



BME
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

KJIT
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

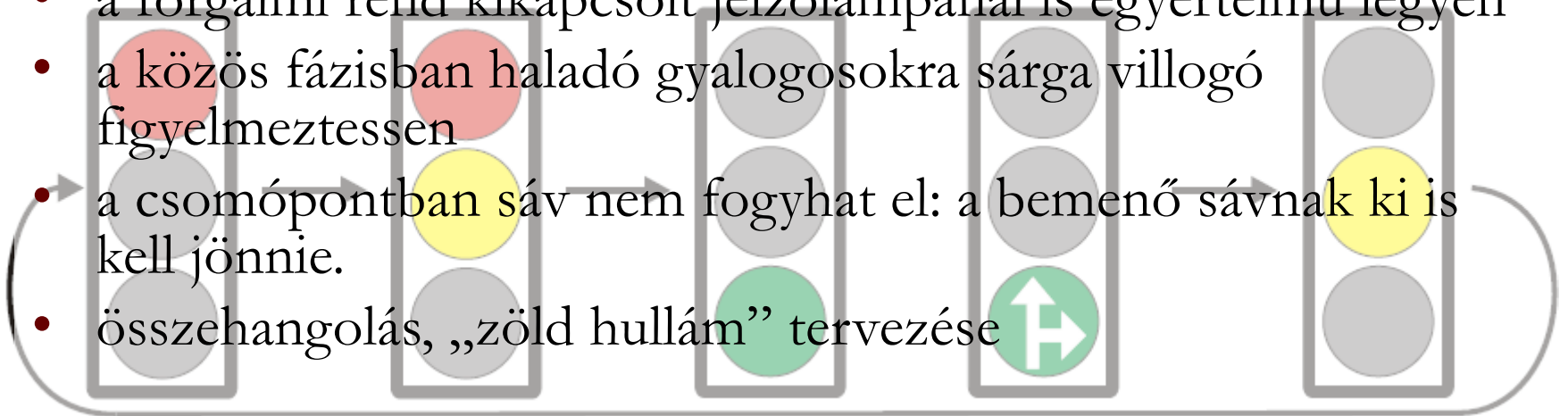
Közúti közlekedési és jármű modellek

A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS MODELLEZÉSE

CSOMÓPONTOK ÉS FORGALMI FOLYAMATOK

Csomópontok

- a megállások száma *és/vagy* a várakozási idők összege minimális legyen
- az irányítás lehetőleg forgalomfüggő és összehangolt legyen
- a programváltási időpontok a forgalom időbeni lefolyását kövessék
- a forgalmi rend kikapcsolt jelzőlámpánál is egyértelmű legyen
- a közös fázisban haladó gyalogosokra sárga villogó figyelmeztessen
- a csomópontban sáv nem fogyhat el: a bemenő sávnak ki is kell jönnie.
- összehangolás, „zöld hullám” tervezése



¹Dr. Kálmán László: Jelzőlámpás forgalomirányítás

Forgalmi folyamatok

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrnyitási Tanszék

Dugók kialakulásának okai

- Baleset
- Ideiglenes terelések
- Fantom dugó



Fantom dugók

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- video

A közúti közlekedés modellezése

- Makroszkopikus modell
 - hálózat szintű vizsgálatra alkalmas
- Mezoszkopikus modell
 - összeköti a makro- és mikroszkopikus modelleket
 - dinamikus forgalomszétosztásra alkalmas
- Mikroszkopikus modell
 - járműkövetési-, sávválasztási-, illetve útvonal-választási modell
 - jármű-járművezető rendszer
- Szub-mikroszkopikus modell
 - emberi viselkedés vizsgálata

A közúti közlekedés modellezése

- Forgalomtervezés
 - adott területen végrehajtott változás hatásai
- Szimulációk
 - forgalmi szabályozások összehasonlítása
 - O-D (honnan-hová) viszonyok meghatározása
- Valósídejű forgalomszabályozás
 - valóságos forgalom irányítása

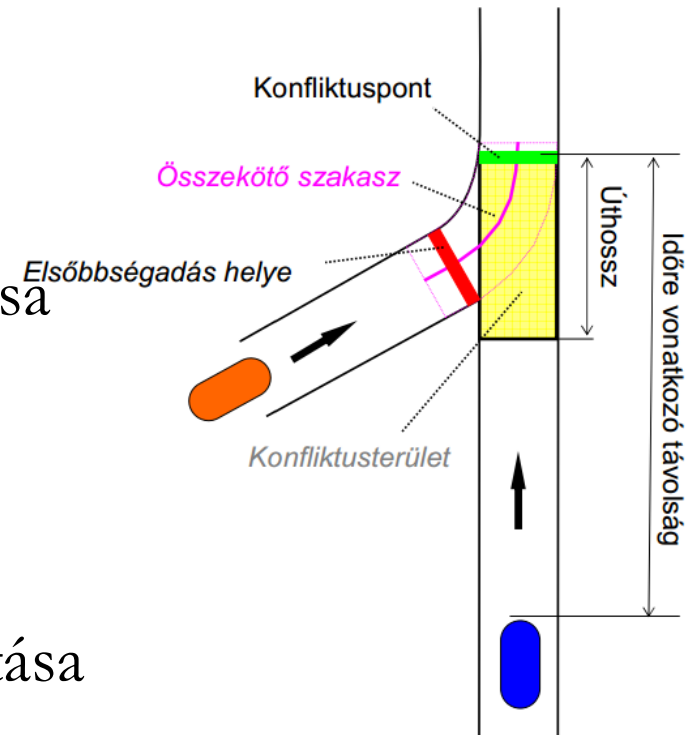
VISSIM

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrnyitási Tanszék

A járművek követése Wiedemann (1974) által felépített modellen alapul, **mikroszkópikus** modell.

