

(Bijdragenr. 45)

Simulatie dynamisch busstation

Diana Pikkert – van de Weijenberg
AGV-Movares

Marc Stanescu
AGV-Movares

1. Inleiding

Als onderdeel van het project IJsei wordt aan de IJ-zijde van Amsterdam Centraal een nieuw busstation gebouwd, genaamd busstation IJsei. In de meest kritische fase is het busstation gereed, maar de Noord/Zuidlijn nog niet. Dit betekent dat de drukte op IJsei dan maximaal is en er ongeveer 180 bussen per uur verwerkt moeten worden.

Echter, vanwege de beperkte ruimte op het busstation is het belangrijk om efficiënt om te gaan met de beschikbare ruimte. Met behulp van een dynamisch systeem, waarbij bussen een flexibele halte hebben, kan optimaal gebruik gemaakt worden van deze beschikbare ruimte. Om inzicht te krijgen in het functioneren van zo'n dynamisch busstation heeft AGV-Movares een simulatiestudie uitgevoerd, waarbij een module is ontwikkeld om dit mogelijk te maken.

2. Statisch versus dynamisch busstation

Bij een statische toewijzing van bussen op een busstation heeft elke buslijn een vaste halte. Hier wordt in principe niet vanaf geweken, ook niet als het druk is en de halte bezet is. Dit betekent dat het voor kan komen dat bussen op elkaar moeten wachten, terwijl andere haltes leeg zijn. Hierbij wordt de ruimte niet optimaal benut.

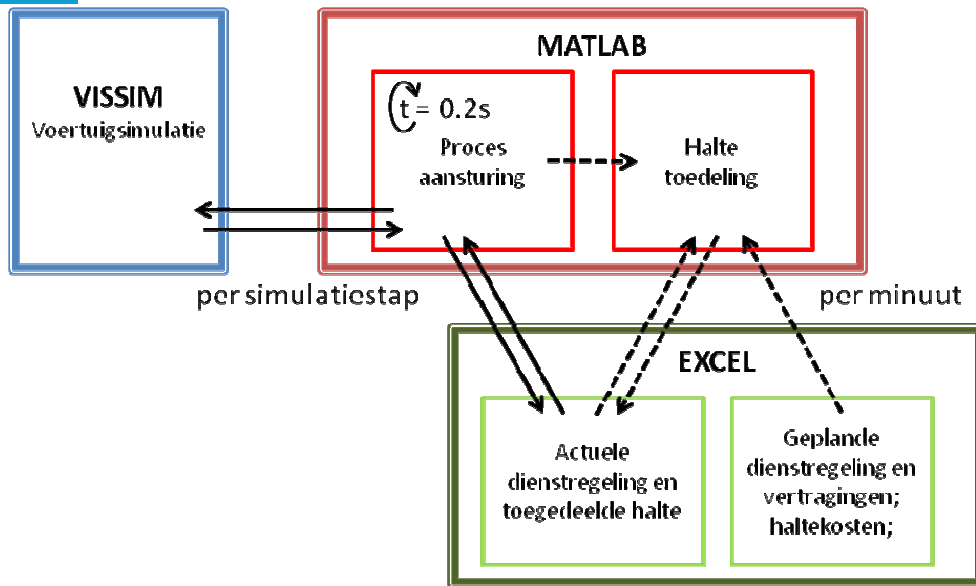
Een dynamisch systeem houdt hier wel rekening mee. In dit geval heeft een buslijn niet een vaste halte, maar een flexibele halte. Dit betekent dat op het moment dat een halte bezet is, een buslijn een andere halte krijgt toegewezen. Daardoor hoeven de bussen niet op elkaar te wachten en wordt de ruimte op het busstation optimaal benut. Belangrijk hierbij is wel dat er een goede informatievoorziening voor de reizigers is.

3. Opbouw model

Het simulatiemodel voor een dynamisch busstation is opgebouwd uit drie verschillende software pakketten, namelijk:

- Vissim;
- Matlab en;
- MS-Excel.

