



**Városi úthálózat makroszkopikus  
fundamentális diagram alapú  
modellezése forgalomszimulációs  
eljárások segítségével**

Maximcsuk Balázs  
Konzulens: Dr. Tettamanti Tamás



# Rövid tartalom

- MFD modell általános bemutatása
- Feladatom ismertetése
  - A szimulációs környezet felépítése
  - A kapott adatok értelmezése
  - Konklúziók levonása
- Összefoglalás



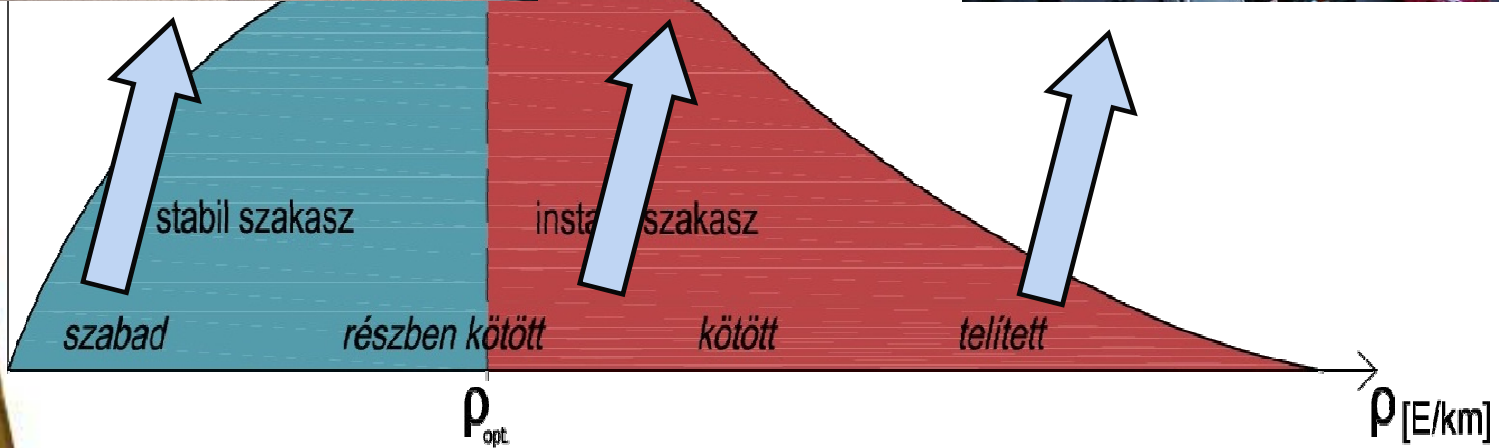
# Az MFD modell általános bemutatása

# Makroszkopikus fundamentális diagram



$N$  [E/h]

