



HÁLÓZATTERVEZÉSI MESTERISKOLA

BEVEZETÉS A KÖZLEKEDÉS MODELLEZÉSI FOLYAMATÁBA

Dr. Csiszár Csaba
egyetemi docens

- I. A közlekedési hálózatok jellemzői**
- II. A közlekedési szükségletek jellemzői**
- III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell**

I. A közlekedési hálózatok jellemzői – a hálózattervezés célja

A közlekedési rendszer:

- Járművek
- Szállítás tárgya (ember, áru)
- Közlekedési hálózat
 - csomópontok
 - vonalszakaszok összessége

Cél:

Személyszállítási és áruszállítási szükségletek levezetésére optimális hálózat (infrastruktúra) létrehozása



Ehhez kell: a forgalom részletes elemzése, az igények ismerete, előrevetítés a jövőre



Analitikus forgalom előrebecslés

I. A közlekedési hálózatok jellemzői

Követelmények a közlekedési hálózattal szemben

Mennyiségi (tömegszerűségi igény - infrastruktúra kapacitáskihasználás)

Minőségi (biztonság; sebesség-minimális időtartam; kényelem; rendszeresség - tervszerűség, menetrendszerűség, folyamatosság; gazdaságosság; városi élet - zaj, levegőszennyezés, esztétika)

Közlekedési hálózatok

Jellemzői

területigényes (álló és mozgóforgalmi létesítmények)
hosszú távlatú tervezés
települések a sűrűsödési pontjai

Kialakítása

hierarchikus rendben kettős kritérium alapján

min. közlekedési teljesítmény - lehető legsűrűbb hálózat (igénybevevő)
min. létesítési költség - lehető legritkább hálózat (üzemeltető)

