

**5. előadás:**  
**A forgalom törvényszerűségei,  
forgalmi jellemzők, kapacitás**

**Dr.-habil Lindenbach Ágnes, egyetemi tanár**  
**Pécsi Tudományegyetem,**  
**Műszaki és Informatikai Kar**

# Forgalmi jellemzők áttekintése

- ❖ Az úttervezés feladata a forgalmi igények megfelelő minőségű, biztonságos lebonyolítása.
- ❖ A megfelelő tervezéshez (forgalmi ÉS geometria) szükséges a forgalmi jellemzők - *forgalomnagyság, sebesség, sűrűség* - ismerete.
- ❖ Segítségükkel bármely forgalmi állapot leírható.

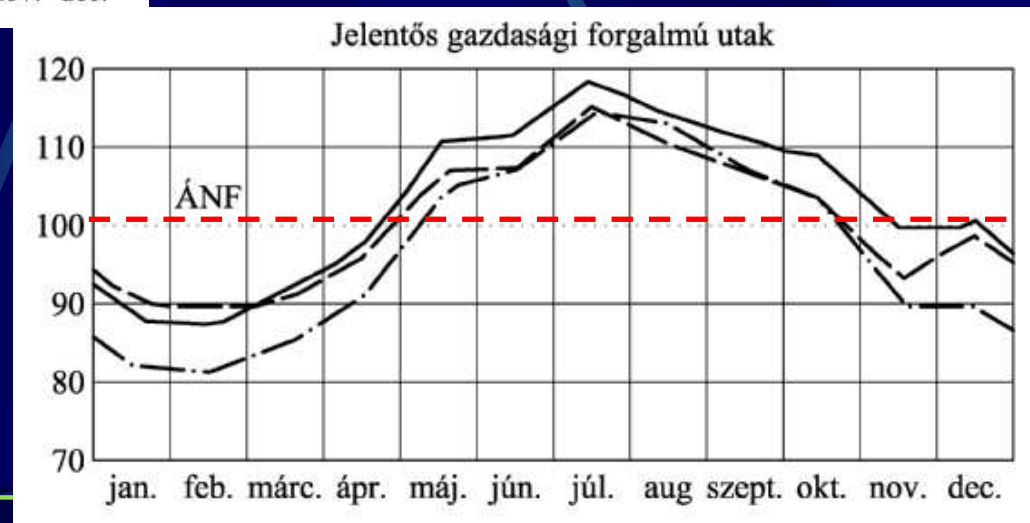
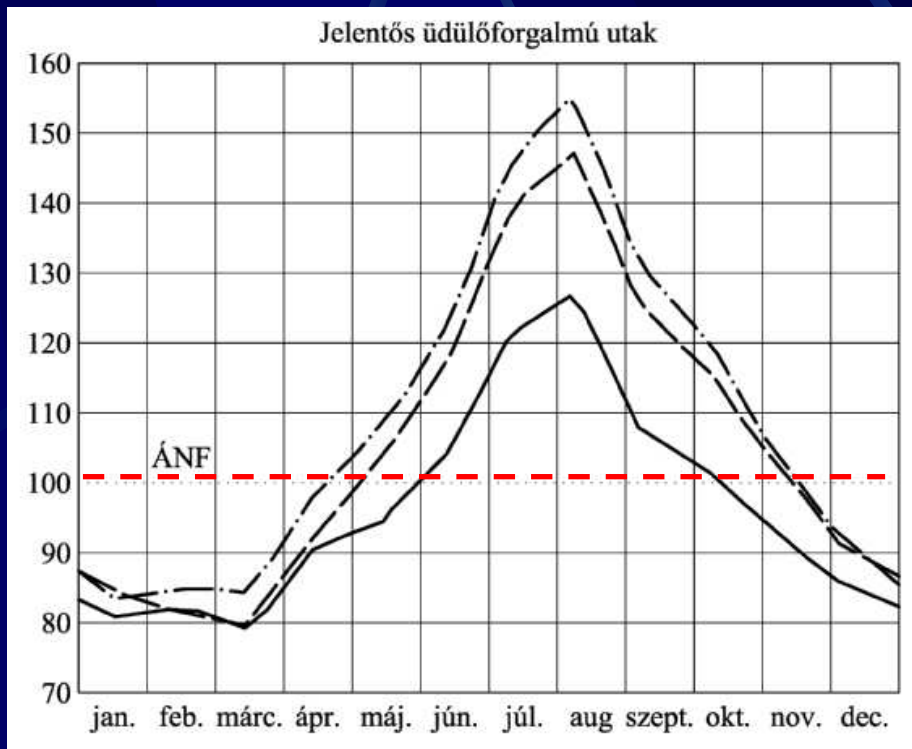
# Forgalomnagyság fogalma 1.

- ❖ A *forgalomnagyság* egy adott időegység alatt egy keresztmetszeten áthaladó járművek száma.
- ❖ Jellemzően az egy óra vagy egy nap alatt áthaladó forgalmat számolunk, így a mértékegység *jármű/óra* (j/h) vagy *jármű/nap* (j/n).
- ❖ A forgalom lebonyolódása tér-idő rendszerben történik, ezért az összes jellemzőt ebben kell értelmeznünk. A *forgalomnagyság* az időtengellyel párhuzamosan vett metszet, azaz egy *időbeli jellemző*.

## Forgalomnagyság fogalma 2.

- ❖ **A forgalomnagyság időben ingadozik, attól függően, mikor számoljuk.**
- ❖ **Ingadozás éven, héten, napon, órán belül.**
- ❖ **Az éves ingadozás az út által kiszolgált terület társadalmi / gazdasági tevékenységét tükrözi.**
- ❖ **Legnagyobb változás: szabadidős forgalom.**

# Példa: ÁNF - éves forgalom ingadozás



# A forgalomnagyság meghatározása - forgalomfelvételek lehetőségei

- ❖ *Forgalmi tervezés alapja a forgalmi adatok ismerete; a tervezéshez szükséges adatok nyerhetők a tervezési terület hálózatának keresztmetszetein áthaladó forgalom felvételével, azaz *keresztmetszeti felvételekkel*, vagy a tervezési terület forgalmának és az oda belépő, illetve az onnan kilépő forgalmak úticéljainak felvételével, azaz *célforgalmi felvétellel*.*

# Keresztmetszeti forgalomfelvétel 1.

- ❖ *A keresztmetszeti számlálás célja :*
  - egy-egy útkeresztmetszetet terhelő forgalom nagyságának megismerése,
  - az útszakaszt (amelyet a keresztmetszet reprezentál) terhelő forgalom időbeli ingadozásának meghatározása,
  - a forgalom összetételének megállapítása,
  - az egyidejűleg végrehajtott célforgalmi számlálás ellenőrzése.

## Keresztmetszeti forgalomfelvétel 2.

- ❖ *Keresztmetszeti forgalomfelvétel elvégezhető kézzel, automatikus érzékelőkkel.*
- ❖ **A keresztmetszeti forgalomszámlálásokra a közúthálózat legfontosabb helyszínein automatikus, folyamatos forgalomfelvételt végző berendezés van, számuk egyre növekszik.**



# Forgalomszámlálás módszere 1.

- ❖ A „közlekedés” számszerű értékelésére, minősítésére a közúti forgalom elemzése ad lehetőséget.
- ❖ Az országos közúthálózaton folyó keresztmetszeti forgalomszámlálás rendszeres időközönként biztosítja a tervezési, fejlesztési, fenntartási és üzemeltetési tevékenységek számára szükséges forgalmi adatokat.
- ❖ 1995-től kezdődően „gördülő” rendszerű forgalomfelvétel van: az ország úthálózatának 1/5 részén folyik egy időben felvétel (a minden évben esedékes forgalom figyelemmel kísérés mellett).
- ❖ Az úthálózat 4/5 részére pedig számított forgalmi adatok állnak rendelkezésre.

## Forgalomszámlálás módszere 2.

- ❖ A „gördülő” rendszer bevezetésével lehetővé vált, hogy minden évben rendelkezünk (szinte) az egész országos közúthálózatra vonatkozó forgalmi adatokkal, országos és megyei összesítésekkel.
- ❖ A „gördülő” forgalomszámlálás 2016. évi eredményeit az *„Az országos közutak 2016. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma”* kiadvány tartalmazza.
- ❖ A közölt éves átlagos napi forgalmi adatok részben a 2016. évi forgalomfelvételek eredményei, a nem mért állomásokon forgalomváltózási tényezők alkalmazásával felszorozott adatok.

# A 2016. évi forgalomfelvétel főbb adatai

A 2016. évi forgalomfelvétel főbb adatai						
Útkategória	Számlálásba bevont úthossz	Számlálási útszakasz				átlagos hossza (km)
		száma (db)				
	(km)	mért	felszorozott	becsült vagy számított	összesen	
Autópálya	1 167,7	119	7	1	127	9,2
Autóút	295,9	48	6	-	54	5,5
Elsőrendű főút	2 165,2	214	264	1	479	4,5
Másodrendű főút	4 805,8	335	606	10	951	5,1
<b>Főúthálózat</b>	<b>8 434,6</b>	<b>716</b>	<b>883</b>	<b>12</b>	<b>1 611</b>	<b>5,2</b>
Összekötő út	17 908,5	322	2 375	54	2 751	6,5
Bekötő út	4 511,9	65	874	489	1 428	3,2
Állomáshoz vezető út	467,6	12	232	477	721	0,6
Csomóponti ág	7,5	4	-	-	4	1,9
Gyorsforgalmi utak pihenőútjai	48,5	5	48	169	222	0,2
Pihenő út	-	-	-	-	-	-
Összekötő- és mellékutak	22 944,0	408	3 529	1 189	5 126	4,5
Országos közúthálózat	31 378,6	1 124	4 412	1 201	6 737	4,7

# A forgalomszámlálás alapelve 1.

- ❖ Az országos közúti keresztmetszeti forgalomszámlálást *mintavételi eljárással* (az ún. sampling módszer alkalmazásával) hajtják végre.
- ❖ Alapvető célkitűzés az évi átlagos napi forgalom (ÉÁNF) meghatározása. Ehhez ismerni kell a forgalom napi, heti és havi ingadozásának törvényszerűségeit (melyeket a hosszabb ideig tartó forgalomszámlálással határoznak meg).

## A forgalomszámlálás alapelve 2.

- ❖ **A módszer lehetővé teszi, hogy a forgalom időbeli ingadozásának ismeretében valamely keresztmetszetben az évi átlagos napi forgalmat viszonylag kevés adatból (kisszámú mintából, rövid ideig tartó számlálás eredményéből) megfelelő pontossággal és megbízhatósággal lehessen meghatározni.**

# A forgalomszámlálási módszer alapképlete

- ❖ Az utazási szokások ritmusát napi, heti és éves periódussal lehet jellemezni.
- ❖ Az a felismerés, hogy ez a három periódus felel meg a közúti forgalom időbeli lefolyása törvényszerűségeinek, vezetett a *sampling* módszer alapképletének felállításához.

# Évi átlagos napi forgalom (ÉÁNF) 1.

*Valamely útkeresztszűkületben az ÉÁNF (Q) értéke egy évre vonatkoztatva a következő képlettel becsülhető meg:*

$$Q_j = q_{x,ho,nt,j} \cdot a_{x,jelleg2,ho,nt,j} \cdot b_{jelleg1,ho,nt,j} \cdot c_{jelleg1,ho,j} \quad \text{ahol}$$

**q** a forgalom mennyiség mintája: meghatározott 'x' napszakban megfigyelt forgalom.

**a** napszaktényező: a teljes napi (24 órás) forgalom és egy adott 'x' napszak forgalmának arányát kifejező viszonyszám.

**b** napi tényező: a heti (havi) átlagforgalom és a napi forgalom arányát kifejező viszonyszám.

**c** havi tényező: az egyes naptípusok évi és havi átlagforgalmának arányát kifejező viszonyszám.

**x** napszak: a napnak adott kezdő- és végórák közötti időszaka.

**ho** hónap: az év adott hónapja.

**nt** naptípus: a hét napjai 5 csoport szerint (H, K-Sze-Cs, P, Szo, V).

# Évi átlagos napi forgalom (ÉÁNF) 2.

*Jelleg1: a forgalom éves és heti lefolyásának jellege szerinti besorolás.*

*Jelleg2: a forgalom napi lefolyásának jellege szerinti besorolás.*

*j járműosztály: az utakon haladó járműveket osztályokba sorolása.*

- *A forgalom volumen mintáját az úgynevezett mellékállomásokon végzett, rövid időtartamú számlálással nyerjük.*
- *A forgalom-lefolyási tényezők meghatározásához viszont kisebb számú számlálóállomáson (a törvényszerűségi állomásokon) tartós számlálásokat kell végezni.*



# Évi átlagos napi forgalom (ÉÁNF) 3.

*Az évi átlagos napi forgalom számítása:*

$$\text{ÉÁNF}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{j,i}$$

ahol

**ÉÁNF<sub>j</sub>** - a j-edik járműosztály évi átlagos napi forgalma [j/nap]

**i** - az ismétlés (mintavétel) sorszáma

**n** - az ismétlések (mintavételek) száma

**Q<sub>j,i</sub>** - a j-edik járműosztály i-edik forgalmi mintájából számított átlagos napi forgalom [j/nap]

**j** - a járműosztály sorszáma

# Járműosztályok 1.

*A kézi számlálásoknál alkalmazott járműosztályozás a következő:*

- 1. Személygépkocsi:** személygépkocsi vontatmánnyal vagy anélkül, kisautóbusz 9 férőhely alatt.
- 2. Kis tehergépkocsi:** tehergépkocsi, amelynek megengedett legnagyobb össztömege kisebb 3,5 tonnánál.
- 3. Egyes autóbusz:** KRESZ szerint meghatározott (kivéve a 9 férőhely alattiakat).
- 4. Csuklós autóbusz:** A KRESZ szerint meghatározott több tagú autóbusz.
- 5. Közepesen nehéz tehergépkocsi:** 3,5-7,5 tonna közötti össztömegű kéttengelyes tehergépkocsi.
- 6. Nehéz tehergépkocsi:** 7,5 tonnánál nagyobb össztömegű két- vagy több tengelyes tehergépkocsi pótkocsi vagy vontatmány nélkül.