Modell alkotás lépései:

- Alaptérkép betöltése, kalibrálása
- Útszakaszok megrajzolása
- Összekötő szakaszok megrajzolása
- Forgalom megadása
- Útirányok megadása
- Elsőbbségi szabályok megadása
- Jelzőlámpás csomópontok beállítása



VISSIM

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- video

VISUM

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Makroszkopikus közlekedési modell.

Teljes városok forgalomlefolysa vizsgálható vele eltérő beavatkozási esetekben.

Számos közlekedési igény modellezésére szolgáló eljárás áll rendelkezésre a szoftverben.

Több forgalomráterhelési eljárás használható mind az egyéni, mind a közforgalmú közlekedési szektorra.

VISUM

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- video

PannonTraffic

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- Egyedi térképek használata
- Hálózati elemek elhelyezése:
 - keresztezések
 - útszakaszok (többcsatornás)
 - parkolók
 - jelzőlámpák

PannonTraffic

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- Tehermentesítés-analízis
 - Fennálló közlekedési problémák elemzése, megoldási alternatívák készítése, tesztelése
- Hatás-analízis
 - Kiepipített infrastruktúra fejlesztésének kockázatmentes vizsgálata
- Tanulmányok készítése
 - Balesetek okozta forgalmi problémák modellezése
 - Vészforgatókönyvek készítése (megkülönböztetett járművek biztosítása, evakuálási műveletek, stb.)
 - Stabilitás vizsgálat (kijelölt terület forgalom-csillapítása egyedi szabályozási rendszerrel)
 - Intelligens csomópontok irányítása (adaptív lámpa alkalmazás)
- Kutatási problémák vizsgálata
 - Egyedi igények kiszolgálására alkalmas (ipari/egyetemi kutatásokban közreműködés)

PannonTraffic

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- video

PÉLDA JÁRMŰ MODELLEZÉSRE

ADVISOR

(Advanced Vehicle Simulator)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrányítási Tanszék

- Matlab/Simulink környezetben írt modell
- nem csak hagyományos (könnyű és nehéz), hanem hibrid, illetve üzemanyagcellás járműveket is tud szimulálni és elemezni
- bármilyen módosítás hatását meg tudja vizsgálni, legyen az alkatrész változtatás (pl.:motor, akkumulátor, katalizátor, légkondicionáló stb.) vagy egyéb módosítások, melyek kihatnak a gazdaságosságra, teljesítményre vagy emisszióra.

ADVISOR

(Advanced Vehicle Simulator)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

The screenshot displays the 'Vehicle Input' window of the ADVISOR 2004 software. The interface is divided into several sections:

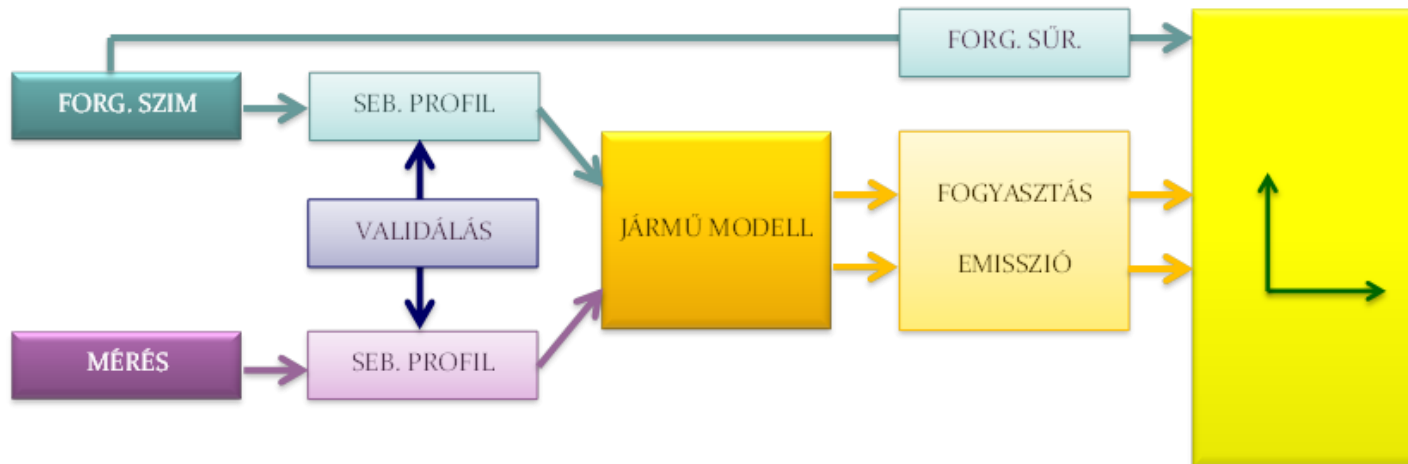
- Vehicle Input:** Shows a top-down view of a red car chassis with a 'Gasoline' tank and engine components labeled.
- Component and Plot Selection:** A dropdown menu for 'Component' is set to 'fuel_converter', and 'Plot Selection' is set to 'fc_efficiency'.
- Plot:** A graph titled 'Fuel Converter Operation' for a 'Geo 1.0L (41kW) SI Engine - transient data'. The y-axis is 'Torque (Nm)' from 0 to 100, and the x-axis is 'Speed (rpm)' from 0 to 6000. The plot shows multiple efficiency contours (isoefficiency lines) labeled with values such as 0.12, 0.14, 0.18, 0.2, 0.22, 0.24, 0.26, 0.28, 0.3, 0.32, and 0.34.
- Drivetrain Config:** A table of vehicle components with dropdown menus for selection.

