
Voorstudie koppeling LMS en TIGRIS XL

Uitwerken opties om
het LMS aan te passen
voor TIGRIS XL

Fase 3

MARITS PIETERS
BARRY ZONDAG

RE-04080-003

juli 2004

in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer



EUROPE

Inhoudsopgave

Lijst met figuren	v
HOOFDSTUK 1 Een aangepast LMS als transportmodel voor TIGRIS XL.....	7
1.1 Eisen aan transportmodel	7
1.1.1 Eisen aan de performance van het transportmodel	7
1.1.2 Bevolking	8
1.1.3 Arbeidsplaatsen	8
1.1.4 Eisen aan de consistentie met bestaande transportmodellen	9
1.1.5 Overige eisen aan het integrale systeem.....	10
1.2 Mogelijke opties om het LMS aan te passen voor TIGRIS XL.....	10
1.2.1 Rekeningd huidig LMS; inventarisatie knelpunten.....	11
1.2.2 Mogelijke opties tot versnellen	12
1.2.3 Optie 1: zonaal niveau.....	12
1.2.4 Optie 2: aggregeren inkomen	14
1.2.5 Optie 3: fictieve kosten	15
1.2.6 Optie 5: EXPEDITE.....	16
1.3 Versnellen TIGRIS XL	18
1.3.1 QUAD Optie 1.....	18
1.3.2 QUAD Optie 2.....	19
1.3.3 QUAD Optie 3.....	19
1.4 Automatisering koppeling TIGRIS XL en LMS	19

Lijst met figuren

Figuur 1. Schematisch overzicht relevante modules van LMS 7.0 voor TIGRIS XI.	11
--	----

HOOFDSTUK 1 **Een aangepast LMS als transportmodel voor TIGRIS XL**

Deze memo beschrijft de mogelijkheden om het LMS te gebruiken als transportmodel voor TIGRIS XL. De benodigde aanpassingen aan het LMS worden ingegeven door de eisen van het TIGRIS XL-systeem aan het transportmodel. De eisen beslaan enerzijds de kwaliteit van de berekende bereikbaarheidsmaten en transportresultaten en anderzijds wordt de bruikbaarheid van het model bepaald door de rekentijd van het systeem. In de tekst wordt ook aandacht besteed aan mogelijke versnellingen binnen de grondgebruikmodule van TIGRIS XL.

1.1 **Eisen aan transportmodel**

1.1.1 **Eisen aan de performance van het transportmodel**

Het doel van de eerste twee fasen van deze voorstudie was om inzicht te krijgen in de effecten van veranderingen in de bereikbaarheid op het aantal arbeidsplaatsen en bewoners in een zone. In deze derde fase worden de gevonden effecten vertaald naar eisen aan het transportmodel. Het gaat hierbij om indicaties hoe nauwkeurig en gedetailleerd (in ruimte en tijd) de uitkomsten van het transportmodel moeten zijn om geschikt te zijn als transportmodel binnen het TIGRIS XL systeem. De eisen aan het transportmodel worden gebaseerd op de uitgevoerde berekeningen in fase 2, waarin de volgende instellingen zijn gevarieerd:

- Omvang van de bereikbaarheidsverandering
- Positieve en negatieve veranderingen in de bereikbaarheid
- Jaar van invoering
- Type marktwerking, gereguleerd of vrije markt
- Aanvullende berekeningen op basis bestaande runs

Belangrijkste eis is dat het TIGRIS XL model in staat moet zijn om de ontwikkelingen zowel binnen een gereguleerde als vrije markt met voldoende nauwkeurigheid te berekenen. Onder vrije marktomstandigheden heeft bereikbaarheid de meeste invloed op het vestigingsgedrag en de vrije marktvariant vormt daarom dan ook de basis voor het opstellen van eisen aan het transportmodel. Om de benodigde nauwkeurigheid van de resultaten van het transportmodel te bepalen, is het van belang om te kijken wat een verschuiving in de

waarde van de bereikbaarheidsmaten voor invloed heeft op het vestigingsgedrag. Daarnaast is inzicht in variatie per ruimtelijke schaalniveau en de werking van de veranderingen in de tijd noodzakelijk om tot een juiste keuze voor een transportmodel te komen.

In fase 2 van de studie is gebleken dat de bevolking met name reageert op veranderingen in de bereikbaarheidsvariabele reistijd en dat de arbeidsplaatsen met name gevoelig zijn voor de logsum-variabelen. Beide variabelen worden gegenereerd door het transportmodel en worden beïnvloed door de nauwkeurigheid van berekeningen in het transportmodel. De eisen aan de nauwkeurigheid worden uitgedrukt ten opzichte van berekeningen met het volledige LMS.

1.1.2 Bevolking

Uit de analyse van fase 1 blijkt dat op basis van bestaande ruimtelijke en verkeersplannen de reistijd varieert tussen de 0 en 25%, waarbij moet worden aangetekend dat 25% alleen in extreme gevallen voorkomt. Bij het opstellen van de eisen wordt gekeken naar een reistijd verandering van 10%, wat gezien fase 1 een regelmatig voorkomende verandering is ten gevolge van beleidsmaatregelen.

