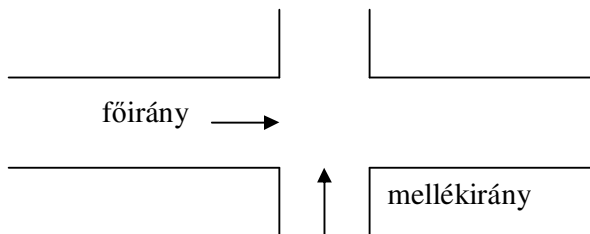


## A feladat bemutatása

Vizsgálja meg két egyirányú forgalommal rendelkező útvonal kereszteződésében lejátszódó folyamatot! A két forgalmi áramlat közül az egyik a főáramlat, a másik jogszabállyal (pl. "Elsőbbségadás kötelező" jelzőtáblával) alárendelt mellékáramlat. Mindkét áramlat egyirányú és egynyomú útvonalon halad, valamint mindkettőt zavartalannak tekintjük.



### A végrehajtandó feladatok az alábbiak:

1. Számítsa ki a megadott forgalom minták alapján az áramlatok mérőszámait: az átlagos követési időközt és a forgalomnagyságot!
2. Számítsa ki a mellékirányból érkező járművek behaladási időpontját, várakozási idejét és sorbanállását, valamint az egy járműre vonatkozó átlagos várakozási időt és sorbanállást!
3. Számítsa ki a mellékirányból maximálisan áthaladni képes forgalom nagyságát és a kapacitáskihasználást!

## A feladatról általában

Mielőtt hozzáfekedne a feladatok megoldásához, kérjük olvassa el figyelmesen az alábbi instrukciókat!

A mostani tantermi gyakorlaton 3 fajta feladatot kell megoldani egymás után, 3 feladatblokkban. Magyarán háromszor kell megoldania 3 fajta feladatot. A feladattípusoknál első és legfontosabb tényező, hogy mennyit lehet hibázni. Ha a megoldás során valamelyik feladatblokknál túllépné ezt az értéket, úgy a blokk elejéről indulhat újra egy másik adatsorral.

1. Az első feladattípusnál 9 hiba megengedett.
2. A második feladattípusnál 15 hiba megengedett.
3. A harmadik feladattípusnál 5 hiba megengedett.

A hibázások száma mezőben Ön csak a feladatblokkonként összesített értékeket fogja látni.

Az adatokkal kitöltendő mezők léptetése a TAB gomb segítségével vagy egérrel történhet.

### **Adatbevitel és hiba**

A kiszámolt eredmény beírását követően ENTER leütése szükséges az adat ellenőrzéséhez.

A program hibaként fogja fel azt az eredményt ahol a beírás után az ENTER lenyomását követően rossz válasz érkezik.

Az alapértelmezett háttér a kék, a jó válasz háttére az ENTER lenyomását követően egyből zöldre vált. Rossz válasz esetén a program letörli azt és új beírást tesz lehetővé üres mezővel.

### **Az adatok pontosságának megadása**

Az adatok pontosságát a jobb felső sarokban lévő szöveg is jelzi az adott feladattípusra. Ezeket ismertetem most:

1. Az első feladattípusnál az *átlagos követési időközöket* mind főirányra, mind mellékirányra kerekítés nélkül kell kiszámolni. A *forgalomnagyságokat*, pedig a kiszámolt értékekkel továbbbszámolva 2 tizedesre kell kerekíteni a kerekítés szabályai szerint.
2. A második feladattípusnál a *behaladási időpontok, várakozási idők* a megadott adatsorból jönnek ki, így azok értelemszerűen 1 tizedes pontosságú értékek. A *sorbanállási értékek* pedig csak egy 1 számjegyű értékek. Ebből következően az *átlagos várakozási idő* és az *átlagos sorhossz* maximálisan 2 tizedes hosszúságú lesz tehát azoknál az értékeknél is kerekítés nélkül írhatók be a számok.  
A *szórásértékeket* viszont 2 tizedesre kerekítve kell megadni!
3. A harmadik feladattípusnál a *mellékirányban lebonyolódni képes forgalomnagyságot* 2 tizedesre kerekítve kell megadni, majd a *kihasználási indexet* ezzel az értékkel továbbbszámolva szintén 2 tizedesre kerekítve kell megadni százalékban!

### ***A blokkok megoldásához szükséges idők***

Minden blokkban látható egy számláló, amely az első blokk esetében 35 percről, a második esetében 30 percről, a harmadiknál 25 percről számol vissza. Ezek a feladatok megoldásához szükséges elméleti idők. Túllépésük esetén az időt kijelző mező pirosra vált, és pozitív előjelet kap, mivel innentől kezdve nem visszafelé számol – ezzel ösztönözve a Önt a gyorsabb munkatempóra.

