. Die scores kunnen afhangen van ruimtelijke verdelingen van gegeven randtotalen voor geheel Nederland, maar ook beïnvloed worden door generatieve effecten (zie hieronder). Het kan bijvoorbeeld gaan om de mate van (on)gelijkheid van de verdeling van bereikbaarheid(sindicatoren) in het algemeen, over regio's of zones, en over inkomensgroepen. Ook de verdeling van bereikbaarheid over mensen die wel of niet beschikken over auto's is van belang. De verdeling van de bevolking over woonlocaties speelt bij die verdelingseffecten een grote rol. Voor de wijze van presenteren van verdelingseffecten, en met name het uitdrukken van de mate van (on)gelijkheid in één indicator, kan gebruik worden gemaakt van bestaande indicatoren, zoals indicatoren gebaseerd op de Gini-index (zie bijvoorbeeld Lucas et al. (2016), de Palma ratio (zie bijvoorbeeld Banister, 2018), entropie-maatstaven (Frenken et al. 2007) zoals de Theil-index (maar die laatste is moeilijker te interpreteren).

Bij de analyse van rechtvaardigheid is het van belang vast te stellen welke disaggregatie naar bevolkingsgroepen (of andere actoren, zoals bedrijfstypen) gewenst zijn. Inzicht in verdelingseffecten kan ook helpen bij het inschatten van weerstand tot verandering, bijvoorbeeld door eerdere keuzes van mensen ten aanzien van leefstijl (tot uitdrukking komend in woonlocatiekeuze en mobiliteitsgedrag). Ook kunnen disaggregaties helpen bij het zoeken naar compromissen of win-winsituaties, door bijvoorbeeld te laten zien welke beleidsopties niet alleen gunstig zijn voor Nederland in het geheel, maar ook voor een meer gelijkmatige verdeling van effecten over bevolkingsgroepen of regio's.

3.5 Voer een ex post analyse uit

De commissie beveelt aan een ex post analyse uit te voeren met Tigris XL. Dan kan worden vastgesteld (1) hoe goed Tigris XL de werkelijk opgetreden effecten modelleert, en (2) wat de toegevoegde waarde is van het expliciet modelleren van de interactie tussen grondgebruik en transport. We denken daarbij aan een strategische infrastructurele ingreep (bijvoorbeeld: Randstadrail, belangrijke snelweg). De werkelijke ontwikkelingen (bijvoorbeeld: demografie, brandstofprijzen, koopkracht) worden daarbij ingevoerd. De gevoeligheid van Tigris XL voor de volgorde van modules kan hierbij ook worden geëvalueerd.

We zien een gunstige uitslag van een ex-post analyse als een randvoorwaarde voor het investeren van veel geld in doorontwikkeling van Tigris XL. Met een 'gunstige uitslag' bedoelen we dat vooral de toegevoegde waarde van het expliciet modelleren van de interactie tussen grondgebruik en transport op plausible wijze plaatsvindt. Met andere woorden: de interactie tussen grondgebruik en transport, zoals die werkelijk is opgetreden, komt ruwweg overeen met die welke het model heeft geprognoseerd.

3.6 Geef duurzaamheid een belangrijke plaats

Naast rechtvaardigheid verdient ook duurzaamheid een belangrijke plaats. Dit geldt voor de evaluatie (outputindicatoren), en mogelijk ook het modelleren van maatschappelijke processen rond duurzaamheid zelf. Bij dat laatste kan het bijvoorbeeld gaan om de energietransitie, met daarbij behorende ruimteclaims en sectorale en beroepsmatige verschuivingen. Het thema duurzaamheid is een zeer breed begrip, en kent een milieu, sociaal-maatschappelijke en economische dimensie. Welke indicatoren precies

geselecteerd zouden moeten worden, heeft de commissie niet gespecificeerd. Overleg met gebruikers kan daar een belangrijk rol spelen.

3.7 Geef effecten door de tijd een plaats

Niet alleen het eindbeeld in één of meerdere zichtjaren is van belang, ook het verloop over de tijd. Dit geldt zowel voor de ruimtelijk structurende werking van infrastructuur, als voor outputindicatoren. Dit zou onder meer kunnen helpen om het handelingsperspectief van beleidsdismakers een tijdsdimensie te geven (wanneer moet en kan ingegrepen worden). Verder kan dit helpen bij het omgaan met onzekerheid: wanneer treden welke onzekerheden op, en hoe groot zijn ze?

Een simpele variant is het visualiseren en rapporteren van tussenliggende jaren, een verder gaande variant is het visualiseren in de vorm van bewegende beelden over de tijd. De commissie beveelt wel aan om eerst met de gebruikers te overleggen of ze hieraan behoefte hebben. Dit om te voorkomen dat er geld wordt geïnvesteerd in iets dat niet of nauwelijks gebruikt gaat worden. Dit kan zonder extra investeringskosten in het model, en wellicht tenminste deels op basis van al beschikbare data.

3.8 Verken de mogelijkheid om stedelijke bereikbaarheid te modelleren

Stedelijke bereikbaarheid wordt steeds belangrijker. De nadruk op bereikbaarheid heeft in Nederland lang gelegen op enkel autobereikbaarheid, via het hoofdwegensysteem. Stedelijke bereikbaarheid (bereikbaarheid van bestemmingen binnen de stad / het stedelijk gebied waar mensen wonen), en bereikbaarheid met andere vervoerwijzen kregen pas recenter meer aandacht. Het belang van beide gaat in de toekomst vermoedelijk toenemen, mede vanwege de uitdagingen op het gebied van verdere verstedelijking binnen de bestaande contouren van steden, zoals aangekondigd in de NOVI. Een lastig punt is dat Tigris XL de interactie tussen het transportsysteem en grondgebruik alleen op een wat hoger ruimtelijk schaalniveau (gemeenten) met een hogere mate van betrouwbaarheid kan modelleren. De commissie beveelt daarom aan te verkennen tot op welk ruimtelijk detailniveau Tigris XL stedelijke bereikbaarheid plausibel kan modelleren. Afstemming met toepassingen van Tigris XL versus de ruimtescanner ligt hierbij voor de hand. Afhankelijk van het resultaat zou Tigris XL stedelijke bereikbaarheidsindicatoren kunnen modelleren.

3.9 Verken of toekomstmuziek zit in aanpassing van het model op goederenvervoer/logistiek

Het is denkbaar in een nieuwe versie van Tigris XL ook goederenvervoer en logistiek op te nemen, met name de interactie tussen infrastructurele en ruimtelijke ontwikkelingen. De wetenschappelijke inzichten hieromtrent lopen overigens achter bij die op het gebied van personenvervoer. Daarom beveelt de commissie 'slechts' aan een verkenning uit te voeren naar de vraag of aanpassingen van Tigris XL mogelijk zijn, waarbij goederenvervoer en logistiek worden meegenomen. Afhankelijk van de resultaten zou een volgende verkenning zich moeten richten op de vraag of het wenselijk is goederenvervoer volwaardig op te nemen in Tigris XL.