Component	version	type
Vehicle	?	VEH_SMCAR
Fuel Converter	fc	si
Exhaust Aftertreat	?	EX_SI
Energy Storage	?	ess options
Energy Storage/2	?	ess 2 options
Motor	?	MC_AC124_EV1_draht
Motor 2	?	motor 2 options
Starter	?	starter options
Generator	?	gc options
Transmission	man	TX_SSPD
Transmission 2	?	trans 2 options
Clutch/Torque Conv.	?	clutch/torque converter opt...
Torque Coupling	?	TC_DUMMY
Wheel/Axle	Crr	WH_SMCAR
Accessory	Const	ACC_CONV
Acc Electrical	?	acc elec options
Powertrain Control	conv	PTC_CONV
- Scale Components:** A table showing mass and efficiency data.

max pwr (kW)	peak eff	mass (kg)
41	0.34	131
#of mod V nom 11		
- Drive Type:** Radio buttons for 'front wheel drive' (selected), 'rear wheel drive', and 'four wheel drive'.
- Masses:** 'Cargo Mass' is 136, and 'Calculated Mass' is 984.
- Buttons:** 'View Block Diagram' (BD_CONV), 'Save', 'Help', 'Back', and 'Continue'.
- Variable List:** Shows 'Component' as 'fuel_converter' and 'Variables' as 'fc_acc_mass' with a value of 32.8056.

Közúti közlekedési vs. Járműmodellek

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék



A TANSZÉKEN FUTÓ KUTATÁSI PROJEKTEK

Vegyes mérőrendszerekre támaszkodó forgalmi adatgyűjtő technológia fejlesztése

TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0012 „Smarter Transport”

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- A projekt fő célja a különböző típusú forgalmi adatforrások hatékony forgalomtechnikai felhasználhatóságának vizsgálata:
 - Floating Car Data
 - Mobiltelefon-cella adatok
 - Hagyományos mérési eszközökből származó adatok (hurokdetektor, videó)
 - Kikérdezéses adatok
- A heterogén adattípusok hatékony és együttes feldolgozhatóságának metodológiai kutatása

Pattern felismerés városi forgalomban

EIT KIC 12-1-2012-0001

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- Forgalmi modell készítése (VISSIM) budapesti Floating Car Data adatok alapján
- A szimulált forgalmi „képeket” egy matematikai algoritmus (ELTE) segítségével analizáljuk és patterneket gyártunk.
- A patternek felhasználhatók közlekedési események felismerésére a jövőben, pl. közlekedési dugó kialakulásának a valószínűsége prediktálható

A VÁLTOZTATHATÓ IRÁNYÚ FORGALMI SÁVOS RENDSZER

A változtatható irányú forgalmi sávos rendszer alkalmazásai

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrirányítási Tanszék

- Egyesült Államok számos államában már az 1920-as évektől használtak, Reversible Lanes-nek nevezik, jelenleg 45 helyen alkalmaznak (2006)
- Európában a Tidal Flow elnevezés ismert:
 - Az Egyesült Királyságban Sheffield-ben a A61-es Queens Road-on, a Wales-i Cardiff-ban az A470-es North Road-on, a Lincoln-i A15-ös Canwick Road-on található;
 - Németországban Hamburg közelében a Bunesautobahn 7 New Elbe alagút;
 - Horvátországban Kraljevica mellett található változtatható irányú sáv alkalmazása;
 - és Hollandiában is találunk több kísérleti megoldást.



A változtatható irányú forgalmi sáv alkalmazhatósága

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- Peak-Period Traffic Management – *Csúcsidős forgalom*
- Construction Zone Traffic Management – *Ideiglenes szabályzás*
- Event Traffic Management – *Nagyszabású események*
- Emergency Traffic Management – *Evakuálás vészhelyzetben*

A változtatható irányú forgalmi sáv alkalmazhatósága

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- Felhasználás autópályán
 állandó
 ideiglenes
- Felhasználás lakott területen
 önállóan
 hálózatban