Indien de reistijdverandering plaatsvindt vanaf 2011, dan leidt een 10% verandering in de reistijd tot een 2 á 3 procent verandering in de bevolkingsomvang op subzonaal niveau. Een 2 á 6 procent verandering in de bevolkingsomvang kan worden waargenomen in de resultaten van fase 2 indien de reistijd verandert vanaf 2001. De invloed van de kwaliteit van het transportmodel kan worden getest door de verandering in reistijd te variëren. Een tien procent onnauwkeurige berekening van de reistijdverandering, een 9 of 11 procent verandering in plaats van 10 procent, door een versimpeld model heeft naar verwachting geringe effecten op de bevolkingsomvang. Een zeer grove inschatting, het model is namelijk niet lineair, is dat de effecten tussen de 0.2 en 0.6 procent zijn. Dit lijkt gezien de vele onzekerheden in LUTI-modellen¹ een zeer acceptabele waarde. Een iets grotere onnauwkeurigheid in de reistijden hoeft zelfs ook niet direct tot onacceptabele waarden te leiden.

Het bovenstaande voorbeeld geeft ook duidelijk de belangrijke rol van de tijd weer. De keuze tussen een koppeling eens in de vijf jaar of tien jaar leidt dan ook tot verschillen in de uitkomst in de orde van grootte van een procent meer of minder bevolkingstoename. Vanuit de woningmarktmodule heeft een koppeling met het transportmodel eens in de vijf jaar dan ook de voorkeur, een frequentere koppeling lijkt voor deze module door de geringe effecten niet noodzakelijk. Het tijdseffect kan nog wel worden versterkt indien er een integraal systeem bestaat en de sociaal-economische gegevens ook wijzigen.

1.1.3 Arbeidsplaatsen

Uit de analyse van fase 1 blijkt dat op basis van bestaande ruimtelijke en verkeersplannen de logsum varieert tussen de 0 en 5%, waarbij moet worden aangetekend dat 5% alleen in extreme gevallen voorkomt op zoneniveau. De bereikbaarheidsvariabelen van de arbeidsmarkt zijn COROP-variabelen en op dit schaalniveau komt een 5% verandering niet voor. Bij het opstellen van de eisen wordt hier uitgegaan van een 2.5% verandering

¹ Land-Use and Transport Interaction models

van de logsum. De verandering in de logsum kan zowel door de reistijden en kosten worden veroorzaakt als door veranderingen in de beroepsbevolking of arbeidsplaatsen. De analyse in fase 1 geeft aan dat de logsum significant verandert door zowel veranderingen in het transportsysteem (o.a. infrastructuur of prijsbeleid) als door ruimtelijke veranderingen.

Indien de logsum verandert vanaf 2011 met 2.5% dan leidt dit tot een verandering van 9 á 12 procent in het totaal aantal arbeidsplaatsen. Voor de sector zakelijke diensten is het effect van de 2.5% verandering in de logsumwaarde op de arbeidsplaatsen zelfs 33 á 39 procent. Deze veranderingen zijn zeker substantieel te noemen en een minder nauwkeurige bepaling van de logsum, door aanpassingen aan het transportmodel, leidt dan ook gauw tot verschuivingen in het arbeidsaanbod. Een simpele illustratie, zoals gegeven in het stukje over de bevolking geeft aan dat 10 procent onnauwkeurigheid in de logsum-verandering kan leiden tot ongeveer 0.9 á 1.2 procent onnauwkeurigheid in het totaal aantal arbeidsplaatsen. Uiteraard is dit percentage veel hoger als het uitgedrukt wordt ten opzichte van het aantal nieuwe arbeidsplaatsen ten gevolge van de maatregel. In de evaluatie van infrastructuurprojecten is dit een veel gebruikte indicator en alternatieven worden met elkaar vergeleken op basis van de verandering in het aantal arbeidsplaatsen. Een onnauwkeurigheid van 10 procent in de te berekenen veranderingen van de logsumwaarden op COROP-niveau lijkt dan ook de maximaal toegestane onnauwkeurigheid.

Voor de arbeidsmarktmodule is het van groot belang dat de periode waarover de verandering in bereikbaarheid plaatsvindt gelijk is aan de periode waarover deze verandering invloed heeft op de ontwikkeling van het aantal arbeidsplaatsen. Het model gebruikt namelijk als bereikbaarheidsvariabele de verandering in logsum gedeeld door het aantal jaren om zo de verandering per jaar te krijgen. Dit gegeven in combinatie met de sterkere effecten van bereikbaarheid, dan bij de bevolking, resulteren in de eis dat het transportmodel minimaal eens in de vijf moet worden gekoppeld. Indien mogelijk is een frequentere koppeling vanuit de arbeidsmarkt gewenst, zeker omdat de mogelijke versterkende effecten op de logsum van veranderingen in de sociaal-economische gegevens niet zijn meegenomen. Deze effecten zullen wel optreden wanneer het integrale TIGRIS XL systeem gereed is.

