Közlekedési áramlatok

Statisztikai alapfogalmak összefoglalása

Eljutási lehetőségek statisztikai értékelése (2. feladat)

Soltész Tamás

KÖZLEKEDÉSÜZEMI ÉS KÖZLEKEDÉSGAZDASÁGI TANSZÉK

Statisztikai alapfogalmak

Alapfogalmak

- Ismérvek: területi, minőségi, időbeli, mennyiségi (egész vagy folytonos)
- Skálák: névleges, sorrendi (pl. osztályzat), intervallum (pl. hőmérs., idő) és arányskála (fizikai, gazd. mutatók)
- Adatok: primer / származtatott
- Adatsor: idősor: állapot idősor (stock) – nem additív! / tartam idősor (flow)
- Abszolút gyakorisági sor, relatív gyakorisági sor; összegzésükkel kumulált ~

Sűrűség és eloszlás

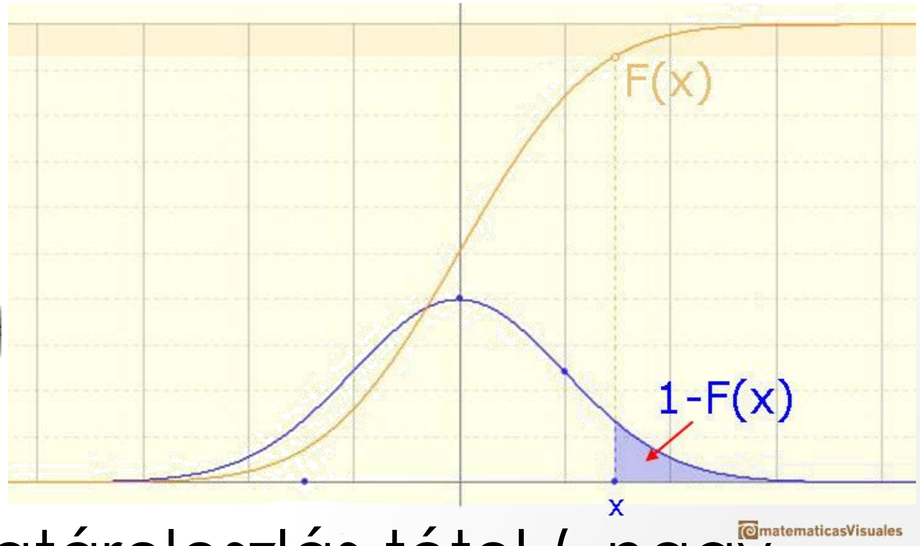
Nevezetes függvények:

- Sűrűségfv.: adott érték relatív előfordulási gyakorisága a sokaságban (~ relatív gyakoriság)
- Eloszlásfv.: adott értéknél kisebb értékek előfordulásának részaránya a sokaságban (~ kumulált relatív gyakoriság)

Normális eloszlás:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}},$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}}\,dt \left(= \int_{-\infty}^{x} f(t)dt \right)$$



- Standard: $m = 0$; $\sigma = 1$
- Jelentősége: centrális határeloszlás-tétel („nagy számok törvénye”)

Középértékek

Helyzeti:

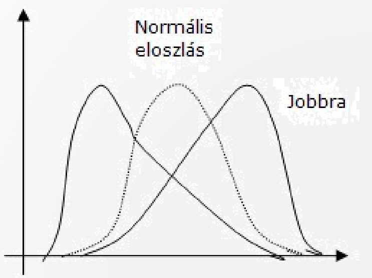
- Medián: a kumulált relatív gyakoriság (ill. eloszlás-függvény) 50%-os értékéhez tarozó pont
- Modus: a leggyakoribb érték
- Kitüntetett még a tized (decilis), negyed (kvartilis), pentilis stb.

Számított:

- Számtani,
- Mértani,
- Harmonikus,
- Négyzetes (kvadratikus).
- Balra aszimmetrikus eloszlásnál: Mo < Me < Átl; jobbra ~: Átl < Me < Mo

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} x_i}\ , \bar{x}_g = \sqrt[\sum f_i]{\prod x_i\, f_i}$$

$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{x_i}}, \bar{x}_h = \frac{\sum f_i}{\sum \frac{f_i}{x_i}}$$



Szóródási mutatók

- Terjedelem (R), interquartilis terjedelem (ICT, 25%-75%)
- Differencia eltérés , $d_i = x_i - \bar{x}$
  abszolút ~, átlagos abszolút eltérés
- Szórás (standard deviancia):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n}}, \sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i d_i^2}{\sum f_i}}, \sigma = \sqrt{pq} = \sqrt{f_{r1} \cdot f_{r2}}$$

p és q: alternatív ismérvekre (pl. igaz/hamis); *q* = *1-p*

- szórásnégyzet (variancia)
- Relatív szórás: $v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$

SZÓRÓDÁSI MUTATÓK

- Csoportosított sokaság varianciája

$$\sigma^2 = \sigma_K^2 + \sigma_B^2 = \frac{1}{n}\sum n_j d_j^2 + \frac{1}{n}\sum n_j \sigma_j^2$$

- Szóráshányados: (külső szórás részaránya)

$$H = \frac{\sigma_K}{\sigma} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_B^2}{\sigma^2}}$$

- Példa: havi vízfogyasztás értékek csoportosítás: lakás mérete (szoba)

Fogyasztás (m^3)	3 szobás	2 szobás	Összes
	lakások száma (db)		
2	–	2	2
3	1	2	3
4	2	3	5
5	10	10	20
6	16	3	19
7	5	–	5
8	6	–	6
Összesen	40	20	60

	3 szobás	2 szobás	Összes
Átlag (m^3)	240/40 = 6	90/20 = 4,5	330/60 = 5,5
Szórás (m^3)	$\sqrt{\frac{56}{40}} = 1{,}18$	$\sqrt{\frac{27}{20}} = 1{,}16$	$\sqrt{\frac{113}{60}} = 1{,}37$

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{40\cdot 1{,}18^2 + 20\cdot 1{,}16^2}{60}} = \sqrt{1{,}383} = 1{,}176$$

$$\sigma_K = \sqrt{\frac{40(6-5{,}5)^2 + 20(4{,}5-5{,}5)^2}{60}} = \sqrt{0{,}5} = 0{,}707$$

belső szórás: eltérés az azonos csoportba tartozóktól
külső szórás: eltérés a csoportok között

$$H = \ldots = \frac{0{,}707}{1{,}37} = 0{,}516$$

Statisztikai alapfogalmak

Becslések

Becslések

- Cél: minta alapján következtetni az alapsokaságra
- Minta: *n* elem a sokaságból; *n* << *N*, különben nem viselkedik mintaként (ált. *n* < 0,1*N*)
- Adott minta korrigált empirikus szórása: $s = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n-1}}$

  (n növelésével ez a valószínűségi változó szórásához tart)
- Lehetséges minták átlagainak sokasága: ennek is van átlaga ($\overline{\overline{x}}$)és szórása ($\sigma_{\overline{x}}$)

$$M(\overline{x}) = M(x), \quad \sigma_{\overline{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad \text{véges minta esetén}: \sigma_{\overline{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 - \frac{n}{N}}$$

$$M(x) \cong \overline{x}, \; M = \overline{x} \pm \Delta, \quad \Delta = t \cdot \sigma_{\overline{x}} = t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Becslések

- *t* jelentése: a középértéktől hány szigmányira térünk el (mindkét irányba) normális eloszlásnál; leggyakrabb értékek:

  90% → *t*=1,64;   95% → *t*=1,96;   95,5% → *t*=2

Lépések:

1. mintavétel,
2. átlag és szórás meghatározása,
3. számított paraméterek,
4. valószínűség meghatározása,
5. M és tűrése

- Gyakorlatban inkább a mintanagyság szokott a kérdés lenni.