## Járműosztályok 2.

**7. Pótkocsis tehergépkocsi:** két- vagy három tengelyes tehergépkocsi pótkocsival (a KRESZ szerint meghatározva).

**8. Nyerges szerelvény:** nyerges vontatóból és félpótkocsiból álló járműszerelvény a KRESZ szerint meghatározva.

**9. Speciális nehéz jármű:** hat- vagy ennél több tengelyes speciális nehéz járművek.

**10. Motorkerékpár és segédmotoros kerékpár:** a KRESZ szerint meghatározva.

**11. Kerékpár:** a KRESZ szerint meghatározva.

**12. Lassú jármű (fogat, traktor):** lassú jármű és mezőgazdasági vontató (a KRESZ szerint meghatározva).

# Célforgalmi forgalomfelvétel 1.

- ❖ *Célforgalmi felvétel* esetén a számlálás egy adott körzeten v. csomóponton belül kialakuló forgalom kiinduló- és végpontjainak meghatározására irányul (honnan-hová).
- ❖ A célforgalmi felvétel célja:
  - egy csomóponton belül a csomóponti ágak között fellépő forgalomnagyságok megismerése, a forgalmak összetételének meghatározása a csomóponti szabályozás megtervezéséhez;
  - egy nagyobb körzeten belül jelentkező forgalom keletkezési helyeinek és céljainak megállapítása, valamint a körzet és a többi körzet közötti forgalmak keletkezési helyeinek és úticéljainak megállapítása (forgalmi mátrix előállítás).

## Célforgalmi forgalomfelvétel 2.

- ❖ *Célforgalmi felvételhez nyomon kell követni az egyes járművek útvonalát (belépő jármű hol lép ki a vizsgált területről).*
- ❖ **Lehetséges módszerek:**
  - megfigyelés (kis terület esetén),
  - videofelvétel elemzése (utólagos kiértékelés, képfeldolgozó algoritmusok használata),
  - rendszámok feljegyzése (bonyolult utófeldolgozás, nagyobb forgalmaknál nem alkalmas, adatvédelmi szempontok).

## Célforgalmi forgalomfelvétel 3.

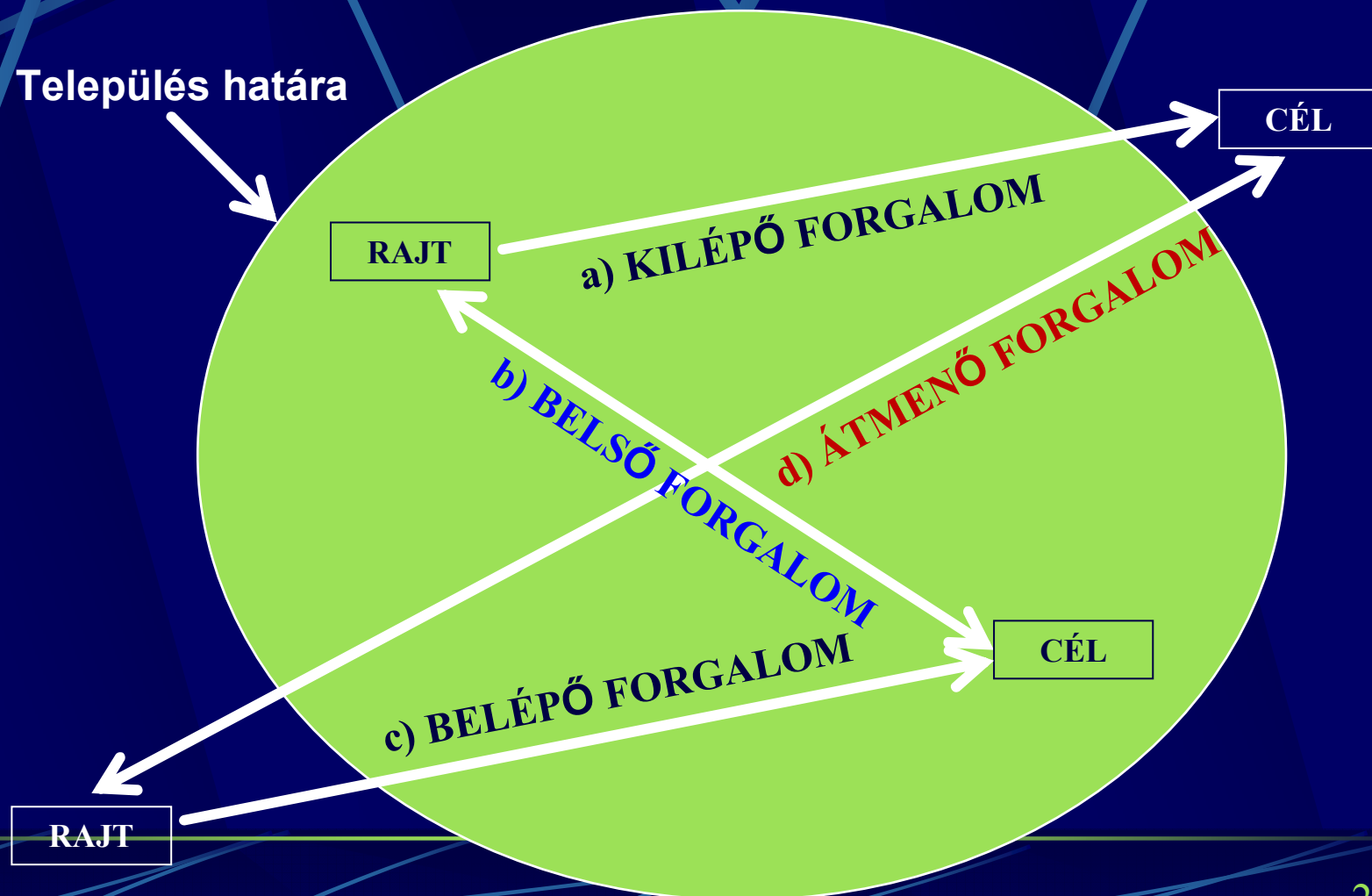
### ❖ *Célforgalmi felvételek további módszerei:*

- *járművek megjelölése cédulákkal (2x kell megállítani a járműveket, emiatt nem teljeskörű a felvétel),*
- *kikérdezés (járművek megállítása, kérdések az utazási szokásokra vonatkozóan is),*
- *kérdőív (otthoni kitöltés / visszaküldés),*
- *háztartási / munkahelyi interjú (költséges, időigényes, de sok jó adathoz jutunk).*

## Célforgalmi forgalomfelvétel 4.

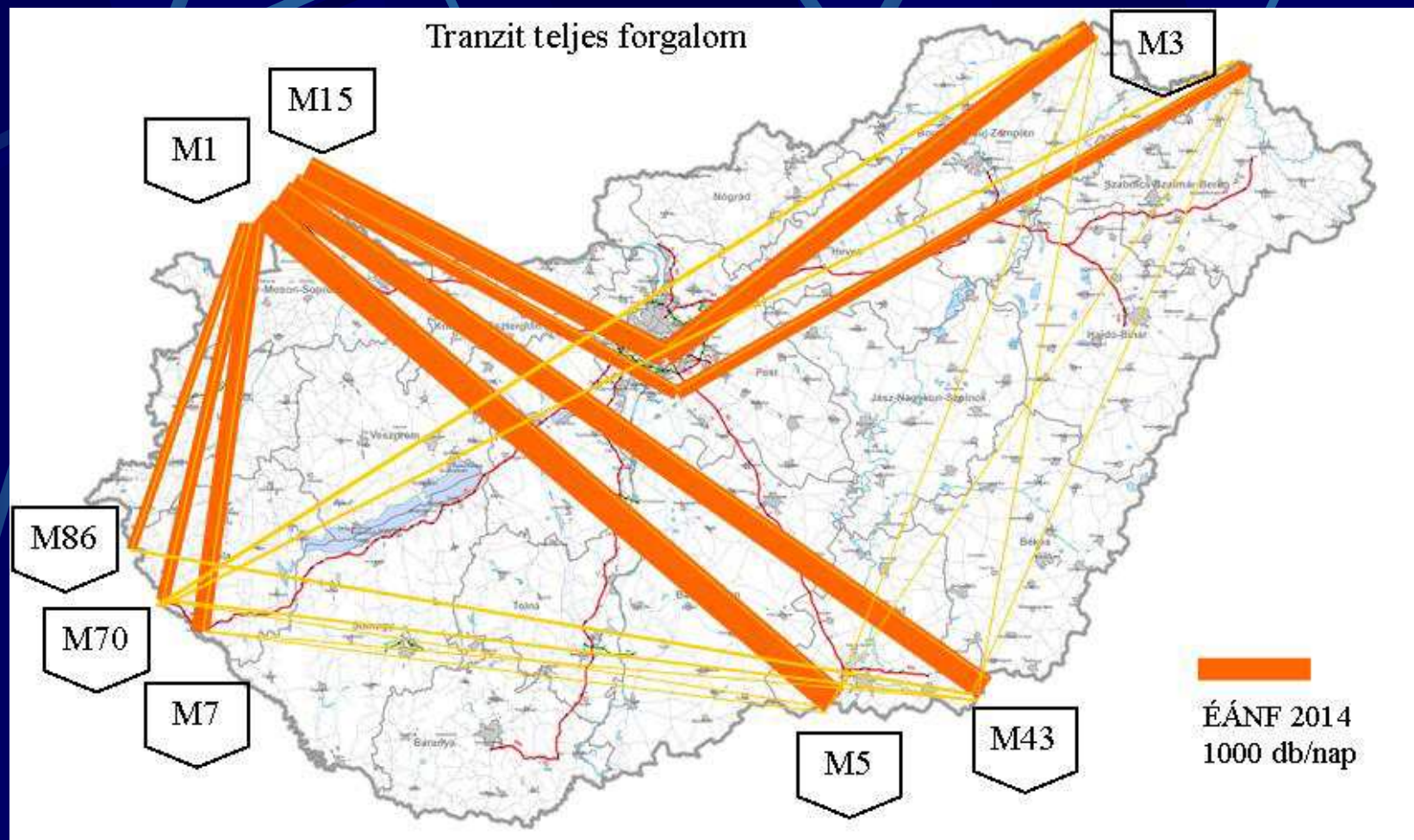
- ❖ Szükségtelen minden háztartásban érdeklődni az utazási szokások részletei felől, elegendő *megfelelő mintavételi eljárást* alkalmazni.
- ❖ Szükséges (reprezentatív) minta nagysága az érintett népesség számától függ.
- ❖ A mintanagyság mellett fontos, hogy a *népesség jellemző csoportjait* kérdezzük meg, akik ugyan a háztartások tagjai, de különböző utazási „szokás-jellemzőjű” csoportokhoz tartoznak: járművezetők, közforgalmú közlekedési eszközök használói, tanulók stb.

# A célforgalmi (honnan-hová: OD) számlálás forgalmi áramlatai





# Az M1 autópálya tranzit teljes forgalma 2014-ben



# Példa: Forgalomáramlási mátrix, Magyarország, összes forgalom, 2014.

6. Magyarország közúti forgalom áramlási mátrixa (összes forgalom) [ÉÁNF2014; jműdb/nap]		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	Az összes átmenő (tranzit) forgalom (1...10)	Az összes belépő forgalom.(1...11)
		Hegyeshalom	Röszke	Nagylak	Rajka	Rédics	Letenye	Tornyiszentmiklós	Tornyosnémeti	Záhony	A többi határátkelőhely	A belső körzetek		
1.	Hegyeshalom, M1 korridor	X	1317	1115	152	254	558	303	861	506	4678	17019	9744	26763
2.	Röszke, M5	1317	X	16	89	44	61	77	61	61	524	2705	2250	4955
3.	Nagylak, 43	1115	16	X	92	157	79	122	36	49	510	2534	2176	4710
4.	Rajka, M15	152	89	92	X	184	285	285	251	134	1287	8236	2759	10995
5.	Rédics, 86	254	44	157	184	X	56	47	33	65	349	2440	1189	3629
6.	Letenye, M7 korridor	558	61	79	285	56	X	3	24	34	104	1160	1204	2364
7.	Tornyiszentmiklós, M70	303	77	122	285	47	3	X	193	158	964	4206	2152	6358
8.	Tornyosnémeti, 3	861	61	36	251	33	24	193	X	141	194	1462	1794	3256
9.	Záhony, 4	506	61	49	134	65	34	158	141	X	545	538	1693	2231
10.	A többi határátkelőhely	4678	524	510	1287	349	104	964	194	545	X	25100	9155	34255
11.	A belső körzetek	17019	2705	2534	8236	2440	1160	4206	1462	538	25100	X	65400	65400
Az összes átmenő (tranzit) forgalom (1...10)		9744	2250	2176	2759	1189	1204	2152	1794	1693	9155	65400		
Az összes kilépő forgalom (1...11)		26763	4955	4710	10995	3629	2364	6358	3256	2231	34255	65400		

# A jelenlegi forgalmak megállapítása 1.

## Az útkeresztszmetzetek forgalma:

- ❖ *A forgalom nagysága évről-évre folyamatosan változó (növekvő) mennyiség; a jelenlegi forgalom az alapja a jövőben várható tervezési forgalomnak, amelyre a létesítményeinket méretezzük.*
- ❖ *A forgalmi mennyiségek közül a legfontosabbak:  
„Évi átlagos napi forgalom” (ÁNF, jmű/nap;  
E/nap),  
„mértékadó óraforgalom” (MOF, jmű/nap;  
E/óra).*