$N_{max}$





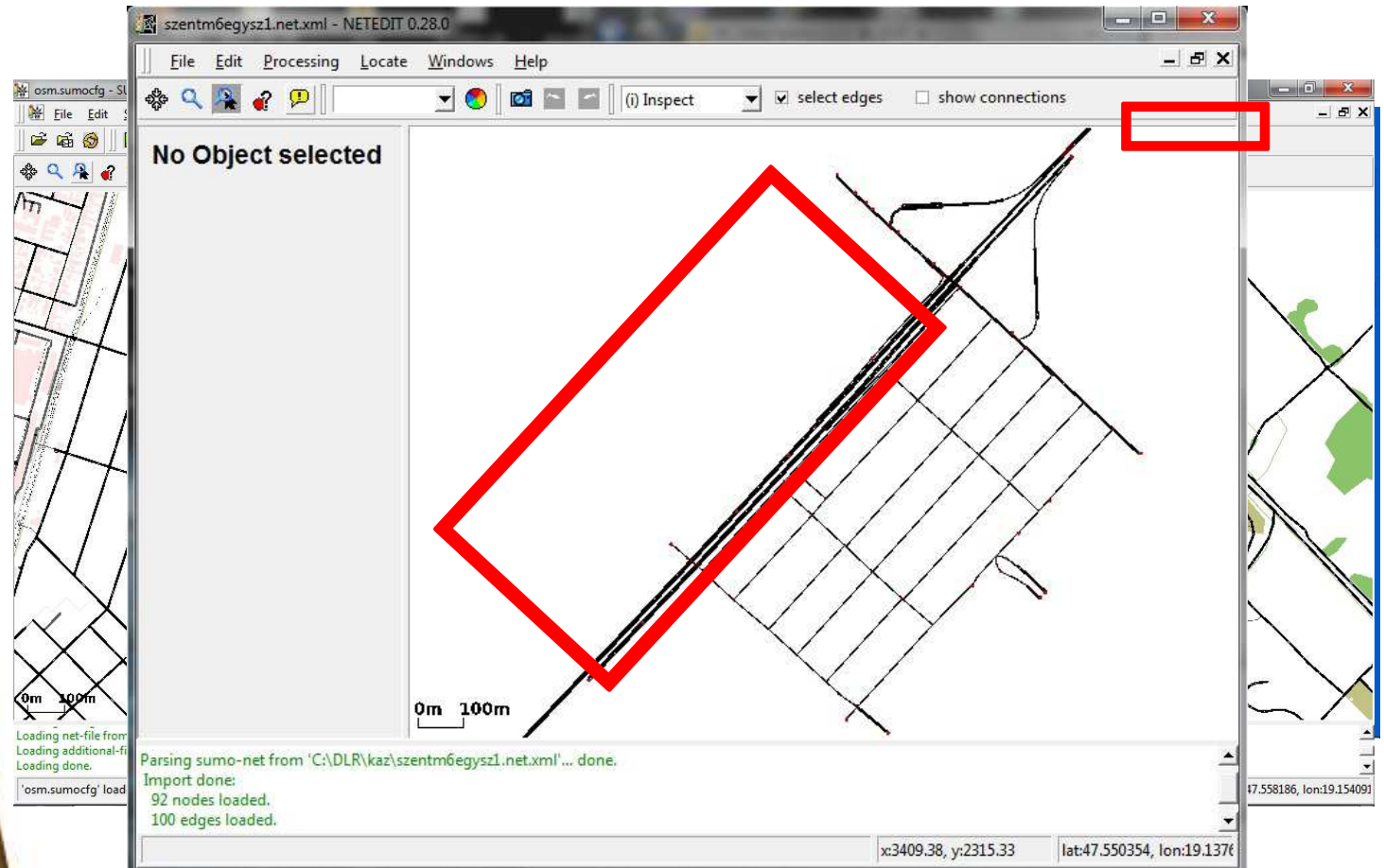
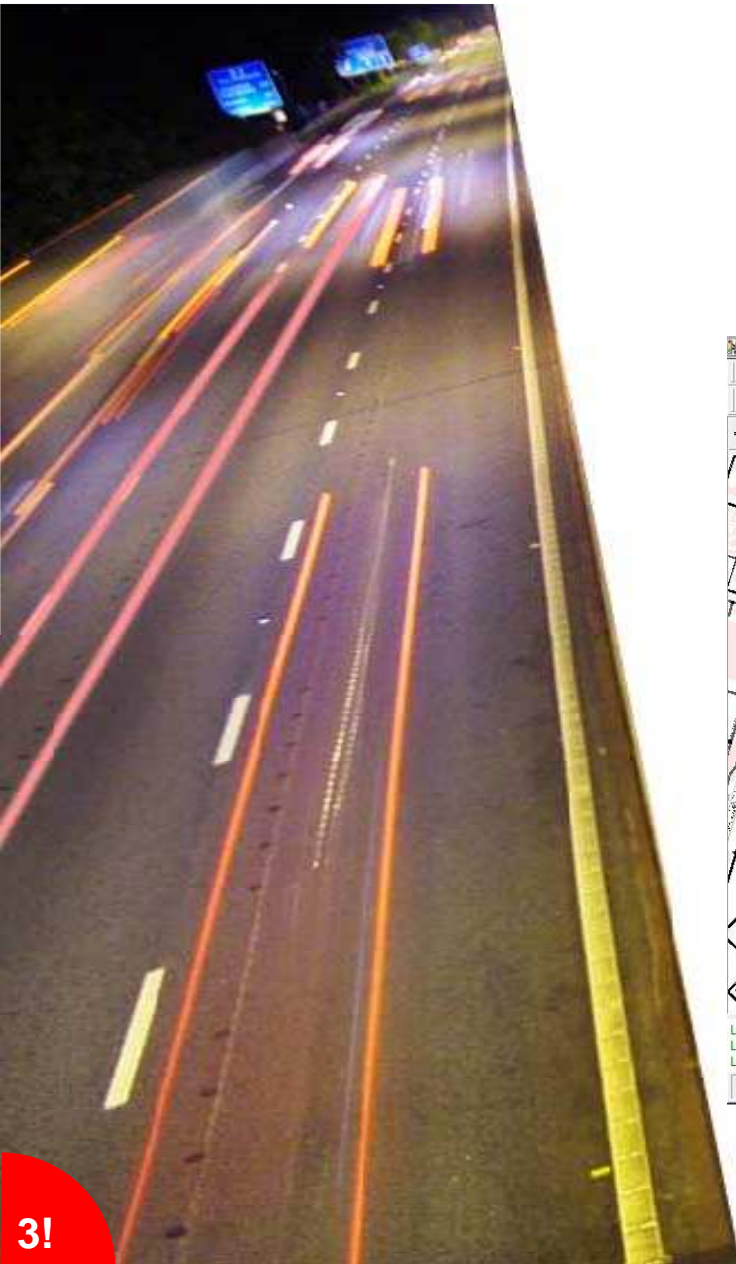
A feladatom ismertetése




# A szimulációs zóna felépítése

- Szimulációs környezet: Simulation of Urban Mobility (SUMO)
  - Institute of Transportation Systems (DLR)
  - Mikroszkopikus forgalomszimulációs, nyílt forráskódú programcsomag
  - *osmWebWizard.py* hálózatgeneráló script
  - *netedit.exe* hálózatszerkesztő GUI
  - *sumo-gui.exe* szimulációt lefolytató GUI

# osmWebWizard.py





# A szimuláció forgalmának generálása

- MATLAB
  - forgalom-fájl generálás - *<name>.flows.xml*
  - adatértékelés
  - diagram ábrázolás – *cftool* applikáció
- *randomTrips.py*
  - időben konstans forgalomnagyságok

```
randomTrips.py -n <network>.net.xml -b 0 -e 3600 --fringe-factor 100000 -o <network>.trips.xml -p 1.5 --prefix a --seed 1234
```