A megtakarított időket nem lehet továbbvinni a következő blokkra, mind ez csak arra jó, hogy a feladatok megoldása beleférjen a laborgyakorlat időkeretébe.

Sikeres munkát kívánunk!

## Az 1. feladat megoldása

A forgalom mérőszámainak kiszámítása a megadott forgalom minták alapján:

$$\text{átlagos követési időköz} = \frac{n - \text{edik\_jármű\_érkezési\_ideje}}{n} [\text{s}]$$

$$\text{forgalomnagyság} = \frac{3600}{\text{átlagos\_követési\_időköz}} [\text{J/h}]$$

### PÉLDA

FŐIRÁNY	
Érkezési időpont (sec)	Követési időköz (sec)
2,6	2,6
5,6	3
13,2	7,6
17,1	3,9
25,9	8,8
32	6,1
34	2
46,5	12,5
49	2,5
52,3	3,3
56,9	4,6
65,7	8,8
73,3	7,6
80,4	7,1
87,8	7,4
90,7	2,9

MELLÉKIRÁNY
Érkezési időpont (sec)
22,9
27,6
30,1
32,2
44,8

	Átlagos követési időköz (sec)	Forgalom- nagyság (Jármű/h)
FŐIRÁNY	5,66875	635,06
MELLÉKIRÁNY	8,96	401,79

$$\text{átlagos követési időköz főirányban} = \frac{90,7}{16} = 5,66875 \text{ s}$$

$$\text{átlagos követési időköz mellékirányban} = \frac{44,8}{5} = 8,96 \text{ s}$$

$$\text{forgalomnagyság főirányban} = \frac{3600}{5,66875} = 635,0606395 \Rightarrow 635,06 \text{ J/h}$$

$$\text{forgalomnagyság mellékirányban} = \frac{3600}{8,96} = 401,7857143 \Rightarrow 401,79 \text{ J/h}$$

## 2. feladat megoldása:

A mellékirányból érkező járművek forgalomlebonylódásának vizsgálata.

A behaladási időpont kiszámítása:

A mellékirányú jármű forgalmi műveletéhez szükséges legkisebb időt határidőköznek nevezzük. A határidőköz nagysága több tényezőtől függ, melyek közül a legfontosabbak:

1. A forgalomirányítás módja (Jogszabály, "Elsőbbségadás kötelező!", "Állj! Elsőbbségadás kötelező!")
2. A mellékirányból érkező járművek sebessége
3. A főirányból érkező járművek sebessége
4. A forgalmi művelet (becsatlakozás jobbra kisíví kanyarodással, becsatlakozás balra nagy íví kanyarodással, keresztezés)
5. Láthatóság
6. Átláthatóság
7. A csomópont geometriai méretei

A határidőköz egy álló helyzetből induló mellékirányú jármű esetén általában 4,5 .. 7,0 s közötti érték.

A feladat során a felsorolt tényezők közül csak azt az esetet vizsgáljuk részletesen, amikor a mellékirányból érkező járműveknek meg kell állniuk, illetve várakozási idő nélkül behaladhatnak a csomópontba. Abban az esetben, amikor egymás után több mellékirányú jármű is be tud haladni a csomópontba mialatt a főirányból nem érkezik jármű és a soron következő mellékirányú jármű megérkezik a csomópontba mielőtt az előtte lévő kihaladt volna, a szükséges határidőköz kisebb, mint az álló helyzetből elsőként behaladó járműé. Ezt úgy vesszük figyelembe, hogy az álló helyzetből induló mellékirányú jármű határidőköz értékét adott szorzókkal csökkentjük az alábbi módon:

Álló helyzetből elsőként behaladó  
mellékirányú jármű határidőköze:

$h$

A második jármű határidőköze:

$h \cdot 0,82$

A harmadik jármű határidőköze:

$h \cdot 0,71$

A negyedik jármű határidőköze:

$h \cdot 0,63$

Az ötödik jármű határidőköze:

$h \cdot 0,58$

A hatodik és minden további jármű határidőköze:

$h \cdot 0,55$

- A soron következő mellékirányú jármű akkor tud a csomópontba behaladni, ha egyrészt a főirányból érkező jármű követési időköze nagyobb, mint a határidőköz, valamint a megelőző mellékirányú jármű érkezési időpontjától számítva legalább az igényelt határidőköznyi idő múlva érkezik a következő főirányú jármű (beleértve az egyezést is).
- A várakozási idő az érkezési időpont és a behaladási időpont különbsége.
- A mellékirányú járművek sorban állnak, ha nem tudnak azonnal behaladni a csomópontba. A sorbanállást minden esetben az érkezési időponttól számítjuk.
- Az átlagos várakozási idő a várakozási idők számtani átlaga, az átlagos sorhossz pedig a sorbanállások számtani átlaga.