We realiseren ons dat het makkelijker is een groot aantal aanbevelingen te formuleren, dan om hieruit een goede keuze voor doorontwikkeling van Tigris XL te maken. Om die keuze te faciliteren, hebben de commissieleden bovenstaande aanbevelingen op hoofdlijnen individueel geprioriteerd in de categorieën hoog, middelhoog en laag (1, 2, 3). Alle commissieleden hebben de opties in de tabel gescoord. Onderstaande tabel geeft het geaggregeerde resultaat, waarbij de aanbevelingen zijn gesorteerd van hoge naar lage prioriteit. Omdat enkele opties gelijke scores hebben, zijn die scores erbij vermeld. Een lage score betekent een hoge prioriteit. In het bovenstaande overzicht hebben we de aanbevelingen reeds gesorteerd op basis van deze tabel. De tabel heeft uitsluitend betrekking op de aanbevelingen op hoofdlijnen. De aanbevelingen over de afzonderlijke onderwerpen (hoofdstuk 4) zijn niet op dezelfde wijze gescoord. De prioritering geldt dus alleen binnen de aanbevelingen op hoofdlijnen. De tabel spreekt voor zich. Zo heeft het ontwikkelen van het model in overleg met gebruikers een veel hogere prioriteit dan het opnemen van logistiek/goederenvervoer.

Aanbevelingen	rangorde	score
Overleg met gebruikers	1	7
Maak "what-if"-simulaties mogelijk	2	8
Neem indicatoren van belang voor rechtvaardigheid op	3	9
Voer een ex post analyse uit	3	9
Geef duurzaamheid een belangrijke plaats	5	12
Geef effecten door de tijd een plaats	6	15
Verken de mogelijkheid om stedelijke bereikbaarheid te modelleren	7	16
Toetsend versus ontwerpmodel	7	16
Verken de optie 'inclusie goederenvervoer/logistiek'	9	17

De opties uit de tabel komen niet exact overeen met de onderwerpen zoals hiervoor in dit hoofdstuk opgenomen. Op basis van de stukken die de commissie heeft opgesteld, hebben we namelijk besloten het onderdeel 'toetsend versus ontwerpmodel' te integreren met de tekst over het ontwikkelen van het model in samenspraak met de gebruikers. Dit omdat de keuze al dan niet het model geschikt te maken voor ontwerpende doeleinden, vooral zal afhangen van gebruikerswensen.

Nadat de commissieleden de opties hebben gescoord, hebben de opdrachtgevers nog twee onderwerpen aangedragen, die hebben geleid tot onderstaande aanbevelingen. Deze zijn dus niet van een score voorzien door de commissieleden.

3.10 Modelleer expliciet activiteiten versus grondgebruik

Uit een recent paper van Lopes et al. (2019) blijkt dat LUTI modellen vaak niet goed expliciet grondgebruik onderscheiden van activiteiten. Dit geldt ook voor Tigris XL. Processen die leiden tot ander grondgebruik (bijvoorbeeld: van agrarische bestemming naar woon- of werklocaties) zijn niet hetzelfde als de keuze voor activiteitenlocaties (bijvoorbeeld: welke huishoudens kiezen voor welke woningen, welke bedrijven kiezen voor welke kantoorlocatie?). Het verdient aanbeveling deze processen te onderscheiden en apart te modelleren, en in ieder geval de implicaties van dit onderscheid, of het gebrek eraan, voor de interpretatie van de uitkomsten helder te maken bij gebruikers van het model. Nu gebeurt dit wel voor

woningen en woonlocatiekeuze, maar niet voor bedrijven en bedrijfslocatiekeuzes, en uiteraard ook niet voor andere typen bestemmingen (zie hieronder).

3.11 Verken of generatieve effecten expliciet gemodelleerd kunnen worden

Tot op heden modelleert Tigris XL zogenoemde ruimtelijk distributieve effecten. Door de interactie tussen grondgebruik en transport wordt de verdeling van bijvoorbeeld woningen en bedrijventerreinen beïnvloed, maar het totale aantal woningen, huishoudens en banen, en ook het BNP, voor geheel Nederland is daarbij gegeven. In werkelijkheid kunnen ruimtelijke en infrastructurele ontwikkelingen ook invloed hebben op het totale aantal inwoners en huishoudens, banen en BNP van Nederland. Dit noemen we generatieve effecten. De commissie beveelt aan te verkennen of generatieve effecten expliciet gemodelleerd kunnen worden. Vermoedelijk volstaat een grove inschatting: misschien is het mogelijk op basis van indicatoren voor bereikbaarheid en kwaliteit van de leefomgeving, met behulp van elasticiteiten, generatieve effecten in te schatten. De werkwijze conform de UK is hierbij misschien een optie, maar er zijn ook andere opties denkbaar. De commissie heeft zich niet gebogen over de voor- en nadelen van de diverse wijzen om een en ander te concretiseren.

4. Aanbevelingen over de afzonderlijke onderwerpen

Hieronder staan de aanbevelingen over afzonderlijke modules of delen van Tigris XL. We beginnen met de beleidsvragen en het perspectief van de maatschappij, gebruikers, het proces, en de toepassingen (paragraaf 4.1), gevolgd door de modelstructuur (4.2), demografie en woningmarkt (4.2), en tenslotte de arbeidsmarkt en woon-werkverkeer (4.4). De duidingen voor prioriteit zijn indicatief, en ingeschat door het commissielid dat in de lead was voor het betreffende onderwerp. Als die dat niet gedaan heeft, heeft de voorzitter een inschatting gemaakt, mede gebaseerd op de discussies tijdens de visitatiedagen.

4.1 Beleidsvragen, maatschappij, gebruikers- en proceskant, toepassingen

4.1.1 Koppel het huidige gebruik van Tigris XL aan de fases in het beleidsproces. Verken vervolgens of inzetten in andere fasen wenselijk en haalbaar is.

Beleid is niet alleen een vraagstuk maar ook een proces. Het beleidsproces kent verschillende fasen, van probleemdefinitie, naar het genereren van alternatieve oplossingsrichtingen, het evalueren daarvan, en de keuze tot interventie. Steeds meer kenmerkt dit proces als een iteratief, continu proces, zonder een vast begin en einde, en als een proces waaraan verschillende type partijen meedoen, voor langere of kortere perioden. Iedere fase stelt andere eisen aan beleidsondersteuning. Tigris XL lijkt nu vooral in de evaluatie van beleidsalternatieven in vroege beleidsiteraties ingezet te worden, maar er ligt in alle waarschijnlijkheid potentie om meer ingezet te worden ook in andere fasen, bijvoorbeeld in de generatie van alternatieve oplossingsrichtingen, of ruwe schifting van eerste mogelijke oplossingsrichtingen. De gebruikseisen kunnen per fase verschillen. In eerdere verkennende fasen is een lichtere en snellere versie vermoedelijk handig – zie volgende aanbeveling.