# A feladat során használt eszközök

- Microsoft Excel
  - adatok gyors kiértékelése
  - specifikus program kiépítése a cél elérésére
- matematikai módszerek
  - $\chi^2$  próba homogenitás vizsgálatra
  - F-próba polinomfüggvények összehasonlítására
  - korrelációvizsgálat az illesztések jóságának vizsgálatára

```
22
23 </configuration>
24 -->
25
26 <meandata xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://sumo.dlr.de/xsd/meandata_file.xsd">
27   <interval begin="0.00" end="60.00" id="dump_60">
28     <edge id="-301" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
29     <edge id="-406" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
30     <edge id="-407" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
31     <edge id="-em304" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
32     <edge id="-em306" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
33     <edge id="-m301" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
34     <edge id="-m302" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
35     <edge id="-m303" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
36     <edge id="-m305" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
37     <edge id="-m307" sampledSeconds="80.16" traveltime="27.29" overlapTraveltime="28.10" density="7.96" occupancy="1.33" waitingTime="37.00" speed="6.15" de
38     <edge id="-m308" sampledSeconds="55.96" traveltime="15.53" overlapTraveltime="15.92" density="5.44" occupancy="0.91" waitingTime="0.00" speed="11.08" de
39     <edge id="-m3L4" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
40     <edge id="-zs1" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
41     <edge id="-zs2" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
42     <edge id="-zs3" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
43     <edge id="101" sampledSeconds="7.02" traveltime="7.32" overlapTraveltime="7.67" density="2.11" occupancy="0.53" waitingTime="0.00" speed="7.88" departe
44     <edge id="102" sampledSeconds="2.45" traveltime="2.16" overlapTraveltime="2.45" density="1.23" occupancy="0.31" waitingTime="0.00" speed="15.62" departe
45     <edge id="103" sampledSeconds="1.26" traveltime="1.01" overlapTraveltime="1.26" density="1.11" occupancy="0.28" waitingTime="0.00" speed="18.99" departe
46     <edge id="104" sampledSeconds="2.47" traveltime="2.22" overlapTraveltime="2.47" density="0.88" occupancy="0.22" waitingTime="0.00" speed="21.07" departe
47     <edge id="105" sampledSeconds="1.31" traveltime="0.99" overlapTraveltime="1.31" density="1.27" occupancy="0.32" waitingTime="0.00" speed="16.94" departe
48     <edge id="106" sampledSeconds="5.49" traveltime="5.20" overlapTraveltime="5.49" density="1.12" occupancy="0.28" waitingTime="0.00" speed="15.85" departe
49     <edge id="107" sampledSeconds="1.21" traveltime="0.95" overlapTraveltime="1.21" density="1.17" occupancy="0.19" waitingTime="0.00" speed="18.43" departe
50     <edge id="108" sampledSeconds="1.73" traveltime="1.48" overlapTraveltime="1.73" density="0.99" occupancy="0.16" waitingTime="0.00" speed="19.77" departe
51     <edge id="109" sampledSeconds="2.12" traveltime="1.90" overlapTraveltime="2.12" density="0.86" occupancy="0.22" waitingTime="0.00" speed="21.72" departe
52     <edge id="110" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
53     <edge id="111" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
54     <edge id="112" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
55     <edge id="113" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
56     <edge id="114" sampledSeconds="0.00" departed="0" arrived="0" entered="0" left="0" laneChangedFrom="0" laneChangedTo="0"/>
```

Kezdőlap Beszúrás Lap elrendezése Képletok Adatok Korrektúra Nézet Fejlesztőeszközök Foxit PDF

Beillesztés Vágólap Betűtípus Igazítás Szám Stílusok Cellák Szerkesztés

Calibri 11 A A

Sortöréssel több sorba

Általános

F D A

Cellaegyesítés

Feltételes formázás Formázás Cellastílusok

Beszúrás Törés Formátum

AutoSzum Kitérés Törés

Rendezés és szűrés Keresés és kijelölés

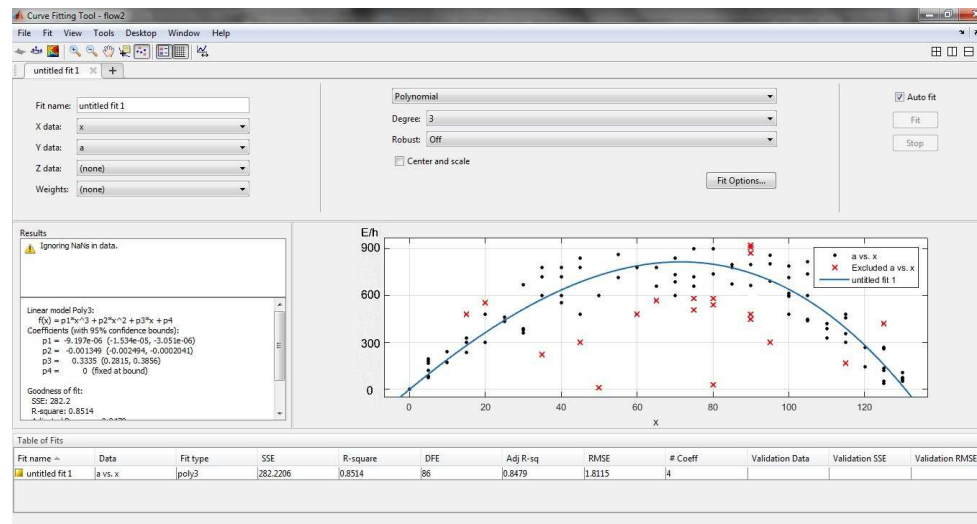
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	
1	é_1	é_2	khi <sup>2</sup>	szabfok	p	khi <sup>2</sup>	khi OK?	F.prob	korrel	elhagy %	OK?																									
2	101	102	3,27	9	0,9	4,17	IGEN	0,6627	0,9059	16,67	OK																									
3	102	103	1,52	13	0,9	7,04	IGEN	0,9310	0,8994	0,00	OK																									
4	103	104	6,89	13	0,9	7,04	IGEN	0,3346	0,6693	0,00	OK																									
5	104	105	3,74	9	0,9	4,17	IGEN	0,6588	0,7243	16,67	OK																									
6	104	L4	34,27	10	0,9	4,87	NEM	0,2951	0,2380	0,00																										
7	105	106	2,38	8	0,9	3,49	IGEN	0,6132	0,8631	18,18	OK																									
8	105	L4	43,53	8	0,9	3,49	NEM	0,0345	0,4670	0,00																										
9	106	107	2,75	8	0,9	3,49	IGEN	0,4607	0,8031	18,18	OK																									
10	107	108	2,81	7	0,9	2,83	IGEN	0,4583	0,7668	20,00	OK																									
11	108	109	22,01	9	0,9	4,17	NEM	0,7237	0,2085	0,00																										
12	108	-407	34,82	1	0,9	0,02	NEM	0,1711	1,0000	0,00																										
13	109	110	42,12	12	0,9	6,3	NEM	0,1512	0,0887	0,00																										
14	109	407	7,29	10	0,9	4,87	NEM	0,9294	0,7859	15,38	OK																									
15	109	-407	81,10	1	0,9	0,02	NEM	0,1712	1,0000	0,00																										
16	110	111	2,66	7	0,9	2,83	IGEN	0,6377	0,9366	20,00	OK																									
17	110	407	38,35	11	0,9	5,58	NEM	0,0718	0,1124	0,00																										
18	110	f11	8,97	4	0,9	1,06	NEM	0,7113	0,9121	16,67	OK																									
19	111	112	27,54	9	0,9	4,17	NEM	0,9646	0,2502	0,00																										
20	111	f11	6,68	3	0,9	0,58	NEM	0,8996	0,9162	0,00	OK																									
21	112	113	48,33	7	0,9	2,83	NEM	0,7989	0,1331	0,00																										
22	112	F1	76,38	1	0,9	0,02	NEM	0,2237	1,0000	0,00																										
23	113	114	10,57	7	0,9	2,83	NEM	0,9031	0,7221	0,00	OK																									
24	113	F1	22,34	1	0,9	0,02	NEM	0,9628	1,0000	0,00	OK																									
25	114	115	3,75	4	0,9	1,06	NEM	0,7179	0,7950	0,00	OK																									
26	115	116	1,48	2	0,9	0,21	NEM	0,3222	0,9721	25,00																										
27	115	f13	3,09	3	0,9	0,58	NEM	0,0279	0,6610	0,00																										
28	116	117	1,97	4	0,9	1,06	NEM	0,8756	0,9809	0,00	OK																									
29	116	f13	2,32	3	0,9	0,58	NEM	0,0433	0,9577	0,00																										
30	116	f14	2,06	4	0,9	1,06	NEM	0,0231	0,8898	0,00																										
31	117	201	17,30	3	0,9	0,58	NEM	0,8725	0,7657	0,00	OK																									
32	201	202	18,33	7	0,9	2,83	NEM	0,6797	0,7219	20,00	OK																									
33	202	203	20,06	6	0,9	2,2	NEM	0,7037	0,9775	30,00	OK																									
34	202	v15	57,22	8	0,9	3,49	NEM	0,0785	0,6802	0,00																										
35	203	204	2,43	8	0,9	3,49	IGEN	0,8644	0,9848	10,00	OK																									
36	203	v15	11,24	8	0,9	3,49	NEM	0,0331	0,7194	0,00																										
37	204	205	1,91	5	0,9	1,61	NEM	0,7010	0,9886	20,00	OK																									
38	204	-v13	85,67	2	0,9	0,21	NEM	0,6965	0,9827	0,00	OK																									
39	205	206	4,75	7	0,9	2,83	NEM	0,6028	0,9721	20,00	OK																									
40	205	v13	37,85	8	0,9	3,49	NEM	0,0052	0,1505	0,00																										
41	205	-v13	80,84	2	0,9	0,21	NEM	0,8535	0,9947	0,00	OK																									
42	206	207	5,40	8	0,9	3,49	NEM	0,7406	0,9089	20,00	OK																									