- A szórás (korrigált empirikus) számítása:  $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$

## PÉLDA

FŐIRÁNY	
Érkezési időpont (sec)	Követési időköz (sec)
2,6	2,6
5,6	3
13,2	7,6
17,1	3,9
25,9	8,8
32	6,1
34	2
46,5	12,5
49	2,5
52,3	3,3
56,9	4,6
65,7	8,8
73,3	7,6
80,4	7,1
87,8	7,4
90,7	2,9

MELLÉKIRÁNY
Érkezési időpont (sec)
22,9
27,6
30,1
32,2
44,8

MELLÉKIRÁNY		
Behaladási időpont (s)	Várakozási idő (s)	Sorbanállás
25,9	3	1
34	6,4	1
38,5	8,4	2
42,2	10	3
52,3	7,5	1

Határidőköz értékek (s)	4,5	3,7	3,2	2,8	2,6	2,5
-------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Átlagos várakozási idő(s)	7,06	Szórása	2,62
---------------------------	------	---------	------

Átlagos sorhossz	1,6	Szórása	0,89
------------------	-----	---------	------

- Az 1. mellékirányú jármű érkezési időpontja 22,9 s.  
A határidőköz értéke 4,5 s, mert elsőként halad be a csomópontba.  
A jármű azonnal be tud haladni a csomópontba, ha a következő főirányú jármű érkezési időpontja nagyobb, mint a mellékirányú jármű érkezési időpontja és a határidőköz összege. Ebben az esetben a sorbanállás 0, mivel a várakozási idő is 0.  
Amennyiben ez nem teljesül, akkor megkeressük a főirányú járművek követési időközei közül azt a legközelebbit, amelyik nagyobb a határidőköznél.

Az 1. jármű behaladási időpontja 25,9 s, a kihaladás időpontja 30,4 s.  
A várakozási idő  $25,9 - 22,9 = 3$  s, a sorbanállás pedig 1.

- A 2. mellékirányú jármű érkezési időpontja: 27,6 s.  
A határidőköz értéke 4,5 s, mert elsőként halad be a csomópontba. Ugyanis az előtte lévő mellékirányú jármű már 25,9 s-kor behaladt. Most megkeressük a főirányú járművek követési időközei közül azt a legközelebbit, amelyik nagyobb a határidőköznél (6,1 s).

A 2. jármű behaladási időpontja 34 s, a kihaladás időpontja 38,5 s.  
A várakozási idő  $34 - 27,6 = 6,4$  s, a sorbanállás pedig 1.

- A 3. mellékirányú jármű érkezési időpontja 30,1 s.  
A jármű megérkezett, mielőtt az előző mellékirányú jármű behaladt volna a csomópontba, így ha közvetlenül egymás után be tudnak haladni a csomópontba úgy a második jármű szükséges határidőköze már csak a 2. érték azaz 3,7 s.  
Az előző jármű kihaladási időpontja  $34 + 4,5 = 38,5$  s, ekkor tud a következő mellékirányú jármű behaladni, mert  $38,5 + 3,7 < 46,5$  azaz kisebb mint a következő főirányú jármű érkezési időpontja.

Tehát a 3. mellékirányú jármű behaladási időpontja 38,5 s, várakozási ideje 8,4 s, a sorbanállás 2.

- A 4. mellékirányú jármű érkezési időpontja 32,2 s.

Ennél a járműnél is az a helyzet, hogy megérkezett mielőtt az előtte levő behaladt volna a csomópontba, sőt mielőtt a kettővel előtte lévő behaladt volna, így megállapíthatjuk, hogy a sorbanállás 3.

Az előző jármű kihaladási időpontja  $38,5 + 3,7 = 42,2$  s, ekkor tud a következő mellékirányú jármű behaladni, mert  $42,2 + 3,2 < 46,5$ .

A 4. mellékirányú jármű behaladási időpontja 42,2 s.

A várakozási idő  $42,2 - 32,2 = 10$  s. A sorbanállás pedig 3.

- Az 5. mellékirányú jármű érkezési időpontja 44,8 s.

Az előző mellékirányú jármű már behaladt a csomópontba. A szükséges határidőköz nagysága 4,5 s. A legközelebbi behaladási lehetőség 52,3 s.

Az 5. mellékirányú jármű behaladási időpontja 52,3 s. Várakozási idő 7,5 s, sorbanállás 1.