Prioriteit: 2

4.1.2 Bedenk een alternatief voor de LMS module zodat gebruikers snel resultaten hebben en het model makkelijk semi-interactief kan communiceren met gebruikers

Om goed te kunnen communiceren met de gebruikers van het model (zie hieronder - beleidsmakers, publiek, ontwerpers), is een semi-interactieve vorm van contact aan te bevelen. De LMS-module is daarvoor niet goed geschikt vanwege de lange rekentijd van het LMS. Onderzoek daarom of een benadering gevonden kan worden voor een 'light' versie van het model die gebruikt kan worden in dergelijke sessies. Te denken valt aan het gebruik maken van reeds uitgevoerde runs en interpolatie van resultaten, of het vereenvoudigen van het detailniveau van ruimtelijke data of modellen. Liefst worden daarbij veranderingen in reistijden wel meegenomen, maar is de berekening ervan sneller. Daarnaast is de runtijd van Tigris XL zonder LMS circa 8 uur, wat ook te lang is voor semi-interactieve wijzen van gebruik van het model. Daarom verdient het aanbeveling te onderzoeken of ook in de kernmodules van Tigris XL versnellingen mogelijk zijn, zonder al te veel kwaliteitsverlies.

Prioriteit: 1 of 3.

Deze uitbreiding is alleen nodig indien de communicatie met eindgebruikers hoog op de prioriteitenlijst komt te staan. Indien dat het geval is: prioriteit 1. Zo niet: prioriteit 3.

4.1.3 Verken nieuwe toepassingsdoeleinden

We denken hierbij aan belangrijke en deels opkomende nieuwe grote maatschappelijke thema's zoals klimaatverandering en -adaptatie, milieu, gezondheid, energietransitie, vergrijzing, het nieuwe werken, en 'well-being'.

Een deel van deze thema's hangt nauw samen met hoe ingespeeld kan worden op allerlei transitie/transformaties, op diverse ruimtelijke schaalniveaus en rond verschillende maatschappelijke thema's. Denk bij die thema's aan de UN Sustainable Development Goals.

Prioriteit: 1. Strikt genomen zou de prioriteit af moeten hangen van de wensen van huidige en eventuele nieuwe gebruikers, maar de commissie verwacht deze thema's sowieso sterk in opkomst zijn, en het zou de commissie zeer verbazen als gebruikers dat anders zouden zien.

4.1.4 Geef meer aandacht aan de factor tijd bij toepassingen van Tigris XL

Tigris XL kan ingezet worden voor het beantwoorden van een hele reeks beleidsvragen op diverse schaalniveaus (landelijk, regionaal, stedelijk). Om voor potentiële toepassingen van Tigris XL duidelijk te maken wat wel en niet kan, is het van belang aan te geven hoe lang run- en doorlooptijden van modelexercities zijn. Hoe snel kunnen beleidsvragen vertaald worden naar input van Tigris XL? Hoeveel werk is het om resultaten te verkrijgen, en wat is de gemiddelde doorlooptijd? Wellicht kunnen voorbeelden behulpzaam zijn, en welke mate van concreetheid nodig is om het model te kunnen inzetten. Geef ook de mate van ruimtelijke detaillering van invoer aan, evenals het ruimtelijke detailniveau waarop resultaten nog verantwoord geïnterpreteerd kunnen worden.

Specifiek punt voor de toepassingsmogelijkheden is dat het aanbeveling verdient expliciet te communiceren of Tigris XL gebruikt kan worden voor optimaliseringen. Dit speelt met name wanneer gebruikers daaraan behoefte zouden hebben.

Prioriteit: 2.

4.2 Modelstructuur, scope van Tigris XL

4.2.1 Verduidelijk (nog meer) de interne modelstructuur

Dit is primair een communicatie-aanbeveling. Het is van groot belang dat de modelstructuur geheel helder is. Hoe ziet de algehele modelstructuur eruit? Welke relaties bestaan er tussen de modules? Welke output van de ene module is input voor een andere module, en hoe zijn de relaties tussen modules gemodelleerd? Waar gaat het om causale relaties, waar om statistische samenhang? Is rekening gehouden met zelf-selectie-effecten? Welke afbakeningen zijn gehanteerd? Door een en ander beter te communiceren in de systeemdocumentatie neemt het 'black box' karakter van Tigris XL af, en kunnen resultaten beter uitgelegd worden.

Een gevolg van het implementeren van deze aanbeveling is dat ook snel duidelijk(er) kan worden welke modules vervangen kunnen worden als er een beter alternatief is, en welke eisen vervanging stelt aan de

input en output van en naar andere modules. Daarbij moet ook rekening gehouden worden met het ruimtelijke schaalniveau (kunnen gemeentelijke processen worden doorgetrokken naar regionale en/of nationale processen, en omgekeerd).

Als Tigris XL wordt gebruikt als onderdeel van een verdere complexere modellering, bijvoorbeeld ruimtelijke en milieu- (omgevings-) modellering, kan door deze communicatie-aanbeveling de samenhang tussen Tigris XL en andere modellen ook beter verduidelijkt en gecommuniceerd worden.

Prioriteit: 1.

4.2.2 Stel padafhankelijkheden (en mogelijke lock-in's) ten aanzien van de modelontwikkeling vast

Voor modelontwikkeling, en dus voor Tigris XL, is het onvermijdelijk dat er keuzes gemaakt worden, die implicaties hebben voor de toekomst. De keuze voor de modelstructuur heeft bijvoorbeeld gevolgen voor de koppelingen tussen modules. Dergelijke keuzes brengen padafhankelijkheden (en lock-in's) met zich mee, en dus beperkingen voor toekomstige aanpassingen, en daarmee ook voor de mogelijkheden om andere type modellen in te verdere toekomst te gebruiken. Dit is onvermijdelijk. De aanbeveling is niettemin om dergelijke padafhankelijkheden in kaart te brengen, zodat duidelijk is welke implicaties keuzes hebben voor de verdere doorontwikkeling van Tigris XL. We denken aan micro-simulaties, agent-based modelling, System Dynamics, Cellulaire Automata, en Digital Twins.

Prioriteit: 2.