$$n = \frac{t^2 s^2}{\Delta^2} = \frac{t^2 s_r^2}{d_r^2}$$

PÉLDÁK

- *Azonos típusú személygépkocsik CO-kibocsátása:*
  n=120, P=90% (így t=1,64), átl = 4,29 s = 0,757

  $$\Delta = t \cdot \sigma_x = t\frac{s}{\sqrt{n}} = 0{,}069 \cdot 1{,}64 = 0{,}113 \quad \rightarrow \quad M = 4{,}29 \pm 0{,}113$$

- *Jeggyel vagy bérlettel utazók aránya a BKV-n (bliccelő nincs):*
  n=92, j=28, P=95,5%

  $$p = \frac{28}{92} = 0{,}3043 \quad s = \sqrt{p(1-p)} \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \ldots = 0{,}048$$

  $$\Delta = 2 \cdot 0{,}048 = 0{,}1 \quad \rightarrow \quad M = 30\% \pm 10\%$$

- *Forgalomszámlálás, 10 napon át. Éves forgalomra vagyunk kíváncsiak.*
  átl. = 2600 J/nap, s=589, P=95%

  $$M = \left(2600 \pm 1{,}96\frac{589}{\sqrt{10}}\right) \cdot 365 = (2600 \pm 365) \cdot 365 = 804500 \ldots 1067500 \ \textit{J/év}$$

- *Mekkora minta kellett volna, hogy a) P=99% legyen; b) kétszer ilyen pontos legyen az eredmény?*

  $$a)\ n' = \frac{t^2 s^2}{\Delta^2} = \frac{2{,}58^2 \cdot 589^2}{365^2} = 17{,}3 \rightarrow 18 \qquad b)\ n'' = \frac{t^2 s^2}{(0{,}5\Delta)^2} = 4\frac{t^2 s^2}{\Delta^2} = 4n = 40$$

Forgalomtechnikai alkalmazás – felvételek mintanagysága

Véletlenszerű mintavétel:

- Végtelen sokaság: $n = \dfrac{t^2 s_r^2}{d_r^2}$; véges: $n = \dfrac{t^2 N s_r^2}{t^2 s_r^2 + (N-1) d_r^2}$

Rétegzett mintavételek:

- *k* réteget különböztetünk meg (pl. munkanapi ill. ünnepnapi forgalom)
- Végtelen sokaság: értelmetlen;
  véges:

$$n = \frac{t^2 \left(\sum N_k s_k\right)^2}{t^2 \sum \left(N_k s_k^2\right) + \left(\sum N_k \bar{x}_k d_{rk}^2\right)^2} \qquad n_k = n \frac{N_k s_k}{\sum N_k s_k}$$

Szisztematikus mintavétel (képviseleti valószínűséggel):

- Minden *m* = *N* / *n* -edik egyedet vizsgáljuk.
- Végtelen sokaság: $n = \dfrac{t^2 p(1-p)}{d_r^2}$; véges: $n = \dfrac{t^2 N p(1-p)}{t^2 p(1-p) + (N-1) d_r^2}$

Statisztikai alapfogalmak

HIPOTÉZISVIZSGÁLATOK

HIPOTÉZISVIZSGÁLATOK

- Nullhipotézis (H_0) – Alternatív hipotézis (H_1)

		A valóság	
		H_0 igaz (egyformák)	H_0 hamis (különböznek)
Döntés a próba alapján	H_0-t elfogadjuk	Helyes döntés	Másodfajú hiba (β)
	H_0-t elutasítjuk	Elsőfajú hiba (α)	Helyes döntés

- A két hibafajta valószínűsége egyszerre nem csökkenthető, csak a minta növelésével.
- A hipotézisvizsgálatot valamilyen próbafüggvény alkalmazásával végezzük, amelynek értéke az elfogadási vagy a visszautasítási tartományba eshet.

Hipotézisvizsgálatok

- A hipotézis lehet: egymintás / többmintás; ill. egyoldalú (pl. $M>M_0$) / többoldalú (pl. $M=M_0$).

Lépések:

1. hipotézis felállítása,
2. próbafüggvény kiválasztása,
3. szignifikancia-szint meghatározása,
4. mintavétel, próbafüggvény számítása,
5. kritikus tartomány meghatározása.

Példa: Egymintás u-próba

- A próba azt ellenőrzi, hogy egy adott statisztikai ismérv esetén a mintabeli átlag szignifikánsan eltér-e a populáci-ós átlagtól. Más szavakkal, hogy egy valószínűségi változó átlaga szignifikánsan különbözik-e egy adott *m* értéktől.

Feltétele, hogy a vizsgált populáció ismérve (valószínűségi változója):

- intervallum vagy arányskálán mért
- normális eloszlású
- ismert szórású
- ismert populációs átlagú (illetve várható értékű) legyen.

A próba a populációs átlagot teszteli, így az utolsó feltételt pontosabb úgy fogalmazni, hogy feltételezéssel kell rendelkeznünk a populáció átlagára vonatkozóan.

Példa: Egymintás u-próba

Hipotézisek:

- Kétoldali ellenhipotézist fogalmazunk meg, ha pusztán azt szeretnénk ellenőrizni, hogy a populáció átlaga tényleg az *m* szám-e:

  H_0: a populáció átlaga = *m* (nullhipotézis);
  H_1: a populáció átlaga ≠ *m* (kétoldali ellenhipotézis)

- Ha van olyan gyanúnk, illetve azt szeretnénk igazolni, hogy a populációs átlag valójában kisebb mint m vagy valójában nagyobb mint m, akkor egyoldali ellenhipotézist fogalmazunk meg.

  H_0: a populáció átlaga = *m* (nullhipotézis);
  H_1: a populáció átlaga < *m* (bal oldali ellenhipotézis);
  illetve a másik lehetőség, hogy : *m* < a populáció átlaga (jobb oldali ellenhipotézis).

PÉLDA: EGYMINTÁS U-PRÓBA

Próbastatisztika:

$$u = \frac{\bar{x} - m}{\sigma / \sqrt{n}}$$

- Az ellenhipotézis elfogadásával elvetjük H_0-t, ha

	bal oldali ellenhipotézis	kétoldali ellenhipotézis	jobb oldali ellenhipotézis
p=0,05	$u < -u_p = -1{,}64$	$u < -u_{p/2} = -1{,}96$ vagy $1{,}96 = u_{p/2} < u$	$1{,}64 = u_p < u$
p=0,01	$u < -u_p = -2{,}32$	$u < -u_{p/2} = -2{,}57$ vagy $2{,}57 = u_{p/2} < u$	$2{,}32 = u_p < u$
p=0,005	$u < -u_p = -2{,}57$	$u < -u_{p/2} = -2{,}81$ vagy $2{,}81 = u_{p/2} < u$	$2{,}57 = u_p < u$

U-PRÓBA SZÁMÍTÁSI PÉLDA

Óvodás csoport, pedagógiai program

- IQ-teszt: átlag 100, szórás 16
- Feltételek teljesülnek
- A program után 71 gyermekre: átlag 105
- n=71, m=100, p=0,05 ➔ táblázatból $u_{p/2} = 1{,}96$

$$u = \frac{\bar{x} - m}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{105 - 100}{16/\sqrt{71}} \approx 2,633$$

- $u \approx 2{,}633$ miatt $u > 2{,}632 > 1{,}96 = u_{0{,}025}$
  azaz $|u| \geq u_{p/2}$ teljesül (sőt, még p=0,01-re is)
- a nullhipotézist elvethetjük, az egymintás u-próba szerint szignifikáns különbség van