Matematika modell

$$\dot{x} = \langle L \rangle^{-1} [K_{11}(x,s)x + K_{12}(x,s)s]$$

ahol $x \in \mathcal{R}^n$, $\forall x_i \in [0,1]$, ($i=1,2,\dots,n$),

$s \in \mathcal{R}^m$, $\forall s_i \in [0,1]$, ($i=1,2,\dots,m$),

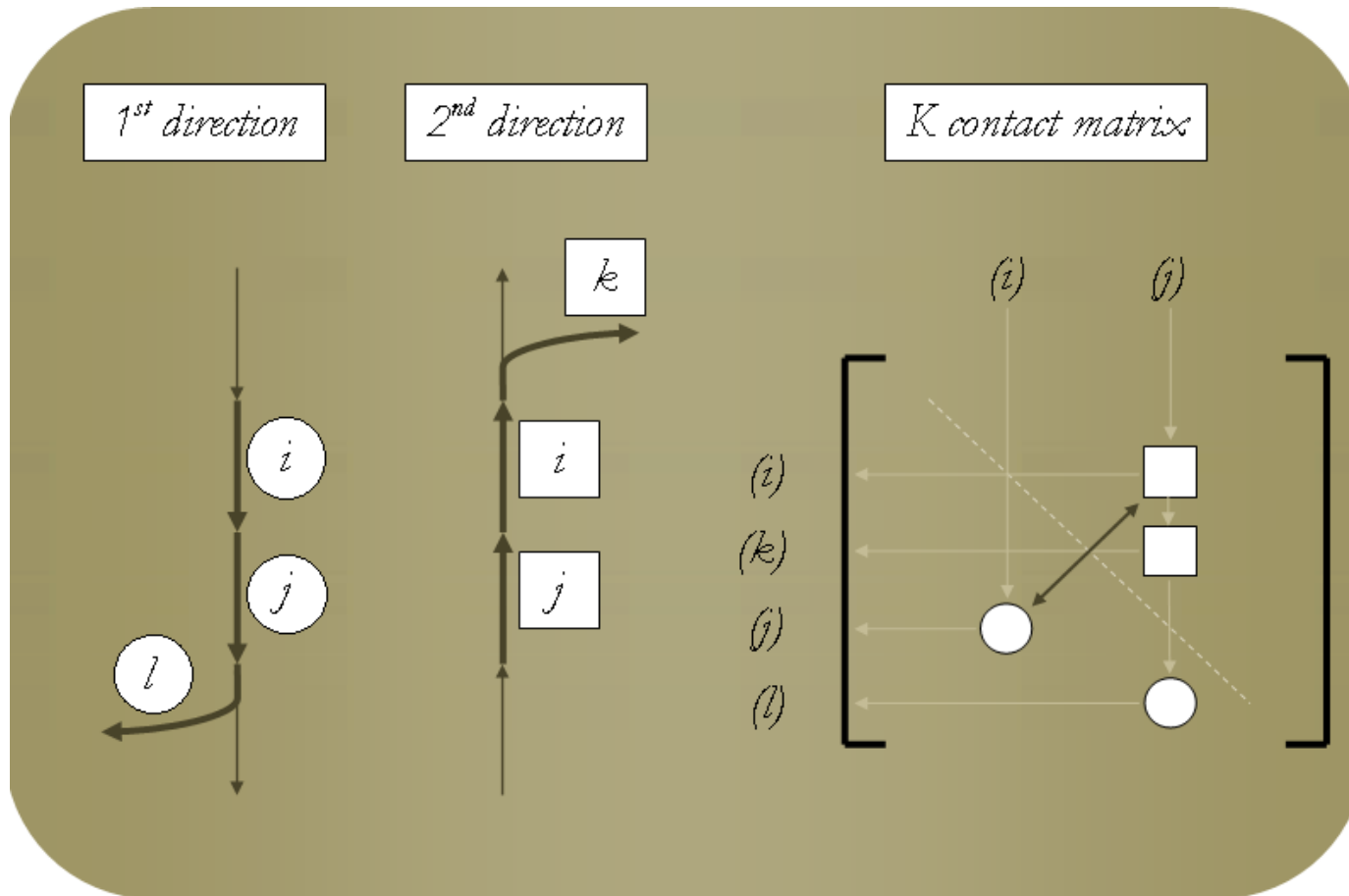
$L = \text{diag}\{l_1, \dots, l_n\}$,

l_i szakaszhossz ($\forall l_i > 0$, $i=1,2,\dots,n$),

$K_{11} \in \mathcal{R}^{n \times n}$, $K_{12} \in \mathcal{R}^{n \times m}$.

Változtatható irányú forgalmi sávok beillesztése a modellbe

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék



Változtatható irányú forgalmi sávok beillesztése a modellbe

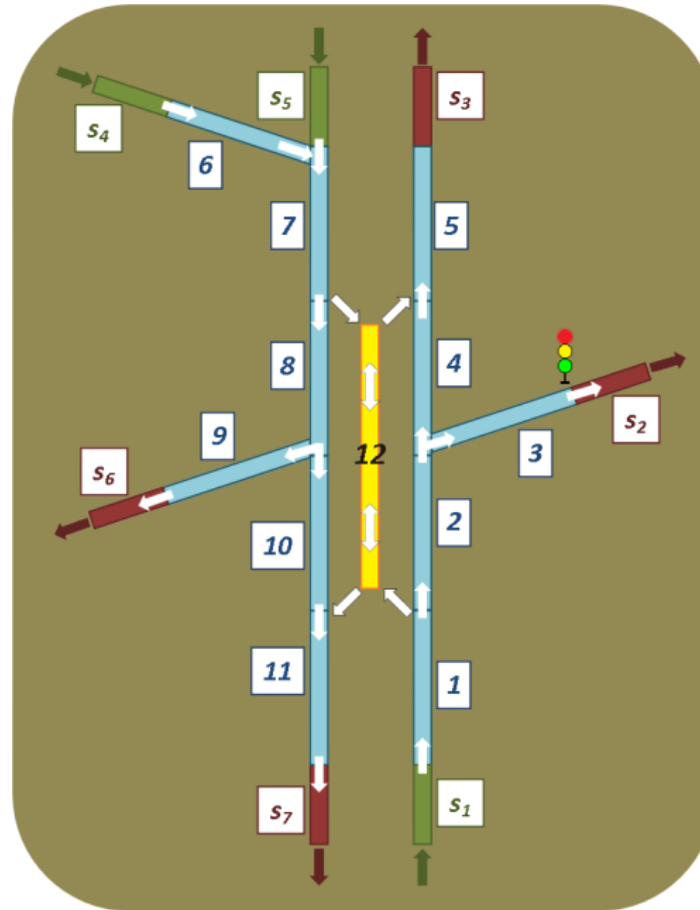
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőirányítási Tanszék