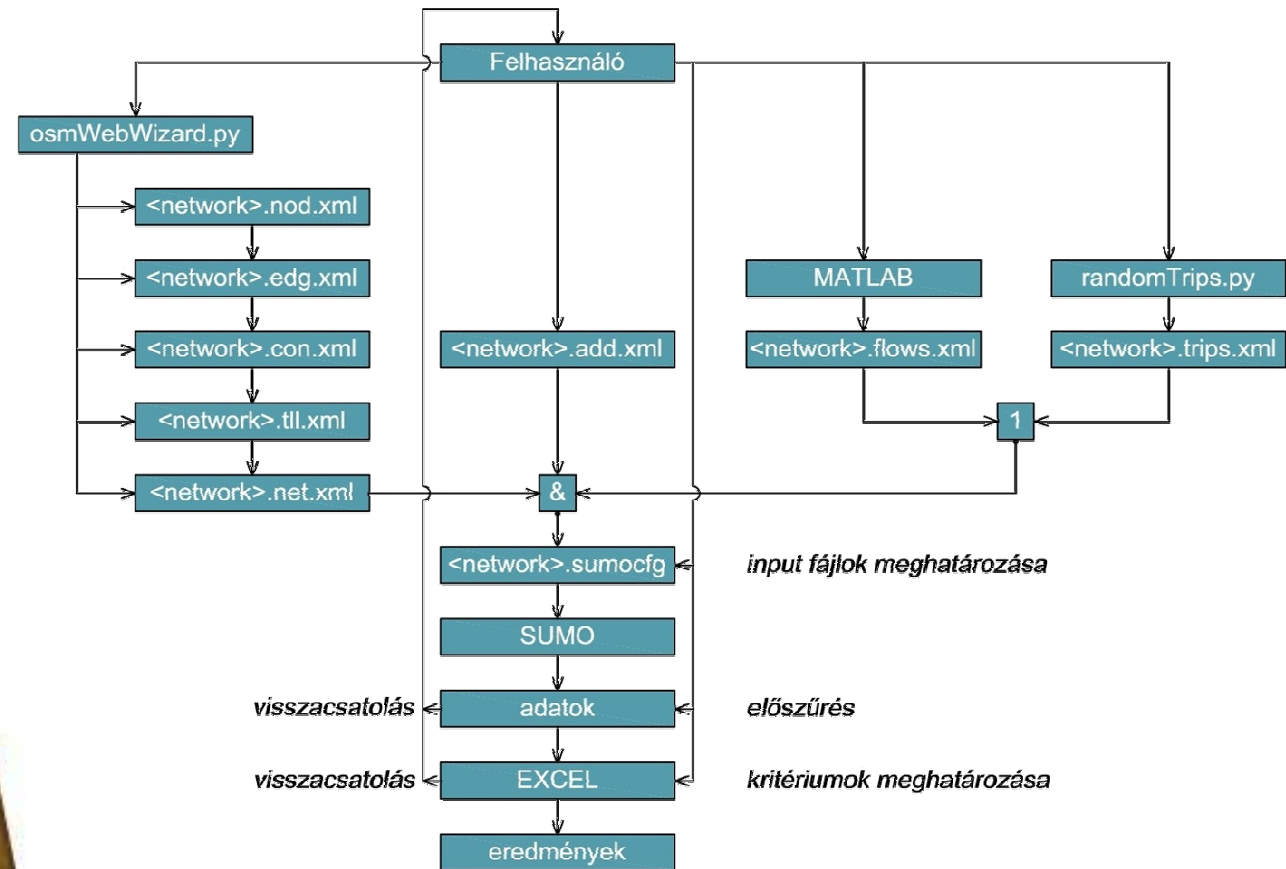
# A feladat során használt eszközök

- MATLAB
  - cftool – diagramábrázolás a homogén részhálózatokhoz
  - Excel-táblám csak egy adatpár esetén tud kieső értékeket valós időben szűrni