További statisztikai próbák

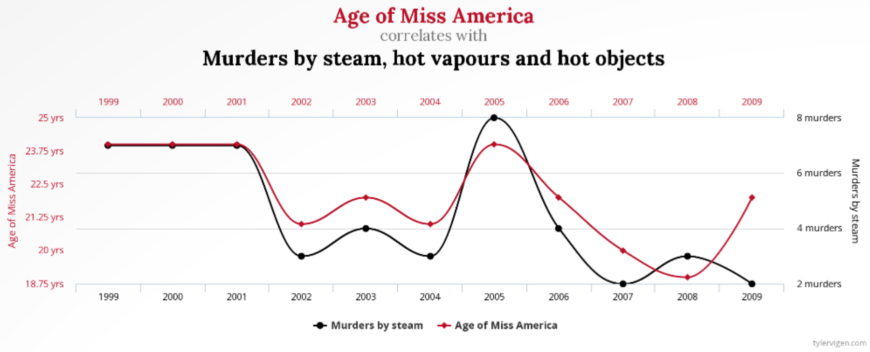
- Kétmintás u-próba: átlagok azonossága
  feltétele még a függetlenségük
- t-próba, kétmintás t-próba:
  u-hoz hasonló, de a sokaság szórását nem kell ismerni
- F-próba (kétmintás): szórások azonossága
- χ^2 próba:
  - Egymintás szórás-vizsgálat (szórás azonos-e)
  - Illeszkedésvizsgálat (ismert eloszlásra)
  - Függetlenségvizsgálat (két változó független-e)

Példa: moziban függ-e a néző nemétől, hogy tetszett-e a film?
Válaszok (igen/elmegy/nem): férfiak 22/14/6, nők: 6/5/19.
$\chi^2 = 8{,}35 > \chi^2_{krit} = 5{,}99$ ($p=0{,}05$), tehát a két ismérv nem független.

Statisztikai alapfogalmak

ÖSSZEFÜGGÉS-VIZSGÁLATOK

ÖSSZEFÜGGÉS-VIZSGÁLAT



- Összefüggések tartalom alapján:
  oksági / kölcsönhatáson
  alapuló / tüneti (ld. →)

  kapcsolat jellege szerint:
  függetlenek / sztochasztikus kapcs. / függvénykapcsolat
- Vizsgálat célja: összefüggés léte, iránya (egyenes/fordított), szorossága, jellege, stabilitása.
- Kétváltozós eset: asszociációs (mindkét ismérv minősítéses), vegyes és korrelációs (mindkettő méréses)
- Asszociációs mutatók (pl. Cramer, Csuprov)
- Korrelációs mutatok:
  - előjel-korreláció (u: azonos előjel, v: különböző),
  - rangkorreláció (D a rangkülönbség, m a pontok száma),
  - korrelációs együttható:

$$r_e = \frac{u-v}{u+v}$$

$$r = \frac{\sum d_{xi} d_{yi}}{\sqrt{\sum d_{xi}^2 \sum d_{yi}^2}}$$

$$r_r = 1 - \frac{6\sum D_i^2}{m\left(m^2-1\right)}$$

Lineáris regresszió

- Két változó között olyan kapcsolatot keresünk, hogy:

$$Y_{ri} = \hat{a}x_i + \hat{b} + e_i\,, \quad \sum e_i^2 \rightarrow \min!$$

- Ebből az ún. normálegyenletek:

$$n\hat{b} + \hat{a}\sum x_i = \sum y_i$$

$$\hat{b}\sum x_i + \hat{a}\sum x_i^2 = \sum x_i y_i$$

A megoldás:

$$\hat{a} = \frac{\sum d_{xi} d_{yi}}{\sum d_{xi}^2}\,, \quad \hat{b} = \bar{y} - \hat{a}\cdot\bar{x}$$

(amely értékeknek szintén számítható a szórása)

- A szórás és a relatív hiba:

$$\sigma \cong s_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_{ri})^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n-2}}\,, \quad H_r = \frac{s_y}{\bar{y}}$$

- A lineáris korrelációs együttható és index is minősítik az illeszkedést:

$$r = \frac{\sum d_{xi} d_{yi}}{\sqrt{\sum d_{xi}^2 \sum d_{yi}^2}}\,, \quad I = \sqrt{1 - \frac{\sum (y_i - y_{ri})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

(utóbbi nemlineáris kapcsolatnál is jó)

Nemlineáris függvények linearizálása

- Az eredeti x, y helyett új, x’ és y’ változókat veszünk fel,
- Végrehajtjuk a regressziót,
- Majd A’ és B’ alapján állítjuk elő A-t és B-t.

	Lineáris	Exponenciális	Hatvány	Fél logaritmikus	Hiperbolikus
	$y = A + Bx$	$y = AB^x$	$y = Ax^B$	$y = A + B\ln x$	$y = A + B/x$
x’	x	x	lnx	lnx	1/x
y’	y	lny	lny	y	y
A	A	$e^{A'}$	$e^{A'}$	A'	A'
B	B	$e^{B'}$	B'	B'	B'

Nemzeti Közlekedési Napok 2013

A menetidő törvényszerűségei eloszlásminták alapján a közösségi közlekedésben

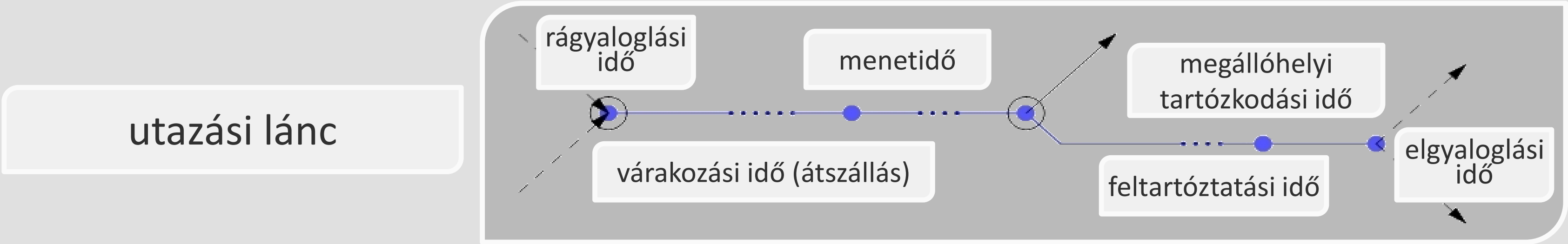
Kózel Miklós, BME KUKG
Soltész Tamás, BME KUKG

1. Előzmény, indokoltság

- Egyre szélesebb körben elérhető menetrendi terv- és tényadatok
- Helyfüggetlen, általános érvényű összefüggések felállítása
  - minél szélesebb körű minta alapján
  - kiküszöbölve a befolyásoló tényezők egyedi hatásait (pl. csomópont, időjárás)
- További vizsgálatok megalapozása a
  - közúti forgalom,
  - és a tömegközlekedési előnyben részesítés menetidőre (eloszlásra) gyakorolt hatásának vizsgálatához
- A közúti járműérkezés valószínűségét tudjuk (Poisson)
  - a tömegközlekedési időparaméterek eloszlásának közelítése

1. Előzmény, indokoltság

- A menetidőn felül, a követési időn „keresztül” a megállóhelyi várakozási idő összefüggéseinek vizsgálata is indokolt
  - helyváltoztatási lánc és annak elemei