Kétféle kapcsolati forma:

- ***Állandó geometriai kapcsolat:***
ilyen i és j kapcsolata. Ez esetben a geometria kapcsolat minden forgalmi irányváltásnál megmarad, az átadás iránya az, ami megváltozik.
(1. irány esetén: $i \rightarrow j$, 2. irány esetén: $j \rightarrow i$)
- ***Irányhoz fűződő kapcsolat:***
ilyen az 1. irány esetén j és l kapcsolata, 2. irány esetén j és k kapcsolata. Ez esetben a geometria kapcsolat a forgalmi iránytól függ. (1. irány esetén: $j \rightarrow l$, 2. irány esetén: $j \rightarrow k$)

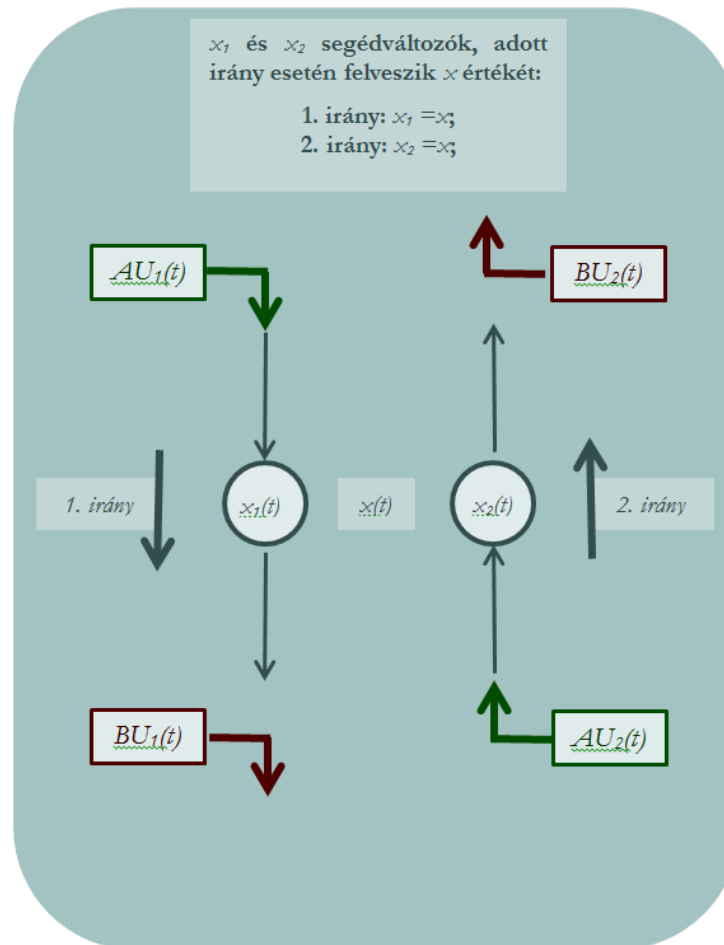
Minta modell

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrnyitási Tanszék



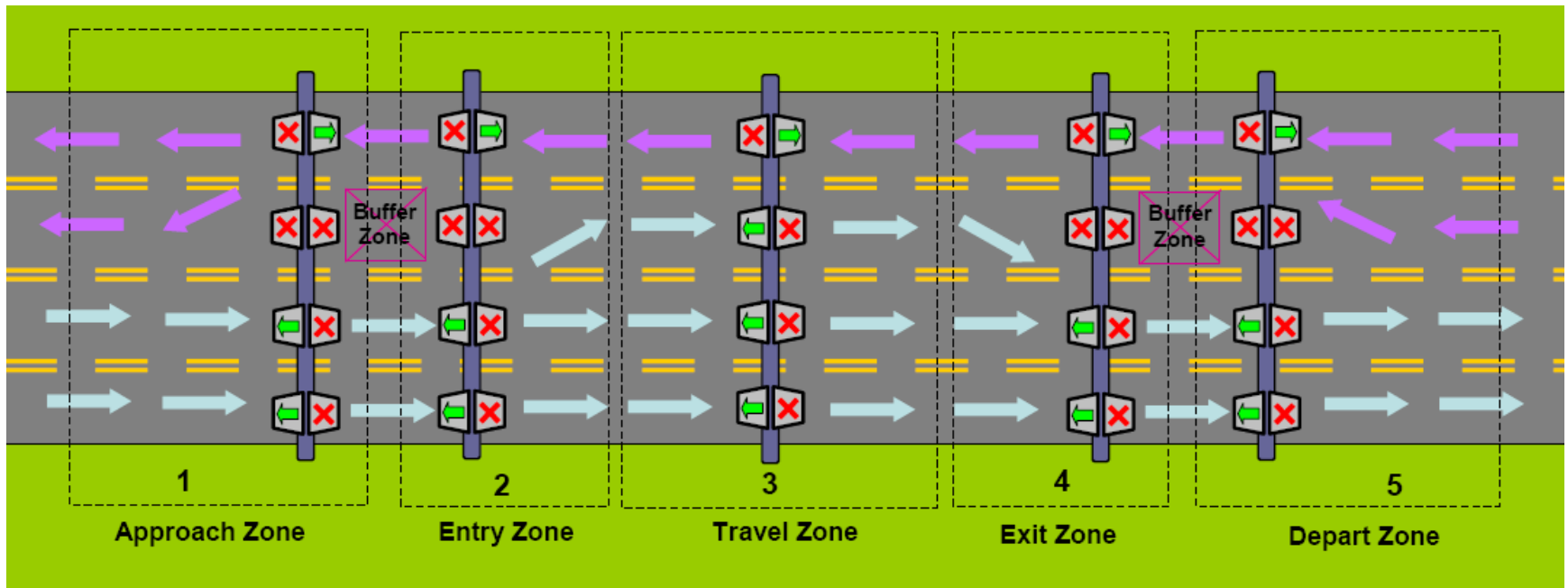
A kiürülési idő vizsgálata irányváltoztatás során