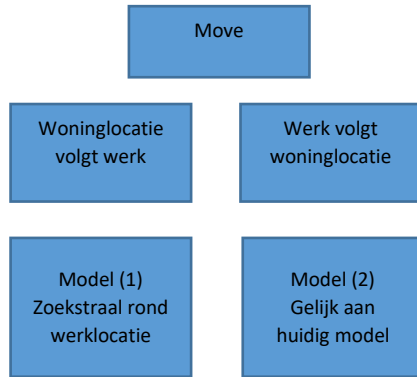
4.2.3 Verbeter de gedragsmodellen onderliggend aan de woningmarktmodule door de volgordelijkheid in de werklocatie/woninglocatiekeuze expliciet te modelleren

Deze aanbeveling vergt een introductie. Een langlopende discussie in de literatuur naar woon- en werklocatiekeuze is de vraag: welke keuze maken huishoudens eerst, de woonlocatiekeuze, of de werklocatiekeuze? De meest gangbare opvatting is dat dit verschilt per huishouden: voor sommige is de woonlocatie dominant, voor andere de werklocatie. In het LMS, wat onderdeel is van Tigris XL, is de woonlocatie dominant. Vanuit de woonlocatie modelleert het LMS de werklocatiekeuze. Tigris XL modelleert op microniveau geen link tussen huishoudens en werklocaties. Wel geldt voor zowel nieuwe woon- als werkgebieden, dat de kans dat een gebied transformeert naar een woon- of werkgebied afhangt van respectievelijk banen en woningen die vanuit die locatie goed bereikbaar zijn. Idealiter zou het LMS niet a priori voor iedereen uitgaan van woonlocatiedominantie. Maar de commissie realiseert zich dat het LMS voor Tigris XL een gegeven is. Voor Tigris XL is het denkbaar dat er ook een koppeling op microniveau komt tussen woonlocatie en werklocatie. Zo zullen sommige mensen verhuizen om dichterbij het werk te gaan wonen, en anderen om redenen van levenscyclusfactoren, waarbij de werklocatie geen grote rol speelt. Mocht die koppeling in een toekomstige versie worden gemaakt, dan beveelt de commissie aan de volgordelijkheid van woon- versus werklocaties expliciet te modelleren.

De richting en grootte van vertekeningen die ontstaan door 'onjuiste modellering' zijn lastig a priori in te schatten. Het is bijvoorbeeld niet precies bekend hoe groot de groep is waarvoor geldt dat de woninglocatie de werklocatie volgt.

Een mogelijkheid om deze discrepantie te verhelpen is door expliciet de volgorde van de werk/woninglocatie keuze te modelleren. Zie Figuur 1.

Figuur 1: Twee opties voor dominantie woon- versus werklocatiekeuze



Figuur 1 geeft aan dat voor sommige huishoudens de werklocatiekeuze dominant is (model 1), en voor andere de woonlocatie (model 2). In model 1 moet de woonlocatie conditioneel vanuit de werklocatie worden gemodelleerd, in model 2 de werklocatie vanuit de woonlocatie (dit is gelijk aan het huidige model). Een derde optie is het simultaan modelleren van de woon- en werklocaties. Dit is een oplossing om geen hiërarchie of volgorde van de keuzes te hoeven veronderstellen. Het betekent niet dat het model veronderstelt dat mensen die keuzes ook werkelijk gelijktijdig maken.

Het is een grote ingreep om in Tigris XL op microniveau een link te leggen tussen woon- en werklocaties. Bovendien is het vermoedelijk lastig om geschikte data te vinden voor het schatten van het voorgestelde 'werk-volgt-woninglocatie-woninglocatie-volgt-werk' model. Indien geen geschikte data gevonden wordt, dan kan een steekproef uitkomst bieden. De CBS micro gegevens kunnen hier informatie over geven.

Prioriteit: 2. Op zich is het leggen van links tussen woon- en werklocatie in Tigris XL belangrijk, en dus ook inzicht in de vraag voor welke huishoudens welke volgorde van de keuzes bestaat. Aan de andere kant is dit een ingrijpende verandering van het model, en het is niet op voorhand duidelijk of de uitkomsten ten aanzien van de interactie tussen grondgebruik en transport er substantieel door worden beïnvloed.

4.2.4 Vergroot het aantal ruimtegebonden activiteiten

Naast wonen, werken, zijn er nog tal van andere activiteiten (winkelen, recreëren, volgen van opleidingen, verzorging gerelateerde activiteiten, ...). We bevelen aan de focus van Tigris XL te verruimen en de huidige dominantie van wonen en werken te vervangen door een waarbij ook locaties en locatiekeuzes van voorzieningen worden meegenomen. Denk daarbij ook aan (belangrijke) voorzieningen op vlak van toerisme, kennis, zorg, sport, en cultuur (musea, optredens, ...). Idealiter zou grondgebruik van dergelijke voorzieningen afhangen van het transportsysteem, en zou de bereikbaarheid van dergelijke voorzieningen invloed hebben op de ontwikkeling van nieuwe woongebieden, en op woonlocatiekeuze, en mogelijk zelfs op de ontwikkeling van nieuwe bedrijventerreinen en locatiekeuzes van bedrijven. De commissie heeft niet nader onderzocht welke voorzieningen daarbij het meest van belang zijn, en welk (des)aggregatieniveau het best gekozen kan worden. Dit punt is gerelateerd aan punt 5 in paragraaf 4.3.

Prioriteit: 2.

4.3 Demografie en woningmarkt

4.3.1 Doe onderzoek naar de invloed van de toenemende diversiteit door demografie: vergrijzing, migratie

Traditioneel zijn LUTI modellen gebaseerd op de ruimtelijke afstemming van wonen en werken. In de toekomst is een derde van de huishoudens (pensionado's) niet meer ingeschakeld in het arbeidsproces, maar wonen ze nog wel ergens, en maken ze ook gebruik van transportinfrastructuur. Hun voorkeuren zijn wellicht anders. De ontwikkeling van een toenemend aantal niet meer werkenden komt overal voor, maar relatief meer op het platteland, en in krimpgebieden. In de grotere steden speelt een ander diversiteitsprobleem: een steeds groter deel van de stedelijke bewoners heeft een migratieachtergrond. Dat roept de vraag op: is het locatie- en transportkeuzegedrag van deze bevolkingsgroepen vooral een functie van sociaaleconomische status of spelen er ook andere zaken? Daar is reeds onderzoek naar uitgevoerd in Nederland (onder andere Jorritsma en Harms, 2006), maar een actualisatie is wellicht gewenst.

Indien uit dit onderzoek blijkt dat deze groeiende groepen niet in het standaard frame van Tigris XL passen, dan is de voor de hand liggende consequentie dat daar aparte categorieën voor moeten komen. Demografisch gezien is het nodig om de omvang van deze groepen adequaat te modelleren. Voor pensionado's is dit relatief gemakkelijk, maar voor mensen met een migratieachtergrond is dat moeilijker, want de betreffende variabelen zitten niet in het model Pearl (waarmee regionale bevolkings- en huishoudensprognoses gemaakt kunnen worden). Bovendien is de heterogeniteit van mensen met een migratieachtergrond mogelijk groot.

Prioriteit: 1.

4.3.2 Doe ex-post analyses om het model te kalibreren / valideren op krimpgebieden. Analyseer de simulatieresultaten voor krimpgebieden en pas het model daarop aan

Dit is een aanvulling op de meer generieke aanbeveling om ex-post analyses toe doen, zoals hierboven aangegeven.