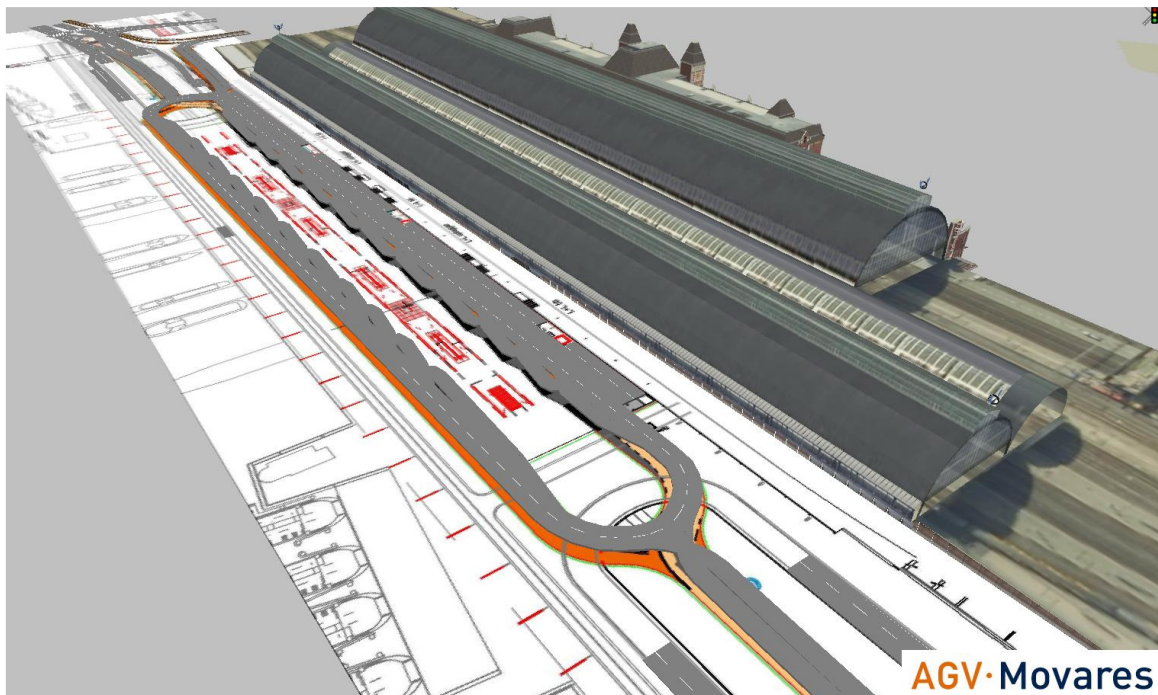
Het volgende figuur geeft een schematische weergave van de functies van en de verbanden tussen deze pakketten.



Figuur 1: Overzicht van samenhang softwarepakketten voor simulatie

Vissim

Bij de simulaties is in eerste instantie gebruik gemaakt van het dynamisch verkeersmodel Vissim. Dit model simuleert de individuele voertuigen rondom het toekomstige busstation. Het gedrag van de individuele voertuigen is afhankelijk van het netwerk en de andere weggebruikers. Net zoals in het dagelijkse verkeer zit er een spreiding in de eigenschappen van de voertuigen en de manier waarop ze op elkaar reageren. Hierdoor ontstaat een reëel verkeersbeeld.



Figuur 2: Screenshot Vissim

Daarnaast heeft AGV-Movares een eigen module ontwikkeld, waarmee het ook een dynamisch busstation kan modelleren; een module die niet het standaardpakket van Vissim zit. Daarbij is gebruik gemaakt van het softwarepakket Matlab.

Matlab

Matlab wordt gebruikt als aansturingsprogramma van Vissim en bepaalt, op basis van de gegevens uit Vissim, op verschillende momenten de optimale haltetoedeling van de bussen op het busstation. Deze wordt meegegeven aan de voertuigen bij het oprijden van het busstation.