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék



Példa térbeli irány változtatására és zónák kialakulására [TAoC, 2009]

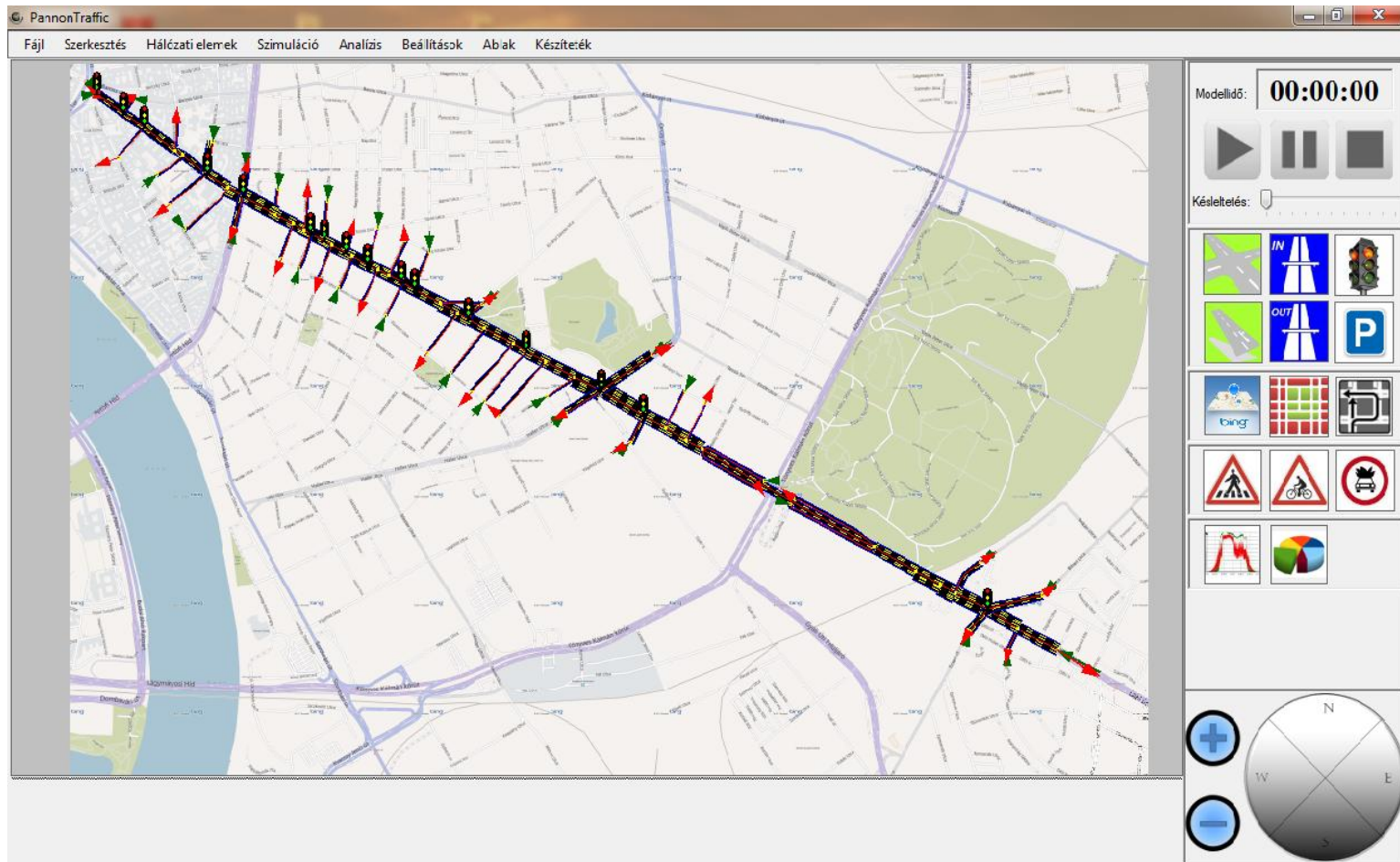
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrirányítási Tanszék