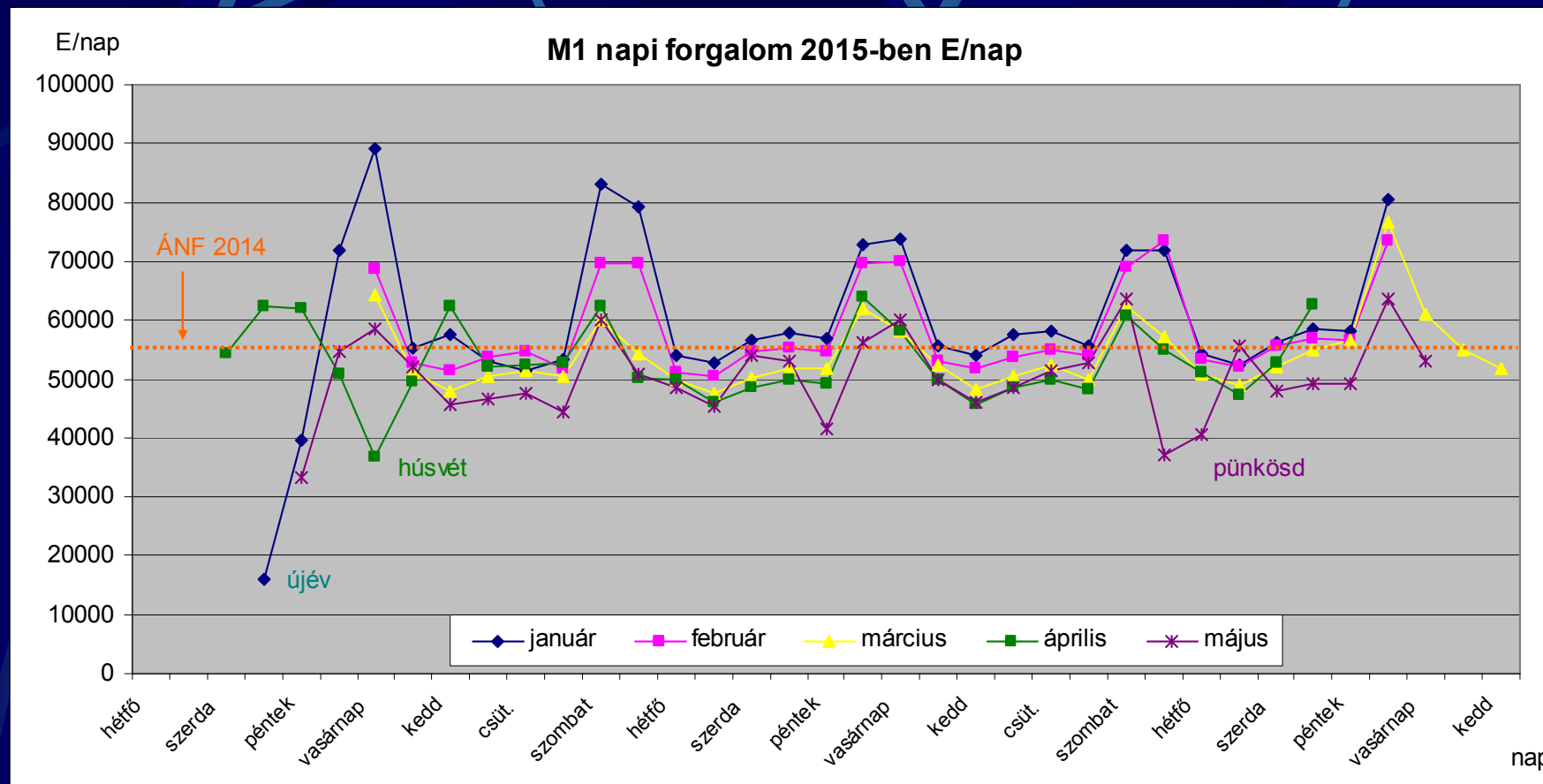
## A jelenlegi forgalmak megállapítása 2.

- ❖ A *forgalomnagyság* egy adott időegység alatt egy keresztmetszeten áthaladó járművek száma (időbeli jellemző).

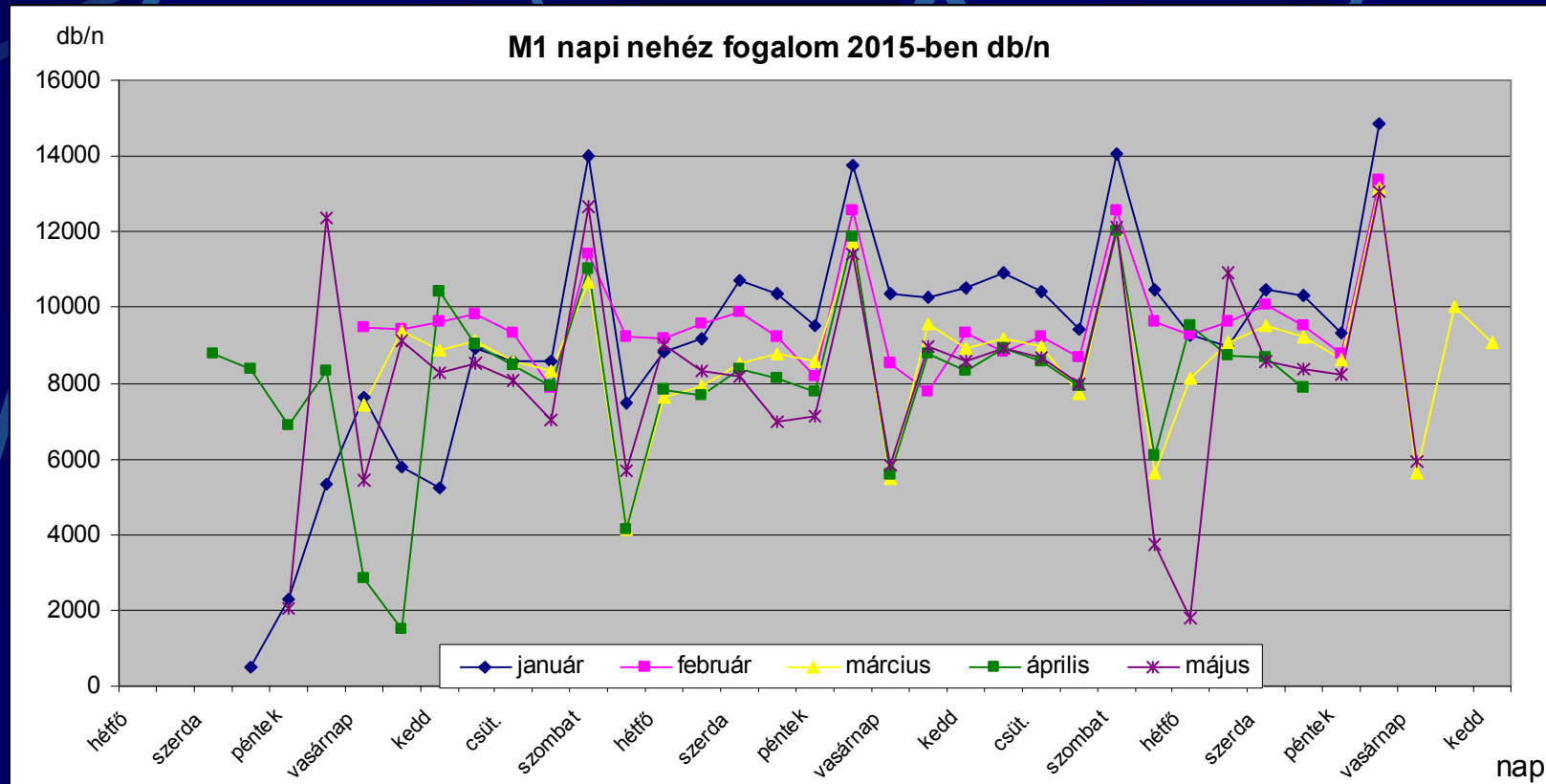
Jellemzően az egy óra vagy egy nap alatt áthaladó forgalmat szoktuk számolni, így a szokásos mértékegység *jármű/óra* (j/h) vagy *jármű/nap* (j/n).

- ❖ Az *ÁNF* egy vizsgált útszakaszon egy naptári évben áthaladt járművek számának és az év 365 napjának a hányadosa [jmű/nap; E/nap].

# Példa: napi forgalom ingadozás - ÁNF



# Példa: napi forgalom ingadozás – ÁNF



# A jelenlegi forgalmak megállapítása 4.

❖ *MOF* az útszakasz csúcsóra forgalma [jmű/óra; E/óra], vagyis az a legnagyobb óraforgalom, amely évenként legalább 50 órán át előfordul.

❖ Az *ÁNF* és *MOF* értékek függenek egymástól:

$$MOF = \omega \cdot \dot{A}NF \quad \text{ahol } \omega \text{ a csúcsóratényező.}$$

*Átlagos értéke : 10% (nagyobb üdülőforgalom: kisebb mint 10 %; magasabb teherforgalom: nagyobb mint 10%)*

❖ *A forgalmi teljesítmény az átlagos évi forgalomnagyság és az úthossz szorzata:*

$$\dot{A}NF \cdot 365 \cdot L \text{ (jműkm)}$$

# Példa: ÁNF változása az országos közúthálózaton 2005-2014

		Autópályák és autóutak	I. rendű főutak	II. rendű főutak	Mellékutak	Összesen
Évi átlagos napi forgalom, ÉÁNF [jármű/nap]	2005	23 538	8 668	5 773	1 528	3 152
	2006	21 881	8 611	5 836	1 512	3 229
	2007	22 460	8 706	5 939	1 521	3 378
	2008	24 054	8 743	5 903	1 548	3 490
	2009	24 077	8 422	5 608	1 546	3 425
	2010	21 734	7 850	5 331	1 577	3 388
	2011	21 555	7 664	5 248	1 480	3 292
	2012	20 728	7 250	5 031	1 424	3 160
	2013	20 326	7 270	4 980	1 382	3 155
	2014	21 592	7 521	5 110	1 408	3 283