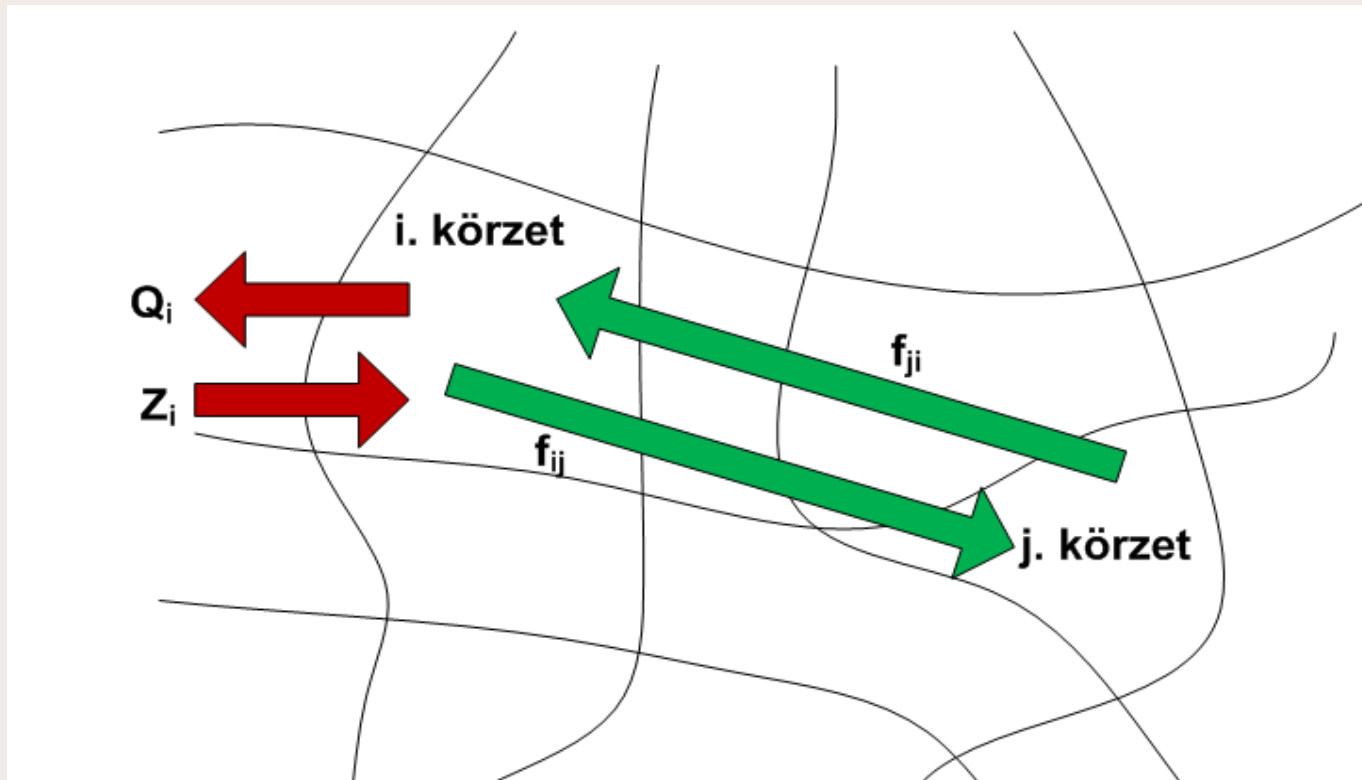
Jellemzése

hálózatsűrűség (km/km², km/1000 lakos, ...)

II. A közlekedési szükségletek jellemzői

1. Területi egységekben (forgalmi körzetekben) keletkező szükségletek (Q_i , Z_i)
2. Forgalmi körzetek közötti szükségletek (f_{ij} , f_{ji})
3. Közlekedési módokként jelentkező szükségletek
4. A szükségletek időbeni alakulása (szezonális, heti, napi)
– (mértékadó órai forgalom)
5. A hálózat egyes elemein (szakaszain, csomópontjain) megjelenő szükségletek

Keresztmetszeti és forgalomáramlási (célforgalmi, honnan-hová) forgalomfelvételek




II. A közlekedési szükségletek jellemzői

A szállítási szükségletek átrendeződése

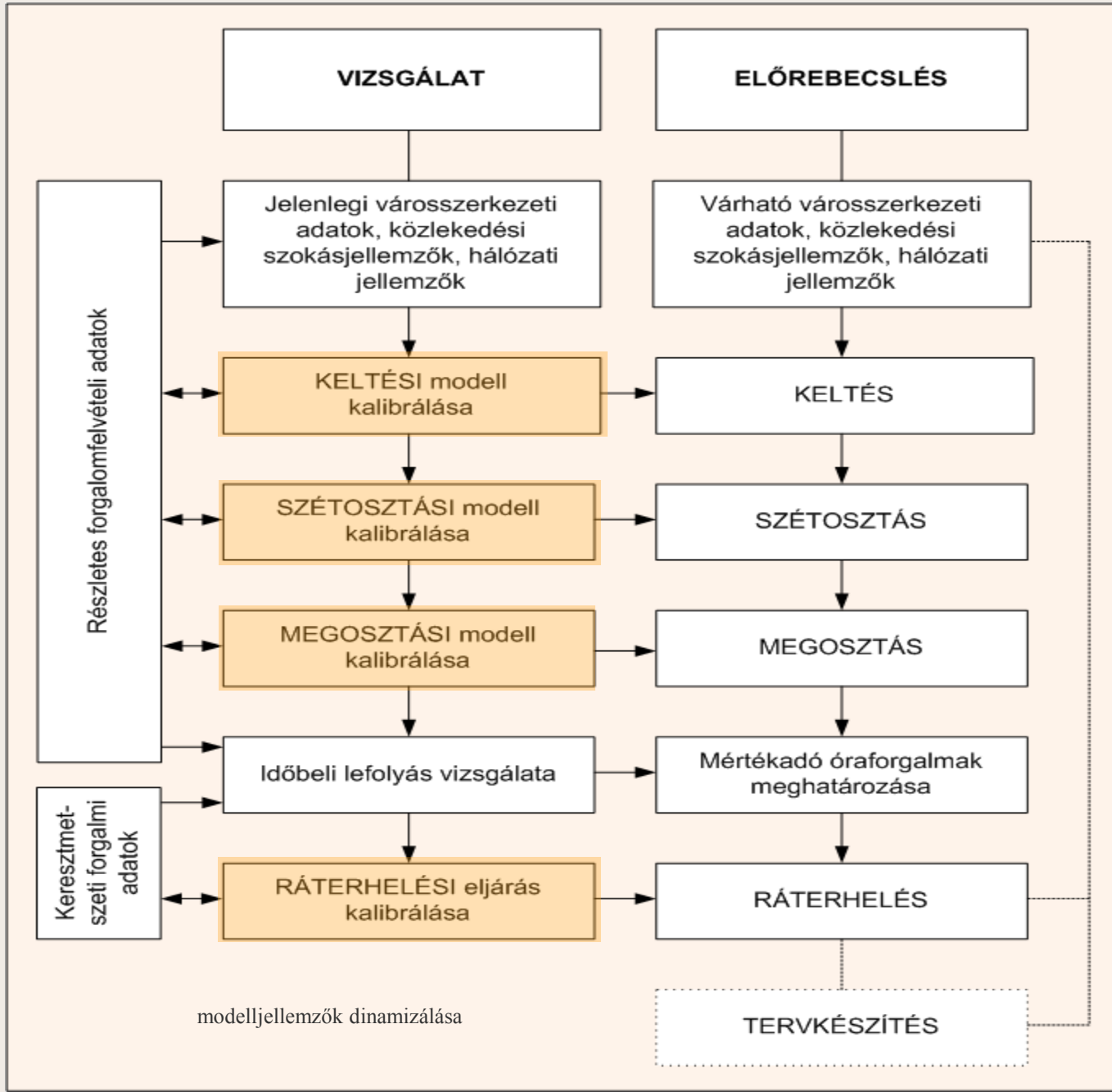
áruszállítás  személyszállítás (pl. bevásárlóközpontok város szélén)