²Transportation Association of Canada, *Guidelines for the Planning Design, Operation and Evaluation of Reversible Lane Systems*, Ottawa ON, 2009

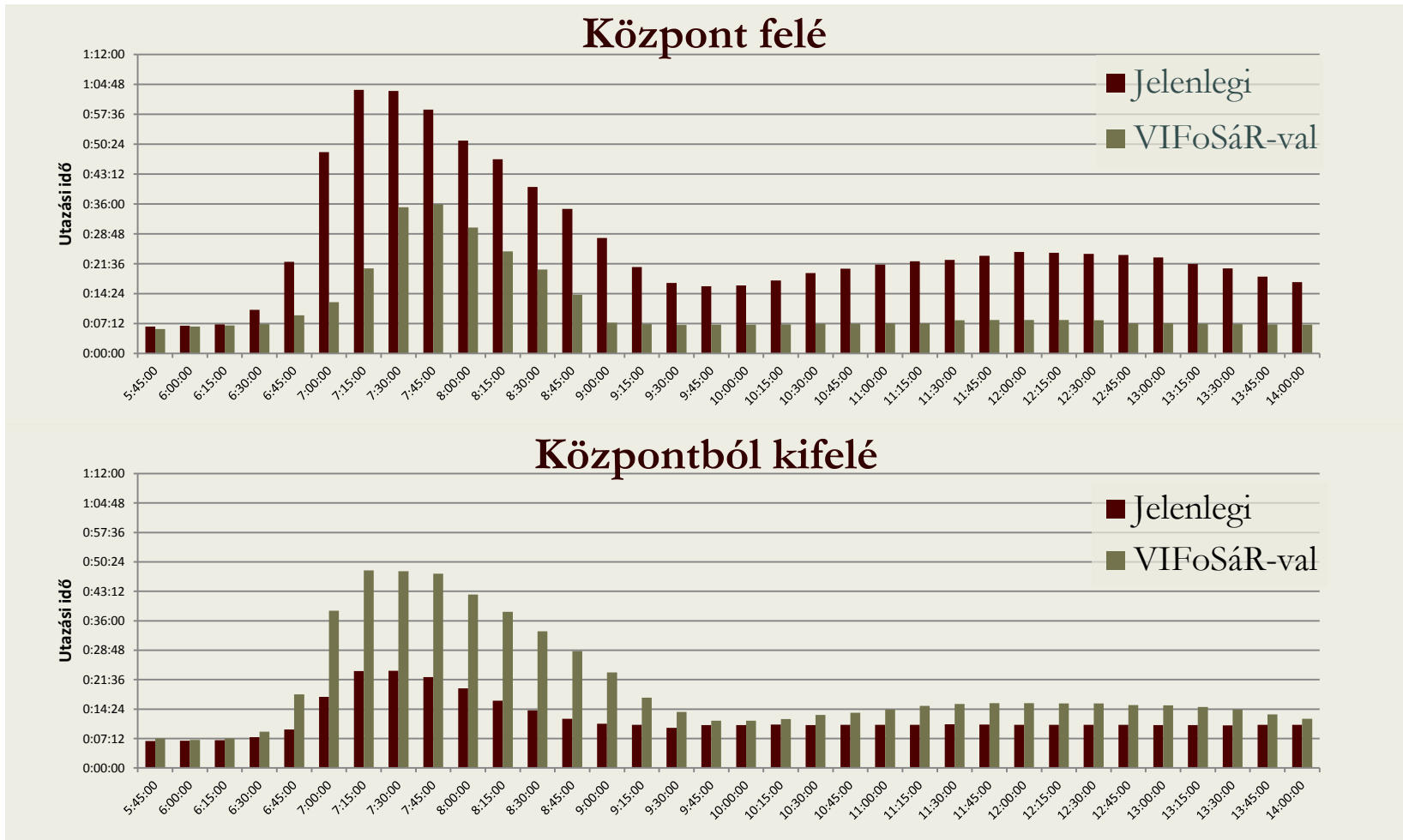
Változtatható irányú forgalmi sávok alkalmazási lehetőségének vizsgálat

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék



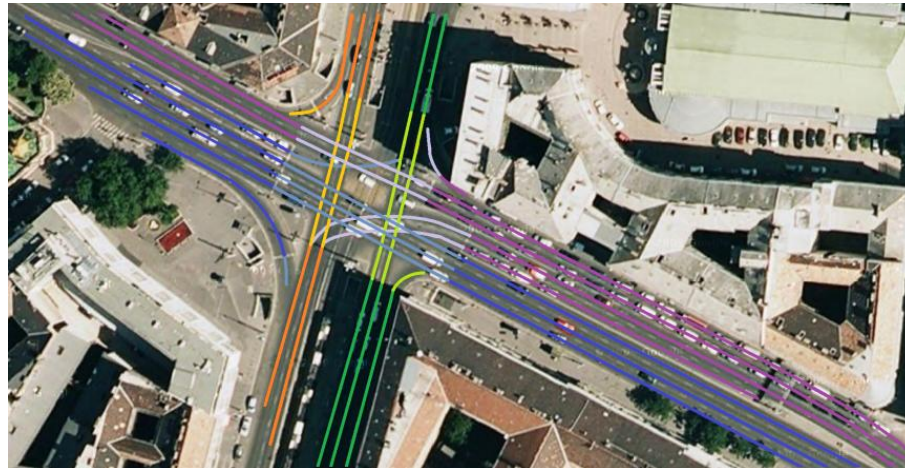
Változtatható irányú forgalmi sávok alkalmazási lehetőségének vizsgálat