- Vizsgálatunkkal az utazási idő minden elemét lefedjük

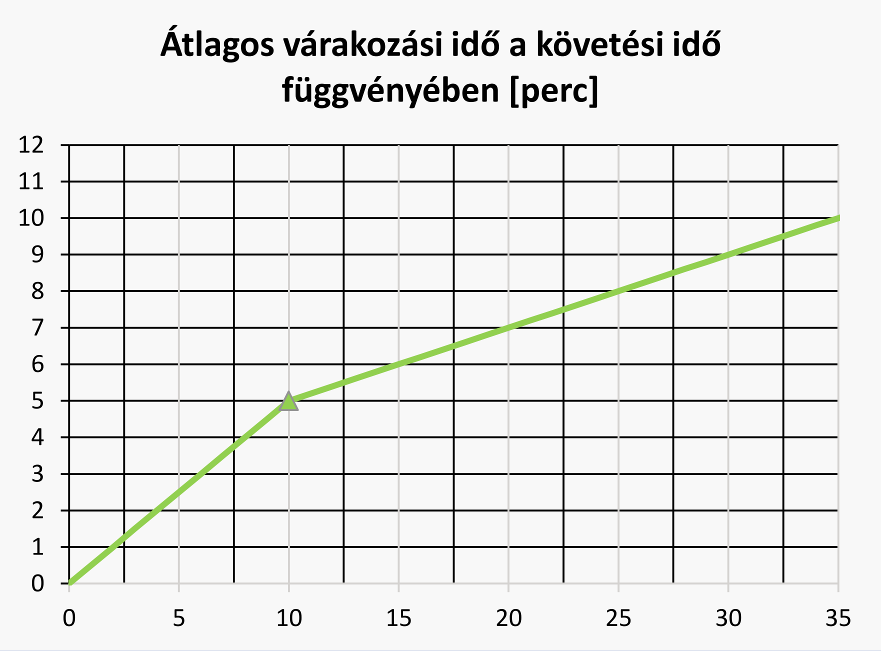
  (U=M+MHT; E=Gy+MHV+U)

2. A vizsgálat célja

- Két vizsgálati irány:
  - a tömegközlekedési menetidő összefüggései (1)
  - az átlagos megállóhelyi várakozási idő összefüggései (utas részéről) (2)
- Menetidő vizsgálat (1):
  - a menetidő „görbe” jellegének meghatározása (a sűrűségfüggvény alakja), fő statisztikai jellemzők
  - a menetidőre szignifikáns hatással bíró befolyásoló tényezők kiválasztása (a későbbi vizsgálatok érdekében)
  - a mentidő héten belüli és napszakok szerinti lefolyásának, valamint a vonal jellegétől való függésének a kimutatása

2. A vizsgálat célja

- Várakozási idő vizsgálat (2):
  - a menetrend szerinti követési idő (terv) és a várakozási idő (tény) közötti összefüggés felállítása
  - korábbi, „ökölszabályként” alkalmazott összefüggés finomítása
  - kötöttpályás közlekedés zavarmentességének és a várakozási idő napszaktól való függésnek a kimutatása



az átlagos várakozási idő függvénye:

ha $t_k < 10$ perc, $t_v = t_k/2$

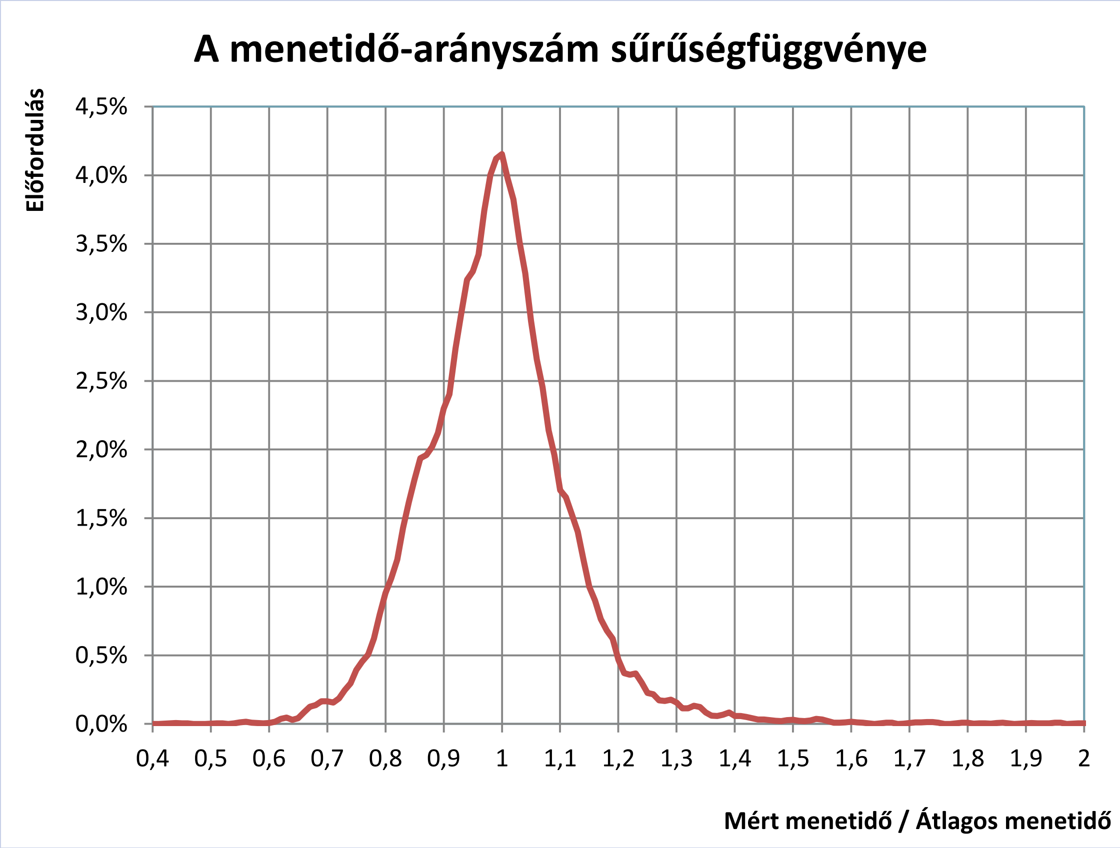
ha $t_k > 10$ perc, $t_v = 5 + 0{,}2*(t_k-10)$

3. A vizsgálat módszertana – menetidő

- Menetidő vizsgálat (1):
  - adatok: a Kisalföld Volán győri helyi járatain közlekedő autóbuszainak járműfedélzeti berendezéseiből
  - minta:
    - 21 nap, 10 viszonylat pozíció-adatai
    - több mint 2 millió adatsor
    - szűrés, tisztítás után 9227 teljesített járat
  - a viszonylatok összehasonlíthatóságának érdekében dimenzió nélküli mutatószám képzése (menetidő-arányszám):

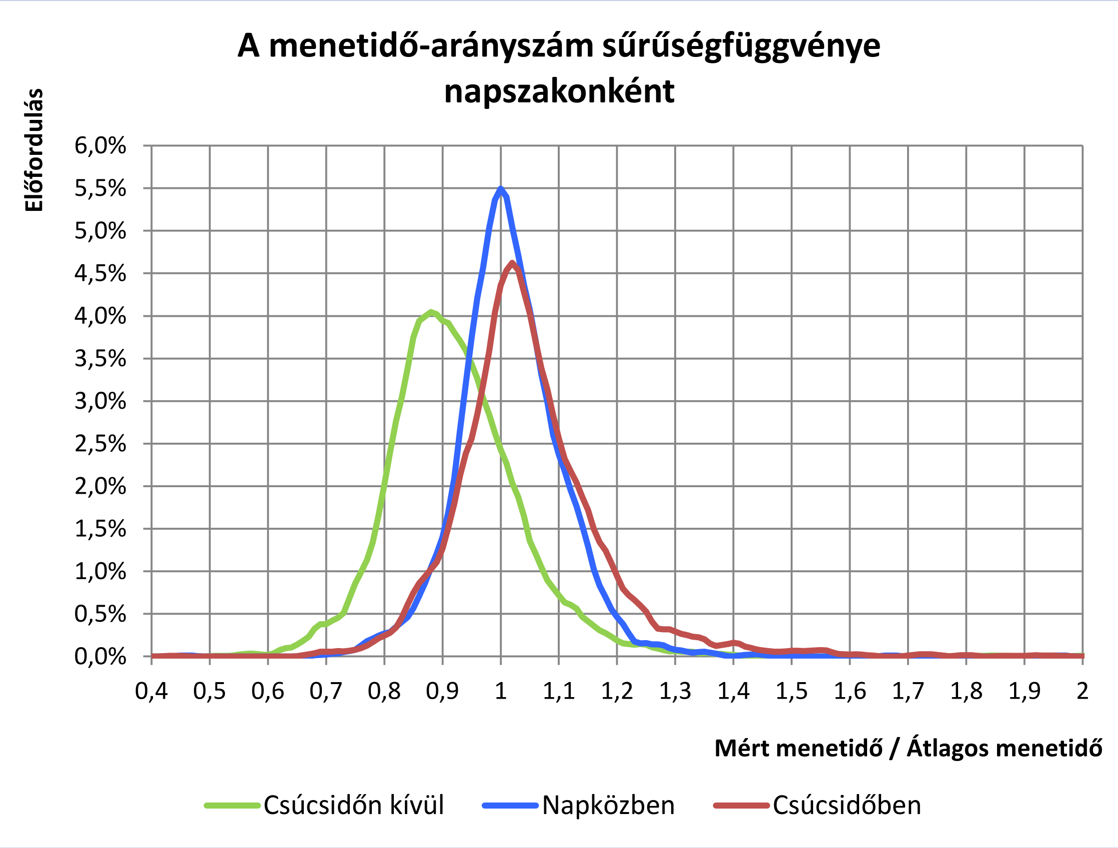
    Adott járat menetideje / Viszonylat átlagos hétköznapi menetideje
  - a sűrűségfüggvények ábrázolásához mozgóátlagok képzése