személyszállítás  áruszállítás (pl. elektronikus kereskedelem)

személyszállítás  (pl. távmunka, távoktatás, e-ügyintézés)

Hálózattervezés alapkérdései

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell



III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Részmodellek → modell-lánccá való összekapcsolása

Részeredmények → a következő lépés számára való továbbadása

Mivel azonban:

- a forgalom sztochasztikus jelenség
- nagysága, lefolyása teljes bizonyossággal nem határozható meg előre

a modelleredmények mindig valamilyen valószínűséggel, illetve megbízhatósági határok között értendők.

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Forgalomkeltési modellek

beérkező (Z_j), kiinduló (Q_i)

forgalom meghatározása a rendelkezésre álló egyéb modellek eredményeiből (népesség, településszerkezet, motorizáció, stb. alakulása)

- Növekedési tényezős modellek

Valamilyen **növekedési** (fejlődési) szorzó segítségével következtetünk a jövőre a bázisidőszak alapján (minden körzetre).

$$Q'_i = t_i * Q_i$$

- Regressziós modellek

Egy-két körzetet vizsgálva létrehozunk egy **függvénykapcsolatot** és azt általánosítjuk a többi körzetre is.

$$Q_i = f(X_{i1}, X_{i2}, \dots)$$

$$Z_i = g(X_{i1}, X_{i2}, \dots)$$

(jelen állapotra vonatkoznak, feltételezzük a jövőben is így lesz)

Pl. $Q_i = 0,007 * L_i + 0,71 * g_i + 52$

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Forgalomkeltési modellek

- Kategória modellek

Adott területen élő népességet felbontjuk **rétegekre** és ezeket a csoportokat vizsgáljuk.

$$Q_i = \sum_{k=1}^n L_{i,k} * u_k$$

n : kategóriák száma

$L_{i,k}$: az i -edik körzet k -adik kategóriájába tartozó személyek száma (pl. iskolások)

u_k : a k -adik kategóriába tartozó személyek fajlagos helyváltoztatási értéke
[helyváltoztatás/(fő*nap), pl.: $u_k = 2,9$]

A részletes statisztikai adatok ritkán állnak rendelkezésre.

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Forgalomszétosztási modellek

A kalibrálás
célfüggvénye:

Forgalomáramlási (célforgalmi, honnan-hová) mátrix

$$\sum_i \sum_j (f_{ij} - f_{ij}^*)^2 = \min.$$

i \ j	1	2			j		n	Q_i
1	-							Q_1
2		-						Q_2
			-					
i				-	f_{ij}			Q_i
					-			
						-		
n							-	Q_n
Z_j	Z_1	Z_2			Z_j		Z_n	

$$Q_i = \sum_j f_{ij}$$

$$Z_j = \sum_i f_{ij}$$

$$\sum_i Q_i = \sum_j Z_j$$

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Forgalomszétosztási modellek

-Valószínűségi modellek

valószínűségi paraméterekkel határozzuk meg, hogy egy körzetből kiinduló forgalom **milyen valószínűséggel** végződik egy másik körzetben

- Gravitációs modellek (iterációs eljárás)

$$f_{ij} = k_i * Q_i * Z_j * f(w_{ij})$$

k_i : kapcsolati tényező
 $f(w_{ij})$: ellenállás függvény (idő, távolság, költség)

$$f(w_{ij}) = d_{ij}^{-a}$$

a körzetek „**tömegei**” egyenes arányosan, a köztük lévő „**ellenállás**” fordított arányosan befolyásolja, ezért a tömegvonzás analógiájára gravitációs modell a neve