Om een optimale haltetoedeling voor de bussen te maken wordt het ‘probleem’ wiskundig geformuleerd. De gebruikte methode staat bekend als ‘Integer Linear Programming’ (ILP). Hierbij wordt op basis van een kostenfunctie en een aantal restricties gezocht naar een zo ‘goedkoop mogelijke’ oplossing.

Elke bus heeft een voorkeurshalte en een toegestane halteset. Voor het afwijken van de voorkeurshalte is een boetematrix opgesteld. Hierin is opgenomen wat de extra kosten zijn voor het verwisselen van de halte. Onderstaand figuur bevat een voorbeeld van een kostenmatrix.

	Perron 1	Perron 2	Perron 3	Perron 4	Perron 5	Perron 6	Perron 7	Perron 8	Perron 9
Perron 1	0	5	1	6	2	7	3	8	4
Perron 2	5	0	5	1	6	2	7	4	8
Perron 3	1	4	0	4	1	5	2	6	3
Perron 4	4	1	3	0	3	1	4	2	5
Perron 5	2	4	1	3	0	3	1	4	2
Perron 6	5	2	4	1	3	0	3	1	4
Perron 7	3	6	2	5	1	4	0	4	1
Perron 8	7	3	6	2	5	1	4	0	4
Perron 9	4	8	3	7	2	6	1	5	0

Figuur 3: Kostenmatrix Toewijzing bussen aan haltes

MS-Excel

Het spreadsheet programma MS-Excel wordt gebruikt voor de invoer (dienstregeling) en uitvoer (resultaten simulatie) van het model. Ook kunnen hier vertragingsscenario's mee uitgevoerd worden. De uitvoer wordt ook in Excel geanalyseerd.

4. Uitgangspunten

Het merendeel van de reizigers in de spits is forens. Deze reizigers zijn gewend dagelijks hetzelfde traject af te leggen. Voor een snelle doorstroming moet voorkomen worden dat reizigers telkens heen en weer moeten lopen tussen de uiteinden van het busstation. De voorkeur is daarom om zo veel mogelijk gebruik te maken van vaste clusters van haltes,

waarbij bussen binnen een cluster dynamisch kunnen worden toegewezen. Hierbij kunnen de haltes bijvoorbeeld worden gesorteerd naar bestemmingsrichting. Deze wijze van werken voorkomt bovendien cascade effecten, die ontstaan als uitwijkende buschauffeurs op andere haltes gaan staan die al gereserveerd zijn voor andere bussen, waardoor die ook moeten uitwijken.

Voor het simulatiemodel worden onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De toedeling heeft een beperkte tijdshorizon van 15 minuten. Dit houdt in dat een bus vanaf 15 minuten voor de verwachte aankomsttijd wordt meegenomen in de haltetoedeling;
- Een bus wordt bij voorkeur toegewezen aan zijn voorkeurshalte. Indien deze bezet is, dan wordt binnen een cluster een andere halte gezocht. Indien alle haltes bezet zijn, wordt buiten het cluster naar een halte gezocht;
- Een bus verdwijnt uit de haltetoedeling, zodra deze de bushalte heeft verlaten;
- Een bus reserveert een halte vanaf één minuut voor zijn verwachte aankomsttijd tot en met één minuut na zijn verwachte vertrektijd. Dit zorgt ervoor dat er geen file ontstaat doordat een bus bijvoorbeeld 10 seconden na de vertrektijd vertrekt;
- De kosten van het wijzigen van de toegewezen halte stijgen sterk indien de verwachte aankomsttijd minder dan 5 minuten verwijderd is. Dit heeft als gevolg dat reizigers ruim van tevoren weten naar welke halte ze toe moeten lopen
- Een toedeling wordt definitief indien een bus het busstation is opgereden.

5. Resultaten

Met behulp van het simulatiemodel kunnen zowel statische als dynamische busstations worden gesimuleerd. Dit betekent dat de effecten van het dynamiseren van een busstation in kaart kunnen worden gebracht. Dit wordt ondersteund, niet alleen door filmmateriaal van de simulaties, maar ook door cijfermatige analyses die de extra module biedt.