



Forgalomtechnika gyakorlat

# Jelzőlámpás csomópont tervezése

# Általános tudnivalók

- Mindenki saját feladatlapot kap
  - 1:500 „forgalomtechnikai” helyszínrajz
  - sávonkénti forgalomnagyság értékek
- **Első beadás:** 1-4. lépések; folytatás a javítás után
- A feladat nehézsége nem a helyszínrajz függvénye
  - egyen nehézségű feladatok
  - csoportoknak csak az összehangolásnál lesz jelentősége (de már most így kell helyszínt választani)
- Konzultáció

# Általános tudnivalók

- 3-4 tizedesig kell számolni (Excel)
- **Egyedi** csomópontot tervezünk; nincs telezöld, csak **maszkolt** (irányokat időben szétválasztja)
- Lehatárolások, egyszerűsítések:
  - villamost, gyalogost csak a közútra kiszámolt tervbe, utólag illesztjük be
  - nincs kiegészítő jelző (pl. jobbos)
  - ahol nincs forgalomnagyság érték, ott nincs érkező sáv!
- Tervezési szempontok:
  - elsődleges szempont: **balesetmentesség** (fázisonkénti  $t_k$  *max.* biztosítva legyen)
  - másodlagos szempont: egy járműre jutó idővesztés minimális legyen (zöldidő az igényekhez legyen igazítva)

# 1. lépés: Fázisba sorolás

- Még előtte, 0. lépés: **Forgalmi rend felülvizsgálata**
  - forgalomnagyság adatok alapján megvizsgáljuk melyik irányok tilthatók le (ezt már nem kell)
- **Fázisba sorolás** alapelvei:
  - fázisok száma minimális legyen
  - fázisonkénti irányok száma maximális legyen
  - hasonló forgalmú irányokat lehetőség szerint egy fázisba soroljuk (jobb kihasználtság,  $\sum M_m$  így lesz min.)

# 1. lépés: Fázisba sorolás

- **Szabályok:**

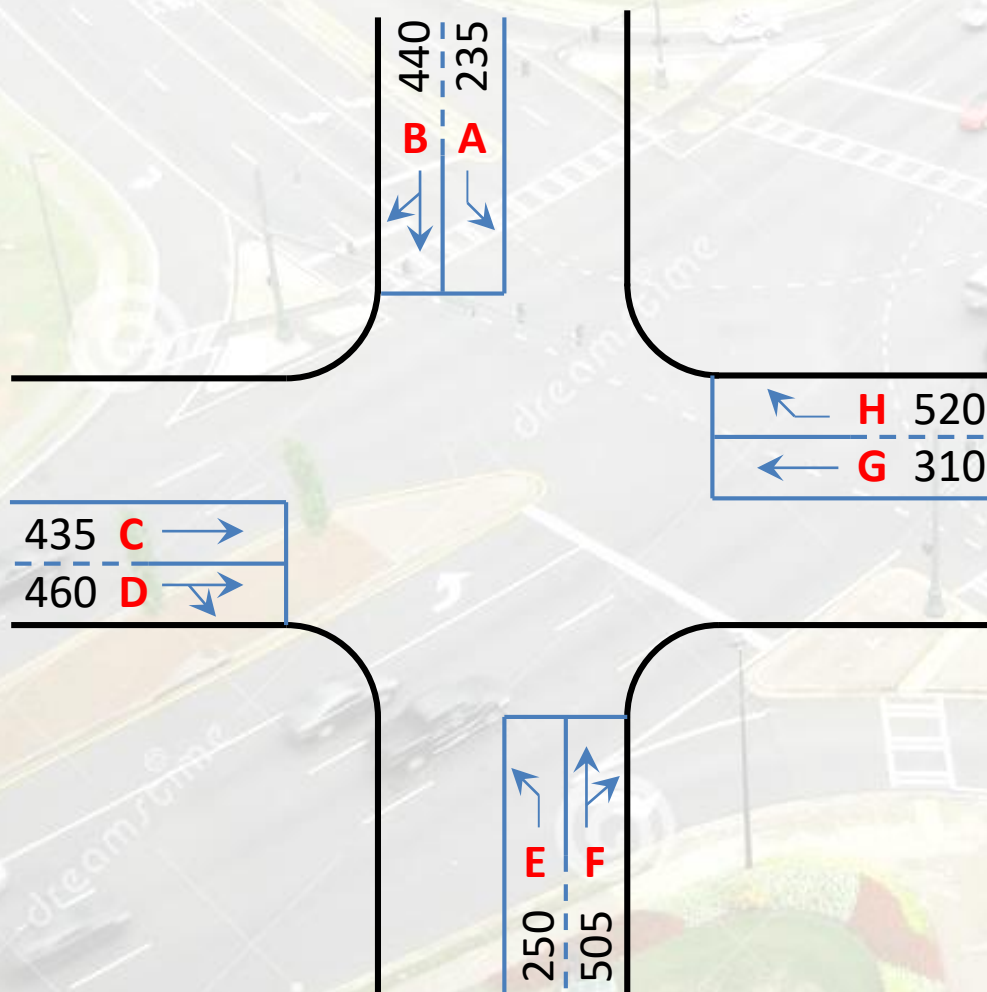
**1) Egymással találkozó irányokat nem engedünk egyszerre. (Akkor sem, ha csatlakoznak és külön fogadósávjuk lenne!)**

**2) Ami mehet együtt a fázis többi irányával, azt meg kell engedni (irányok száma így maximális).**

**3) Az egymás melletti, azonos irányú sávokat csak együtt szabad engedni (mivel nincs kiegészítő jelző).**

- Lehet olyan sáv, amely több fázisba is besorolható!
  - Méretezésnél a forgalomnagyságát  $N/2$ -vel kell számolni

# Mintapélda



## 1. Fázisba sorolás

- Példák a szabályokra:

1) Nem mehet együtt:  
pl. H-F, G-E, ...