1.1.4 Eisen aan de consistentie met bestaande transportmodellen

Het integrale TIGRIS XL-systeem levert zowel ruimtelijke resultaten als transportresultaten op. De potentiële gebruikers van TIGRIS XL gebruiken al bestaande verkeersmodellen en voor een nationale versie van TIGRIS XL is consistentie met volledige LMS-berekeningen van belang. Grote verschillen in de transportresultaten tussen TIGRIS XL en het volledige LMS ondermijnen de bruikbaarheid van TIGRIS XL in de beleidsanalyse. De verschillen in het aantal kilometers per vervoerwijze en het aantal tours per vervoerwijze mogen ook op een regionaal niveau (voornamelijk Randstad en niet-Randstad) niet al te veel verschillen. Uitgegaan wordt van een maximaal verschil van enkele procenten. De verschillen op specifieke wegsegmenten kunnen hoger uitvallen. Zeker in netwerken met een hoge verzadigingsgraad ontstaan op dit niveau snel aanzienlijke verschillen. Een goede mate van consistentie met het LMS geeft ook, door overeenkomst in modelopzet, een indicatie voor de mate van overeenkomst met de NRM-modellen.

1.1.5 Overige eisen aan het integrale systeem

De belangrijkste overige eisen aan het transportmodel binnen TIGRIS XL zijn:

- Automatisch kunnen doorrekenen van een gehele berekening, dit houdt in dat het transportmodel geïntigreerd moet worden binnen het besturingsysteem van TIGRIS XL. De aanroep van alle benodigde data, instellingen en rekenprogramma's moet vanuit de TIGRIS XL software gebeuren;
- Een andere ontwerpeis is dat binnen 24 uur een volledige TIGRIS XL berekening voor 20 jaar uitgevoerd kan worden op een “gemiddelde” computer. Van groot belang voor de beschikbare rekestijd van één modelberekening is het aantal keren dat het transportmodel wordt aangeroepen. In eerdere voorstudies voor TIGRIS XL, literature review en gebruikerswensen, is naar voren gekomen dat een koppeling van eens in de vijf jaar een minimale voorwaarde is om van een integraal systeem te spreken. De gevonden waarde in fase 1 en 2, de gematigde invloed van veranderingen in bereikbaarheid op het grondgebruik, geven geen noodzaak om het model frequenter te koppelen. Een koppeling van eens in de vijf jaar wordt voorgesteld (2005, 2010, 2015, 2020). Het huidige grondgebruik model rekest 10 uur voor 20 jaar. Voor het transportmodel wordt uitgegaan van maximaal (12/4) 3 uur per berekening.

1.2 Mogelijke opties om het LMS aan te passen voor TIGRIS XL

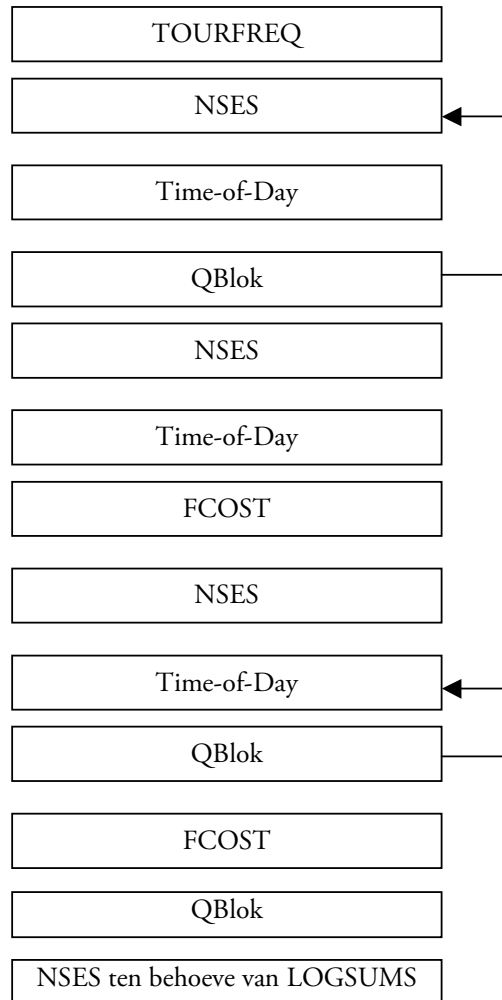
De mogelijke opties om het LMS aan te passen om een geschikt verkeersmodel voor TIGRIS XL te krijgen worden beoordeeld op de volgende punten:

- Effect op de rekestijd van het transportmodel;
- Effect op de resultaten, zowel standaard transportresultaten (consistentie met huidige LMS uitvoer) als de bereikbaarheidsmaten;
- Beschrijving van de benodigde werkzaamheden.

1.2.1 Rekentijd huidig LMS; inventarisatie knelpunten

Om een goed inzicht te krijgen in de rekestijd van het LMS staat hieronder schematisch weer gegeven hoe de LMS modules (sequentieel) worden aangeroepen en welke iteratieve processen in een LMS run plaatsvinden.

Figuur 1. Schematisch overzicht relevante modules van LMS 7.0 voor TIGRIS XL.



Het programma QUAD staat in het overzicht niet genoemd aangezien dit onderdeel uit maakt van TIGRIS XL. De modules Time-of-Day en FCOST (fictieve kosten methode) zijn programma's die zeer weinig tijd in beslag nemen. Voor een versnelling van het LMS is hier verder niet naar gekeken.