4. Elért eredmények – menetidő



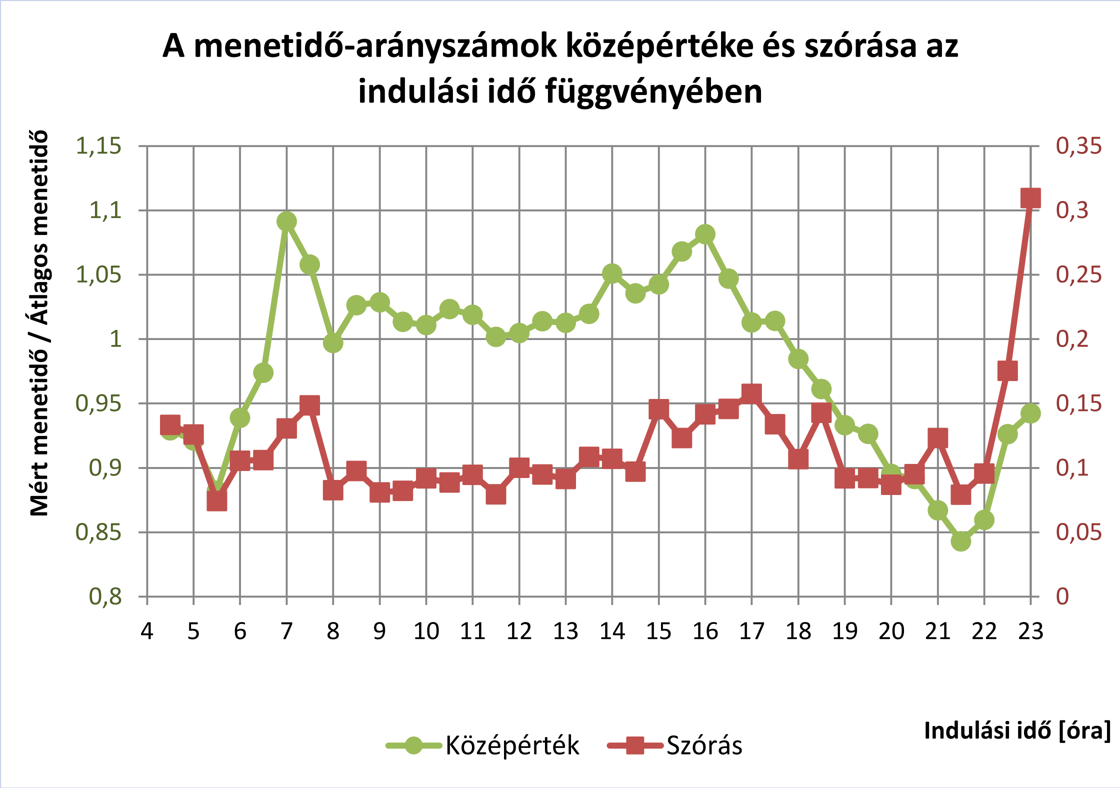
- Jellegét tekintve a normális elosz-lásra hasonlít
- Statisztikai jell.:
  - középérték: 0,998
  - szórás: 0,131
- Gyakorlatilag szimmetrikus (a sietés kerülendő – de a menetrend nem az átlagos menetidő)

4. Elért eredmények – menetidő



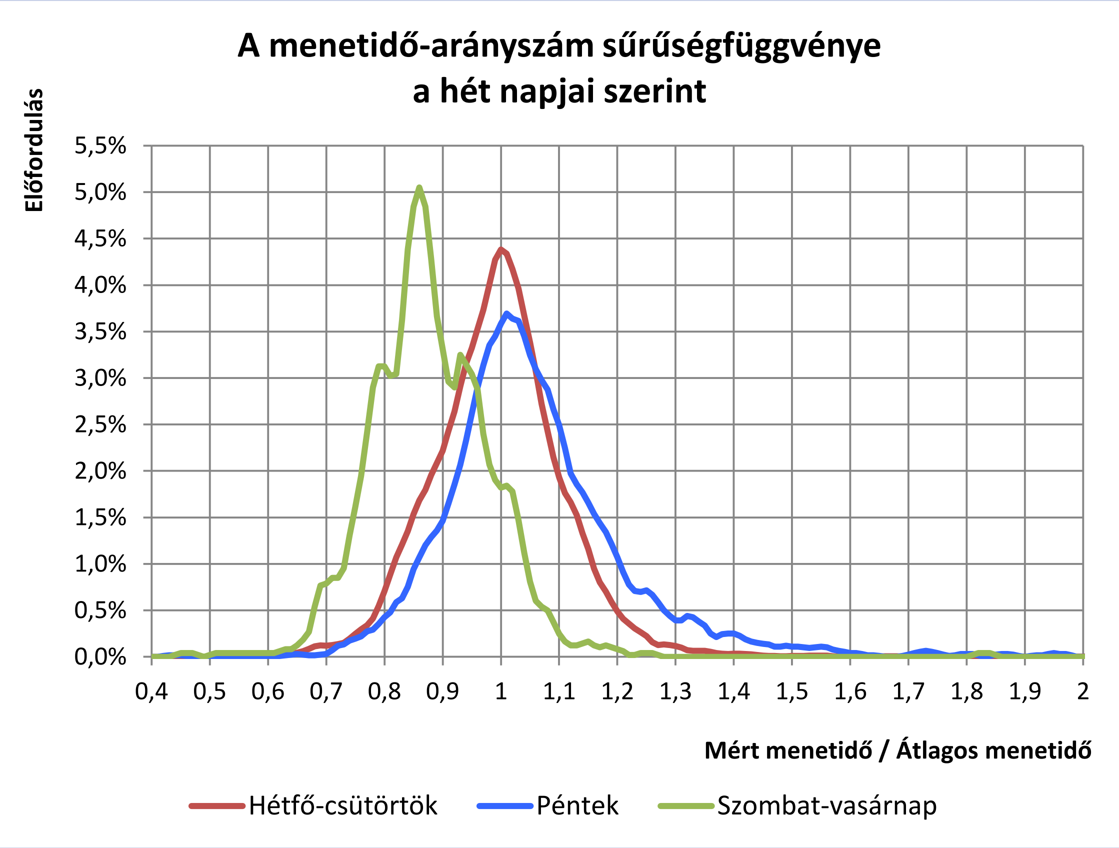
- Csúcsidőn kívül:
  - rövid menetidő
  - nagy szórás
- Napközben:
  - átlagos menetidő
  - kis szórás
- Csúcsidőben:
  - kicsivel nagyobb a szórás és a menetidő is