2) Engedni kell:  
H-t a G-vel és A-val is

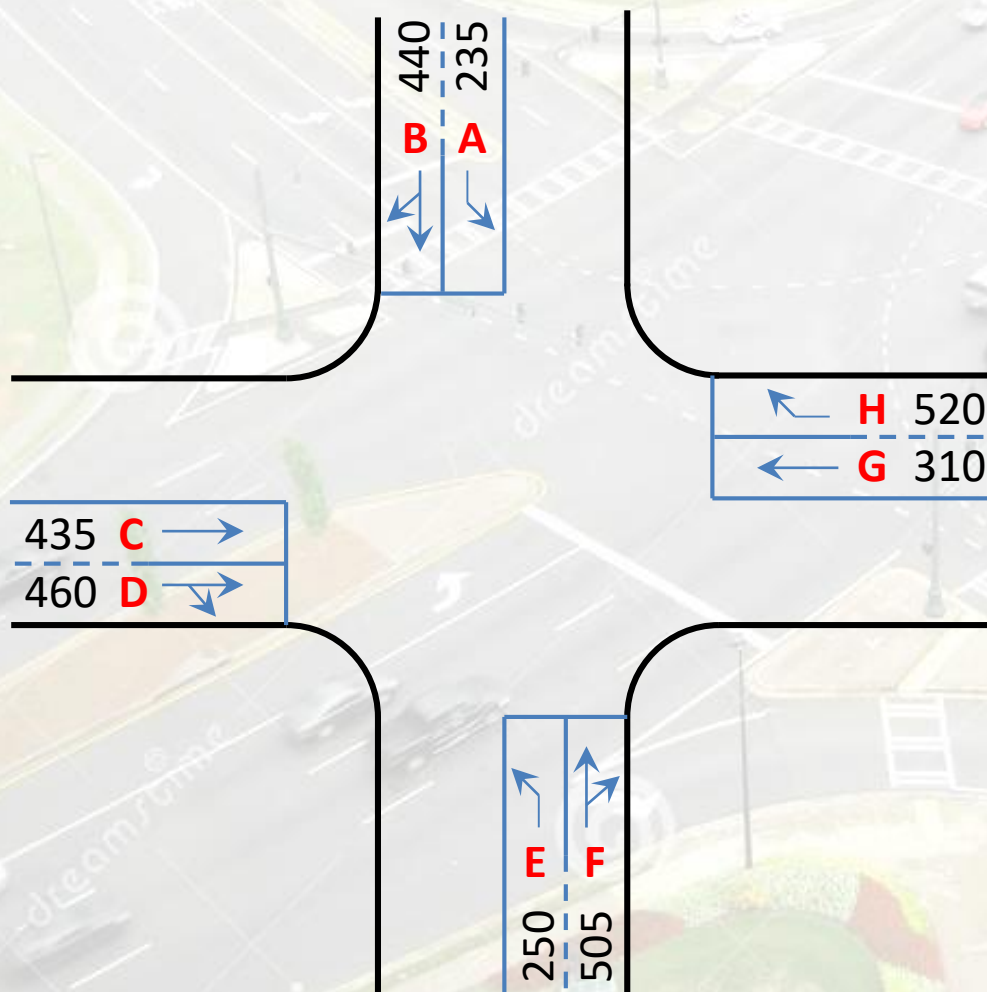
3) Csak együtt mehet:  
C és D

- Itt két lehetőség van:

I. ABH – CDGH – EF

II. AEH – CDGH – BF

# Mintapélda



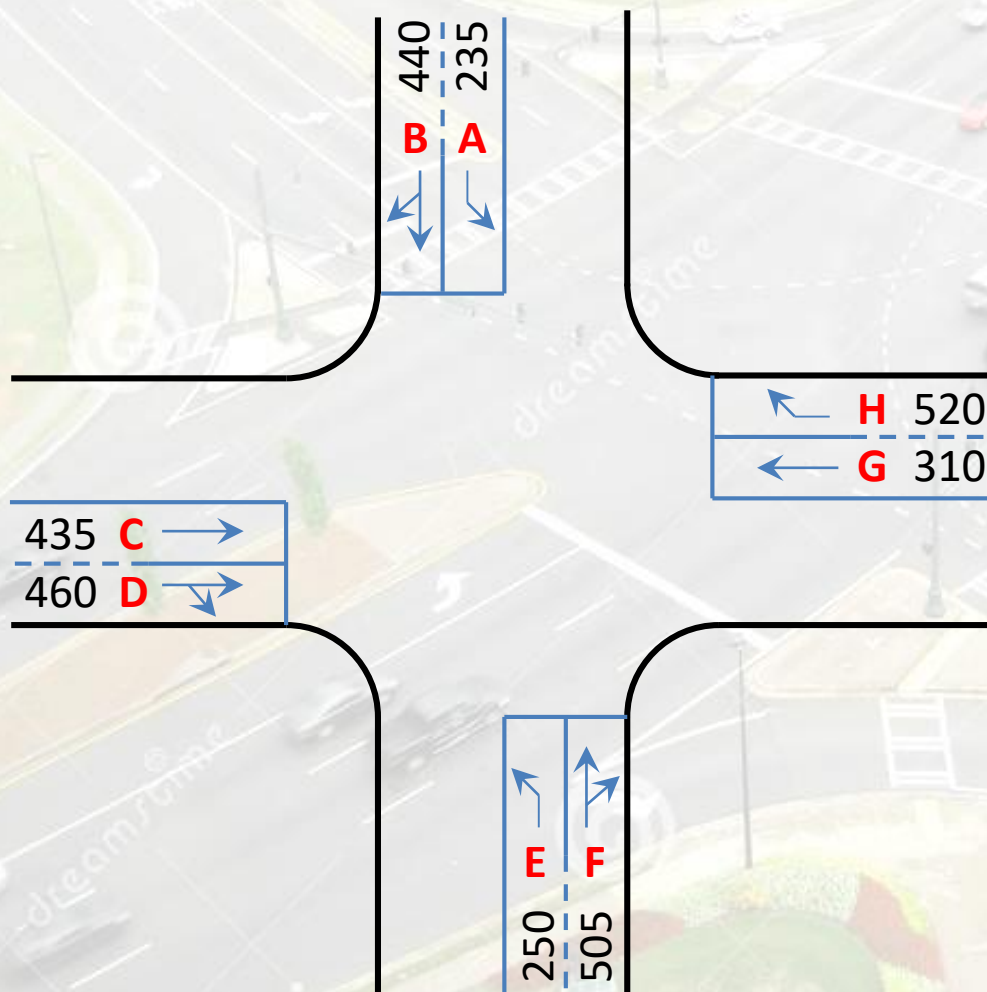
## 1. Fázisba sorolás

- A lehetőségek közül azt kell választani, ahol hasonló forgalmú irányok vannak együtt (← jobb kihasználtság)
- A két fázisba is besorolt sávok forgalmának csak a felét vesszük figyelembe:  
 $H \rightarrow 520/2 = 260$
- Ez gyakran ránézésre is eldönthető:  
itt az ABH-EF és AEH-BF csoportosítás versenyez, utóbbi láthatóan jobb

# Mintapélda

## 1. Fázisba sorolás

- Számítással a fázisok mértékadó forgalmai ( $M_m$ ) alapján lehet dönteni (ez a 4. lépéshez is kell majd):



	Fázis	Mérték- adó sáv	$M_m$
I.	ABH	B	440
	CDGH	D	460
	EF	F	505
		$\Sigma$	1405

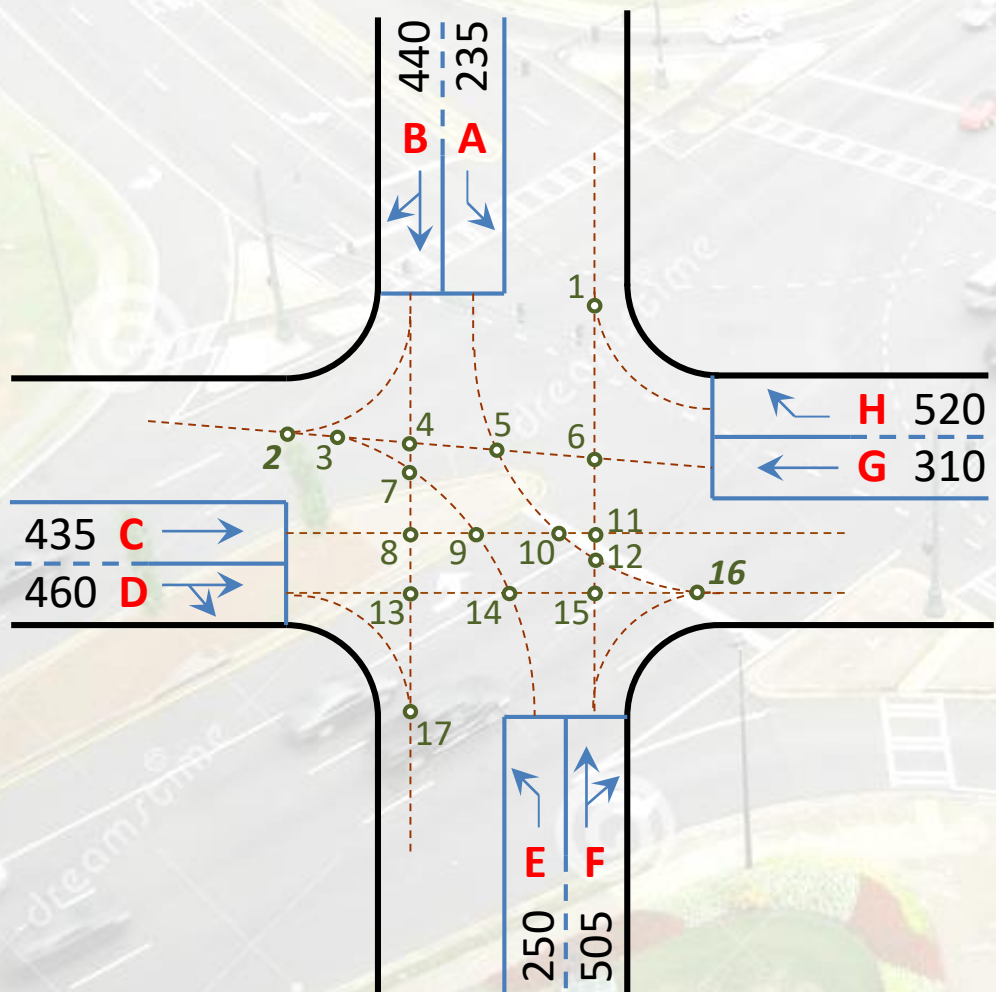
II.	AEH	H/2	260
	CDGH	D	460
	BF	F	505
		$\Sigma$	1225