Steeds meer regio's, vooral buiten de Randstad, krijgen te maken met een stagnerende of krimpende bevolking. Het is niet duidelijk of het model geschikt is voor het modelleren van krimp. Algemeen gesteld geldt dat bij groei de effecten niet gelijk hoeven te zijn aan de effecten bij een afname. Daarvoor zijn allerlei redenen. Denk bijvoorbeeld aan het feit dat infrastructuuruitbreidingen (zoals stations, op- en afritten) verstedelijking uitlokken. Maar als bijvoorbeeld een station sluit, zal de verstedelijking (woningen, kantoren, ...) in de nabijheid daarvan niet meteen gesloopt worden. Meer specifiek: de ontwikkeling van huizenprijzen in een krimpende markt is niet het spiegelbeeld van die in een groeiende woningbehoefte. Dit geldt ook voor de ontwikkeling van grondprijzen. Een aantal regio's kampt al langere tijd met dit verschijnsel. Een ex-post validatie van het model (bijvoorbeeld: Oost-Groningen of Parkstad) zou inzicht kunnen geven in de nodige aanpassingen.

Indien het model niet goed functioneert op krimpgebieden (wat zeer waarschijnlijk is), is een oplossing nog niet zo eenvoudig. Eichholz en Lindenthal (2009) hebben onderzoek gedaan naar prijsvorming in krimpgebieden, wat niet volgens de economische woningmarktliteratuur verloopt.

Prioriteit: 1.

4.3.3 Ontwikkel een afzonderlijke studentenmodule

Studenten gedragen zich niet conform de standaard gedragsveronderstellingen, en komen de fit van het model niet ten goede, natuurlijk met name in de studentensteden. Het gaat hier vooral om de relatie tussen woningbouw en bevolkingsgroei. Als die niet goed gemodelleerd wordt, dan is de uitstroom uit de studentensteden op termijn ook niet goed gemodelleerd, etc. Dit probleem is ook in Pearl onderkend, en het model is met een aparte module uitgebreid voor deze bevolkingsgroep. Tigris XL moet vrij simpel deze module kunnen overnemen. Vermoedelijk is dit 'laaghangend fruit'.

Prioriteit: 1.

4.3.4 Gebruik de vele mogelijkheden van de CBS microdata

Micro-data kunnen op verschillende manieren het model ten goede komen. Dit geldt tenminste voor het modelleren van demografische processen, en processen op de woningmarkt, maar mogelijk ook voor andere modellen. Tigris XL is ontwikkeld in een tijd dat er veel minder datasets beschikbaar waren. Het longitudinale en integrale karakter van de microdata van het CBS zouden op een aantal terreinen het model ten goede kunnen komen. Te denken valt aan:

- schatting gedragsparameters;
- bepaling startbevolking (relevante kenmerken van de bevolking in het basisjaar, zoals aantal personen, huishoudens, werklocatie, woning, etc.);
- ex-post analyses.

Met het CBS zijn zeker afspraken te maken om gebruik te maken van de gegevens, op een manier die voor Tigris XL handig is.

Prioriteit: 2.

4.3.5 Onderzoek welke voorzieningen belangrijk zijn in de aantrekkelijkheid van regio's voor bewoners

In sectie 4.2 is reeds aanbevolen het aantal ruimtegebonden activiteiten te vergroten. Deze aanbeveling heeft ook invloed op het modelleren van woningmarktprocessen. De aantrekkelijkheid van woonlocaties speelt een steeds belangrijker rol bij locatiekeuze van huishoudens, en in sommige gevallen zelfs ook van bedrijven. Dit geldt des te sterker in een tijd waar een groeiend deel van de bevolking niet actief is (zie hierboven) en dus niet op werklocaties zijn gericht. Voorzieningen (zorg, detailhandel, vrijetijdsvoorzieningen, ...) spelen hierin potentieel een belangrijke rol. Tegelijkertijd staan voorzieningen, vooral op het platteland, steeds meer onder druk. Wat heeft dit voor effect op de aantrekkelijkheid van

woonregio's, en dus voor het grondgebruik? Dit kan verschillend uitpakken voor verschillende bevolkingsgroepen.

Indien uit het onderzoek blijkt dat dit belangrijk is, verdient het aanbeveling nutsfuncties voor woonlocatiekeuzes uit te breiden met gedetailleerde informatievoorzieningen per regio. Belangrijkste obstakel is wellicht om de gegevens op ruimtelijk gedetailleerd niveau beschikbaar te krijgen.

Prioriteit: 2.

4.3.6 Onderzoek of het model de indirecte effecten, als gevolg van de integratie van de verschillende grondgebruikscategorieën, adequaat modelleert

De meerwaarde van Tigris XL ligt in het geïntegreerde karakter van het model. Het lijkt er echter op dat het model toch vooral de directe effecten van beleidsmaatregelen goed voorspelt, maar dat er nauwelijks indirecte effecten (via de interacties met de andere componenten) optreden. Dat roept de vraag op: is dat zo omdat indirecte effecten inderdaad geen rol spelen, of omdat het model ze niet goed modelleert? Ook hier is een ex-post analyse van een specifieke beleidsingreep (b.v. nieuwe transportinfrastructuur) nodig. Dit punt hangt ook samen met het hiervoor genoemde punt van de generatieve effecten van het model, en van het adequaat modelleren van agglomeratie-effecten - zie hieronder.

Prioriteit: 2.

Eigenlijk is dit heel belangrijk, want het gaat om het wezenlijke van dit geïntegreerde model. Maar het betreft complexe processen. Dit geldt vooral voor processen die samenhangen met agglomeratie-effecten (zie hieronder) die (los van Tigris XL) nog niet goed gemodelleerd zijn. Omdat die nog niet goed gemodelleerd zijn, kan Tigris XL die niet zomaar opnemen. Niettemin kan de ex-post analyse wel interessante bevindingen naar voren brengen die mogelijk tot verbeteringen van de modelstructuur kunnen leiden. Daarom: Prioriteit 2.

4.4 Arbeidsmarkt, woon-werkverkeer

4.4.1 Stem in de woon-werk module macro-regio's beter af op de schaalniveaus van agglomeratie effecten

Agglomeratie-effecten zijn in Tigris XL moeilijk terug te vinden. Het model rekent met gemeenten, en analyseert voor de zoekruimte voor wonen en werken op het niveau van de macro-regio's Noordvleugel Randstad, Zuidvleugel Randstad, en de rest van Nederland. Om beter aan te sluiten bij beleidsvragen en de empirie van agglomeratievoordelen (zie studies CPB, PBL, EUR, UU) bevelen we aan om macro-regio's te definiëren op twee niveaus van: ten eerste Randstad (NH, ZH, Utrecht), Intermediaire Zone (Flevoland, Gelderland, Noord-Brabant, met veel economische kracht en zoekruimte) en Nationale Periferie, en ten tweede op het niveau van stadsgewesten (centrale kernen met hun suburbane gemeenten). Kwesties als woningbouw, investeren in bereikbaarheid, gebruik van allerlei voorzieningen en faciliteiten (toerisme, kennis, zorg, sport, en cultuur) in stadsgewesten, en het lokale organiserende vermogen in overheden en kennisallianties worden dan onderzocht op het niveau waarop ze spelen. Een indeling in Randstad (R), Intermediaire Zone (IZ) en Nationale Periferie (NP) is wenselijk omdat woon-werk relaties, en daaraan

gekoppeld de huizenmarkt, demografie, grondmarkt en vervoersmarkt, verschillend samenhangen in de drie typen gebieden. Om dit in Tigris XL te integreren, kunnen dummies voor R, IZ en NP worden gekruist met belangrijke verklarende variabelen in het model (interactie effecten). Een andere optie is om relaties voor de drie type gebieden apart maar wel simultaan te schatten (regimes voor verklaarde variabelen). In beide gevallen houdt TXL dan rekening met de regionale heterogeniteit die aansluit bij agglomeratie-effecten. Dit kan op identieke wijze ook voor andere ruimtelijke typologieën gebruikt worden (zoals nu alleen de Noordvleugel en de Zuidvleugel van de Randstad onderscheiden worden in TXL).