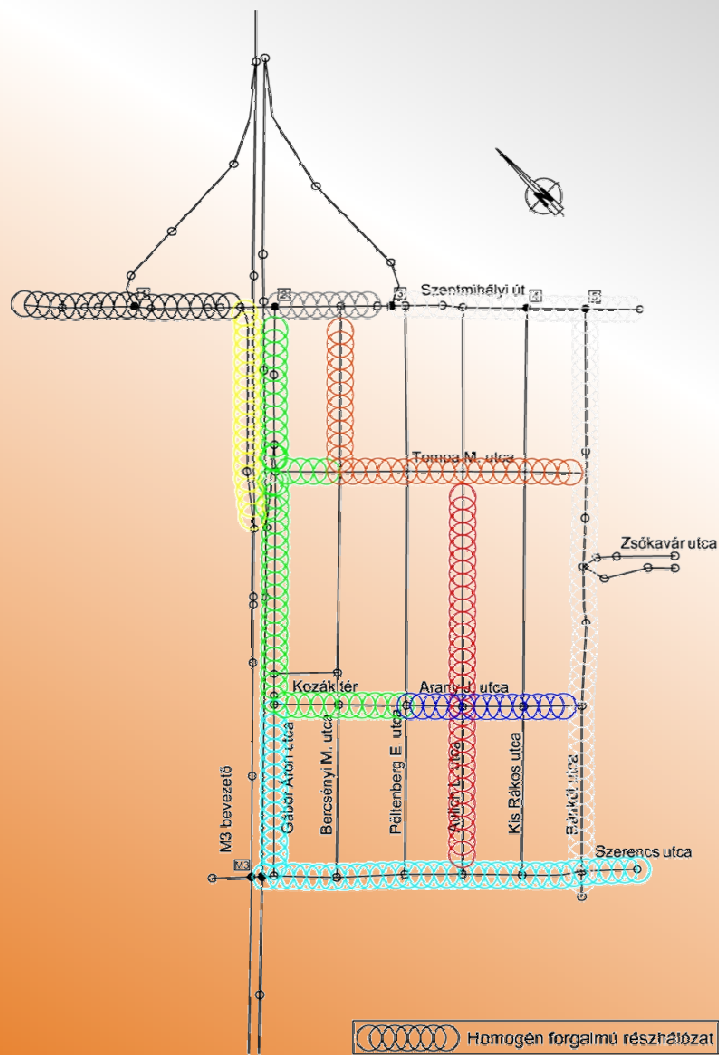


# Feladat megoldásának menete - röviden

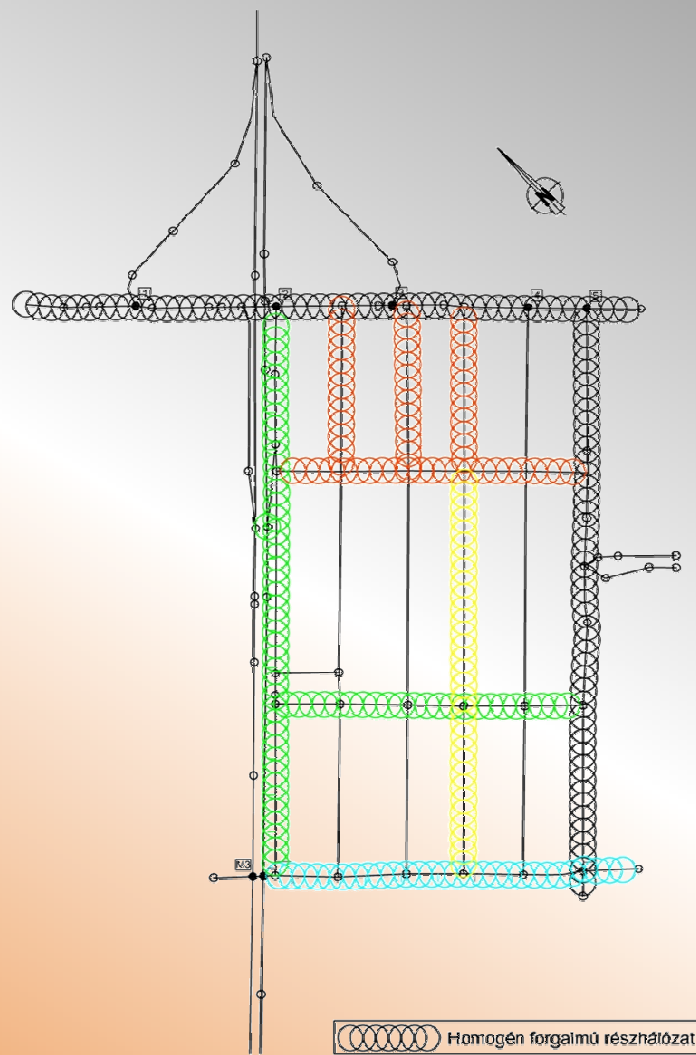




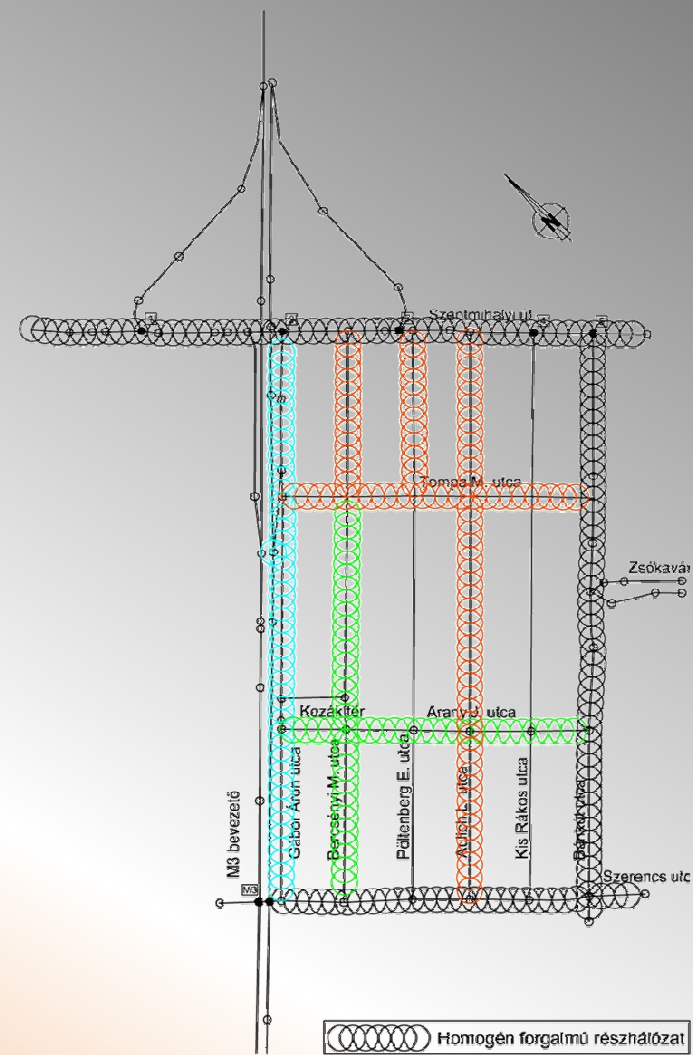
A kapott eredmények