4. Elért eredmények – menetidő



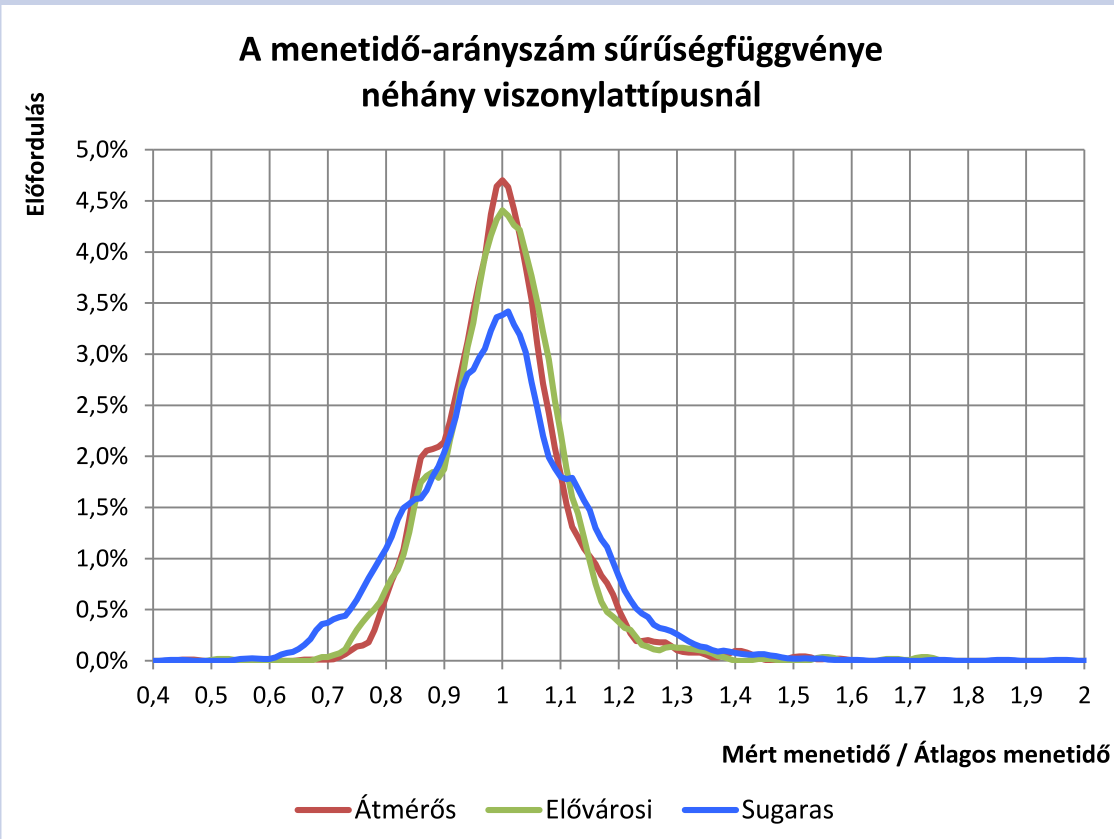
- A menetidő lényegében a napi forgalom-lefolyást követi
- A szórás csúcsidőben és a kis forgalmú időszakokban is megnő

4. Elért eredmények – menetidő



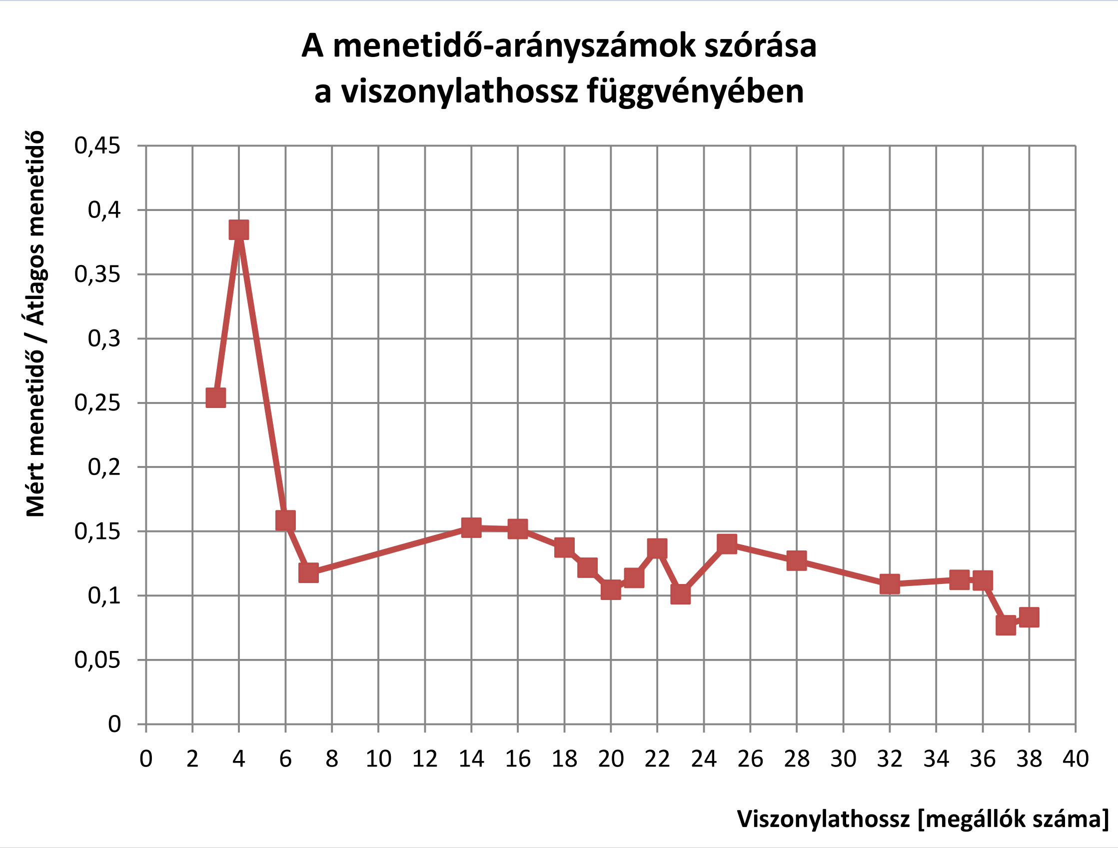
- **Hétvégén:**
  - rövid menetidő
  - valamivel kisebb szórás
- **Pénteken:**
  - kicsivel nagyobb menetidő
  - nagyobb szórás

4. Elért eredmények – menetidő



- A középérték ugyanaz
  - módszertan
- A szórás mind az átmérős, mind az elővárosi viszonylatoknál alacsony
  - hossz hatása (kiegyenlítődés)
  - vonalvezetés