De rekestijden in deze paragraaf zijn gerealiseerd op een PC met een 1.9 GHz-processor. Tegenwoordig zijn 3.2 GHz-processoren relatief standaard, deze versnelling zal echter als additioneel worden beschouwd.

De module Qblok neemt per etmaal (3 periodes) 30 minuten in beslag op een PC met een 1.9 GHz processor. Voor een volledige LMS run betekent dat 2,5 uur.

De module NSES rekt 1,5 uur (minimaal, afhankelijk van de benodigde output). Dit resulteert in totaal 6 uur per volledige LMS run en additioneel nog 1,5 voor het aanmaken van logsums, wat de standaard NSES rekentijd voor het LMS op ongeveer 7,5 uur brengt.

De totale runtijd van een LMS run is minimaal 10 uur (zonder tabellen), maar standaard is dit rond de 12 uur, doordat extra output-tabellen door NSES aangemaakt dienen te worden. In de volgende paragrafen wordt uitgegaan van het feit dat het aanmaken van tabellen in NSES noodzakelijk is ten behoeve van beleidsanalyses.

1.2.2 Mogelijke opties tot versnellen

De runtijd van een volledig LMS is te lang om de doelstelling om binnen 24 uur een voorspelling voor 2000-2020 te maken met TIGRIS XL. Om tot een versnelling van het LMS te komen, zijn er vijf opties die een forse tijdswinst kunnen opleveren:

1. NSES draaien op zonaal niveau. Voor reistijden zal dit weinig consequenties hebben aangezien de toedeling op zonaal niveau gebeurt. De aggregatie naar zonaal niveau heeft effecten op de modelschattingen. De uitwerking op de logsums zal verder onderzocht moeten worden.
2. Het aggregeren van persoonstypen in NSES. Dit heeft invloed op de schattingsresultaten. Hierbij valt te denken aan het verminderen van het aantal inkomenscategorieën van 5 (LMS) naar 3 (TIGRIS XL).
3. Het aantal keren dat NSES/QBLOK wordt aangeropen binnen een LMS run terugbrengen. De methode van fictieve kosten komt dan te vervallen. Een meer pragmatische oplossing is wellicht mogelijk. Ook dit zal verder onderzocht moeten worden.
4. Het LMS paralleliseren. Dit is vooralsnog geen reële optie, aangezien dit een substantiële aanpassing van de software betekent en zal niet verder worden uitgewerkt.
5. EXPEDITE repro model optie, deze optie is de meest ingrijpende verandering en hier wordt het LMS vervangen door een repro model. De gevolgen voor de rekentijd en uitkomsten zijn ook het meest omvangrijk.

De eerste vier opties zijn mogelijk te combineren, waarbij de tijdswinsten die behaald kunnen worden percentageel additioneel werken. De EXPEDITE-optie gaat uit van elasticiteiten op basis van het LMS, maar is niet een vereenvoudiging uitgaande van een volledig LMS. Deze optie is dan ook niet te combineren met één van de vier eerder genoemde opties, alhoewel het paralleliseren van EXPEDITE wellicht ook mogelijk is.

1.2.3 Optie 1: zonaal niveau

De modelcoëfficiënten zijn geschat op subzonaal niveau. Door de overgang naar een zonaal niveau zal het aantal intrazonale verplaatsingen toenemen. Om deze juist te kunnen voorspellen zal een aanpassing van de modelcoëfficiënten noodzakelijk zijn. Het voorstel is om de intrazonale dummies (per vervoerwijze) te schalen zodat het aantal intrazonale verplaatsingen goed wordt benaderd.

Het aantal intrazonale verplaatsingen voor het basisjaar is bekend. Door de intrazonale dummies zodanig aan te passen tot het aantal verplaatsingen benaderd wordt, is het mogelijk de modelcoëfficiënten ‘zonaal’ te maken.

De logsums die TIGRIS XL als invoer nodig heeft zijn op subzonaal niveau. Gedacht kan worden om de logsums op subzone niveau als volgt te benaderen:

$$\text{Logsum}_{t, \text{subzone}} = \text{Logsum}_{\text{basis}, \text{subzone}} + \text{Logsum}_{t, \text{zone}} - \text{Logsum}_{\text{basis}, \text{zone}}$$

waarbij

t = toekomstjaar

basis = basisjaar

Subzonale congestie wordt op een overeenkomstige manier uit het LMS afgeleid.

Rekentijd

Optie 1 levert veel tijdswinst op aangezien een reductie van subzones naar zones kwadratisch doorwerkt in NSES. Dit betekent een factor 14 ($1308 \cdot 1308 / 345 \cdot 345$). Hierdoor wordt de totale runtijd van NSES van 7,5 uur naar ongeveer 32 minuten gereduceerd, waardoor een volledige LMS run rond de 3 á 4 uur zal duren. Wanneer het LMS 4 keer per TIGRIS XL run wordt aangeroepen, betekent dit dat het LMS (ruim) een halve dag zal draaien.