Tervezett forgalom -  $p=0,8$



Tervezett forgalom -  $p=0,5$



Véletlenszerű forgalom -  $p=0,8$

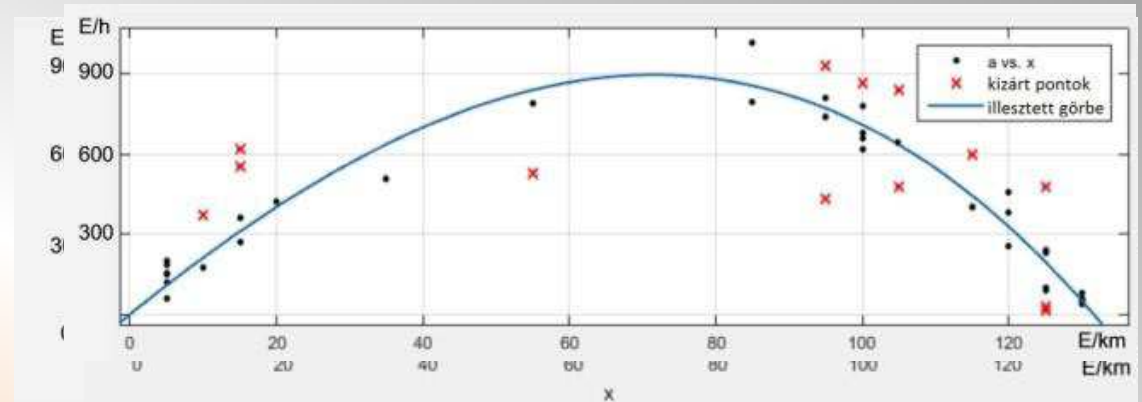
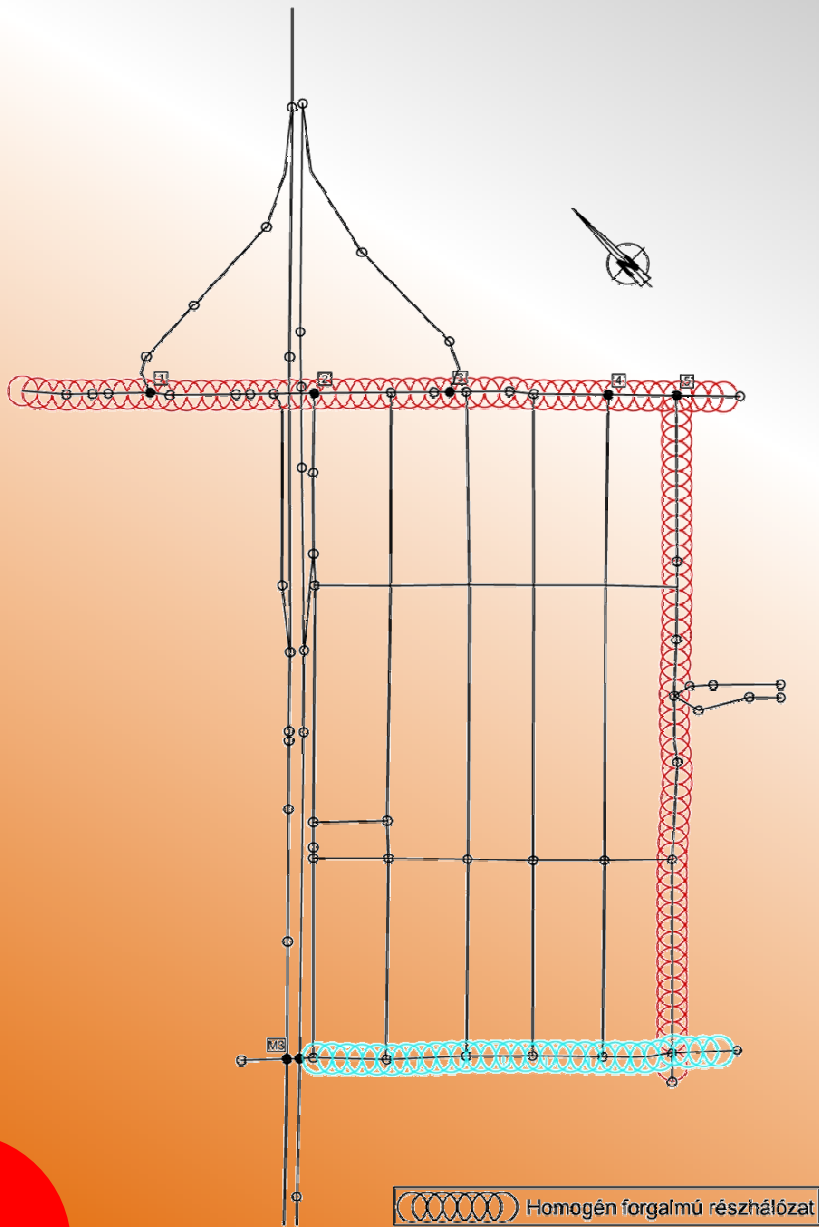