### **Az átlagos várakozási idő**

$$\frac{3 + 6,4 + 8,4 + 10 + 7,5}{5} = 7,06$$

### **A várakozási idők szórása**

$$\sqrt{\frac{(3 - 7,06)^2 + (6,4 - 7,06)^2 + (8,4 - 7,06)^2 + (10 - 7,06)^2 + (7,5 - 7,06)^2}{5 - 1}} = 2,624499952 \Rightarrow 2,62$$

### **Az átlagos sorhossz**

$$\frac{1 + 1 + 2 + 3 + 1}{5} = 1,6$$

### **A sorhossz szórása**

$$\sqrt{\frac{(1 - 1,6)^2 + (1 - 1,6)^2 + (2 - 1,6)^2 + (3 - 1,6)^2 + (1 - 1,6)^2}{5 - 1}} = 0,894427191 \Rightarrow 0,89$$

### 3. feladat megoldása:

A mellékirányból maximálisan lebonyolódni képes forgalomnagyság és a kapacitáskihasználási index kiszámítása

A maximálisan lebonyolódni képes forgalomnagyságot a főirány követési időközei alapján az utolsó mellékirányú jármű kihaladási időpontjáig kell vizsgálni.

A lebonyolódni képes forgalomnagyság:

$$\frac{3600 * \text{behaladni\_képes\_járműszám}}{\text{utolsó\_mellékirányú\_jármű\_kihaladási\_időpontja}} \text{ [J/h]}$$

A kapacitáskihasználási index számítása:

$$\frac{\text{mellékirányú\_forgalomnagyság}}{\text{lebonyolódni\_képes\_forgalomnagyság}} * 100 \text{ [%]}$$

Mivel kevés járművet vontunk be a vizsgálatba, vagy is a mintanagyságok kicsik, a kapacitáskihasználási index számítása a maximálisan behaladni képes járműszám és a ténylegesen behaladt mellékirányú járműszám hányadosa alapján a nagy torzítás miatt nem használható!

#### PÉLDA

FŐIRÁNY	
Érkezési időpont (sec)	Követési időköz (sec)
2,6	2,6
5,6	3
13,2	7,6
17,1	3,9
25,9	8,8
32	6,1
34	2
46,5	12,5
49	2,5
52,3	3,3
56,9	4,6
65,7	8,8
73,3	7,6
80,4	7,1
87,8	7,4
90,7	2,9

MELLÉKIRÁNY
Érkezési időpont (sec)
22,9
27,6
30,1
32,2
44,8

MELLÉKIRÁNY	
Az utolsó jármű kihaladási időpontja [s]	Forgalomnagyság [J/h]
56,8	401,79

Összegzett határidőköz értékek [s] adott db együtt áthaladó járműre							
1	2	3	4	5	6	7	8
4,5	8,2	11,4	14,2	16,8	19,3	21,8	24,3

Mellékirányban lebonyolódni képes forgalomnagyság [J/h]	507,04
Kapacitáskihasználási index [%]	79,24

Mellékirányban maximálisan lebonyolódni képes forgalomnagyság számítása:

Utolsó mellékirányú jármű kihaladási időpontja 56,8 s.

Behaladni képes járművek száma eddig az időpontig 1+2+1+3+1=8 db

### A behaladni képes járműszám számítása

Először nézzük meg az utolsó jármű kihaladási időpontja és az azt megelőző főirányú jármű érkezési időpontja közötti időt!  $56,8 - 52,3 = 4,5$ . Tehát ez 1 járművet jelent.

Innentől kezdve a főirányú járművek követési időközének oszlopát vizsgáljuk az utolsó jármű kihaladási időpontját megelőző főirányú jármű érkezési idejéhez tartozó értéknek megfelelően.

Csak az első összegzett határidőköz (4,5) érték felettieket.

Ezek (lentől fölfelé) rendre 12,5; 6,1; 8,8; 7,6.

Megnézzük az ezen időértékekhez tartozó összegzett határidőközöket, hogy hány járművet jelent.

$12,5 \Rightarrow 3$

$6,1 \Rightarrow 1$

$8,8 \Rightarrow 2$

$7,6 \Rightarrow 1$ .

Tehát a behaladni képes járműszám  $1 + 2 + 1 + 3 + 1 = 8$  db.

$$\text{Forgalomnagyság} = \frac{3600 \cdot 8}{56,8} = 507,0422535 \Rightarrow 507,04 \frac{\text{J}}{\text{h}}$$

$$\text{Kapacitáskihasználási index} = \frac{401,79}{507,04} \cdot 100 = 79,2422688 \Rightarrow 79,24\%$$