## 2. lépés: **Fázissorrend** meghatározása

- 2 fázisnál nincs értelme;  
3 fázisnál már van 2 sorrend, három átmenettel:  
A után B, B után C, C után A, vagy ACB;  
4 fázisú csomópont nincs a példákban
- Lehetséges fázissorrendek meghatározása után konzultálni érdemes
- **Konfliktustérkép**
  - lehetséges konfliktuspontok meghatározása (számozni)
  - konfliktuspontok távolsága a helyzetjelzőktől:  
vonalzó, cérna

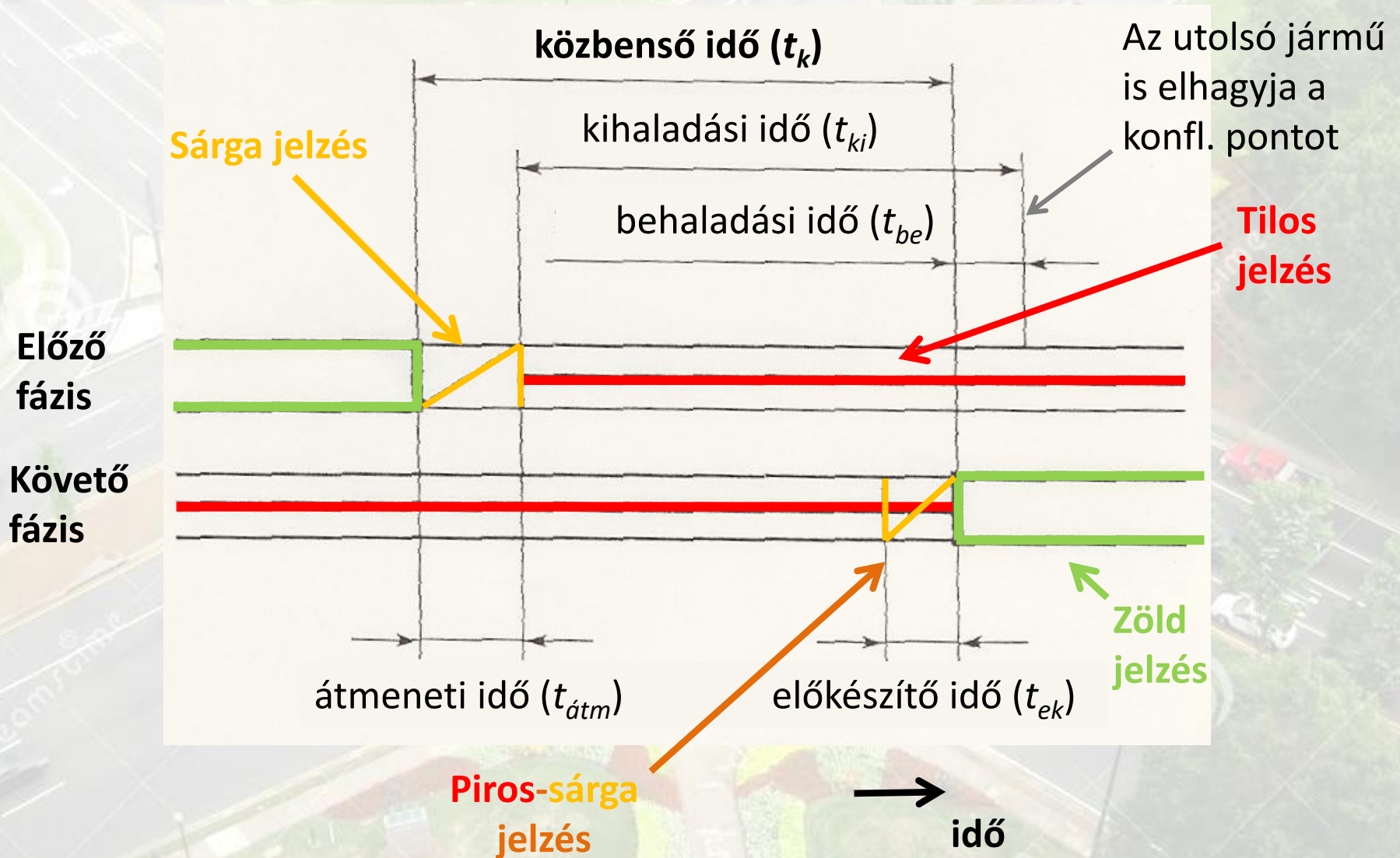
# Mintapélda



## 2. Fázissorrend

- AEH-CDGH-BF vagy AEH-BF-CDGH
- Döntés: a közbenső idők alapján
- Ehhez az első lépés a konfliktustérkép
  - A kanyarodók bármely fogadósávba érkehetnek, mi a külsőre tervezünk

# 3. lépés: Közbenső idő számítás



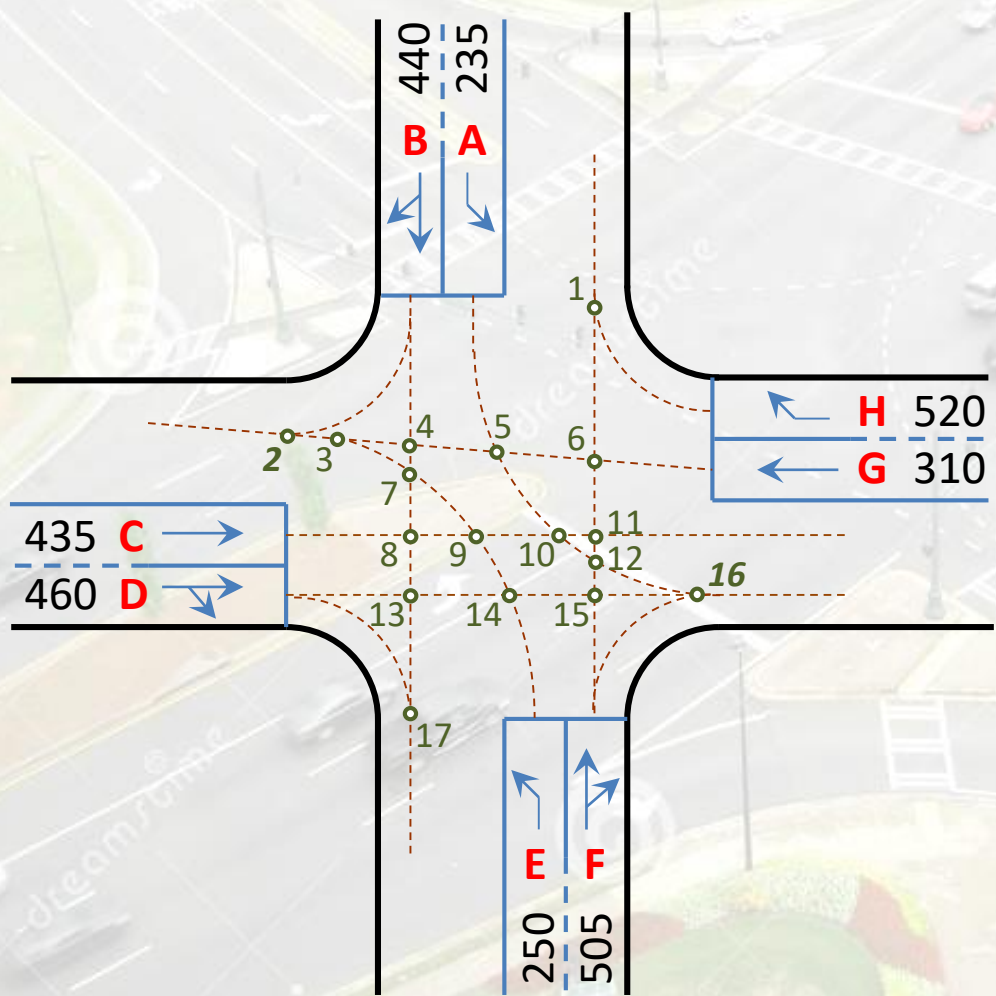
### 3. lépés: **Közbenső idő** számítás

- Minden lehetséges fázissorrend (a példákban 2), mindegyik (3) fázisátmenetére,
- Az átmenetek minden  $i$  konfliktuspontjára