# MFD alapfeltevés vizsgálata

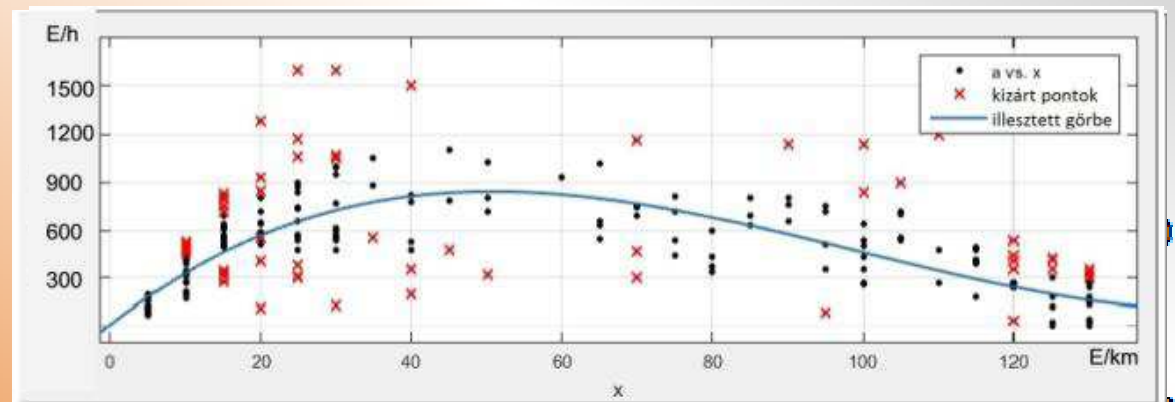
- A diagram alakja – a forgalom lebonyolódását leíró egyenlet – független a hálózaton jelenlévő forgalom célforgalmi mátrixától
- Közös zónák vizsgálata a két eltérő eljárással generált szimulációkban