4. Elért eredmények – menetidő



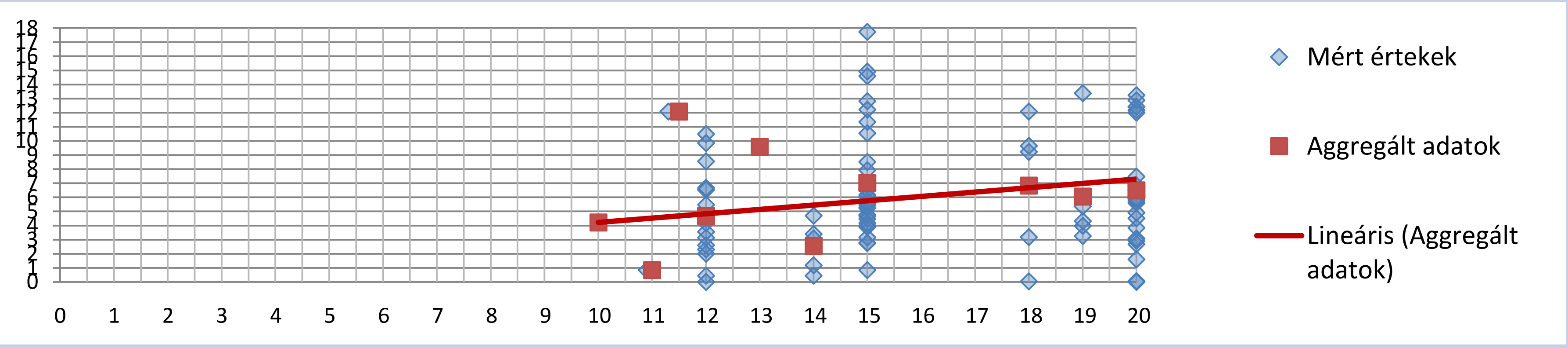
- Egyértelmű negatív trend
- Rövid járatok:
  - egy-egy jelenség hatása sokat befolyásol
  - mérési pontatlanság
- Hosszú járatok:
  - hatások kiegyenlítik egymást
  - vonalvezetés

3. A vizsgálat módszertana – várakozási idő

- Várakozási idő vizsgálat (2):
  - adatfelvétel: közlekedésmérnök hallgatókkal
  - mintanagyság:
    - 1468 adatpár
    - 1-60 perces követési idők
  - a felvételsorán tapasztalt (hallgatói) sajátosságok figyelembe vétele (pl. fonódó viszonylatok, üres buszra „várás”, MHT beszámítása végállomáson)
  - teljes adatsorra épülő-, kötöttpálya/autóbusz, illetve napközbeni/csúcsidei lekérdezések

3. A vizsgálat módszertana – várakozási idő

- Várakozási idő vizsgálat (2):
  - regressziós közelítés
    - a minta alapján lineáris függvénykapcsolattal (aggregált adatsor)
    - töréspont manuális felvételével és intervallumonkénti kijelölő lépéssel