$$t_k = t_{\text{átm}} + \frac{l_{ki} + l_{jm}}{v_{ki}} - \frac{l_{be}}{v_{be}}$$

- Minden fázisátmenethez a legnagyobb  $t_{k,i}$ -t kell választani, hogy a biztonság felé tévedjünk
- Amelyik fázissorrendnél a  $\sum t_k$  (mértékadó közbenső idők összege) kisebb, azt a sorrendet kell választani
- Az eredmények alapján kerekített **közbensőidő-mátrix**

# Mintapélda



## 3. Közbenső idők

- Mindkét sorrend mindegyik fázisátmenetének összes pontjára
- Konfliktus: az irányok (nem sávok!) között
- Pl. CDGH → BF átmenet:
  - $C \rightarrow B_e (8), F_e (11)$
  - $D_e \rightarrow B_e (13), F_e (15), F_j (16)$
  - $D_j \rightarrow B_e (17)$
  - $G \rightarrow F_e (6), B_e (4), B_j (2)$
  - $H \rightarrow F_e (1)$

# Mintapélda

## 3. Közbenső idők

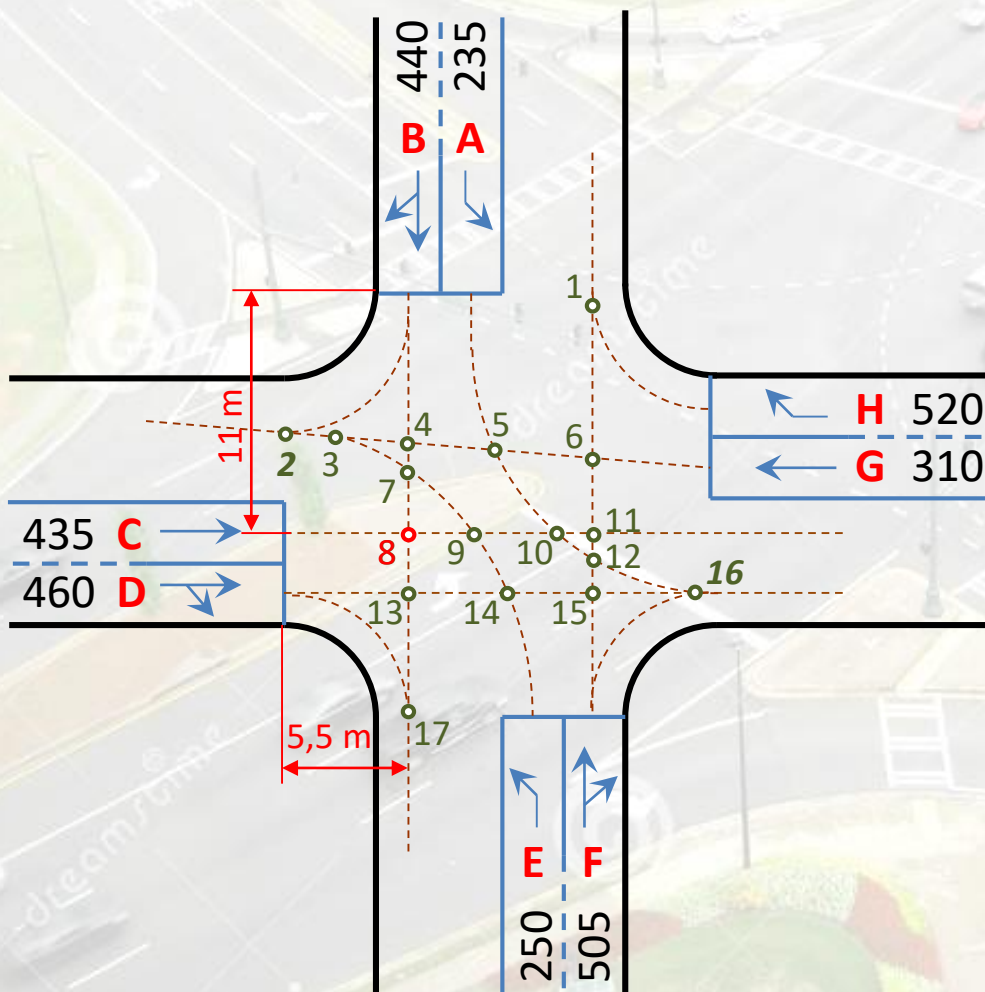
$$t_k = t_{\text{átm}} + t_{ki} - t_{be} =$$
$$= t_{\text{átm}} + \frac{l_{ki} + l_{jm}}{v_{ki}} - \frac{l_{be}}{v_{be}}$$

$$t_{k C \rightarrow B_e} =$$
$$= 3 + \frac{l_{C-8} + l_j}{v_{ki}} - \frac{l_{B-8}}{v_{be}} =$$