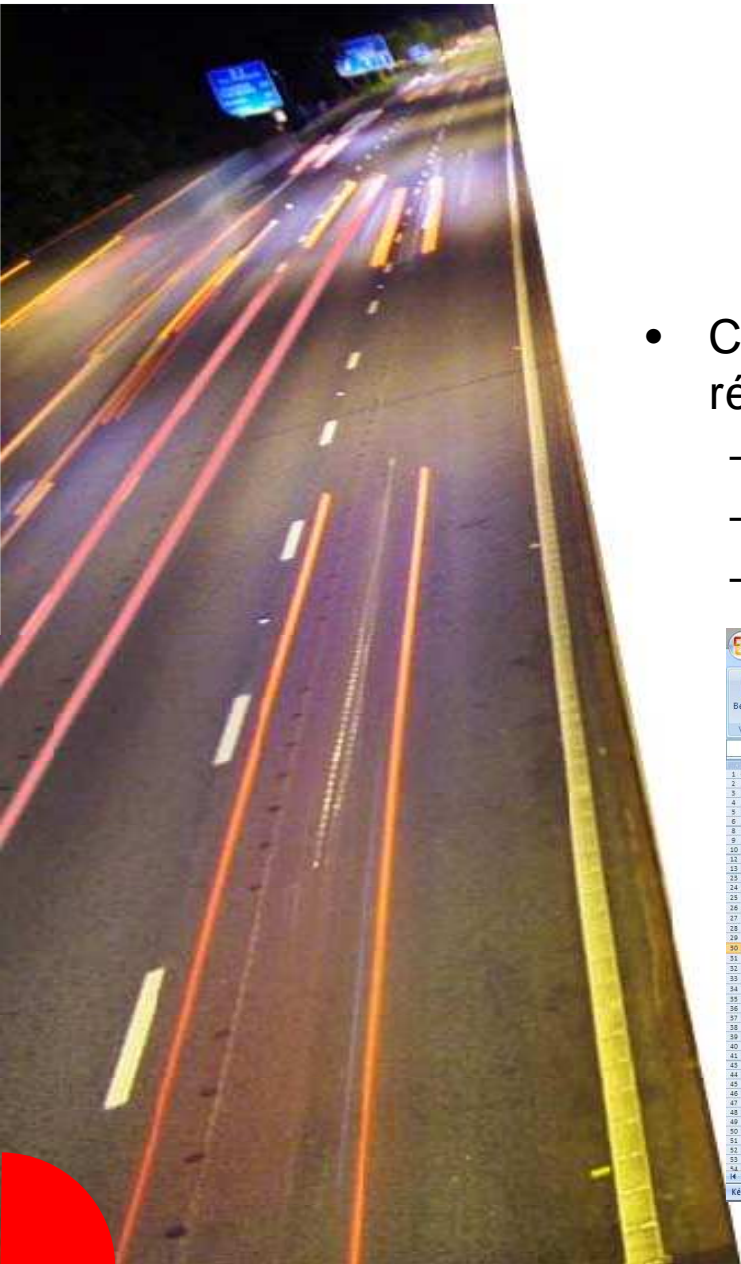
# MFD alapfeltevés vizsgálata



$$f(x) = 2,756 \cdot 10^{-5} x^3 - 0,008 x^2 + 0,618 x + 0,175$$

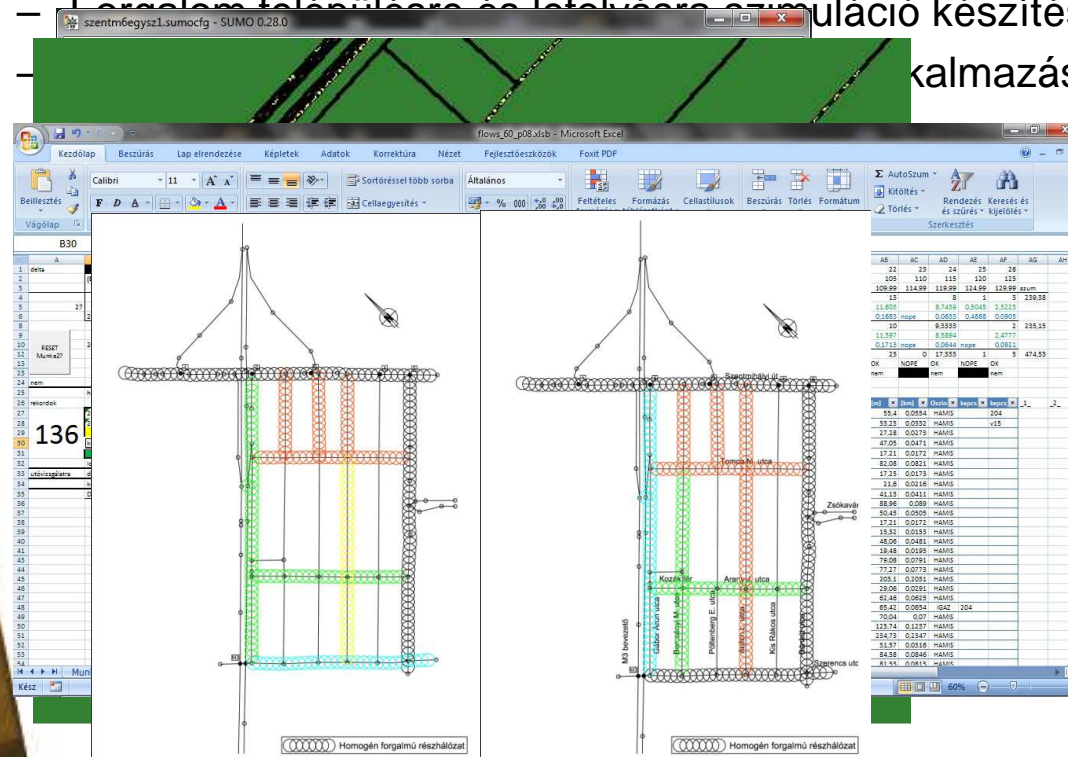


$$f(x) = -7,548 \cdot 10^{-5} x^3 - 0,002 x^2 + 0,570 x + 0,000$$

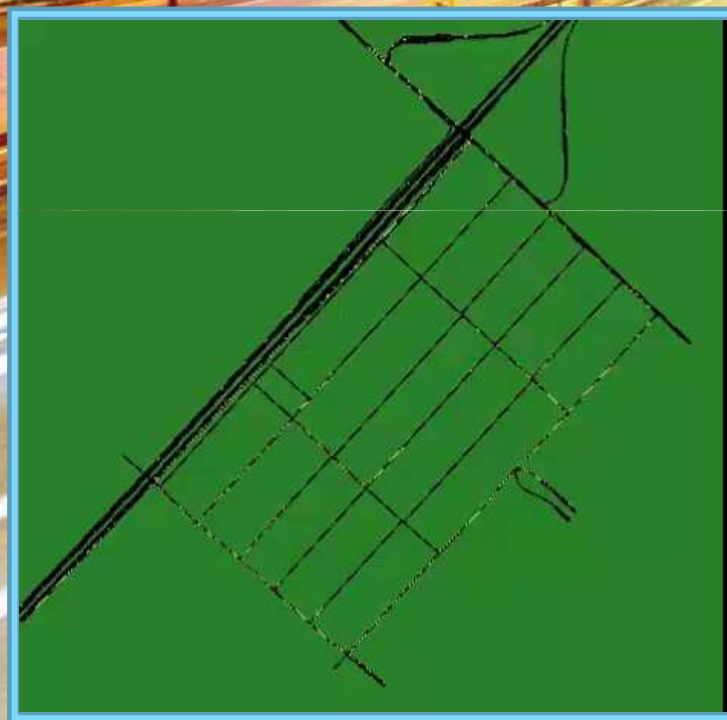


# Összefoglalás

- Cél: általános módszertan a fundamentális diagramok városi részhálózaton történő alkalmazására
  - Szimulált hálózat elkészítése – sikeres
  - Forgalmefelépítésre és lefelépítésre a szimuláció készítése - részsiker
  - Alkalmazása – siker



Köszönöm a figyelmet!



Budapest – 2017 május



# Források

- *N. Geroliminis, C.F. Daganzo: Existence of urban-scale macroscopic fundamental diagrams* 2008
- *A. Csikós, T. Tettamanti, I. Varga: Nonlinear gating control for urban road traffic network using the network fundamental diagram* 2014
- *DLR Institute of Transportation Systems: SUMO Simulation of Urban MObility*  
[http://www.dlr.de/ts/en/desktopdefault.aspx/tabid-9883/16931\\_read-41000/](http://www.dlr.de/ts/en/desktopdefault.aspx/tabid-9883/16931_read-41000/)  
(letöltve: 2017.02.15.)
- *MathWorks: MATLAB: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>* (verzió: R2015a 8.5.0.197613)
- <http://www.driversedguru.com/drivers-ed-training-exercises/stage-3/stage-3-expanding-your-teens-search-distance-part-1/>
- <http://www.lohud.com/story/news/traffic/2016/10/10/columbus-day-yom-kippur-traffic/91849652/>
- <http://www.geoconnexion.com/news/uk-traffic-congestion-getting-worse-says-new-report>