# Példa: M5 Újhartyán, ÁNF változása 2004-2014.

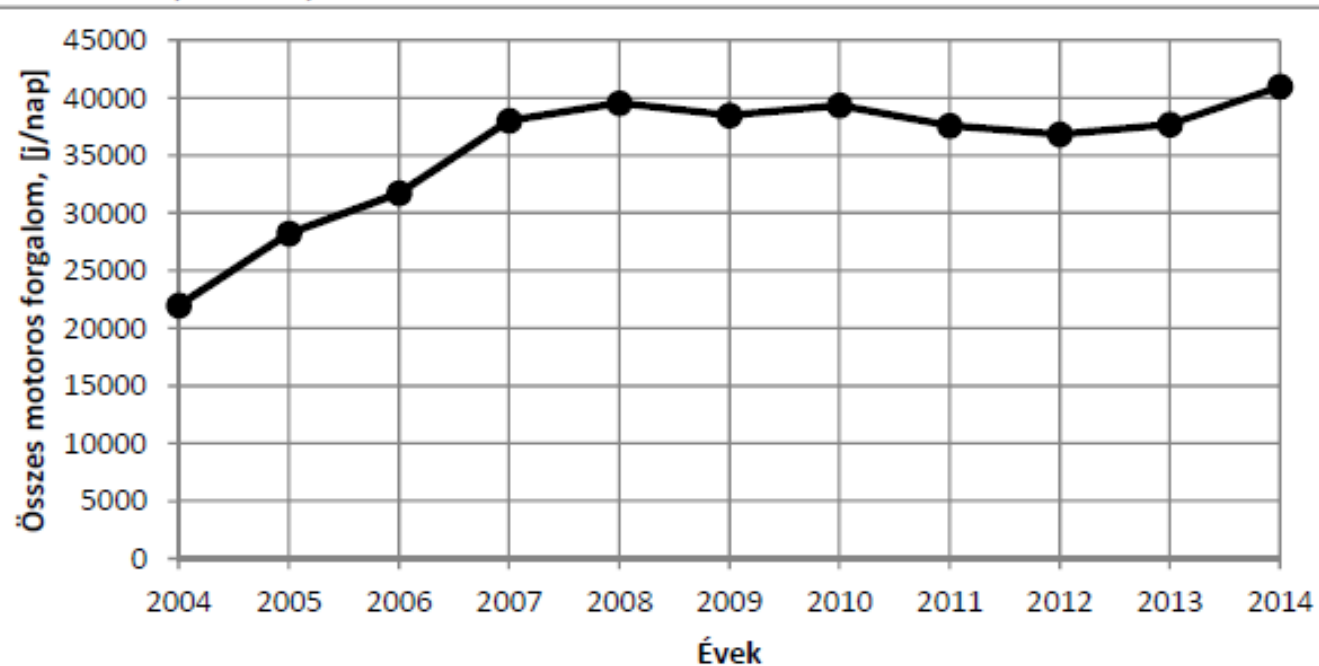
Út száma: M5

Szelvény: 36+ 000

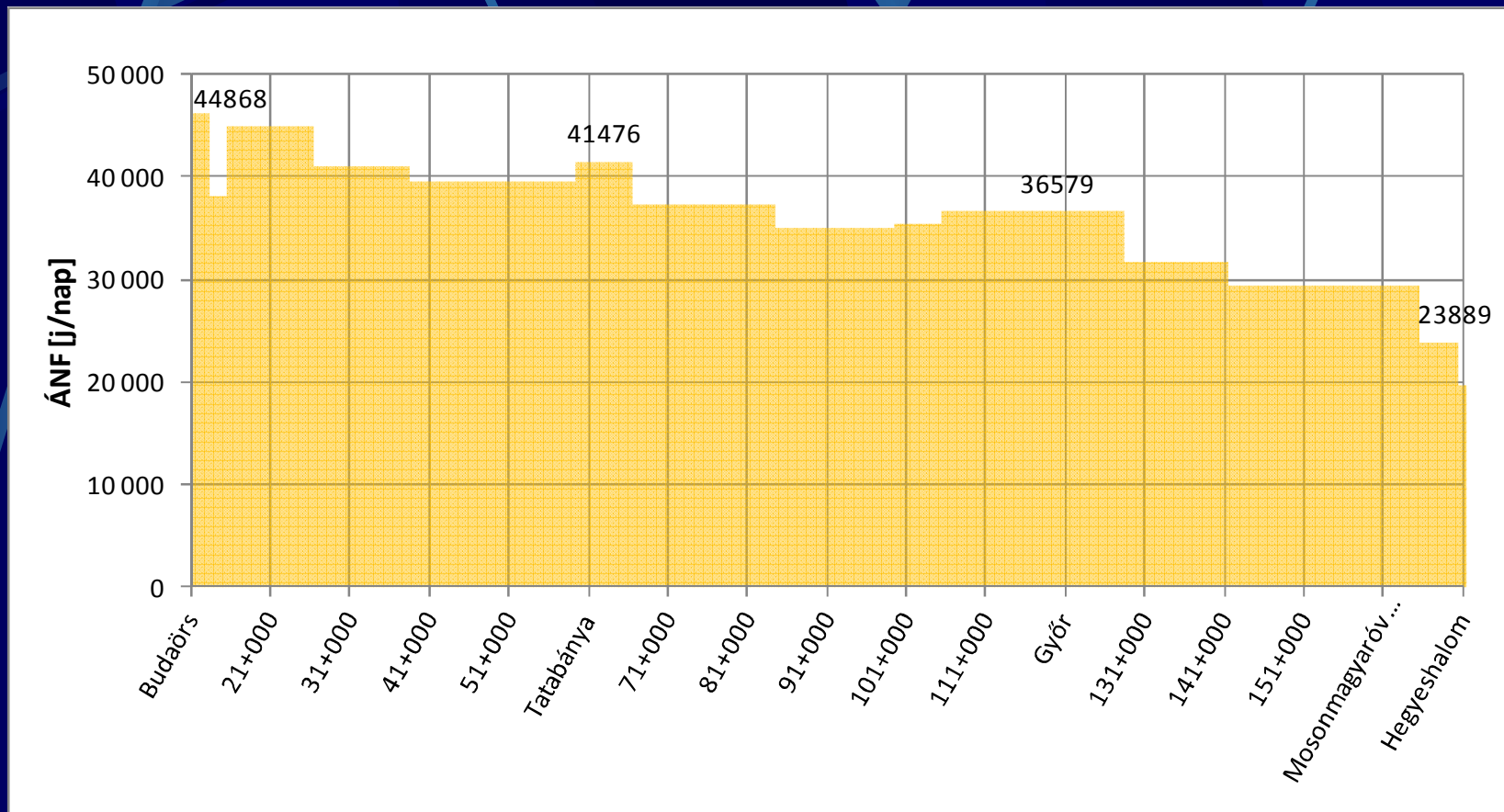
Állomásszám: 3052

Újhartyán

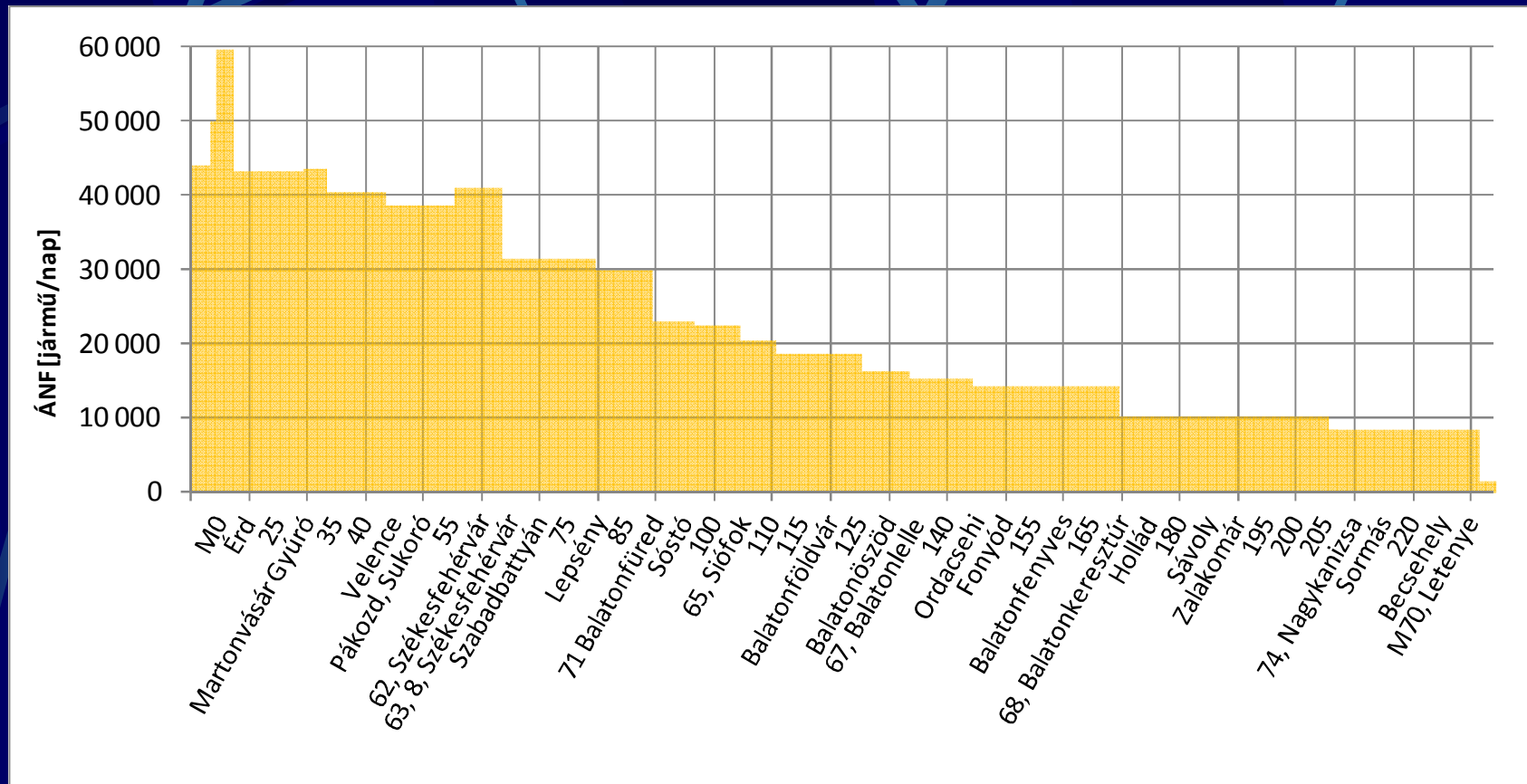
2014/2013 = 1,09



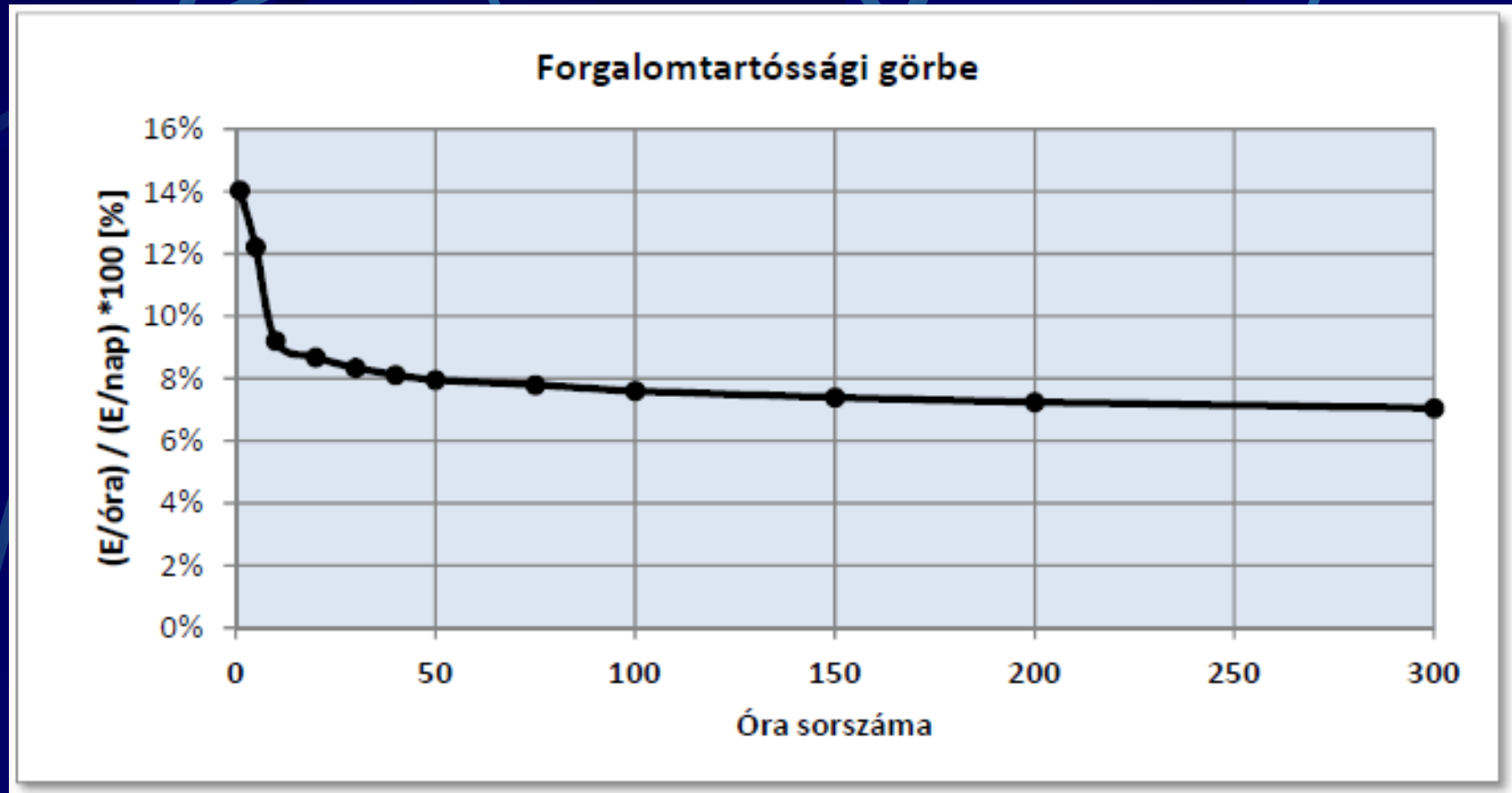
# Példa: M1 autópálya Bp-Hegyeshalom ÁNF, 2013.



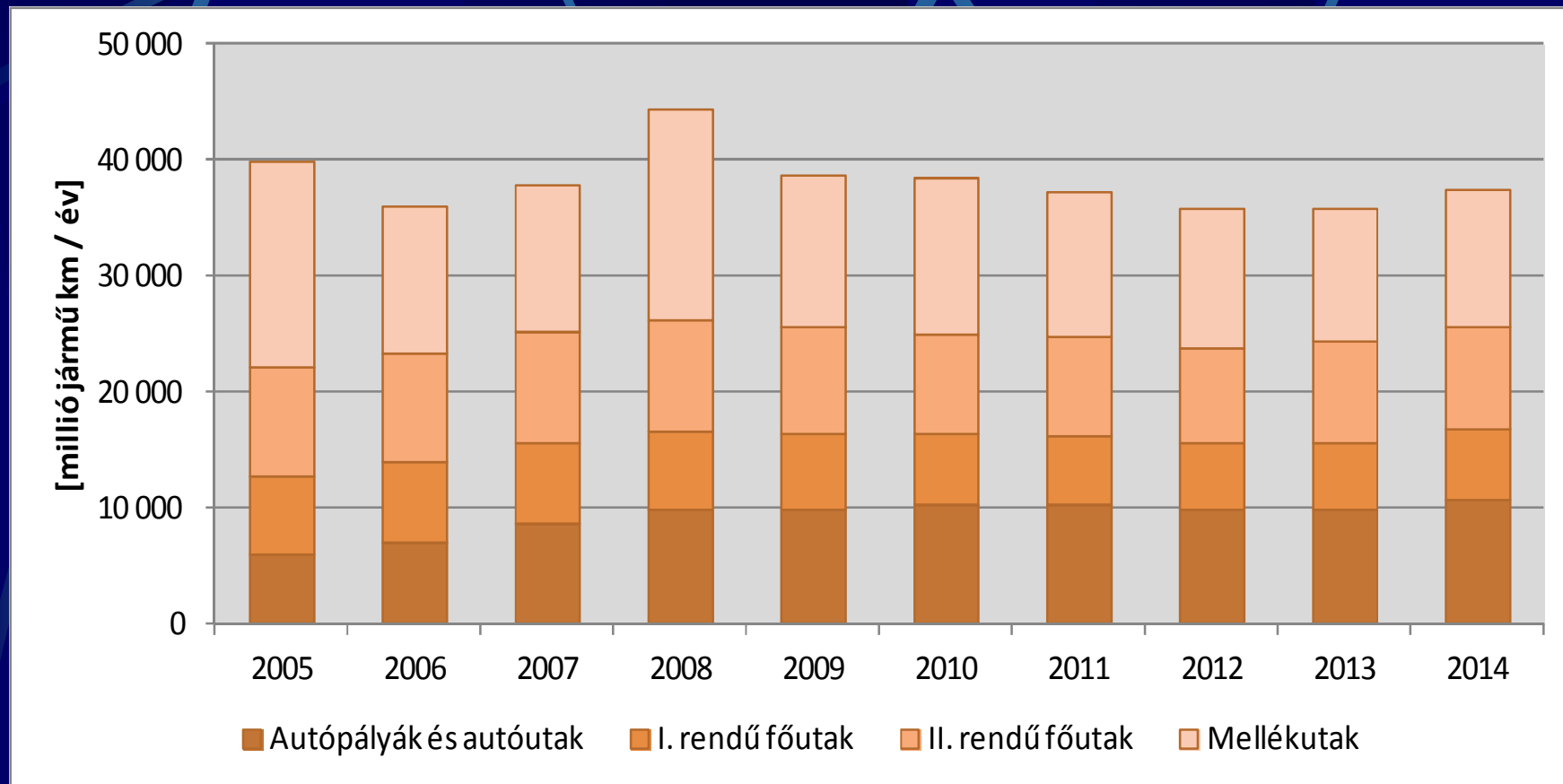
# Példa: M7 autópálya Budapest-Letenye ÁNF, 2014.