- Növekedési tényezős modellek (iterációs eljárás)

átlagos tényezők módszere

(a két körzet, többnyire eltérő szorzója „**együtt hat**”) $t_{ij} = \frac{t_i + t_j}{2}$ $f'_{ij} = t_{ij} * f_{ij}$

(a fejlődési szorzók értékei is változnak az iterációs eljárás egyes lépéseinél)

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Forgalom-megosztási modellek

Közlekedési módonkénti meghatározás - a helyváltoztatási igényeket eszközhöz rendeljük

Személyközlekedés: egyéni és tömegközlekedés

Embercsoportok várható viselkedése, döntések, igénybefolyásolás matematikailag nehezen megfogható, sok a szubjektív elem



Nehezen előrebecsülhető az eszközválasztás!

A közlekedési mód megválasztását befolyásoló tényezők (több tényező egyszerre):

1. A forgalomban részt vevők (körzetek) jellemzői:
 - *egyéni gépjárműtulajdon, ellátottság (motorizációs fok)*
 - *jövedelmi viszonyok*
 - *foglalkozás szerinti megoszlás (pl. aktív, inaktív)*
 - *életkor és nem szerinti megoszlás*

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Forgalom-megosztási modellek

A közlekedési mód megválasztását befolyásoló tényezők:

2. A helyváltoztatás jellemzői:

- *a helyváltoztatás indoka (motiváció)*
- *a helyváltoztatás távolsága*
- *a helyváltoztatás időpontja*

3. A közlekedési rendszer jellemzői:

- *az egyéni és a közforgalmú közlekedés színvonala*
- *a hálózati kapcsolatok kiépítettsége, elérhetősége (módok közötti átjárhatóság lehetősége)*
- *parkolási lehetőségek a célkörzetben*
- *utazási, eljutási idők*
- *utazási költségek,*
- *biztonság, kényelem*

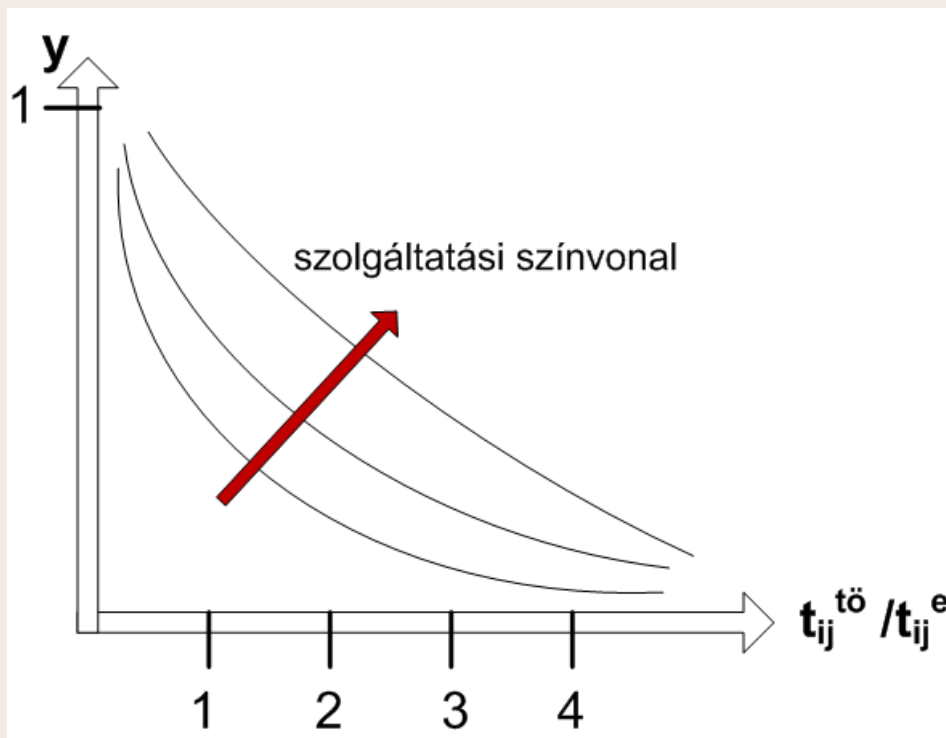
III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Forgalom-megosztási modellek

-Kategória modellek

A legalkalmasabbak a különböző embercsoportok közlekedési mód-megválasztási szokásainak differenciált nyomon követésére. Személygépjármű-tulajdonlás esetén van valós lehetőség a választásra.