Werkzaamheden

Om met het LMS op zoneniveau te rekenen dienen de programmatuur en de invoerbestanden voor NSES aangepast te worden. Het gaat om de volgende aanpassingen:

- Tourgeneratietabellen en tabellen met attractievariabelen moeten op zoneniveau gebracht worden, dit kan via een simpele aggregatie;
- Het aanmaken van zonale LOS-bestanden voor de auto. De zonale LOS-bestanden voor het OV kunnen worden opgesteld door een gewogen sommatie op basis van de huidige subzonale bestanden.
- Het testen van de resultaten, vergelijken van LMS-berekeningen op zone- en subzone niveau.
- Het aandeel van het intrazonale verkeer verandert door de grotere zones aanzienlijk. De intrazonale constante per vervoerwijze zal geschaald moeten worden op basis van de verhoudingen in de basismatrix.
- Het flexibel maken van het aantal zones in de programmatuur.
- Het aanpassen van de logsum berekening.

Voor andere LMS programma's zoals Time-of-Day en Qblok zijn er geen extra werkzaamheden aangezien deze programma's rekenen op zoneniveau.

De omvang van de werkzaamheden is redelijk te overzien. Met een beperkte doorlooptijd, van 2 á 3 maanden, moeten deze aanpassingen te realiseren zijn.

Effect

TIGRIS XL: De subzonale logsum (bereikbaarheid) wordt nu benaderd door de verandering in de zonale logsum ten opzichte van de subzonale basisjaar logsum. Dit betekent dat bereikbaarheid binnen een zone minder zal variëren. De impact zal op lokaal niveau relatief groot zijn, maar op landelijk of regionaal niveau kan een relatief klein effect worden verwacht. De geringere variatie in bereikbaarheid op lokaal niveau komt vooral door een geaggregeerde (per zone) respons op veranderingen in het aantal arbeidsplaatsen of bevolking per subzone. Dit is echter vooral van belang voor de subzonale logsum variabelen in de woningmarktmodule en gezien de geringe rol van de logsum variabelen geen belangrijk punt.

De effecten op de reistijdvariabele in de woningmarktmodule zijn naar verwachting gering doordat deze voornamelijk afhankelijk zijn van congestie en dat wordt reeds op zonaal niveau gemodelleerd. De arbeidsmarktmodule reageert op COROP-niveau en de verandering in het model heeft naar verwachting geen invloed op dit niveau.

LMS: Analyses die betrekking hebben op de autorijtijd (congestie) zullen door aggregatie naar zoneniveau slechts beperkt worden beïnvloed, dit komt doordat het huidige LMS congestie ook op zoneniveau berekent. De overige modaliteiten zullen in sterkere mate afwijken dan het autoverkeer. Met name langzaam verkeer, wat meestal op korte afstand plaatsvindt, zal door de schaalvergroting, mogelijk afwijken. In het basisjaar wordt hier op 'getweaked', maar resultaten voor toekomstjaren zullen uiteenlopen. Een exacte inschatting van het effect zal door middel van testruns bepaald moeten worden.

1.2.4 Optie 2: aggregeren inkomen

Optie 2 bestaat uit het aggregeren van inkomensgroepen. Deze aggregatie heeft direct gevolgen voor de modelschattingen, aangezien de reiskosten per inkomenscategorie zijn geschat. Herschatting van de modellen in NSES is noodzakelijk, aangezien 'tweaken' van de coëfficiënten niet mogelijk is.

Rekentijd

De rekentijd zal bij het aggregeren van inkomenscategorieën in NSES met 40% (3 in plaats van 5) verbeteren.

Werkzaamheden

De belangrijkste en meest tijdrovende activiteit bestaat uit het herschatten van de modellen. Daarnaast zal de programmatuur aangepast moeten worden om flexibel met verschillende aantallen inkomensklassen te kunnen omgaan. Verder zullen de sociaal-economische invoerbestanden aangepast moeten worden. Dit is echter een redelijk eenvoudige verandering. Tot slot dient een uitgebreide test plaats te vinden om de verschillen te analyseren tussen de nieuwe herschatte modellen en de huidige modellen.

De verwachting is dat de werkzaamheden voor deze optie redelijk omvangrijk zijn. Een eerste schatting van de doorlooptijd is 3 á 4 maanden.

Impact

TIGRIS XL: Het aggregeren van inkomenscategorieën heeft voor TIGRIS XL nauwelijks effect. Dit model rekent al met drie inkomenscategorieën. De bereikbaarheidsmaten

worden nu ook geaggregeerd naar de relevante inkomenscategorieën. Het effect op reistijd is lastig in te schatten aangezien de tourlengte (congestie) door het aggregeren van inkomensgroepen kan veranderen, maar het effect zal naar verwachting binnen de 10 % blijven.

LMS: Het aggregeren van inkomensgroepen zal van invloed zijn op zowel autobezit, de modal split, als de tourlengte, waardoor analyses op basis van het versnelde LMS een foutenmarge zal hebben ten opzichte van het volledige LMS. De inschatting van deze foutenmarge kan middels testruns aan het licht komen.

1.2.5 Optie 3: vermindering aantal iteraties

Optie 3A: fictieve kosten

Rekentijd

De rekentijd van een LMS run zal gereduceerd worden doordat de fictieve kosten parameter direct uit een bestaande LMS run zal worden overgenomen als schatting van de fictieve kosten. Dit betekent dat NSES nog 2 keer gedraaid moet worden (totaal 5 uur). Totaal voor Qblok is dan 1,5 uur nodig, wat de totale runtijd van een LMS-run rond de 7 uur brengt: een reductie van ongeveer 40%.