# Példa: M5 Újhartyán, ÁNF változása 2004-2014.



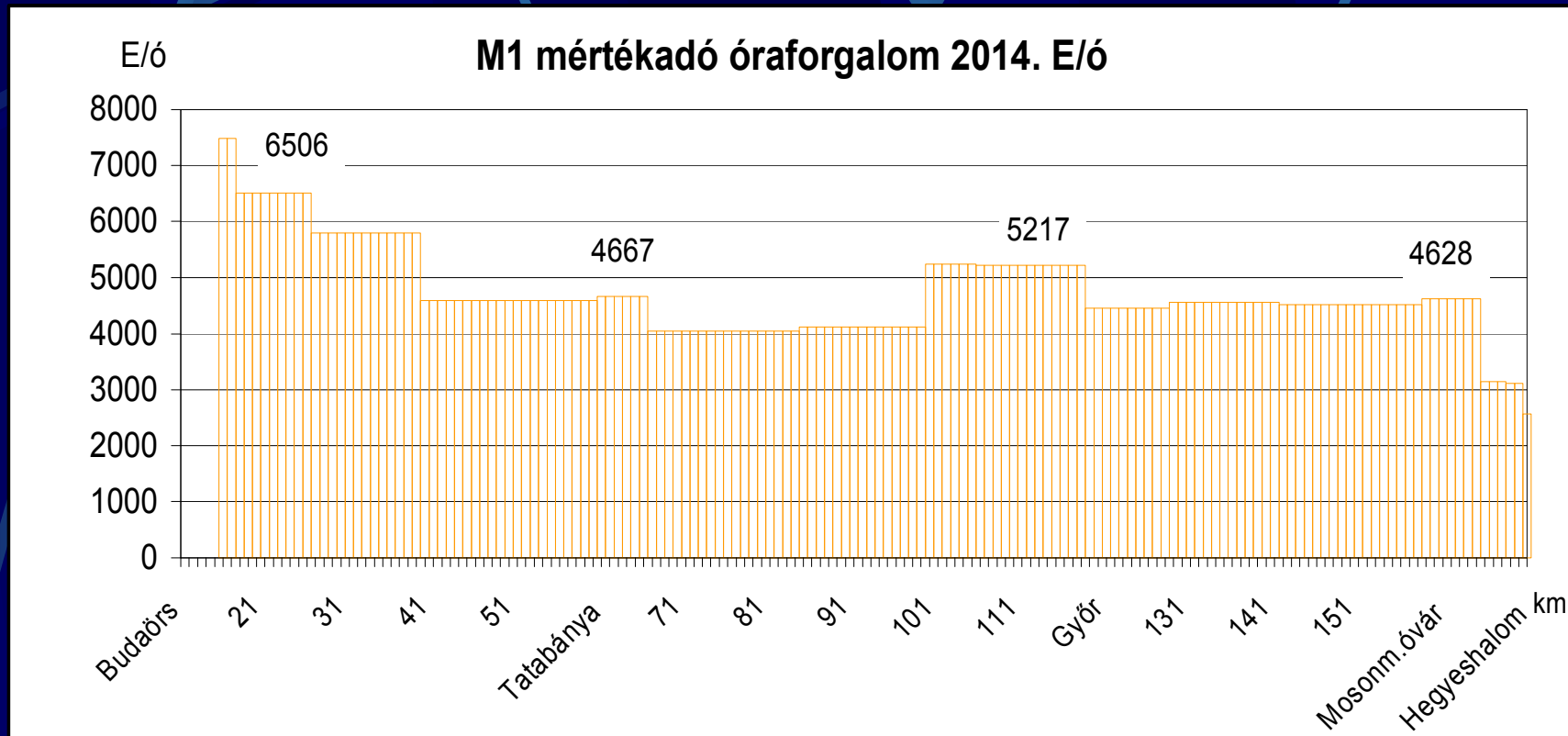
# Példa: A forgalmi teljesítmény megoszlása az országos közúthálózaton 2005-2014



# Útkeresztmetszetek forgalma 1.

- ❖ **ÁNF** *előrebecsült értékét* a keresztmetszetek méreteinek, a **MOF** *előrebecsült értékeit* a csomópontok forgalmi sávjainak, a folyópálya szakaszok irányonkénti forgalmi sávjainak meghatározásánál használjuk.
- ❖ A jelenlegi **ÁNF**, **MOF** értékek ugyanezen méretek ellenőrzésére alkalmasak.

# Példa: M1 autópálya MOF értékei



## Útkeresztmetszetek forgalma 2.

- ❖ A forgalomban különböző járművek vesznek részt, részarányuk a forgalmi körülményeket jelentősen befolyásolja. A különböző területek forgalmainak összehasonlítására, a hálózat tervezés megkönnyítésére terjedt el az egyes járművek *személygépkocsi-egységre* történő átszámítása.
- ❖ Nehéz járművek átszámítási szorzója a forgalom sebességére gyakorolt, jármű-oszlopképző hatásuk miatt nagyobb a személygépkocsikénál.



# Útkeresztszettek forgalma 3.

**A gyakorlatban alkalmazott egységjármű átszámítási tényezők értékei:**

Járműkategória	Számlálóállomás fekvése	
	K (külterület)	L (lakott terület)
Személygépkocsi	1,0	1,0
Kis tehergépkocsi	1,0	1,0
Egyes autóbusz	2,5	1,8
Csuklós autóbusz	2,5	2,5
Közepesen nehéz tehergépkocsi	2,5	1,4
Nehéz tehergépkocsi	2,5	1,8
Pótkocsis tehergépkocsi	2,5	2,5
Nyerges szerelvény	2,5	2,5
Speciális nehéz jármű	2,5	2,5
Motorkerékpár + segédmotoros kerékpár	0,8	0,7
Kerékpár	0,3	0,3
Lassú jármű	2,5	2,5

# Sebesség fogalma, definíciók 1.

- ❖ Sebesség meghatározása az időegység alatt megtett távolság, km/h dimenzióban; a sebesség *térben és időben* változik.
- ❖ *Térbeli átlagsebesség: útszakaszra* vonatkozó átlagos sebesség.
- ❖ *Időbeli átlagsebesség: egy keresztmetszetben mért pillanatnyi* sebességek átlaga.

$$\bar{v} = \frac{L}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} = n \cdot \sum_{i=1}^n \frac{L}{t_i}$$

$$\bar{v} = \sum_{i=1}^n v_i$$

## Sebesség fogalma, definíciók 2.

**A forgalomlebonyolódáshoz használt sebességértékek:**

*Átlagos utazási sebesség:*

- ❖ **távolság és az utazási idő hányados (megegyezik a térbeli átlagsebességgel).**
- ❖ **a közlekedő számára a nyújtott közlekedési szolgáltatás színvonalát írja le.**

## Sebesség fogalma, definíciók 3.

### *Átlagos menetsebesség:*

- ❖ **Adott útszakaszon áthaladó járművek *átlagos sebessége* a mozgással töltött idő alapján meghatározva (torlódás nélkül!).**
- ❖ **Megmutatja, *átlagosan* mennyivel mennek a mozgó járművek.**
- ❖ **Ez is térbeli sebesség-érték.**

## Sebesség fogalma, definíciók 4.

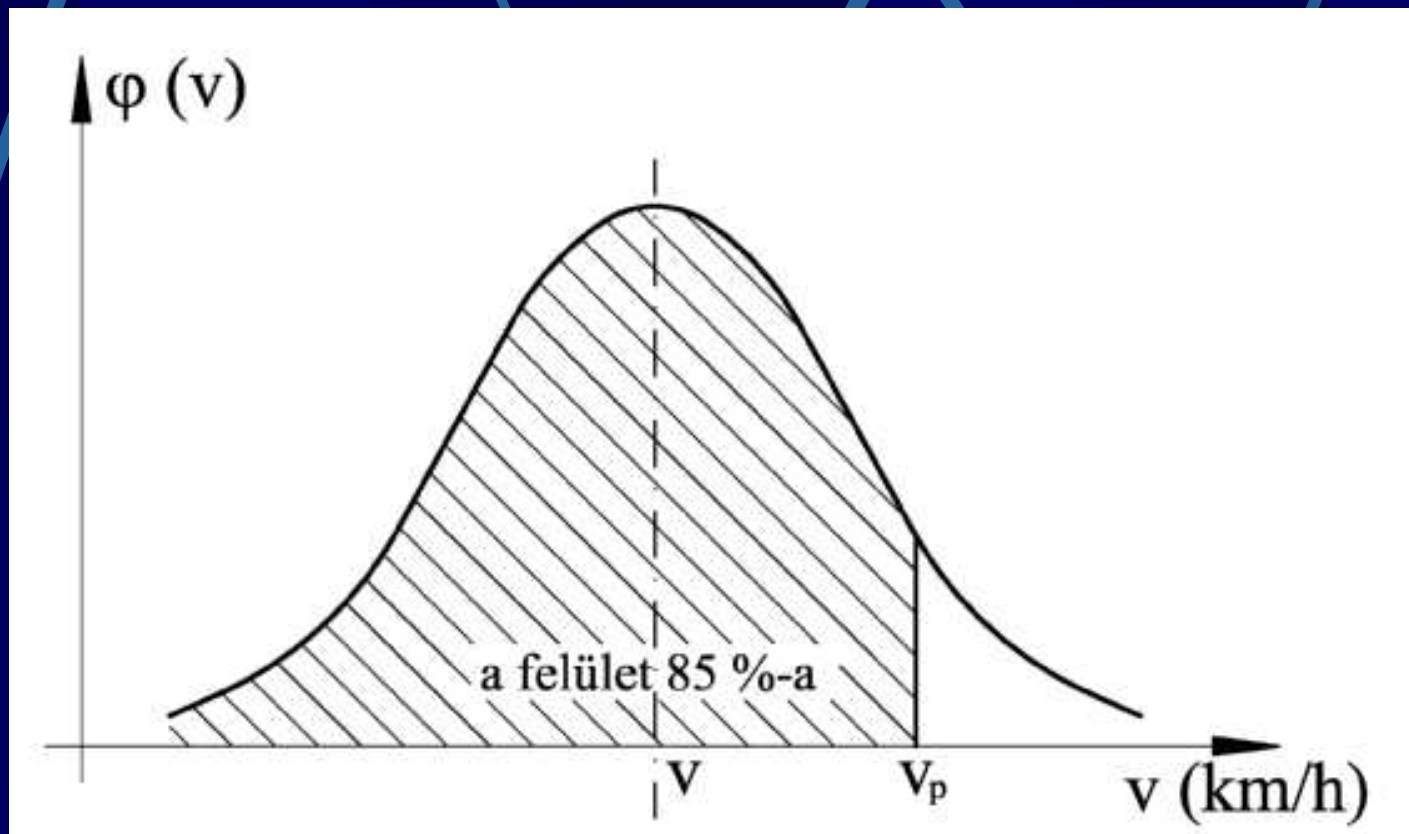
- ❖ *Aktív menetsebesség: forgalom mellett hosszabb útszakaszon nedves burkolaton kifejthető sebesség (normál kockázatot vállalva). A geometriát és a forgalmi viszonyokat együttesen írja le. A sebességeloszlás 85%-os értéke.*
- ❖ *Legnagyobb aktív menetsebesség: forgalom nélkül kifejthető sebesség. A geometriát jellemzi. A sebességeloszlás 85%-os értéke.*

## Sebesség fogalma, definíciók 5.

- ❖ *Szabad áramlási sebesség: kis forgalom mellett a járművezetők által szabadon választott sebességek átlaga – az útszakasz geometria kialakításának függvénye. A sebességértékek átlagát vesszük.*
- ❖ *Pillanatnyi kihasznált sebesség: rövid útszakaszon a sebesség-eloszlási görbe 85%-os gyakorisági értékéhez tartozó sebesség. Forgalmi vizsgálatokhoz használjuk.*

# Sebesség fogalma, definíciók 6.

## Pillanatnyi kihasznált sebesség, $v_{85}$



# Forgalom-sűrűség 1.

- ❖ A *sűrűség* egy adott pillanatban egy adott útszakaszon tartózkodó járművek vagy gyalogosok száma.
- ❖ Térbeli jellemző, forgalomlefolrás minőségére utal (minél nagyobb az értéke, annál jobban korlátozott a járművek mozgása).
- ❖ Mértékegysége lehet:
  - j/km vagy E/km (egy sávra vonatkozóan),
  - gyalogos / m<sup>2</sup>.