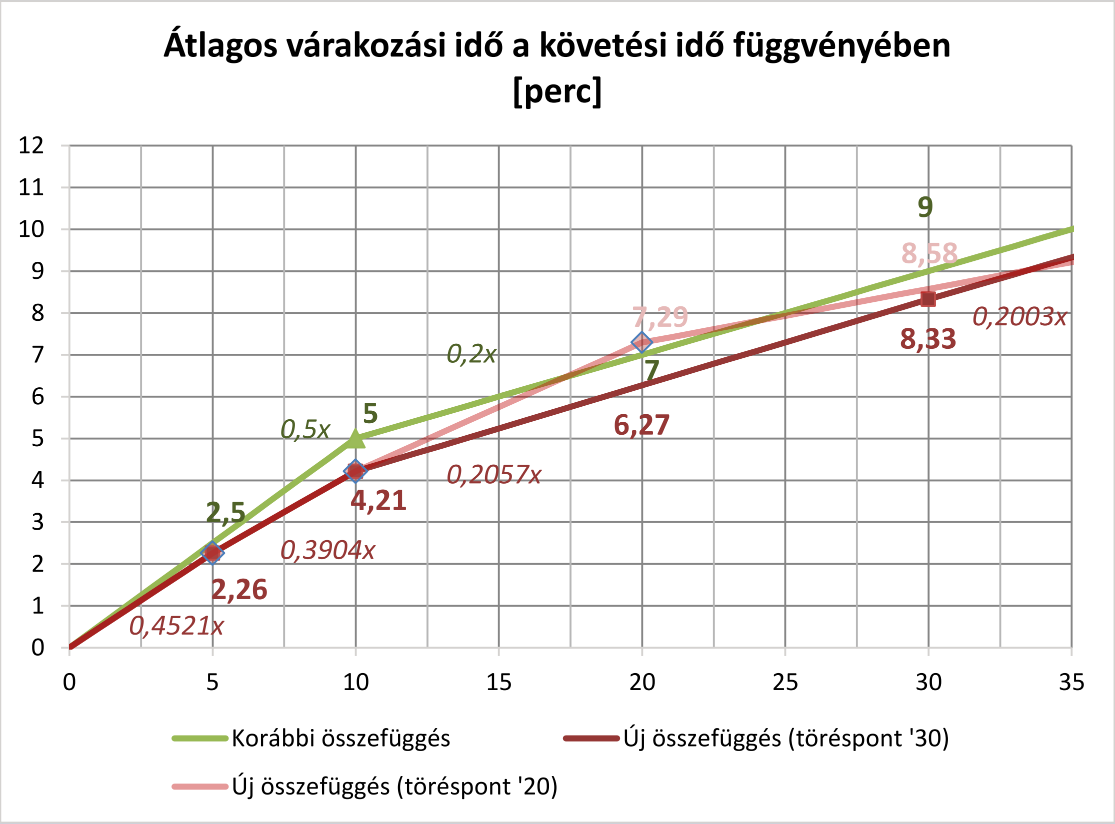


y=0,4521x

y=0,3904x+2,2605

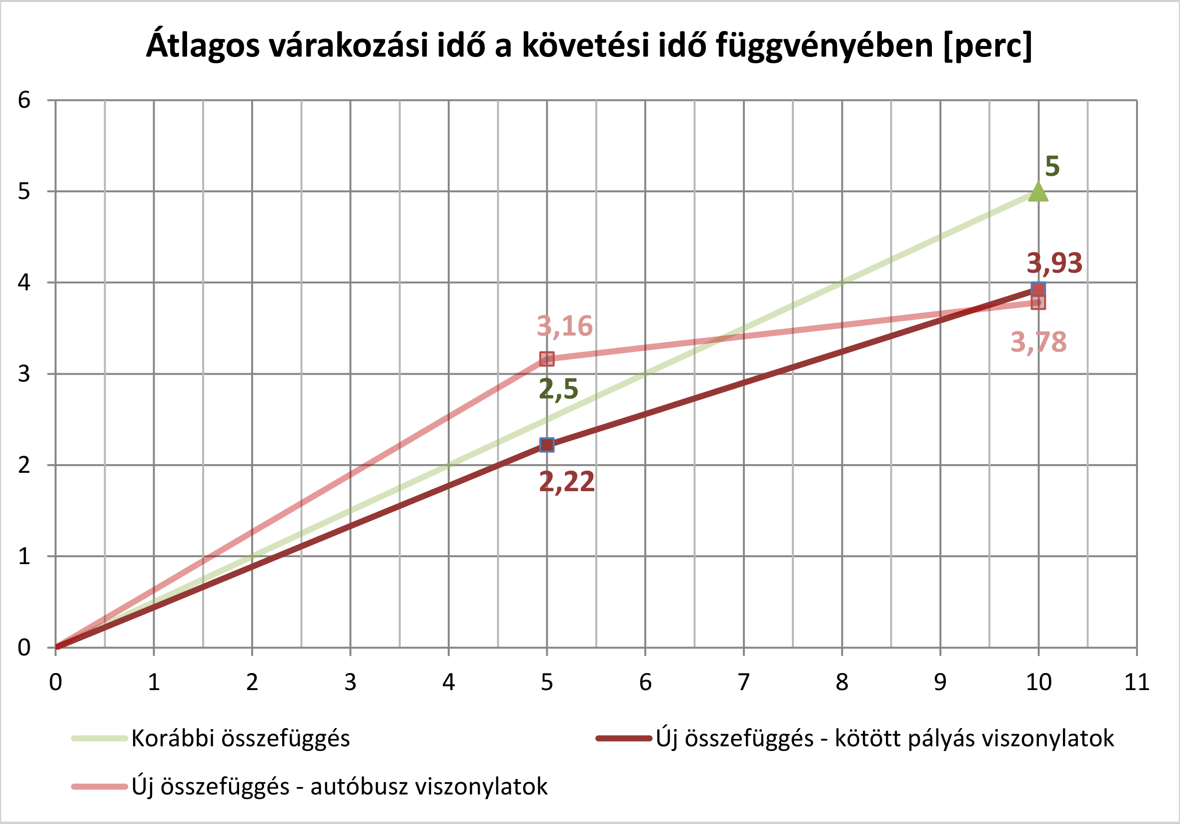
y=0,3079x+4,2125

4. Elért eredmények – várakozási idő



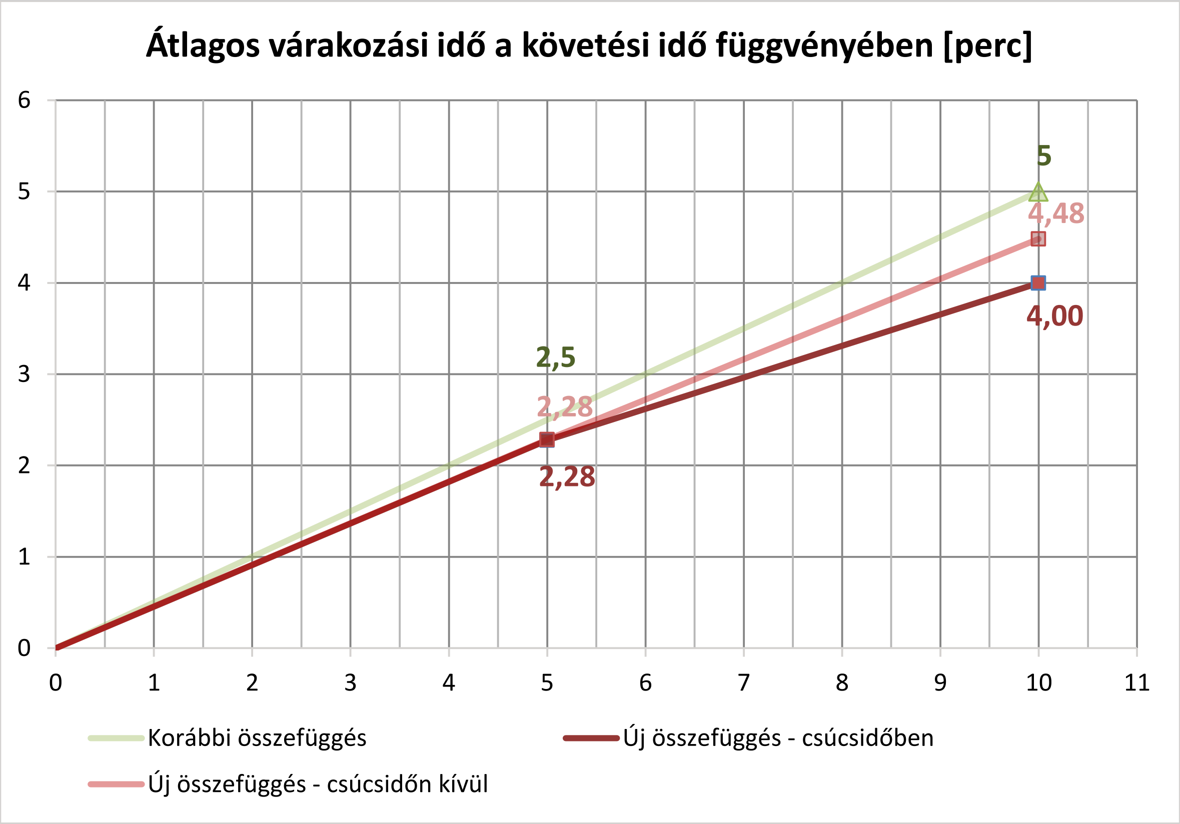
- „Teljes adatsor”
  - meredekség kisebb
  - pl. 10 percnél 4,21 perc a jellemző
  - töréspont megválasztása (‘20)
- Lehetséges okok
  - információellátott-ság növekedése
  - meghirdetetett időpontok
  - forgalomirányítás

4. Elért eredmények – várakozási idő



- „Kötöttpálya”
  - 0-10 percre korlátozott vizsgálat
  - „hasadó” függvényalak (szignifikáns)
- Lehetséges okok
  - kötöttpálya előnye sűrűbb követésnél jelentkezik
  - buszközlekedés minél ritkább, annál zavarmentesebb

4. Elért eredmények – várakozási idő



- „Napszak”
  - 0-10 percre korlátozott vizsgálat
  - hasonló függvényalak
  - csúcsidőn kívül (nem szignifikáns) várakozási idő növ.
- Lehetséges okok
  - adatok eloszlása
  - „tolerancia” csúcsidőn kívül

5. További vizsgálati irányok

- Szakaszmenetidők vizsgálata (a hosszú viszonylatok alacsony szórása)
- Utazás kezdés/átszállás megkülönböztetése a várakozási időnél
  - meghirdetett időponthoz érkezés (kezdésnél csökkenti a várakozást)
  - átszállásnál a hangolt menetrend torzító hatása (átszállásnál csökkenti a várakozást)
- Töréspont felvétele optimumkeresési eljárás segítségével
- Reprezentatív felvétel
  - megállóba való érkezés finomítása érdekében (helyismerettel nem rendelkezők, különböző korcsoport, stb.)
- Előnyben részesítés hatásának vizsgálata
  - a várható érték változása és a menetrendi oldal „reakciója”
  - a szórás változása az egyenletesség által
  - utasoldali előnyök számszerűsítése

5. További vizsgálati irányok

- Közúti forgalom hatása
  - az egyértelmű összefüggés hatásmechanizmusának feltérképezése (pl. keresztirányú forgalom hatása)
- További befolyásoló tényezők (egyenként) vizsgálata – hatások kimutatása a megfelelő eloszlásgörbéhez való illeszkedés alapján
- Eloszlásokra adott felhasználói válaszok vizsgálata
  - várható értékkel és/vagy szórással megadott menetidő (95%-os kumulált gyakoriság „érdekli” az utast)
  - milyen megbízhatóság alatt nem érdemes szolgáltatni információt

6. Gyakorlati alkalmazási lehetőségek

- Megállóhelyi indulási idők előrebecslésénél (FUTÁR)
  - feltöltési („betanulási") időszakban közelítésként (nincs historikus menetidő adatsor)
    - új rendszer telepítése
    - településszerkezet megváltozása miatt
- Menetrendi eltérés vizsgálatnál (OBU)
  - jelzőlámpás csomópontnál való várakozás meghatározásához és figyelembe vételéhez a lekérdezés során
- Ráterhelési eljárásoknál (ellenállásfüggvények)
  - közúti modell: $t_{cur, min}$, S_{min} (ne várható értéket, hanem megbízhatóságot figyeljen)
  - tömegközlekedési modell: viszonylat alapú ráterhelés
- Utazástervezőbe integrálható összefüggések (pl. csatlakozás felajánlása a kivitelezhetőség függvényében)

HÁZI FELADAT (2.)

A. rész: menetidők vizsgálata (győri/bp.-i adatokon)
   - Menetidők eloszlásfüggvénye a bemutatotthoz hasonló módon
   - Egy szempont kiválasztása és a képzett csoportok eloszlásfüggvénye

B. rész: várakozási idők vizsgálata (ht. utazásfelvétel)
   - Összefüggés felállítása (regresszió): függvényalak, töréspontok; négyzetes eltérés meghatározása
   - Végállomások torzító hatásának kezelése
   - Egy szempont kiválasztása és csoportosítás aszerint
   - Mennyire módosítja a görbét a MHT hozzávétele?

- Egy-egy statisztikai próba alkalmazása az A és B részben is (A-ban lehet becslés is)

Köszönjük a figyelmet!

Soltész Tamás
tudományos segédmunkatárs
soltesz.tamas@mail.bme.hu
St épület 426.

Közlekedésüzemi és
Közlekedésgazdasági Tanszék