Werkzaamheden

De werkzaamheden bestaan uit het herinrichten van de volgorde van programma's. Daarnaast dient er een afschatting van de fictieve kosten te worden gemaakt uit een bestaande berekeningen, en als invoer aan het LMS te worden meegegeven. De methode hiervoor zal verder uitgewerkt moeten worden en met name afhangen van de verschillende testberekeningen. De verschillende testberekeningen met een volledig LMS moeten aangeven hoe goed een vervanging van de fictieve kosten methode te maken is. Na het implementeren, herinrichten van de volgorde van programma's en invoeren van de schatter, zullen er nieuwe testberekeningen uitgevoerd moeten worden om de resultaten van de aangepaste versie te vergelijken met het volledige LMS.

De werkzaamheden van deze fase zijn waarschijnlijk binnen een redelijk beperkte doorlooptijd te realiseren. De grote afhankelijkheid van testresultaten maakt het moeilijk om voor deze optie een nauwkeurige planning te geven.

Impact

De impact van het afschatten van de fictieve kosten is lastig in te schatten. Bij grote aanpassingen van het netwerk, verregaande prijsmaatregelen, etc. dient een vergelijkbare volledige LMS-run te bestaan. De impact zal per scenario en per maatregel verschillen en kan relatief groot zijn, zowel voor de resultaten in het LMS alsmede voor de reistijd en de bereikbaarheidsmaten die voor TIGRIS XL worden gebruikt.

Optie 3B: Congestie toekomstjaren

In het huidige LMS wordt de eerste NSES- berekening gemaakt op basis van de free flow reistijden uit het projectiejaar en de congestiereistijden uit het basisjaar. In de daarop volgende NSES berekeningen wordt er gebruik gemaakt van de congestie reistijd uit het projectiejaar op basis van gemaakte Q-blok berekeningen. In optie 3B worden voor de

projectiejaren congestiereistijden klaargezet op basis van referentie berekeningen voor dat jaar. Verwacht wordt dat hierdoor de eerste NSES berekening veel minder verschilt van de laatst NSES berekening dan in een normale LMS-berekening en hierdoor kan het aantal iteraties worden beperkt. Voorgesteld wordt om NSES twee keer te draaien, eenmaal met referentie congestie reistijden en eenmaal met de door Q-blok berekende congestie reistijden voor het specifieke alternatief.

Rekentijd

De rekentijd van een LMS run zal hierbij gereduceerd worden conform de tijdsreductie bij optie 3A doordat NSES bij deze optie ook 2 keer gedraaid moet worden (totaal 5 uur, inclusief aanmaak tabellen). Totaal voor Qblok is dan 1,5 uur nodig, wat de totale runtijd van een LMS-run rond de 7 uur brengt: een reductie van ongeveer 40%.

Werkzaamheden

De werkzaamheden bestaan uit het herinrichten van de volgorde van programma's en het aanmaken van congestie data op basis van referentieberekeningen voor de verschillende jaren. Verschillende testberekeningen met zowel de voorgestelde methode en het volledige LMS moeten aangeven hoe goed de methode het gehele LMS vervangt.

De werkzaamheden van deze fase zijn binnen een redelijk beperkte doorlooptijd te realiseren. De grote afhankelijkheid van testresultaten maakt het moeilijk om voor deze optie een nauwkeurige planning te geven.

Effect

Het effect van het verminderen van het aantal iteraties, door gebruik van projectiejaar congestie berekeningen, moet op basis van testberekeningen worden bepaald. Naar verwachting is de methode vooral gevoelig voor grote aanpassingen van het netwerk of verregaande prijsmaatregelen doordat in dit geval de variant fors afwijkt van de referentieberekening.

1.2.6 Optie 4: EXPEDITE

Het EXPEDITE-model bestaat in de kern uit een database met daarin de resultaten van een groot aantal modelberekeningen. In de modelberekeningen is gevarieerd met de kosten en tijden van de verschillende vervoerwijzen. Per persoonstype, motief, vervoerwijze en herkomstgebied is het aantal tours per afstandsklasse opgeslagen voor alle berekeningen. Veranderingen in de modeluitkomsten kunnen ontstaan door scenarioveranderingen in het aantal personen naar type of door veranderingen in tijd en kosten van de vervoerwijzen. Het model bevat geen geografische dimensie, vanuit een herkomst worden de tours over de afstandklassen verdeeld. Dit lijkt een probleem voor het TIGRIS XL-model dat een transportmodel met een geografische dimensie nodig heeft om de bereikbaarheidsmaten per zone te kunnen bepalen.

Een eenvoudige manier om deze geografische dimensie in te brengen is het gebruiken van vaste fracties voor de bestemmingen binnen een afstandsklasse, de fracties kunnen op basis van een basismatrix opgesteld worden. Dit lost echter niet alle beperkingen van de aanpak op, zo hebben veranderingen in attractievariabelen op de bestemmingen geen invloed en resulteren tijd- en kostenveranderingen in gelijke veranderingen voor alle bestemmingen binnen een afstandsklasse. Een dergelijk model is niet geschikt om specifieke

netwerkveranderingen door te rekenen, maar heeft tot doel strategische veranderingen te analyseren.