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrirányítási Tanszék



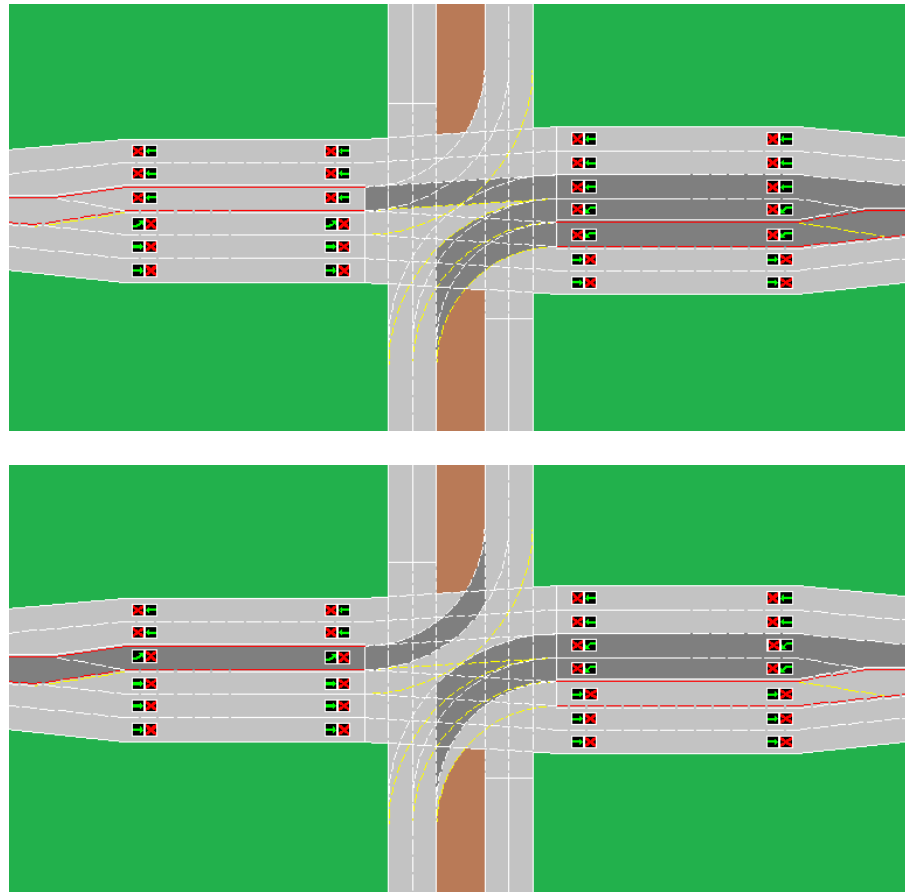
A balra kanyarodó sávok problémája

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrnyítási Tanszék



A balra kanyarodó sávok problémája

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék



A variábilis hálózat általános felépítése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőrnyitási Tanszék

Sávok elhelyezkedését tekintve kétféle esetet :

- ***Diszjunkt rendszerekre történő alkalmazás.***

A gyakorlatban azok az esetek, amely esetekben geometriailag különböző hálózati tartományokban helyezkednek el a vizsgált rendszerek és egymástól függetlenül működtethető rendszereknek tekinthető alkalmazás történik. Bár, mindig fontosak a komplex vizsgálatok, de ilyenkor elvben külön-külön rendszertervek készíthetők az egyes esetekre.

- ***Nem diszjunkt rendszerek esete.***

Egy közös rendszertervet kell készíteni az ilyen rendszer esetére, amelynek praktikus lehet az a célja is, hogy kezelhető diszjunkt rendszerekre bontsuk szét ezt is.

A variábilis hálózat általános felépítése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

A közbenső időt is figyelembe véve, minden változtatható irányú részrendszer 3 fázisállapotot jellemez. Ha egymástól függetlenül, n helyen valósítunk meg irányváltást, a kapcsolási rendszer egyetlen kapcsolati hipermátrixa 3^n féle fázisállapotot valósít meg az alkalmazás során.

A variábilis hálózat általános felépítése

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedés- és Járőirányítási Tanszék

Az irányítást tekintve kétféle eset :

- ***A fogalomirányító központ***

A központból kiadott utasítás alapján, a napszaki forgalmi helyzethez alkalmazkodó időbeni vezérlés működik. Ebben az esetben az új közlekedési rendre vonatkozó modell-számítások és kialakítást követő mérések alapján kell meghatározni az időbeni vezérlést.

- ***A forgalmi helyzet alapján***

állapotfüggő automatikusan működő intelligens irányítás alkalmazása. Ebben az esetben modell prediktív irányítási (MPC) módszert javasolunk, amely olyan numerikus-optimalizáláson alapuló irányítási módszer, amelynél – diszkrét időt feltételezve – a beavatkozó jel jövőbeni értékeit (véges időhorizonton előretekintve) minden diszkrét időlépésben egy előírt célfüggvény optimalálása révén határozzuk meg.



BME KJIT
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Köszönöm a figyelmet!

Dr. Bede Zsuzsanna

tanársegéd

bede.zsuzsanna@mail.bme.hu