Agglomeratie-effecten zijn vaak niet-lineair in relatie tot wonen en werken. Toenemende meeropbrengsten en schaalvoordelen bestaan in productie en consumptie. Tigris XL moet volgend zijn: als er vooruitgang wordt geboekt ten aanzien van de modellering van agglomeratie-effecten, moet Tigris XL die ook incorporeren. Door de introductie van de twee schaalniveaus wordt in ieder geval ruimtelijk de dynamiek goed gevat.

Prioriteit: 1.

4.4.2 Introduceer locatietype voorkeuren van bedrijven in de woon-werk module

Voorkeuren voor locatietypen van bedrijven (bedrijventerreinen, kennislocaties, kantoorlocaties, distributiecentra) zijn een belangrijke determinant bij bedrijfslocatie, en daarmee voor woon-werkverkeer, maar deze bedrijfsvoorkeuren zijn niet in Tigris gemodelleerd. De voorkeuren van huishoudens spelen wel een rol in Tigris XL (en daarmee in de modellering van woon-werkverkeer). In het verleden zijn voorkeuren voor locatietypen bepaald door middel van de Bedrijfslocatie Monitor (BLM). Maar die bestaat helaas niet meer, waardoor analyse van woon-werkverkeer niet evenwichtig in Tigris XL is opgenomen. Uiteraard is het niet aan Tigris XL om te zorgen voor een nieuw databestand met locatievoorkeuren, maar mogelijk kunnen betrokkenen (in het verleden onder andere CPB en PBL) wel het initiatief nemen om te verkennen of andere instanties dit zouden kunnen doen. En als dat gebeurt, kan Tigris XL daarvan gebruik maken. De commissie vindt het opnemen in het model LABOUR een voor de hand liggende optie.

Prioriteit: 2.

4.5 Data

4.5.1 Zoek betere data voor het schatten van woninglocatie-keuze (lagere aggregatie, beter aansluitend bij gedragsmodel)

Het woninglocatie-model wordt gepresenteerd als een keuzemodel. Echter, de verklarende variabelen staan ver af van de variabele die iemand meeneemt tijdens het maken van een woninglocatie-keuze. Meer specifiek, de ‘verhuizer’ wordt verondersteld zijn woninglocatiekeuze te baseren op – naast woningtype – behoorlijk geaggregeerde variabelen zoals populatiedichtheid, percentage oppervlakte water, en percentage oppervlakte faciliteiten’ op zoneniveau. Dat maakt dat het model momenteel beter geïnterpreteerd kan worden als regressie-model dan als keuzemodel. Dit is niet enkel een semantisch verschil. Omdat de gedragsbasis wegvalt, betekent het dat voorzichtiger moet worden omgegaan met dit

model bij gebruik voor scenario-studies. Gegeven dat Tigris XL wordt ingezet voor scenario-studies is dit een aandachtspunt.

Door woninglocatie-keuzemodellen op een lager aggregatieniveau te schatten (dus meer gebruik van micro-data), wordt beter aangesloten bij het keuzeproces, en wordt het model robuuster bij het maken van scenariostudies.

Prioriteit: 2.

5. Conclusies en samenhang aanbevelingen

We geven eerst een antwoord op de drie hoofdvragen zoals in hoofdstuk 1 opgenomen.

1. In hoeverre is het model state-of-the-art / state-of-practice – afgemeten naar huidige wetenschappelijke inzichten en aan de gangbare praktijk in (deugdelijke) toepassingen bij beleidsevaluaties?

Het model is op hoofdlijnen state-of-the-art / state-of-practice. De commissie kent geen LUTI modellen die substantieel 'voorlopen' op Tigris XL. Wel kan het model beter dan nu expliciet het modelleren van activiteiten en van grondgebruik afzonderlijk opnemen.

2. In hoeverre is het model fit-for-use – afgemeten aan recente toepassingen, modelkwaliteit en huidige en toekomstige beleids- en onderzoeksvraagstukken?

Het model zou zonder aanpassingen in toenemende mate niet meer geschikt zijn voor toekomstige beleids- en onderzoeksvragen. Aanpassingen zijn nodig om het model ook in te toekomst fit-for-use te laten zijn.

3. Welke aanbevelingen kan de commissie op grond hiervan doen aan RWS en PBL voor verdere ontwikkeling van het model en de toepassing daarvan in beleidsevaluaties?

De aanbevelingen van de commissie zijn de volgende:

Algemene aanbevelingen

1. Ontwikkel Tigris XL door
2. Overleg met gebruikers
3. Maak meer what-if simulaties mogelijk
4. Neem indicatoren van belang voor rechtvaardigheid op
5. Voer een ex post analyse uit
6. Geef duurzaamheid een belangrijke plaats
7. Geef effecten door de tijd een plaats
8. Verken de mogelijkheid om stedelijke bereikbaarheid te modelleren
9. Verken of toekomstmuziek zit in aanpassing model op goederenvervoer/logistiek
10. Modelleer expliciet activiteiten versus grondgebruik
11. Verken of generatieve effecten expliciet gemodelleerd kunnen worden

Beleidsvragen, maatschappij, gebruikers- en proceskant, toepassingen

1. Koppel het huidige gebruik van Tigris XL aan de fases in het beleidsproces. Verken vervolgens of inzetten in andere fasen wenselijk en haalbaar is.
2. Bedenk een alternatief voor de LMS module zodat gebruikers snel resultaten hebben en het model makkelijk semi-interactief kan communiceren met gebruikers
3. Verken nieuwe toepassingsdoeleinden
4. Geef meer aandacht aan de factor tijd bij toepassingen van Tigris XL

Modelstructuur

1. Verduidelijk (nog meer) de interne modelstructuur
2. Stel padafhankelijkheden (en mogelijke lock-in's) ten aanzien van de modelontwikkeling vast
3. Verbeter de gedragsmodellen onderliggend aan de woningmarktmodule door de volgorde van de werkllocatie/woninglocatiekeuze expliciet te modelleren
4. Vergroot het aantal ruimtegebonden activiteiten