Rekentijd

De rekentijd wordt drastisch beperkt doordat NSES vervangen wordt door een repro model. Dit betekent dat er geen berekeningen worden gemaakt maar de resultaten van eerder gemaakte berekeningen, met een volledig LMS, worden ingelezen en verwerkt. Dit geeft een radicale versnelling van de NSES-rekentijd tot enkele minuten. Indien de koppeling met de netwerkmodule wordt gerealiseerd dan kan een vergelijkbare suggestie als onder optie 3 gebruikt worden om het aantal iteraties te beperken. De noodzaak om dit te doen is door de zeer korte rekentijd van NSES veel geringer.

Werkzaamheden

De werkzaamheden zijn omvattend, zeker indien alle functies uit het volledige LMS gereproduceerd moeten worden. Door de geringe relevantie van deze optie voor TIGRIS XL worden de werkzaamheden hier niet verder uitgewerkt.

Impact

Voor de TIGRIS XL-toepassing is juist de ruimtelijke dimensie van groot belang en de EXPEDITE aanpak lijkt hiervoor niet geschikt. Een toepassing met vaste bestemmingsfracties leidt op lokaal niveau waarschijnlijk tot aanzienlijk grotere afwijkingen in de bereikbaarheidsmaten dan geformuleerd in de eisen.

De verwachte verschillen in resultaten tussen een repro versie van het LMS en het gehele LMS zullen op lokaal niveau naar verwachting groot, door het gebrek aan geografische kennis in het repro model, maar op een regionaal of nationaal niveau veel geringer zijn. Verder zal het model niet geschikt zijn om verschillen op het netwerk te bekijken.

1.2.7 Overzicht reductie rekestijden LMS

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de rekentijd voor één LMS run met de verschillende opties en een indicatie van de impact van iedere optie op de resultaten.

Standaard LMS run: 12 uur			
Optie	Verwachte rekentijd	Verwachte impact	Werkzaamheden
1	3 á 4 uur	gering, testen noodzakelijk	2-3 maanden
2	9 uur	impact op reistijd is onduidelijk	3-4 maanden
3a	7 uur	testen noodzakelijk	1-2 maanden
3b	7 uur	testen noodzakelijk	1-2 maanden
4	3 uur	aanzienlijk	geen schatting gemaakt

Gezien de gewenste rekentijd van vier LMS runs binnen een halve dag en de geringe verwachte impact op de reistijd, heeft optie 1 de voorkeur om uitgewerkt te worden. Hiermee zal, met de veronderstelde PC-configuratie, de gewenste rekentijd waarschijnlijk net overschreden worden. Opties 2, 3a of 3b kunnen additioneel uitgevoerd worden om de eis van 12 uur voor het LMS te halen. De verwachting is echter dat de huidige standaard van processorsnelheid voldoende is om aan de eis te gaan voldoen.

1.3 Versnellen TIGRIS XL

De ‘bottleneck’ van TIGRIS XL is op dit moment het programma QUAD. De rekentijd van QUAD bedraagt ongeveer 80% van de totale rekentijd TIGRIS XL (exclusief LMS). Er zijn drie mogelijkheden om QUAD te versnellen²:

1. QUAD maakt gebruik van convergentiecriteria. Versoepeling hiervan zou het aantal iteraties binnen QUAD verminderen.
2. QUAD maakt gebruik van een landelijk a-priori verdeling voor de initiële startwaarden per subzone. Dit is voor een evenwichtsmodel als het LMS een goede methode. Voor TIGRIS is het waarschijnlijk beter om gebruik te maken van de verdeling van het voorgaande jaar per subzone. Ook hierdoor kan het aantal iteraties terug gebracht worden.
3. TIGRIS XL maakt gebruik van 3 inkomenscategorieën. QUAD draait standaard met 5 categorieën, en dat is noodzakelijk wanneer het LMS wordt aangeroepen. In tussenliggende jaren is een reductie van het aantal inkomenscategorieën mogelijk
4. QUAD optimaliseert per subzone. Parallel draaien van QUAD is eveneens een optie, maar is op dit moment niet de meest voor de hand liggende mogelijkheid en zal ook niet verder worden uitgewerkt.

Onze voorkeur gaat uit naar het testen van optie 2. Wanneer dit niet voldoende blijkt te zijn, zal optie 3 verder worden uitgewerkt.

1.3.1 QUAD Optie 1

Rekentijd

De rekentijd is geheel afhankelijk van de in te stellen criteria. De kwaliteit van de gegevens gaat echter achteruit. Deze optie verdient niet de voorkeur.

Werkzaamheden

Het aanpassen van QUAD om de beide convergentiecriteria in QUAD middels een controlekaart in te voegen.

Inschatting tijd: 1 dag.

Impact

De impact op de modelresultaten zijn afhankelijk van de versoepeling van de convergentiecriteria. Handhaving van consistentie tussen huishoudens en personen is essentieel binnen TIGRIS XL. De impact kan substantieel zijn, wanneer de convergentiecriteria te ver worden opgerekt.

² Een aanpassing van de QUAD programmatuur kan tegelijkertijd worden gerealiseerd met het aanpassen van QUAD aan meerdere targets ter voorbereiding op LMS 8.0.