## Forgalom-sűrűség 2.

- ❖ Mérése nehézkes (pl. légi felvételek).
- ❖ A sűrűség ( $D$ ) megközelítése az átlagos követési távolság ( $\Delta l$ ) felhasználásával:

$$D = \frac{1000}{\Delta l}$$

- ❖ A sűrűség ( $D$ ) becsülhető a követési időköz ( $\Delta t$ ) és a sebesség ( $s$  [m/s]) felhasználásával:

$$D = \frac{1000}{s \cdot \Delta t}$$

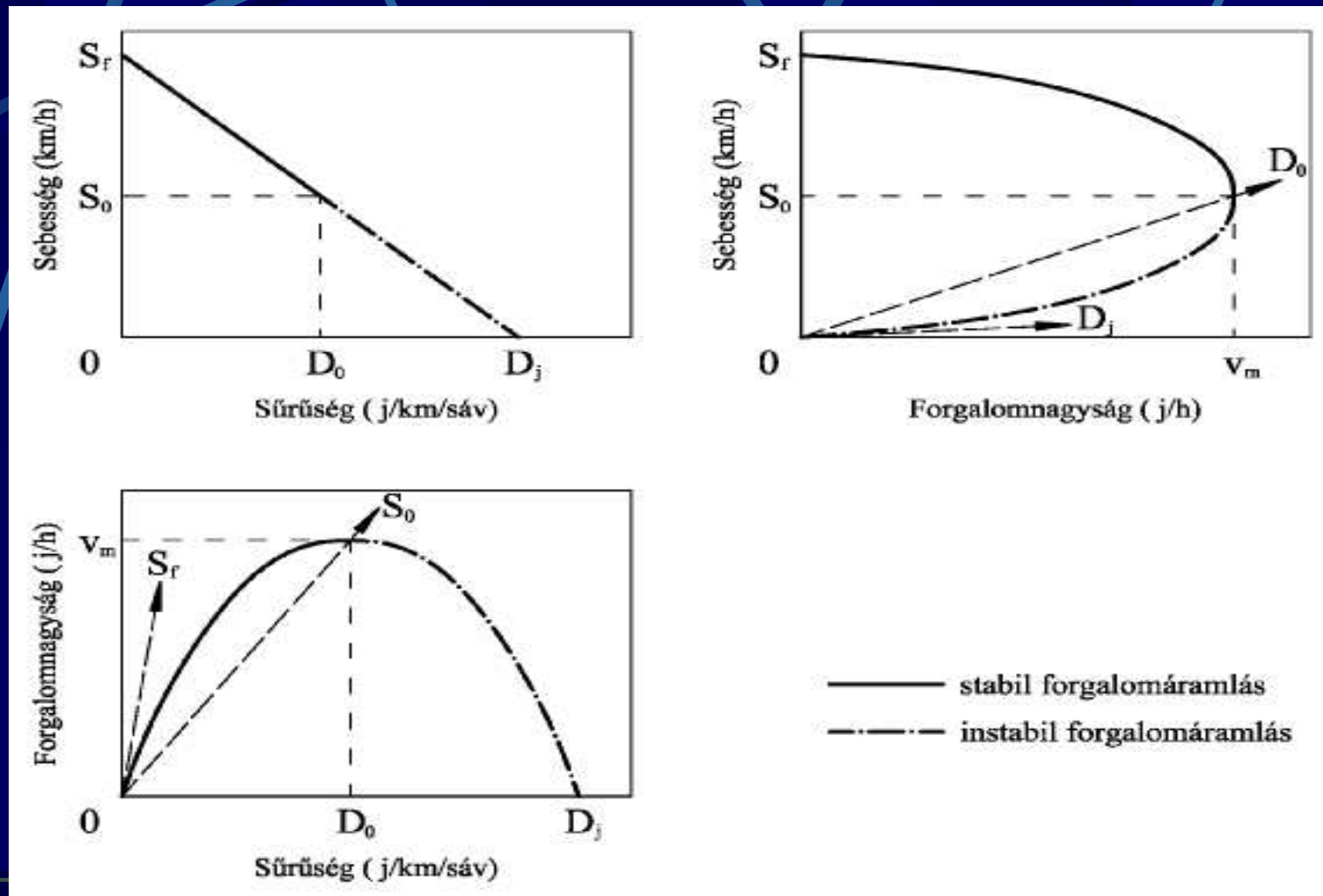
# Összefüggés a forgalmi jellemzők között 1.

- ❖ A forgalomnagyság ( $F$ ), a sebesség ( $v$ ) és a sűrűség ( $D$ ) között áramlástan *analógia* alapján írhatjuk fel az alapösszefüggést:

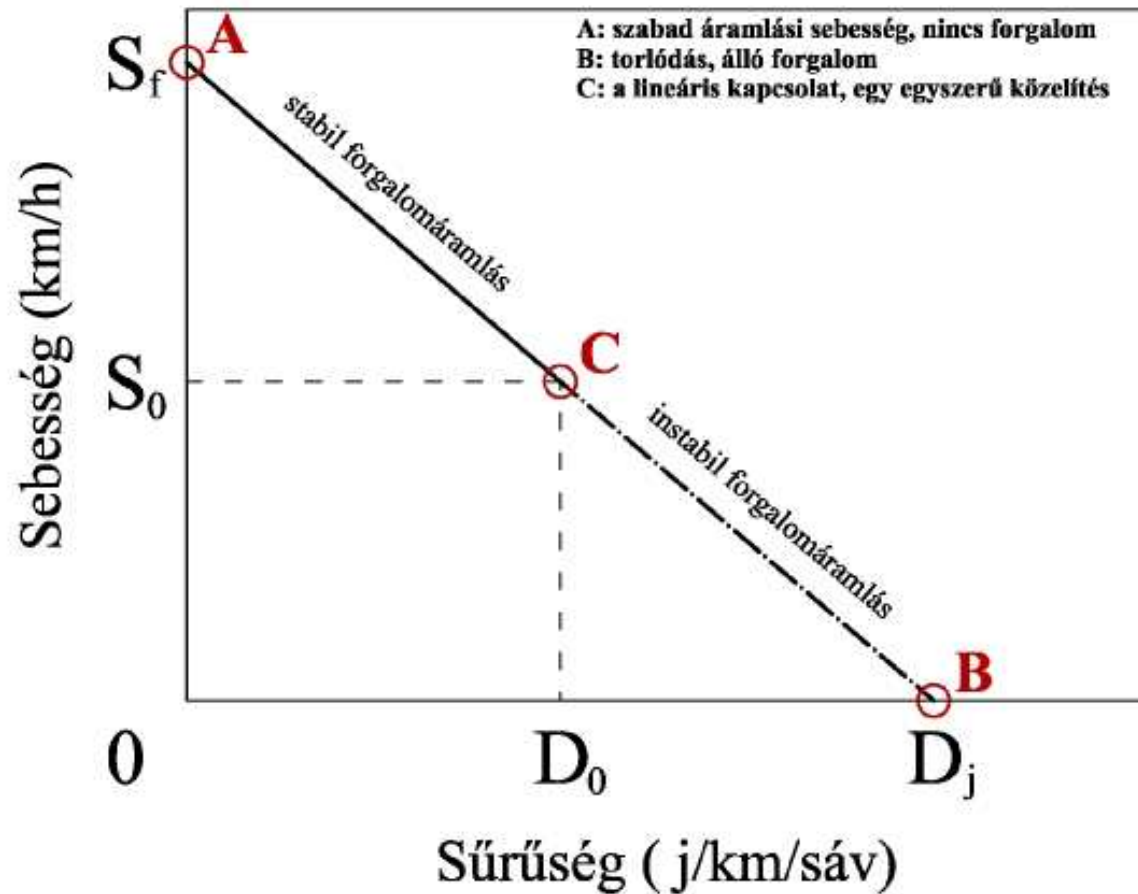
$$D = \frac{F}{v}$$

- ❖ A három diagram redundáns, ha egy összefüggés ismert, akkor a másik kettő ebből egyértelműen következik.
- ❖ Leggyakrabban a sebesség-sűrűség összefüggés meghatározásával foglalkoznak, a másik kettőt a forgalomlebonylódás minőségének meghatározására használjuk.

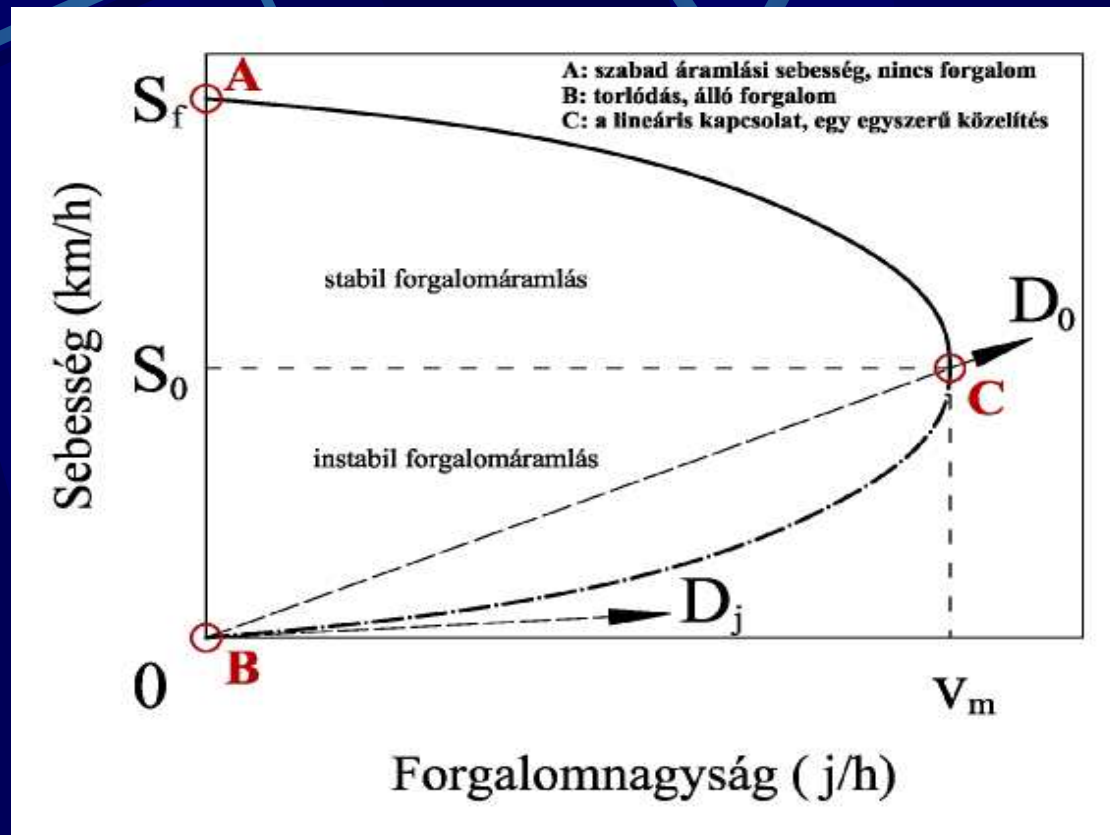
# Összefüggés a forgalmi jellemzők között 2.