$$= 3 + \frac{5,5 + 6}{10} - \frac{11}{13,9} =$$

$$= 3 + 1,15 - 0,791 =$$

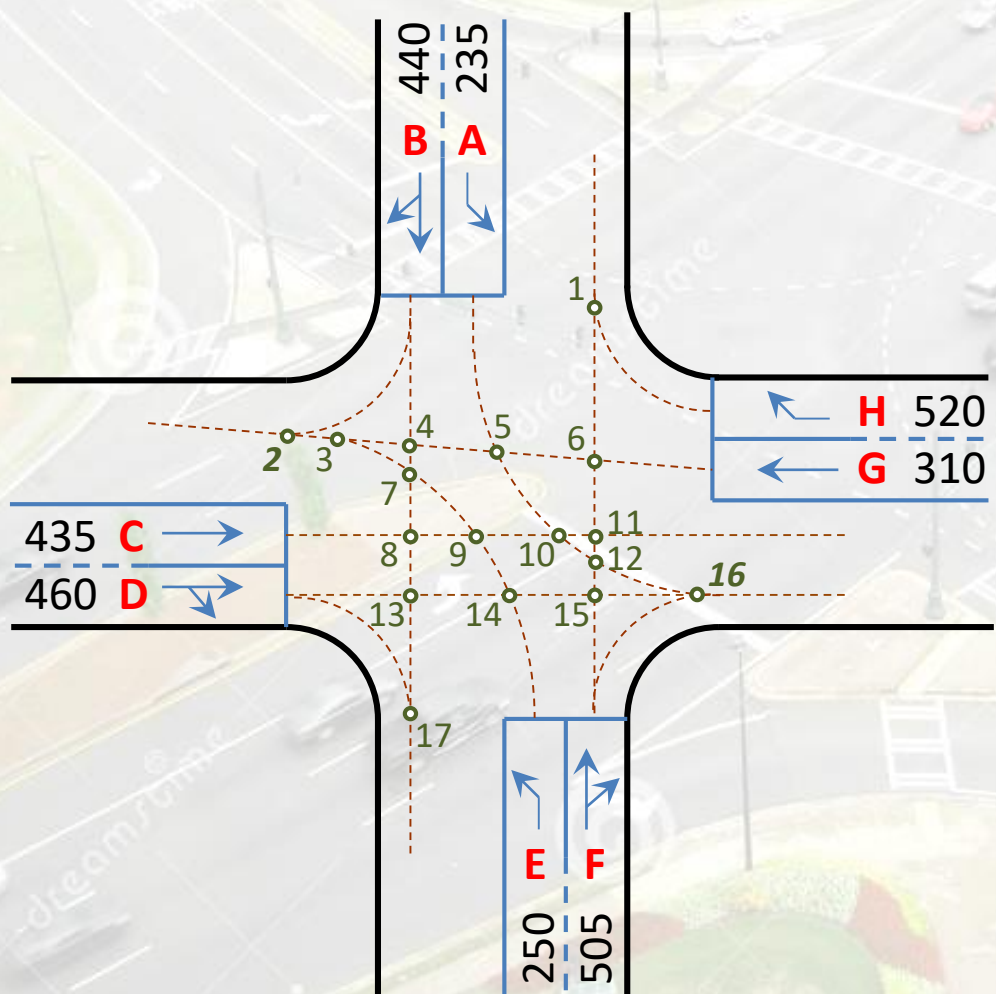
$$= 3,359 \text{ (s)}$$



### 3. lépés: **Közbenső idő** számítás

- A számítás – összesítés több formában lehetséges:
  - Fázisátmenetenként: minden átmenetnél sorra venni az ott megjelenő konfliktusokat  
*Ellenőrzés:* megvan-e minden konfliktus?
  - Mátrixosan: összes irány távolság- majd konfliktus mátrixa  
*Ellenőrzés:* figyelni a szerepekre (ki-/behaladó, );  
jó-e az összegzés (átmenetek maximuma)? → érdemes fázisok szerinti sorrendben felírni (itt pl. AE-H-CDG-BF)
  - Konfliktuspontonként: sorszám szerint sorban  
*Ellenőrzés:* többszörös konfliktuspontok;  
melyik pont melyik átmenetben szerepel?

# Mintapélda

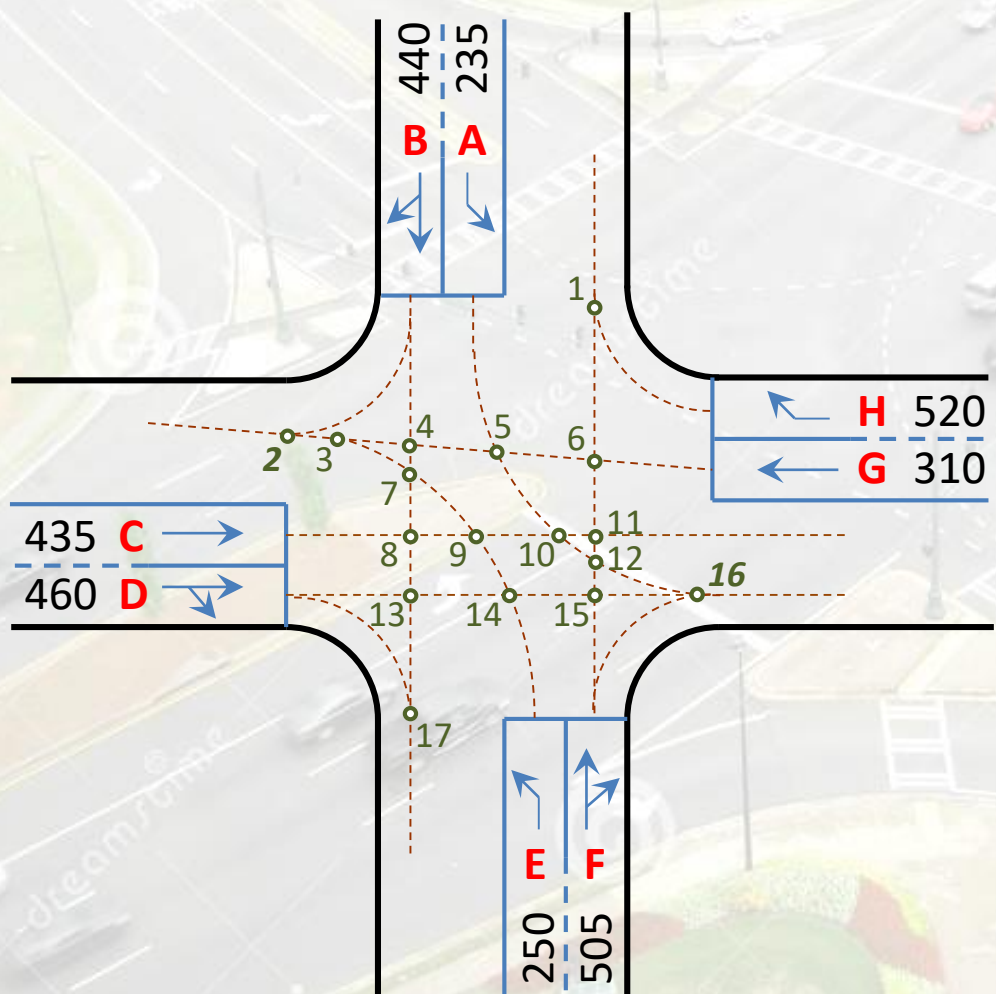


## 3. Közbenső idők

- Sorra kell venni az összes konfliktust, átmenetenként
- Ellenőrzés: minden pont mindkét fázissorrendnél legalább egyszer szerepel
- Sorrendenként többször is szerepelnek azok a pontok, melyeket:
  - kettőnél több irány érint: az összes kombinációban pl. **2**: B<sub>j</sub>-G, B<sub>j</sub>-E is; ill. **16** (3x)
  - többször engedett irány érint: oda-vissza is pl. **1**: F<sub>e</sub>-H és H-F<sub>e</sub> is



# Mintapélda



## 3. Közbenső idők

- Itt összesen 21 konfliktus (17 db pont, de **1-2** 2x, **16** 3x)
- Összesítés:
  - átmenetenként  $t_{k,max}$   
AEH → CDGH → BF → AEH  
pl. **4,2**      **5,8**      **5,5** [s]  
fordítva 6,2; 4,8; 5,8 s
  - mindkét sorrendre  $\Sigma t_{k,max}$   
itt 15,5 s, ill. 16,8 s
  - a kettő közül a kisebb a kedvezőbb  
(itt az első sorrend)

## 4. lépés: Periódusidő számítás

- Fázisonkénti mértékadó forgalomnagyságok meghatározása (több fázisban is megengedett irány forgalmát  $N/2$ -vel kell számolni), majd ezek összegzése
  - $\sum M_m < 1250$  E/h (ha  $1250 <$  lenne, akkor  $P$  nagyon nagy lenne és rossz lenne a minősítés)

$$P = \sqrt{120 \cdot P_{min}} = \sqrt{120 \cdot \frac{\sum t_k}{1 - Y}}; \quad Y = \frac{\sum M_m}{M_{max}}$$

- A gyakorlatban 45, 60, 75, 90, (120 vidéken) a ciklus. De itt egyedi csomópontot tervezünk, így eltérhet, viszont csak egész másodperc lehet (kerekítés a zöldidők számítása után).

## 5. lépés: **Zöldidő** számítás

- Minden  $m$  irányra  $t_{z,m}$  minimum 10 s (gyalogos 5 s)

$$t_{z,m} = (P - \sum t_k) * \frac{M_m}{\sum M_m}$$

- Először a kerekítetlen  $P$ -vel és  $t_k$ -val számolunk
- A kiszámolt  $t_{z,m}$ -ket kerekítjük (szabályosan),
- A kapott  $t_k$ -kat külön-külön, felfelé kerekítjük,
- Az összes  $T_z$ -hez hozzáadjuk  $\sum t_k$ -t, így megkapjuk a kerekített (működő)  $P$ -t.