1.3.2 QUAD Optie 2

Rekentijd

De rekentijd voor optie 2 is afhankelijk van het aantal iteraties dat per subzone uitgevoerd wordt. Op dit moment is dat 4 á 5 per subzone. Het inlezen van de verdeling van het voorgaande jaar als initiële startwaarde vermindert het aantal iteraties met 2 á 3 naar alle waarschijnlijkheid. Dit levert rond de 50% in rekentijd op.

Werkzaamheden

QUAD dient aangepast te worden aan om de verdeling van het voorgaande jaar als startwaarde te gebruiken. Deze mogelijkheid zal via een controlekaart ingesteld worden.

Inschatting tijd: 3 dagen

Impact

Er is geen impact van deze aanpassing op de modelresultaten. De procedure convergeert sneller naar hetzelfde optimum.

1.3.3 QUAD Optie 3

Rekentijd

De rekentijd voor optie 3 zal met een factor 4 verminderen. Het aantal categorieën daalt van 5 naar 3, en wegens het kubische karakter van QUAD zal de runtijd met $5/3^3$ afnemen.

Werkzaamheden

Het aantal categorieën kan middels de controlekaart worden ingevoerd. Deze optie is echter nog nooit getest. Daarnaast dienen enkele bestanden aangepast te worden.

Inschatting tijd: 3 dagen

Impact

Er is geen impact van deze aanpassing op de modelresultaten voor TIGRIS XL. De procedure convergeert sneller naar hetzelfde optimum. Voor de jaren dat het LMS wordt aangeroepen, wordt met 5 categorieën gerekend.

1.4 Automatisering koppeling TIGRIS XL en LMS

Het tot stand brengen van een volledig automatisch koppeling valt onder te verdelen in twee delen:

1. Alle LMS bestanden die niet endogeen worden aangemaakt dienen gereed te staan. Dit dient voor elke jaar dat het LMS wordt aangeroepen te gebeuren. Te denken valt hier aan vrachtautomatrix, inkomensverdeling, netwerken, LOS-bestanden, controlebestanden, etc.). Daarnaast dienen de onderdelen van het LMS die nu handmatig sequentieel worden aangeroepen, in een BATCH-bestand of eventueel van uit een schil automatisch aangestuurd te worden. Hierbij gaat het achtereenvolgens om de tourgeneratie, NSES-TOD-QBLOK (in de verschillende 'loops'), NSES ten

behoefte van de logsums, het programma om de juiste reistijdenmatrices op te stellen en de conversieprogramma's om logsums om te zetten van persoonstypen naar huishoudtypen.

2. De uitwisseling van bestanden van TIGRIS XL naar het LMS en van het LMS naar TIGRIS XL dient volledig automatisch te gebeuren. Hieronder valt onder meer het omzetten naar juiste subzonale datasets ten behoeve van het LMS, het bepalen van huishoudsspecifieke logsums en het omzetten van reistijdenmatrices ten behoeve van TIGRIS XL.

1.4.1 **Automatiseren van een LMS run**

Het uitvoeren van een standaard LMS run bestaat uit enkele stappen die sequentieel en met tussenkomst van de gebruiker aangeroepen worden.

De bestanden voor deze stappen (zowel invoerbestanden als controlefiles) worden voor elke run aangemaakt en gecontroleerd. Wanneer het LMS zelfstandig binnen TIGRIS XL moet functioneren dienen de invoerbestanden en controlefiles voor elk jaar dat het LMS wordt aangeroepen geprepareerd en gecontroleerd te zijn³.

Het LMS draait in zijn huidige opzet voor een vooraf vastgesteld toekomstjaar. Om tijdens de run controles uit te voeren, is het tot op dit moment niet noodzakelijk geweest om een volledige LMS run volautomatisch aan te kunnen roepen. De tourgeneratie, level-of-service van de auto en de trein, en vervolgens de bestemmingskeuze, tijdstipkeuze en toedeling worden door de gebruiker handmatig aangeroepen. Aanvullend worden voor TIGRIS XL nog enkele programma's handmatig gestart.

Voordat een volledige automatische koppeling tot stand kan komen, dient duidelijk te zijn welke invoer/beleidsvariabelen exogeen worden verondersteld, en welke instellingen van het LMS door de gebruiker in TIGRIS XL kunnen worden ingesteld. Hierbij valt te denken aan inkomen, brandstofkosten, OV-kosten en level-of-service.

1.4.2 **Bestandsuitwisseling tussen TIGRIS XL en het LMS**

TIGRIS XL en het LMS zullen diverse bestanden uitwisselen. Op dit moment is de bestandsstructuur tussen TIGRIS XL en het LMS niet compatibel. De programmatuur van TIGRIS XL en enkele programma's die na het LMS worden aangeroepen ten behoeve van logsums en reistijden zullen zodanig worden aangepast dat bestanden uitwisselbaar zijn.

³ Invoerbestanden voor de jaren 2010 en 2020 zijn beschikbaar uit eerdere LMS runs. Voor 2005 en 2015 zijn geen runs uitgevoerd met het LMS 7.0. Hiervoor zullen de benodigde invoerbestanden nog opgesteld moeten worden.