# Sebesség és sűrűség közötti összefüggés

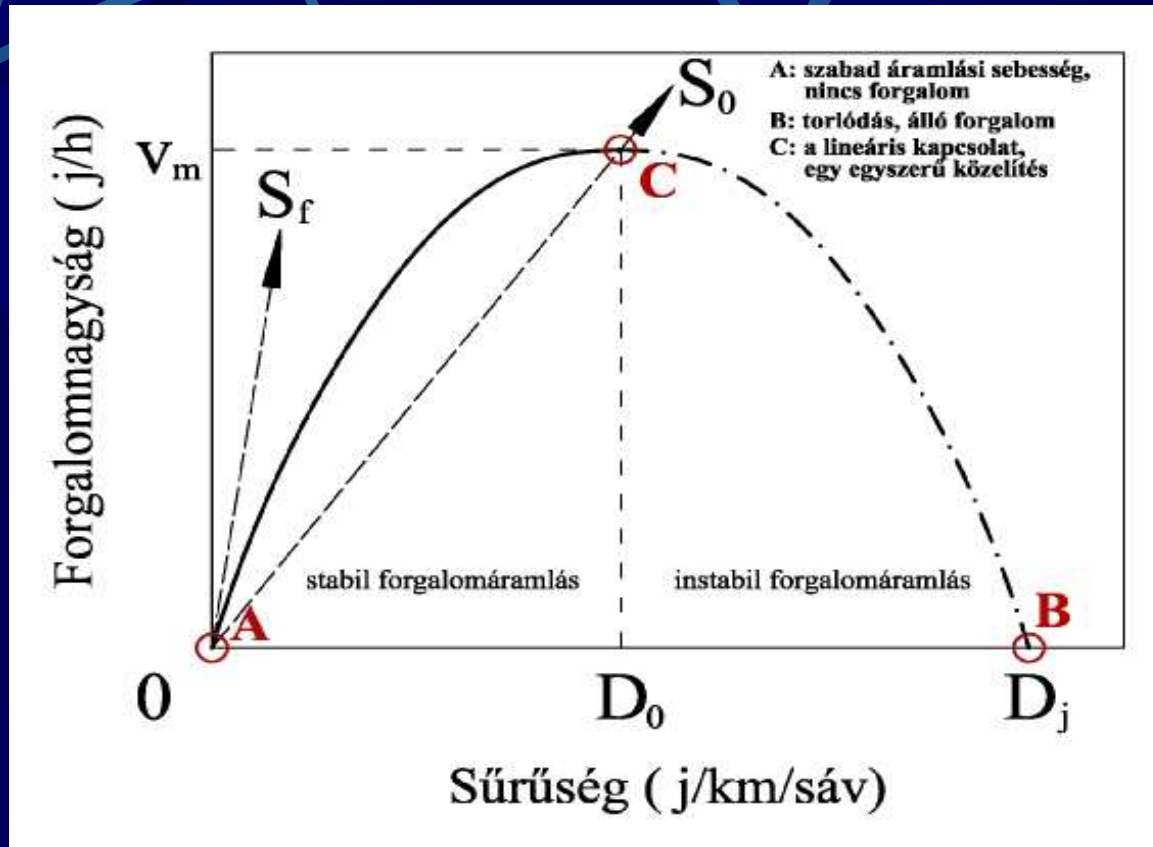


# Sebesség és forgalomnagyság közötti összefüggés



**Az origóból a görbe bármely pontjához húzott vonal tangense az adott állapothoz tartozó sűrűség.**

# Forgalomnagyság és sűrűség közötti összefüggés



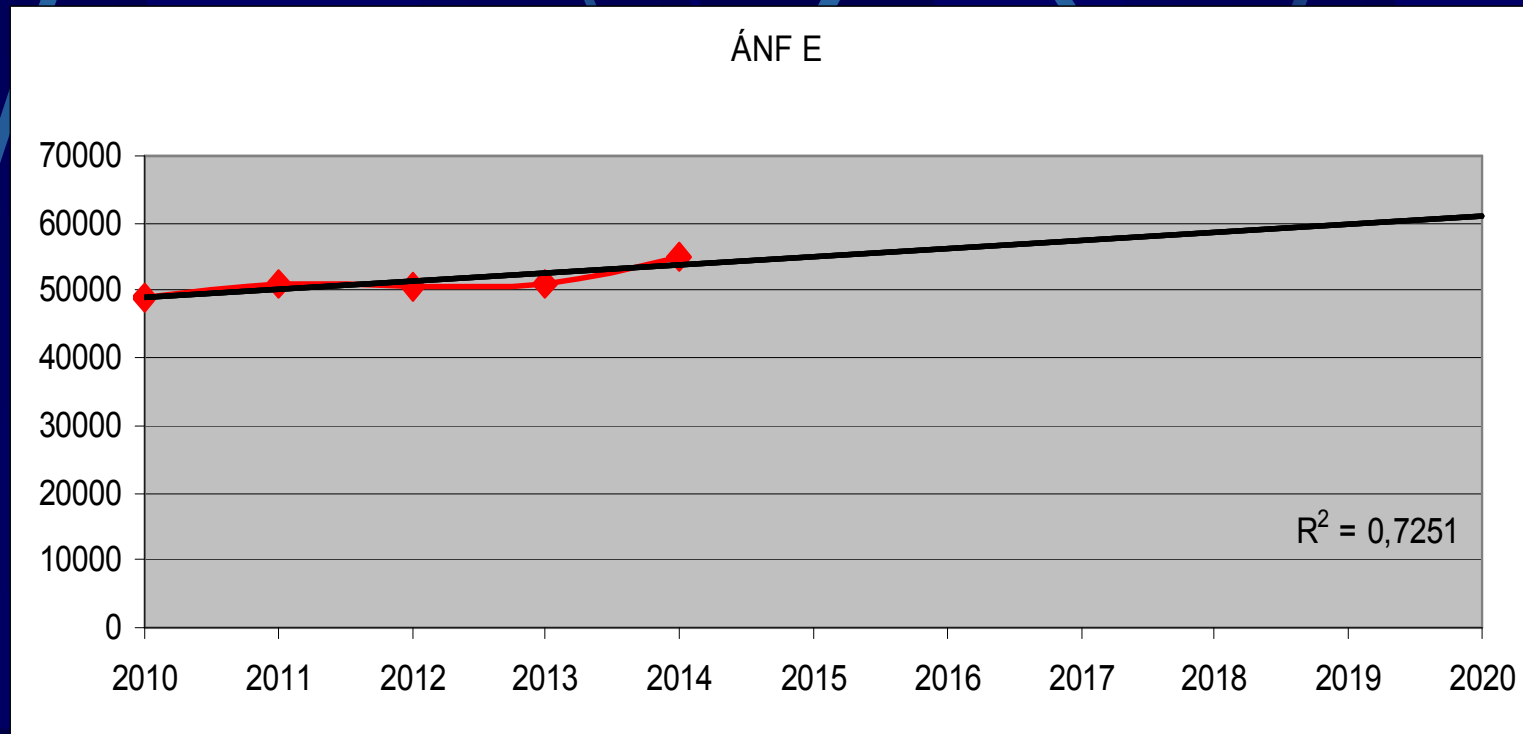
**Az origóból húzott vonal tangense a sebesség értékét jelenti.**

# A jövőbeni forgalom megállapítása

- ❖ Útszakaszok (országos közutak) napi átlagos forgalmának (ÁNF, E/nap) előrebecslése.
- ❖ A *forgalom-előrebecslés* az úttervezés igen fontos művelete, amely az egzakt eredmények helyett becsült, várható eredményekre vezet.
- ❖ Az előrebecslés módszerei:
  - trend-extrapoláció (*forgalom-fejlődési szorzószámokkal, a GDP és szgk-ellátottság növekedéssel arányosan*),
  - interaktív forgalmi modellezés (*forgalomkeltés, szétosztás, megosztás, ráterhelés*).

# Példa: A jövőbeni forgalom megállapítása

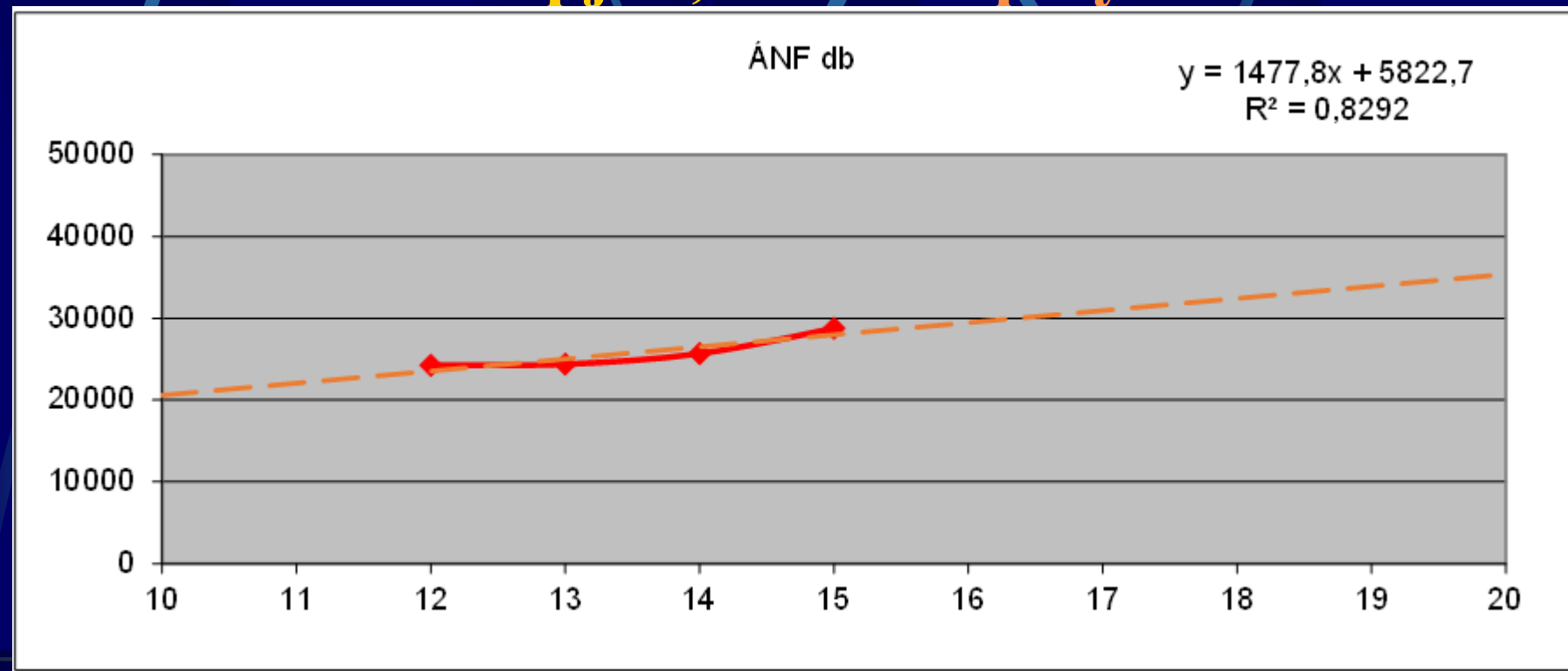
Forgalom előrebecslés idősorra illesztett trendvonal alapján, M1 autópálya





# Példa: A jövőbeni forgalom megállapítása

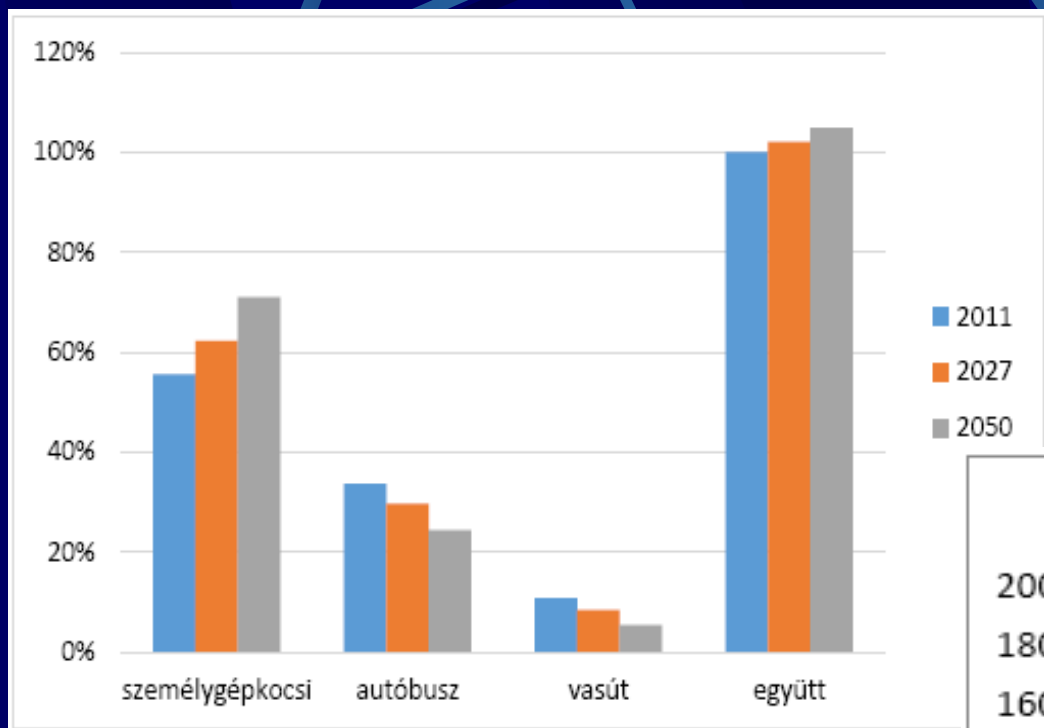
Forgalom előrebecslés idősorra illesztett trendvonal alapján, M5 autópálya



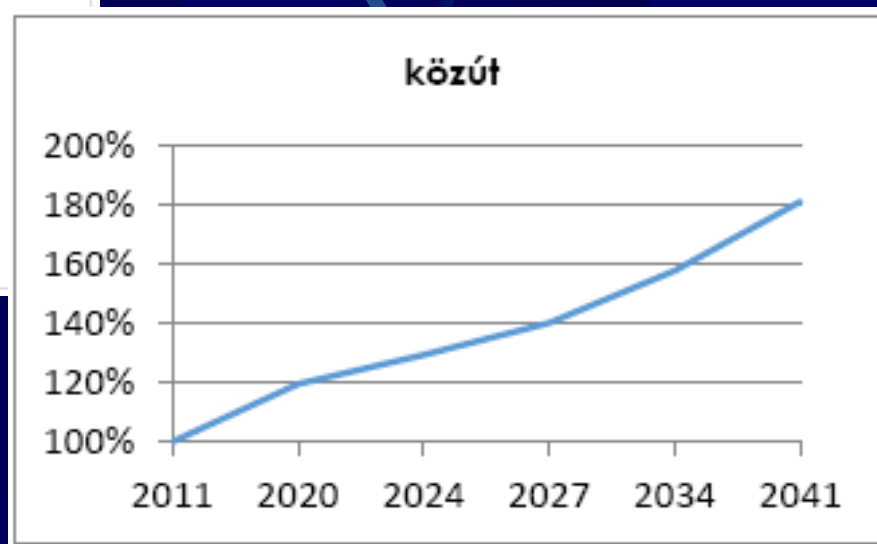
# Példa: Forgalomáramlási mátrix, Magyarország, összes forgalom, 2020.

12. Magyarország közúti forgalom áramlási mátrixa (összes forgalom) [ÉÁNF2020; jműdb/nap]		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	Az összes átmenő (tranzit) forgalom (1...10)	Az összes belépő forgalom.(1...11)
		Hegyeshalom	Röszke	Nagylak	Rajka	Rédics	Letenye	Tornyiszentmiklós	Tornyosnémeti	Záhony	A többi határátkelőhely	A belső körzetek		
1.	Hegyeshalom, M1 korridor	X	1579	1337	182	305	668	364	1032	607	5582	20172	11656	31828
2.	Röszke, M5	1579	X	19	106	53	72	91	72	72	620	3166	2684	5850
3.	Nagylak, 43	1337	19	X	114	193	97	150	44	60	615	3084	2629	5713
4.	Rajka, M15	182	106	114	X	227	351	351	309	165	1567	9955	3372	13327
5.	Rédics, 86	305	53	193	227	X	69	59	41	81	433	2973	1461	4434
6.	Letenye, M7 korridor	668	72	97	351	69	X	4	29	42	125	1368	1457	2825
7.	Tornyiszentmiklós, M70	364	91	150	351	59	4	X	233	191	1153	5055	2596	7651
8.	Tornyosnémeti, 3	1032	72	44	309	41	29	233	X	168	237	1783	2165	3948
9.	Záhony, 4	607	72	60	165	81	42	191	168	X	644	641	2030	2671
10.	A többi határátkelőhely	5582	620	615	1567	433	125	1153	237	644	X	29214	10976	40190
11.	A belső körzetek	20172	3166	3084	9955	2973	1368	5055	1783	641	29214	X	77411	77411
Az összes átmenő (tranzit) forgalom (1...10)		11656	2684	2629	3372	1461	1457	2596	2165	2030	10976	77411		
Az összes kilépő forgalom (1...11)		31828	5850	5713	13327	4434	2825	7651	3948	2671	40190	77411		

# Forgalomfejlődés várható alakulása: Nemzeti Közlekedési Stratégia (NKS) alapján



## Áruszállítási igények változása



## Személyforgalmi igények változása

# Forgalmi vizsgálatok célja

- **A forgalmi vizsgálatokkal a forgalomlebonyolódás minőségét szeretnénk megismerni.**
- **A forgalmi vizsgálatok célja, hogy most és a jövőben megfelelő színvonalú forgalomlebonyolódást tudjunk biztosítani. Ez csak akkor lehetséges, ha meg tudjuk határozni azokat a forgalmi körülményeket, amiket mértékadónak tekintünk a létesítmény szempontjából. Ez már a jelen állapotra nézve sem egyszerű feladat, a jövőre vonatkozóan pedig még nehezebb.**

# A forgalomlebonyolódás minősítése

A forgalomlebonyolódásnak két fajtája van: *zavartalan* és *zavart*. A minősítés szempontjából fontos a különbségtétel, másképp kell kezelnünk őket.