Demografie en woningmarkt

1. Doe onderzoek naar de invloed van de toenemende diversiteit door demografie: vergrijzing, migratie
2. Doe ex-post analyses om het model te kalibreren / valideren op krimpgebieden. Analyseer de simulatieresultaten voor krimpgebieden en pas het model daarop aan
3. Ontwikkel een afzonderlijke studentenmodule
4. Gebruik de vele mogelijkheden van de CBS microdata
5. Onderzoek welke voorzieningen belangrijk zijn in de aantrekkelijkheid van regio's voor bewoners
6. Onderzoek of het model de indirecte effecten, als gevolg van de integratie van de verschillende grondgebruikscategorieën, adequaat modelleert

Arbeidsmarkt, woon-werkverkeer

1. Stem in de woon-werk module macro-regio's beter af op de schaalniveaus van agglomeratie effecten
2. Introduceer locatietype voorkeuren van bedrijven in de woon-werk module

Data

1. Zoek betere data voor het schatten van woninglocatie-keuze (lagere aggregatie, beter aansluitend bij gedragsmodel)

Deze aanbevelingen zijn te clusteren naar twee hoofdthema's: (1) andere toepassingen en indicatoren, en (2) verbeteringen huidige model. In het eerste thema vallen alle aanbevelingen op hoofdlijnen, met uitzondering van aanbeveling 11 (Modelleer expliciet activiteiten versus grondgebruik), en alle aanbevelingen binnen het thema 'Beleidsvragen, maatschappij, gebruikers- en proceskant, toepassingen'. Alle overige aanbevelingen vallen onder het tweede thema. Toch betekent dit niet dat er twee pakketten ontstaan langs deze hoofdthema's, waarvoor geldt dat alle aanbevelingen wel of niet overgenomen moeten worden. Het is denkbaar sommige aanbevelingen binnen deze thema's wel, en andere niet op te volgen. Toch hangen diverse aanbevelingen voor verbeteringen uit de hoofdstukken 3 en 4 samen. Denk bijvoorbeeld aan woon-werkverkeer: daarvoor zijn woonlocatiekeuzen (in samenhang met demografie) en werkllocatiekeuzen (in samenhang met de vraag welke werkgevers zich waar bevinden) van belang. Dat betekent dat verbeteringen rond werkllocaties en woonlocaties samen

kunnen hangen. Ook geldt dat de wensen van huidige of toekomstige gebruikers invloed hebben op de vraag of een snelle versie van Tigris XL ontwikkeld zou moeten worden. En het gebruik van microdata is voor verschillende modules van Tigris XL vermoedelijk van belang, waardoor keuzen rond gebruik van microdata in de ene module implicaties kunnen hebben voor andere modules.

Ook op het gebied van gebruikers en beleidsprocessen is er veel samenhang. De vraag is wie toekomstige gebruikers van Tigris XL zullen zijn, en voor welk type vraagstukken Tigris XL ingezet zal gaan worden. Als het model bijvoorbeeld vaker in de ontwerpende fases, en voor eerste scans ingezet gaat worden, is de aanbeveling om een snelle versie te maken (waarbij het probleem van de lange rekentijd van LMS wordt aangepakt) van groot belang.

Het is bijgevolg van belang om, voorafgaand aan besluitvorming over de concrete wijze van doorontwikkeling van Tigris XL, dergelijke samenhangen in kaart te brengen, en in sommige gevallen met die samenhangen rekening te houden. Vermoedelijk kunnen daarom alle aanbevelingen die gaan over gebruikers en toepassingsmogelijkheden het beste gecombineerd worden. En wellicht is het handig onderzoek hierna in een vroeg stadium uit te voeren, zodat de resultaten gebruikt kunnen worden voor de concrete doorontwikkeling van Tigris XL.

Tot slot nog een algemene opmerking bij alle aanbevelingen: de commissie had slechts tot opdracht had de gestelde vragen te beantwoorden. Voor een besluit omtrent verdere doorontwikkeling is meer nodig. Tenminste een inschatting van de kosten van de afzonderlijke aanbevelingen (en soms samenhangende aanbevelingen) en een inschatting van de mate waarin de baten in de praktijk tot uitdrukking komen in toepassingen, zijn van groot belang voor een zorgvuldig besluit over doorontwikkeling.

Referenties

Banister, D. (2018), *Inequality in transport*. Alexandrine Press, Marcham.

Eichholtz, P., T. Lindenthal (2009), *Demografische krimp en woningprijzen - Economisch Statistische Berichten*, ESB 94(4563S).

Frenken, K., F. van Oort, V. Verburg (2007), *related variety, unrelated variety and regional economic growth*. *Regional studies* 41(5) 685-697.

Jorristma, P., L. Harms (2006), *De mobiliteit van allochtone bevolkingsgroepen in stedelijke gebieden*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2006, 23 en 24 november 2006, Amsterdam.

Lopes, A.S., C.F.G. Loureiro, B. van Wee (2019), *LUTI operational models review based on the proposition of an a priori ALUTI conceptual model*. *Transport Reviews* 39(2): 204-225.

Lucas, K., B. van Wee, K. Maat (2016), *A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches*. *Transportation* 43(3): 473-490.

Pelzer, P. (2015), *Usefulness of Planning Support Systems Conceptual perspectives and practitioners' experiences*. Utrecht: Utrecht University.

Te Brömmelstroet, M. (2010), *Making planning support systems matter : improving the use of planning support systems for integrated land use and transport strategy-making*. Amsterdam: University of Amsterdam. PhD thesis.

Young, W., F. Tilley (2006), *Can businesses move beyond efficiency? The shift toward effectiveness and equity in the corporate sustainability debate*. *Business Strategy and the Environment* 15(6): 402-415.

Bijlage 1: Toetsingskader

(Dit toetsingskader is opgesteld door de voorzitter van de commissie, prof. dr. Bert van Wee, in samenspraak met de organisatie, en is verder verbeterd naar aanleiding van opmerkingen van de leden van de commissie).

Het doel van het toetsingskader is structuur te bieden aan de discussie over de focus, input voor de commissie, 'huiswerk' van de commissieleden, en de rapportage van de auditcommissie. De antwoorden op de vragen in het toetsingskader bieden samen de informatie die nodig is om het doel van de audit te bereiken. Het toetsingskader zal worden toegelicht bij de presentatie van de zelfstudie.

Het kader maakt onderscheid tussen vragen die het model moet kunnen beantwoorden, de kenmerken van het model die daaruit voortvloeien, en de implicaties van de antwoorden op deze vragen, voor verdere ontwikkeling en gebruik van Tigris XL.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen het toetsingskader voor het model zelf en dat voor de toepassingen ervan. Het gaat om onderscheiden, niet strikt scheiden; de samenhang tussen beide is van groot belang. Bij de toepassingen gaat het om vragen die het model zou moeten kunnen beantwoorden, bij het model om de daaruit voortvloeiende modelkenmerken. Vervolgens gaat het om vragen over de implicaties van beide type clusters vragen/onderwerpen.

A) Wat zijn de vraagstukken die met behulp van Tigris XL geadresseerd moeten kunnen worden?