Forgalom-megosztás szétosztás előtt
(utazásvégződési modell), szétosztás alatt vagy után
(utazás közbeni modell)



- Regressziós eljárás

$$y = c * \left(\frac{t_{ij}^{to}}{t_{ij}^e} \right)^{-a}$$

y : tömegközlekedés részaránya

a, c : állandók

t_{ij} : eljutási idő

költségarányok, jövedelemviszonyok is befolyásolják

- Logit-modell

k-dik eszköz választásának
valószínűsége (P_k)

$$P_k = \frac{e^{U_k}}{\sum_k e^{U_k}} \quad U_k = a * K + b * T$$

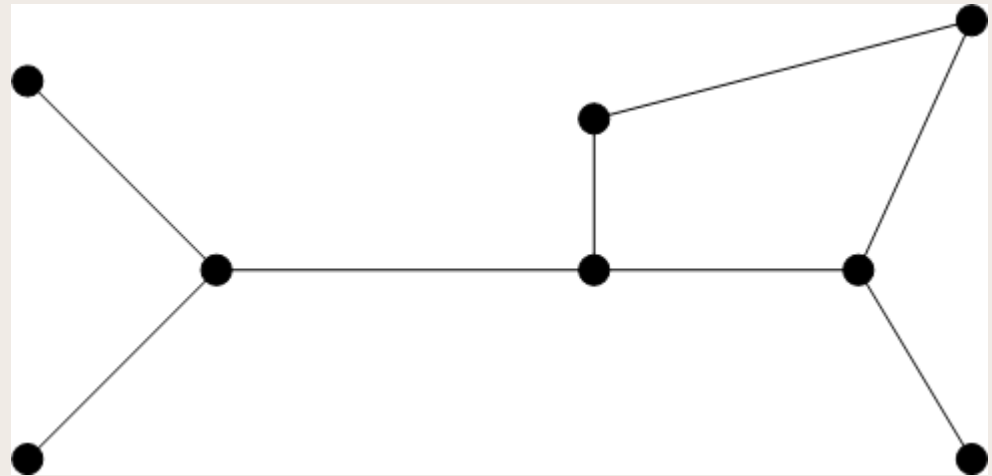
haszonfüggvény

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Hálózati ráterhelés

A közlekedési hálózat leképezése (ábrázolása) gráfokkal

valós, ill. fiktív szakaszok és csomópontok
forrás- és nyelőpontok
szakaszok irányultsága, jellemzői
statikus, dinamikus ellenállások
mértékadó forgalmat tesszük a hálózatra



A ráterhelés **két részből** áll:

I. Útvonalkereső eljárások (algoritmusok)

- *az első legrövidebb útvonal meghatározására szolgáló eljárások*
- *az első k db legrövidebb útvonal meghatározására szolgáló eljárások (kijelölő lépés, értékadó lépés)*

III. Analitikus forgalom-előrebecslési modell

Hálózati ráterhelés

II. Forgalom-ráterhelés

1. Ráterhelés egy lépésben a legrövidebb útvonalakra („**mindent vagy semmit**” elv) [kapacitáskorlátot nem veszi figyelembe] távlati terveknél használják
2. Ráterhelés egy lépésben több útvonalra – **Kirchhoff** eljárás (általában a 3 legrövidebb útra) [kapacitáskorlátot ez sem veszi figyelembe]

$$a_{ij,k} = \frac{(f(w_{ij,k}))^b}{\sum_{k=1}^3 (f(w_{ij,k}))^b}$$

$a_{ij,k}$: i és j körzet között a k . útvonal részaránya
 $f(w_{ij,k})$: i és j körzet között a k . útvonal ellenállásfüggvénye
 b : paraméter
(minél nagyobb, annál nagyobb forgalom jut az első legrövidebb útvonalra)

3. Ráterhelés több lépésben több útvonalra (**rétegezett** ráterhelés)

az egyes lépések után a forgalom és az abból „következő” ellenállás függvényében újra meghatározzák az útvonalakat

- kapacitáskorlátos ráterhelés előre meghatározott forgalmi hányadokkal,
- kapacitáskorlátos ráterhelés előre meg nem határozott forgalmi hányadokkal

(a forgalom egyenletes „szétterítése” - equilibrium elv – iterációs folyamat)
dinamikus forgalomirányítás

- becslési hibákon alapuló sztochasztikus eljárás

KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMET!



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedésüzemi Tanszék

H-1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 2. 630.

Dr. Csiszár Csaba

e-mail: csiszar@kku.bme.hu