- *Zavartalan a forgalomlebonyolódás*, ha folyamatos, megszakítás nélküli az áramlás, a járművek egymást nem befolyásolják (pl. autópályák forgalomlebonyolódása).
- *A zavart, akadályozott forgalomlebonyolódás* megszakításokkal teli, a forgalmi áramlatok konfliktusba kerülnek egymással. A megszakítások jellemzően csomópontok miatt keletkeznek.

# A kapacitás definíciója

Egy adott keresztmetszeten vagy szakaszon egy adott időegység alatt *áthaladni képes* járművek vagy emberek száma.

- A forgalomáramlást *telítetlennek* nevezzük, ha az érkező forgalom nagysága *nem haladja meg* a kapacitást.
- A forgalomáramlás *túltelített*, ha az érkező forgalom nagysága *meghaladja* a kapacitást.
- *Telített* forgalomáramlás esetében az érkező forgalom nagysága *megegyezik* a kapacitással.

# Példák a különböző típusú forgalomáramlásokra



**Telítetlen forgalomáramlás**



**Telített forgalomáramlás**



**Tútelített forgalomáramlás**

# A forgalom minőségéhez kapcsolódó jellemzők - kapacitás

- ❖ Az adott útszakaszok kapacitásának a meghatározását nehezíti, hogy a kapacitás értékeire nincs egyértelmű hazai előírás.
- ❖ *„Kapacitásbővítés szükséges akkor, ha a forgalom növekedése eléri az „eltűrhető” szolgáltatási szinthez tartozó megengedett forgalomnagyságot”. (ÚT 2-1. 201 számú, „Közutak Tervezése” című UME)*



# Kapacitás kihasználtság (v/c)

- *A kapacitás és a tényleges forgalmi igény aránya.*
- **A forgalomlebonyolódás minőségét a *szolgáltatási szintekkel* írjuk le.**
- **A szolgáltatási szint a közlekedők által érzékelhető tényezőkkel minősíti a forgalmat.**
- **A minősítésre használt fő jellemzők: sebesség, utazási idő, mozgásszabadság, zavartalan forgalomáramlás, kényelem.**
- **A *forgalombiztonság* nem része a minőségi jellemzésnek! A forgalombiztonsági kérdéseket külön kell vizsgálni.**

# Szolgáltatási szintek csoportjai 1.

A szolgáltatási szinteket *hat csoportba* soroljuk:

- **'A' jelű szolgáltatási szint:** Üres úton a járművek sebességüket szabadon választhatják meg, az előzések és sávváltások késedelem nélkül lebonyolíthatóak.
- **'B' jelű szolgáltatási szint:** Kis forgalom esetén a járművek egymást alig befolyásolják.
- **'C' jelű szolgáltatási szint:** Közepes forgalom esetén már nem minden előzés hajtható végre késedelem nélkül. Járműoszlopok kezdenek kialakulni, de még időszakosak és rövidek. A forgalmi zavarok hatása gyorsan feloldódik.

## Szolgáltatási szintek csoportjai 2.

- **'D' jelű szolgáltatási szint:** Nagyobb forgalom mellett a járműoszlopok állandósulnak és egyre hosszabbak lesznek. A zavarok már egyre lassabban szűnnek meg.
- **'E' jelű szolgáltatási szint:** A kapacitással azonos forgalomnagyságnál a járművek zárt oszlopokban, azonos sebességgel haladnak. A legkisebb zavar hatására a forgalom torlódni kezd.
- **'F' jelű szolgáltatási szint:** Torlódó, instabil forgalom, a forgalom nagysága a kapacitásnál kisebb, szélső esetben a forgalom leáll.

# Példák szolgáltatási szintekre 1.



**‘A’ szolgáltatási szint**

**‘C’ szolgáltatási szint**



# Példák szolgáltatási szintekre 2.



**‘E’ szolgáltatási szint**

**‘F’ szolgáltatási szint**



# A kapacitás értékek a Highway Capacity Manual (HCM) alapján

- **Egy forgalmi sáv kapacitásának meghatározásánál *1,8 s követési időközt* feltételezünk. Ennek megfelelően egy óra alatt 2000 E/h forgalom tud áthaladni egy sávon. Ez elméleti érték, mértek 2400 E/h feletti forgalomnagyságot is torlódó forgalomnál.**
- *Egy forgalmi sáv kapacitása: 2000 E/h.*
- *Több forgalmi sávú, egyirányú útpálya kapacitása:*
  - *2200 E/h/sáv két sáv esetén,*
  - *2300 E/h/sáv három vagy több sáv esetén.*
- *Négy- vagy több forgalmi sávú, kétirányú útpálya kapacitása: 2200 E/h/sáv.*

# A kapacitás értékek rögzítése – nemzetközi tapasztalatok (Németország) 1.

***Feltételek: 2%-nál kisebb lejtők/emelkedők, 10%-os t/gk arány mellett, lakott területeken kívüli szakaszokra, sebességkorlátozás nélkül:***

**2 sávós autópálya: 3500 jmű/óra**

**3 sávós autópálya: 5100 jmű/óra**

***Feltételek: ugyanaz, de 0%-os t/gk arány mellett:***

**2 sávós autópálya: 3600 jmű/óra**

**3 sávós autópálya: 5400 jmű/óra**

# A kapacitás értékek rögzítése – nemzetközi tapasztalatok (Németország) 2.

A forgalomszabályozás mellett, azaz sebességkorlátozás mellett a *megnövekedett kapacitásértékek* a következők:

*Feltételek: 2%-nál kisebb lejtők/emelkedők, 10%-os tehergépkocsi arány mellett, 120 km/óra sebességkorlátozással lakott területeken kívüli szakaszokra vonatkozóan:*

<b>2 sávós autópálya:</b>	<b>3800 jmű/óra,</b>
<b>3 sávós autópálya:</b>	<b>5400 jmű/óra</b>



# A kapacitás értékek rögzítése – nemzetközi tapasztalatok (Németország) - megengedett forgalomnagyság

***Feltételek: 2%-nál kisebb lejtők/emelkedők, 10%-os tehergépkocsi arány mellett, lakott területeken kívüli szakaszokra vonatkozóan:***

- **2 sávós autópálya: 3150 jmű/óra (sebességkorlátozás *nélkül*);**
- **3 sávós autópálya: 4590 jmű/óra (sebességkorlátozás *nélkül*).**

# Korábbi hazai kutatások eredményei

- ❖ *Az M7 autópályára vonatkoztatva a valószínű kapacitás: 3600 E / óra; ezen értéknek a forgalmi sávok közötti aránya: 44% - 56 % (Jankó, Magyar, Csenki, Jákli, 2004.).*
- ❖ *A kapacitás értékét forgalmi sávonként 1900 E/óra értékben javasolja rögzíteni más vizsgálat (Vörös, 1996.).*
- ❖ *TEM (Trans European Motorway) szabvány: hazai autópályák irányonkénti kapacitása 4000 E/óra, azaz 2000 E/ó sávonként.*

# Megengedhető forgalomnagyság

- A kapacitás olyan mértékű *kihasználtsága*, ahol a *forgalomlebonyolódás minősége még megfelelő*. Ez a forgalomnagyság a tervezés és a méretezés alapja.
  - A megengedhető forgalomnagyság adja meg a minőségileg még megfelelő forgalomlebonyolódáshoz tartozó értéket.
  - A megengedhető forgalomnagyság értékei a megfelelő szolgáltatási szinthez tartozó forgalomnagyságok.
    - *külterületen 'C'*,
    - *belterületen 'D'*
- szolgáltatási szintre tervezünk.**

# Megengedett forgalomnagyságok a hazai úthálózaton

K ö z u t a k	Megfelelő, $F_m$	Eltűrhető, $F_e$
	szolgáltatási szinthez tartozó megengedett forgalomnagyság E/h	
<b>KÜLTERÜLET</b>		
Autópályák, forgalmi sávonként	1200	1700
Autóút, 2×2 forgalmi sáv, forgalmi sávonként	1100	1600
két forgalmi sáv, kétirányú forgalommal, összesen	1200	1700
Egy irányban két vagy több forgalmi sávú utak, forgalmi sávonként	1000	1400
Két forgalmi sávú utak, kétirányú forgalommal, összesen	1200	1700
<b>BELTERÜLET<sup>1)</sup></b>		
Autópályák, forgalmi sávonként	1400	1800
Autóút, forgalmi sávonként (egy irányban legalább két forgalmi sáv)	1200	1600
Egy irányban két vagy több forgalmi sávú utak, forgalmi sávonként	1200	1600
Két forgalmi sávú utak, kétirányú forgalommal, összesen	1400	1800

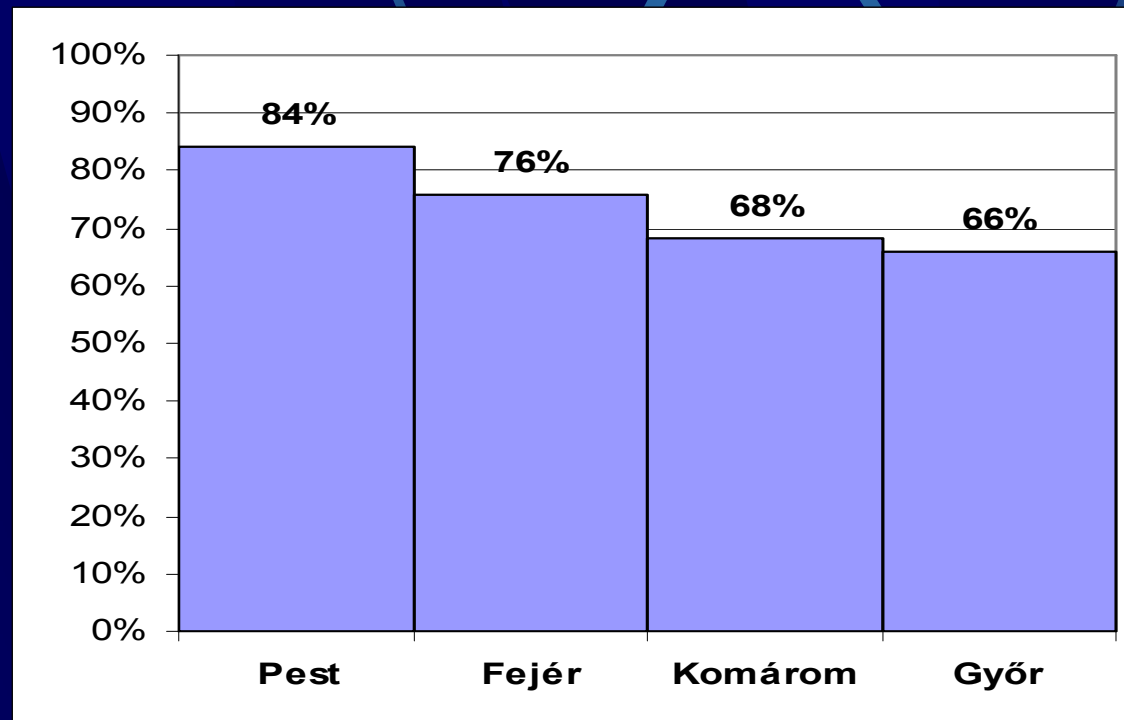
***A kapacitás azonban nyilvánvalóan nem azonos az „eltűrhető” szolgáltatási szinttel, pontos értéke mérések alapján számítható.***

## Példa: Az M1 autópálya jelenlegi kapacitása és kihasználtsága

- ❖ A KTSZ szerint a *megfelelő szolgáltatási* *szinthez tartozó megengedett* forgalomnagyság  $4 \cdot 1200 = 4800$  E/óra, az *eltűrhető szinthez tartozó*  $4 \cdot 1700 = 6800$  E/óra. A számítás a mértékadó óraforgalmakból (MOF) az M0-hoz csatlakozó és az országhatárra vezető rész-szakaszok nélkül történt.

# Példa: Az M1 autópálya jelenlegi kapacitása és kihasználtsága

## M1 autópálya kapacitás viszonyai 2014-ben



# Példa: Az M5 autópálya jelenlegi kapacitása és kihasználtsága, 2015.

<i>megye</i>	<i>ÁNF E/nap</i>	<i>csúcsóra tényező</i>	<i>MOF E/óra</i>	<i>tényleges/megengedett forgalom</i>	
				<i>megfelelő szint</i>	<i>eltűrhető szint</i>
<i>Budapest</i>	43191	9,6 %	4146	86 %	61 %
<i>Pest</i>	58040	7,7 %	4490	94 %	66 %
<i>Bács-Kiskun</i>	37863	8,0 %	3019	63 %	44 %
<i>Csongrád M43-ig</i>	29367	8,3 %	2447	51 %	36 %
<i>Csongrád dél</i>	8560	10,0 %	856	18 %	13 %
<i>Vonali átlag:</i>	<b>38378</b>	<b>8,2 %</b>	<b>3140</b>	<b>65 %</b>	<b>46 %</b>

# Forgalmi ellenőrzés

- A forgalmi ellenőrzés *célja a jelenlegi forgalom lebonyolódásának minősítése:*
  - a meglévő kialakítás ellenőrzése,
  - szolgáltatási szint megállapítása,
  - kapacitástartalék meghatározása.
- A forgalmi ellenőrzés során a mértékadó forgalom alapján meghatározzuk a forgalom lebonyolódásának szolgáltatási szintjét.
- A szolgáltatási szint ismeretében a meglévő kialakítást tudjuk minősíteni: megfelelő-e, eltűrhető-e a forgalom.
- A kapacitástartalék a kapacitás és a mértékadó forgalom nagyság különbsége azt mutatja meg, hogy mekkora forgalomnövekedést bír el az adott létesítmény.



**Köszönöm figyelmüket!**

**Dr.-habil Lindenbach Ágnes**  
**egyetemi tanár**  
**Pécsi Tudományegyetem,**  
**Műszaki és Informatikai Kar**  
**e-mail: [interut21@tvnetwork.hu](mailto:interut21@tvnetwork.hu)**