- Wat zijn naar verwachting relevante beleidsvragen en eventueel overige maatschappelijke vragen die met Tigris XL beantwoord moeten (kunnen) worden? Hierbij gaat het ook om de positionering van Tigris XL t.o.v. transportmodellen zoals het LMS.
- Welke contextfactoren zijn van belang voor Tigris XL -simulaties? Te denken valt aan demografische, sociale, economische en technologische ontwikkelingen, veranderingen in voorkeuren en gedrag, verschuivingen in beleid en de daarmee samenhangende kennisvragen.
- Welke type beleidsprocessen en besluiten worden er en zullen naar verwachting mede op Tigris XL -simulaties gebaseerd zijn, en welke kwaliteitseisen voor Tigris XL (ook met betrekking tot transparantie en communicatie naar betrokkenen) vloeien daaruit voort?
- Welke indicatoren en data zijn nodig om besluitvorming te kunnen ondersteunen?
- Gerelateerd aan het vorige punt: welke output / indicatoren moet Tigris XL opleveren (variabelen, maar ook eventueel het verloop over de jaren heen)?
- Op welke wijze (visualisatie) moet die output / die indicatoren uiteindelijk beschikbaar zijn (kaarten, tabellen, video's, ...)?
- In hoeverre wordt er rekenschap gegeven van, en omgegaan met, modelonzekerheden en bandbreedten in modeluitkomsten? Wat betekent dit voor de output van het model?¹

¹ Deze laatste vraag is tijdens de visitatiedagen en in de schriftelijke input van de commissieleden nauwelijks aan bod gekomen.

B) Modelkenmerken:

- Welke eisen/wensen gelden er t.a.v. de conceptuele structuur van Tigris XL, als afgeleide van de vragen die het moet kunnen beantwoorden?
 - Hoe is de operationele uitwerking van de conceptuele structuur en is dit voldoende goed uitgewerkt (interne consistentie en hoe evenwicht wordt bereikt) tussen de sub-modules gelet op de functie binnen het systeem en de rol bij beleidstoepassingen?
- Welke eisen/wensen gelden er ten aanzien van de te gebruiken typen van deelmodellen (bijvoorbeeld multinomiaal logit versus mixed logit); ook in relatie tot complexiteit?
 - Zijn de modules voor de regionale demografie, de woningmarkt, de arbeidsmarkt en grondgebruik markt geschikt en voldoende gedetailleerd gelet op hun functie binnen het systeem en de rol bij beleidstoepassingen?
- Welke databronnen zijn er beschikbaar en gebruikt voor modelschattingen? Wat is de kwaliteit, geschiktheid en actualiteit ervan? In hoeverre zijn de gebruikte schattingsmethoden voor de parameters voldoende om het gebruik te ondersteunen?
- Welke eisen en wensen gelden er voor het type output en indicatoren
 - In welke mate zijn de modelresultaten en indicatoren voldoende geschikt voor het type toepassing, en ondersteunen deze in voldoende mate de conclusies?

C) Implicaties voor Tigris XL:

- In welke mate is Tigris XL in de huidige versie geschikt om de onderzoeksvragen te beantwoorden?
 - Is het model fit-for-use naar huidig gebruik en kan het gemakkelijk fit-for-use gemaakt worden, tevens in het licht van voorziene toekomstige issues, zoals ook bij A aan te geven?
- Welke zijn de belangrijkste sterke en zwakke punten van Tigris XL, vanuit het perspectief van de hierboven gestelde vragen?
- Welke aanpassingen zijn vereist of wenselijk? Welke aanbevelingen vloeien er voort uit de antwoorden op de hierboven gestelde vragen, voor verdere doorontwikkeling van Tigris XL en het gebruik ervan?
- Hoe belangrijk zijn de diverse aanpassingen, en – indien mogelijk – hoeveel werk is het om die te realiseren?
- Hoe ‘blijvend’ zijn naar verwachting de wensen die aan Tigris XL gesteld worden? Met andere woorden: hoe toekomstbestendig wordt het model na de aanpassingen?

Bijlage 2: Toelichting methoden

De methodische stappen zoals in de hoofdtekst opgenomen, leggen we hieronder kort uit.

Opstellen toetsingskader

De voorzitter heeft een concept toetsingskader opgesteld, na eerst met de opdrachtgevers overleg hierover te hebben gehad. Het concept is door de opdrachtgevers van commentaar voorzien. De bijgestelde versie is aan de leden van de visitatiecommissie voorgelegd, en waarna de finale versie is ontstaan. Het toetsingskader is opgenomen als bijlage 1 van deze notitie, en in de zelfstudie.

Selectie commissieleden

De commissieleden zijn in overleg tussen de opdrachtgevers en voorzitter geselecteerd, vooral op basis van de criteria 'wetenschappelijke expertise' en 'gevoel voor de context waarin dit type model wordt gebruikt'. Voor sommige expertisevelden waren meerdere commissieleden geselecteerd, met daarbinnen een 'eerste voorkeur'. Alle 'eerste voorkeur' commissieleden hebben positief gereageerd op de uitnodiging en zijn toegetreden tot de commissie.

Opstellen zelfvisite

De opdrachtgevers en de projectleider van Significance, het bureau dat TIGRIS XL heeft ontwikkeld, hebben een zelfvisiterapport opgesteld. De contouren zijn daaraan voorafgaand vastgesteld in overleg tussen de opdrachtgevers en de voorzitter van de commissie. Twee conceptversies zijn door de voorzitter van commentaar voorzien, wat is verwerkt. Op basis van reacties en discussie op de eerste visitatiedag zijn wijzigingen aangebracht, die op de tweede visitatiedag unaniem zijn goedgekeurd, waarna de finale versie is ontstaan.

Eerste visitatiedag

Deze had vooral een verkennend karakter. Opdrachtgevers en modelbouwers hebben presentaties gegeven, die werden gevolgd door vragen en discussie. Tevens zijn werkafspraken gemaakt, waarbij onder andere de taken van de afzonderlijke commissieleden zijn vastgesteld.

Tweede visitatiedag

Commissieleden hebben voorafgaand aan de tweede visitatiedag een notitie geschreven met antwoorden op vragen die uit de eerste visitatiedag naar voren kwamen, en met de conceptcontouren van hun aanbevelingen over het onderdeel waar de commissieleden expert in zijn. Op de tweede visitatiedag hebben ze ieder een presentatie gegeven, die werd gevolgd door een ronde vragen en discussie. Verder zijn de hoofdpunten van het advies over Tigris XL, voor zover die de modules overstijgen, besproken, en zijn afspraken over het vervolgtraject gemaakt.

Opstellen conceptrapport, bijstellingen, finale rapport

De commissieleden hebben ieder een notitie geschreven met aanbevelingen voor hun expertisegebied. Mede op basis daarvan heeft de voorzitter een conceptrapport geschreven, dat door de commissieleden is voorzien van commentaar en wijzigingsvoorstellen. De bijgestelde versie is aan de opdrachtgevers

voorgelegd, uitsluitend met als doel te checken of alles duidelijk was, niet om inhoudelijke bijstellingen te verkrijgen. Na verwerking van commentaar is de finale versie ontstaan.