# Mintapélda

## 4-5. Periódusidő, zöldidők

$$Y = \frac{\sum M_m}{M_{max}} = \frac{1225}{1800} = 0,68056 \quad (\sum M_m: \text{Id. az első lépés végén})$$

$$P = \sqrt{120 \cdot \frac{\sum t_k}{1 - Y}} = \sqrt{120 \cdot \frac{15,5}{1 - 0,68056}} = \mathbf{76,306 \text{ (s)}}$$

$$t_{z,1} = (P - \sum t_k) \cdot \frac{M_1}{\sum M_m} = (76,306 - 15,5) \cdot \frac{260}{1225} = 12,91 \text{ (s)}$$

Fázis	$M_m$ (E/h)	$t_{z,m}$ (s)	$t_{zker,m}$ (s)
AEH	260	<b>12,91</b>	13
CDGH	460	<b>22,83</b>	23
BF	505	<b>25,07</b>	25
$\Sigma$	1225	60,81	61

Közbenső idők felkerekítése:

$$4,2 \rightarrow 5 ; 5,8 \rightarrow 6 ; 5,5 \rightarrow 6 \quad (\Sigma 17)$$

$$P_{mük} = \sum t_{zker} + \sum t_{kker} = 61 + 17 = \mathbf{78 \text{ (s)}}$$

## 6. lépés: **Egyéb irányok** beillesztése

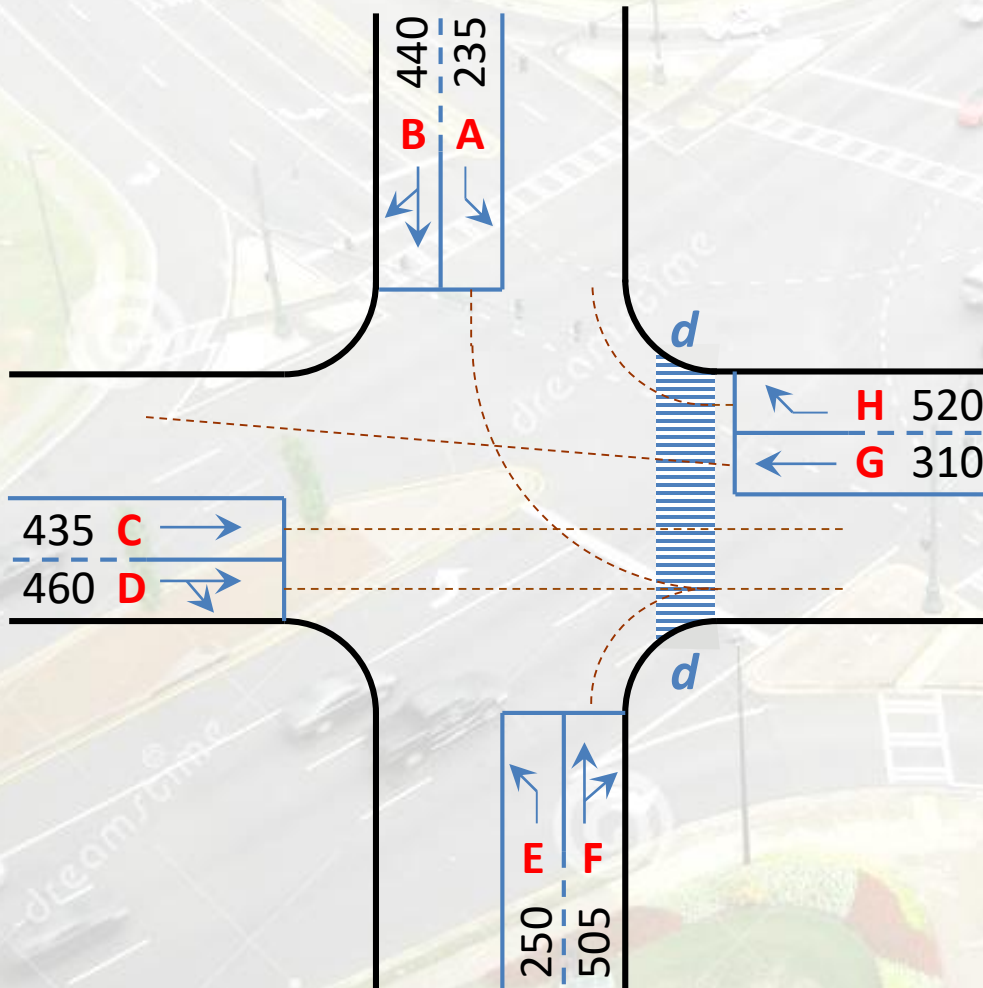
- Villamos, gyalogos: egyszerre indulnak a fázisuk többi irányával, de hamarabb kapnak tilosát; ehhez:
- Meghatározandók a mértékadó konfliktuspontok
  - a követő fázis irányai közül egy konfliktus, ahol
  - a legnagyobb  $t_k$  (ahol  $l_{ki}$  nagy,  $l_{be}$  kicsi)
  - zöld végét ebből visszaszámolni (a köv. fázis kezdetétől)
- Számítás menete hasonló a közúti irányokéhoz, de
  - villamosnál:  $l_j = 45$  m,  $t_k \geq 8$  s;
  - gyalogosnál:  $v_{ki} = 1,1$  m/s,  $l_j = 0$  és az átmeneti idő (5 s villogó zöld) nincs benne a képletben (kihaladás a zöld végétől indul, mivel a gyalogos azonnal meg tud állni)

# Mintapélda

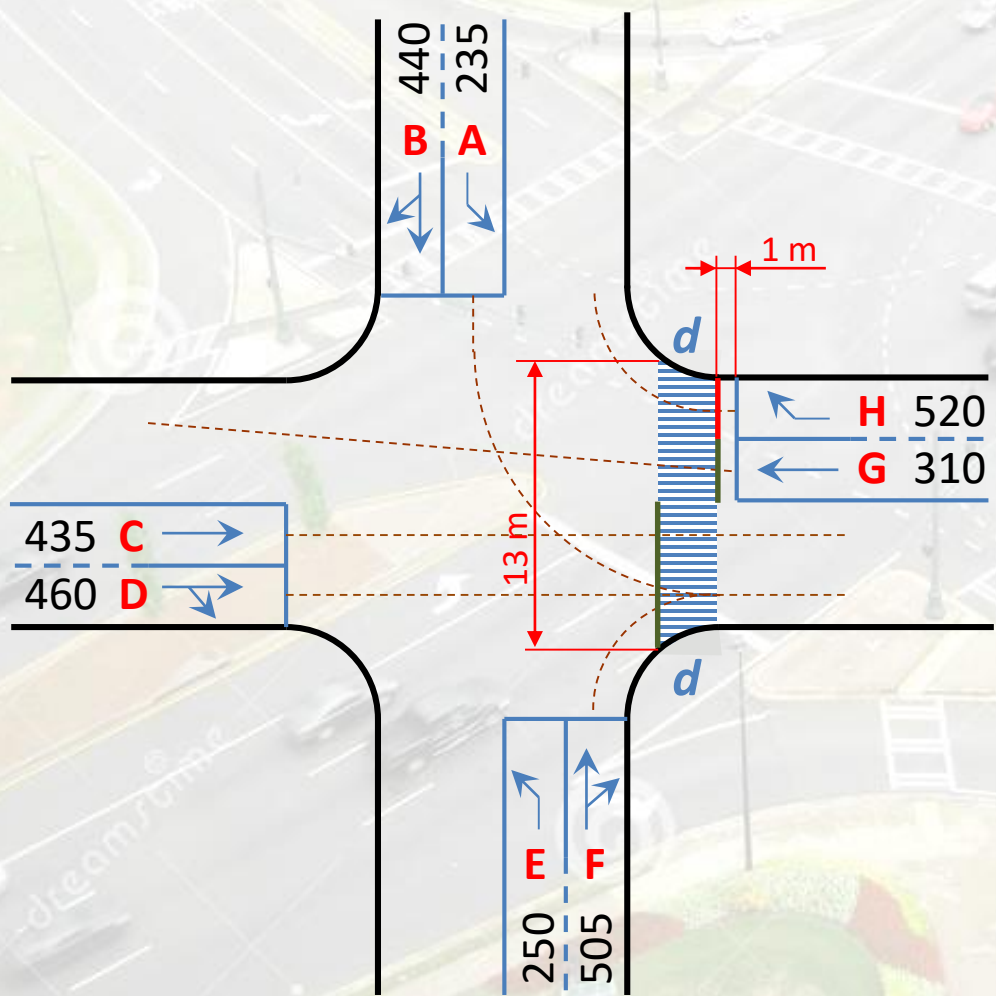
## 6. Egyéb irányok

Pl. **d** gyalogátkelőhely:

- Fázisba sorolás:
  - **BF**-fel együtt engedhető (csak érkező, kanyarodó közúti iránnyal lehet konfl.; balost lehetőleg kerülve)
  - Követő fázis: **AEH**
- Konfliktusok ( $d \rightarrow A/H$ ):
  - **H**-nál lesz a mértékadó (szélső sáv,  $l_{ki}$  nagy;  $l_{be}$  kicsi)
  - Ha CDGH jönne, akkor is H-nál lenne (C, D-nél hosszú az  $l_{be}$ , G pedig belső, rövid az  $l_{ki}$ )



# Mintapélda



## 6. Egyéb irányok

- Közbenső idő: az átkelőhely teljes területét védjük
  - kihaladás: zebra hossza (a szélső sáv a mértékadó)
  - behaladás: zebra széléig

$$t_{k,d \rightarrow H} = \frac{l_{ki}}{v_{ki}} - \frac{l_{be}}{v_{be}} = \frac{13}{1,1} - \frac{1}{13,9} = 11,746 \text{ (s)}$$

- Így  $d$  zöldje:
  - BF-fel egyszerre kezdődik
  - AEH előtt 12 s-mal végződik
  - ez után 5 s villogó zöld

# 7. lépés: Fázisidőterv diagram

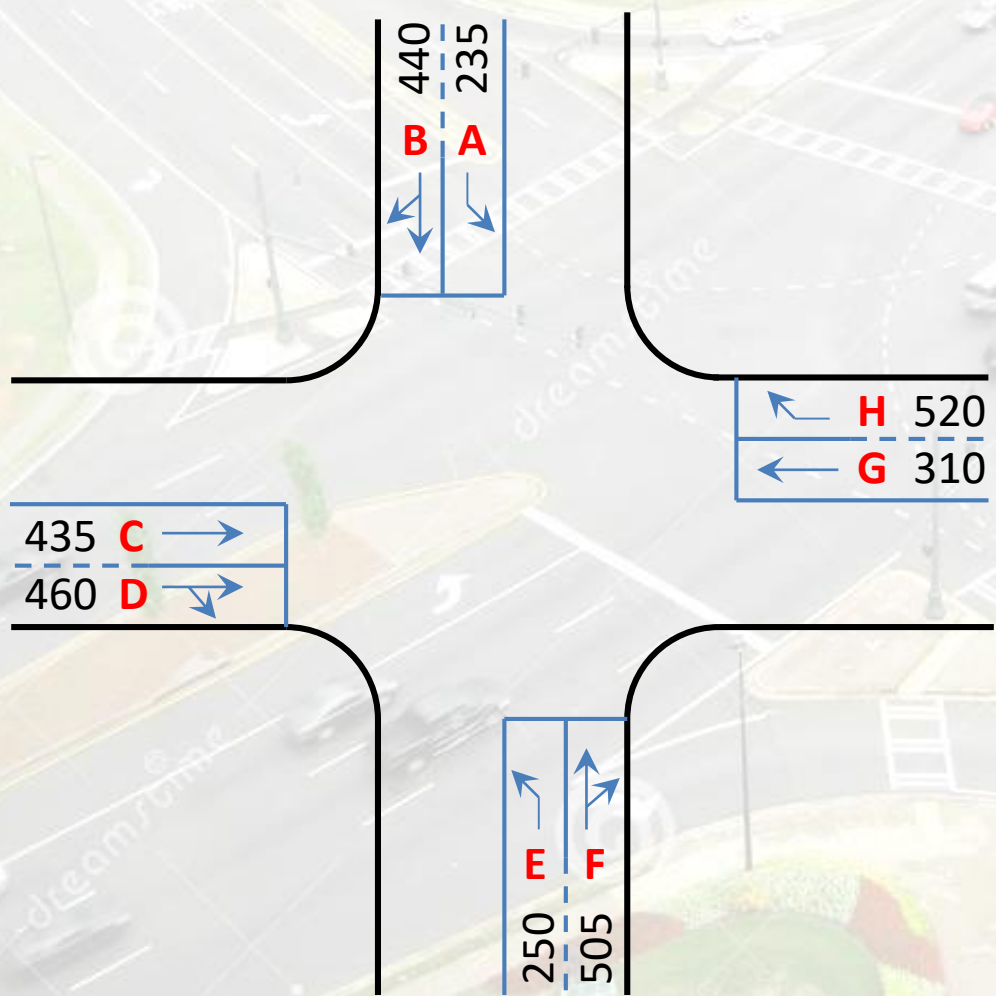
- Kitüntetett értéktől indulunk
- Minden jelzőcsoportra ( $\neq$  irány) külön fel kell rajzolni
  - azonos torkolatban (egymás melletti), azonos jelzéképet mutató (egy fázisba sorolt) jelzők;
  - a jelzőcsoportok száma általában ugyanazzal a számjeggyel kezdődik (pl. 11-12, ill. 41-42).
- Mellé kell írni az irány betűjét és a jelzőcsoport számát (rajzról)
- Fel kell tüntetni a zöldek kezdetét és végét (s)

• Példa:





# Mintapélda

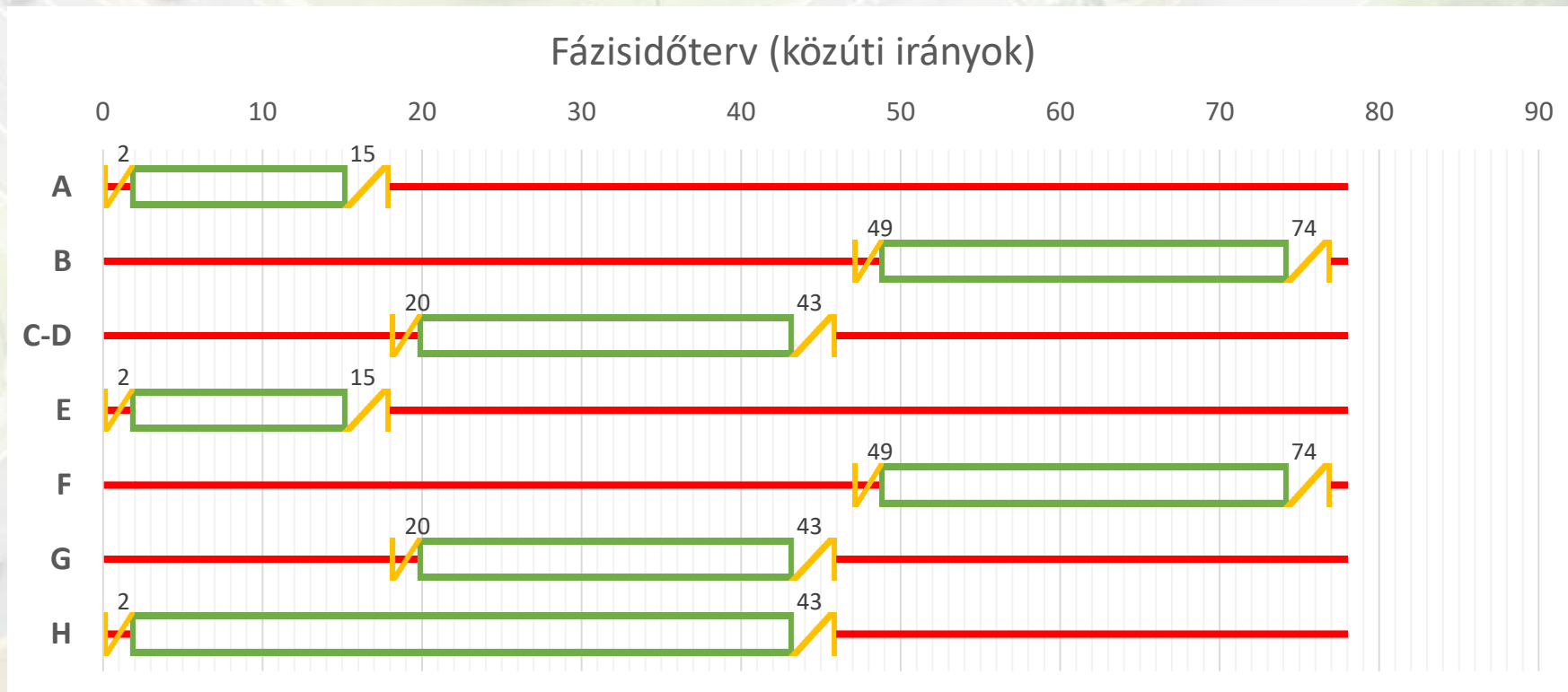


## 7. Fázisidőterv

- Jelzőcsoportok:
  - azonos torkolatban
  - azonos jelzéképet mutató jelzők.
- Itt szinte minden sáv külön csoport lesz, kivéve CD (ugyanis a többi torkolatban a sávok külön fázisba kerültek)
- A másik fázisba sorolásnál (ABH-CDGH-EF) viszont AB; CD; EF; G és H lenne (torkolatonként egy csoport, + H külön, mivel két fázisa van)

# Mintapélda

## 7. Fázisidőterv



- Ezen kívül feltüntetendők a gyalogos és villamos jelzők is

# 8. lépés: Fázisidőterv minősítése

- **Egy járműre jutó időveszteség**

- sávonkénti átlagos feltartóztatási idő Webster szerint (csak mértékadó sávokra számítandó) :

$$d = \frac{(P - G_E)^2}{2P \left(1 - \frac{q}{s}\right)} + \frac{x^2}{2(1-x)q} - 0,65 \left(\frac{P}{q^2}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot x^{2+5\frac{G_E}{P}}$$

- $G_E$  : effektív zöldidő =  $t_s + t_z$  [s]

- $P$  : periódusidő [s]

- $q$  : forgalomnagyság [E/s]

- $s$  : elméleti maximális forgalomnagyság (= 0,5 E/s)

- $x = (P/G_E) \cdot (q/s) = (q/s) / (G_E/P) < 1$  (~ kihasználtság)

# Mintapélda

## 8. Minősítés

$$G_{E,1} = t_s + t_{z,1} = 3 + 13 = 16 \text{ (s)}; q_1 = \frac{M_1}{3600} = \frac{260}{3600} = 0,07222 \left( \frac{\text{E}}{\text{s}} \right)$$

$$x_1 = \frac{q_1/s}{G_{E,1}/P} = \frac{0,07222/0,5}{16/78} = \frac{0,1444}{0,2051} = 0,7042$$

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{(P - G_{E,1})^2}{2P(1 - q_1/s)} + \frac{x_1^2}{2(1 - x_1)q_1} - 0,65 \left( \frac{P}{q_1^2} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot x_1^{2+5 \cdot \frac{G_{E,1}}{P}} = \\ &= \frac{(78 - 16)^2}{2 \cdot 78(1 - 0,1444)} + \frac{0,7042^2}{2(1 - 0,7042)0,07222} - \\ &\quad - 0,65 \left( \frac{78}{0,07222^2} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot 0,7042^{2+5 \cdot \frac{16}{78}} = \\ &= \frac{3844}{133,47} + \frac{0,4959}{0,04273} - 16,014 \cdot 0,7042^{3,026} = \\ &= 28,801 + 11,604 - 5,541 = \mathbf{34,86 \text{ (s)}} \end{aligned}$$

# 8. lépés: Fázisidőterv minősítése

- **Átlagos sorhossz**

- sávonként (csak a mértékadókra) az egy periódus alatt megállított járműszám
- az átlagos sorhossz (a két érték közül a nagyobb):

$$n = q \cdot t_p, \text{ vagy } n = q \cdot \left( \frac{t_p}{2} + d \right)$$

- ahol  $t_p$ : pirosidő =  $P - G_E$  [s]

# Mintapélda

## 8. Minősítés

$$t_{p,1} = P - G_{E,1} = 78 - 16 = 62 \text{ (s)}$$

$$\begin{aligned} n_1 &= \max \left( q_1 \cdot t_{p,1} ; q_1 \cdot \left( \frac{t_{p,1}}{2} + d_1 \right) \right) = q_1 \cdot \max \left( t_{p,1} ; \frac{t_{p,1}}{2} + d_1 \right) = \\ &= 0,07222 \cdot \max \left( 62 ; \frac{62}{2} + 34,86 \right) = 0,07222 \cdot \max(62 ; 65,86) = \\ &= \mathbf{4,757 \text{ (E)}} \end{aligned}$$

Fázis	$q_m$ (E/s)	$G_{E,m}$ (s)	$x_m$	$d_m$ (s)	$t_{p,m}$ (s)	$n_{1,m}$ (E)	$n_{2,m}$ (E)
AEH	0,07222	16	0,7142	<b>34,86</b>	62	4,478	< <b>4,757</b>
CDGH	0,12778	26	0,7667	<b>29,01</b>	52	6,645	< <b>7,029</b>
BF	0,14028	28	0,7815	<b>28,20</b>	50	7,014	< <b>7,464</b>

H-ra valószínűleg külön kellene kiszámítani, mert egyedi zöldideje van (és ezért AEH mértékadó sávja is más lenne), de ettől a feladatban el lehet tekinteni.

# Dokumentáció részei

- Feladatlap
- Helyszínrajz, konfliktustérképpel
  - érdemes lemásolni saját célra
- Számítás dokumentációja, indoklással
  - maga a számítás történhet Excellel, de képlet-behelyettesítés kell
  - közbenső idők: a számításukon kívül az összesítés menete is derüljön ki (pl. melyik átmenetben melyek szerepelnek)
  - gyalogátkelő, villamos: melyik fázisban megengedett, melyik a követő fázis, ott melyik a mértékadó konfliktus
- Közbensőidő-mátrix
  - sávonként v. jelzőcsoportonként felírva, egész s
- Megszerkesztett (!) fázis-idő diagram, jelzőcsoportonként





JELZŐ			Tervező Kupcsik	Tervezés dátuma 2007.05.07	Jóváhagyó	Jóváhagyás dátuma	Megjegyzés			
srsz	Száma	tip	Periódusidő 90	Programváltási pont 85	Bekapcsolási pont 80	Általános tilos 12	Eltolás	Zöld idő	Kapacitás	
			0 10 20 30 40 50 60 70 80 90							
1	11,21, 31	J							42	2520
2	21,22,23	J							63	3780
3	31	J							17	340
4	41-42	GY							10	
5	51-52	GY							63	
6										
7										
8										
			(másik két részcsomópont)							
9	11,12,13	J							47	2820
10	21,22,23	J							43	2580
11	31	J							29	580
12	41-42	GY							50	
13										
14										
15										
16										
17	11,12,13	J							43	2580
18	21,22,23	J							47	2820
19	31	J							33	660
Futtatási szakaszok			14	26	52	66	87		Str. száma	
Várakozási idők			15	30	60	85	90			
Siemens			Csomópont neve				Érvényesség			
152.1			Üllői út - Leonardo, Thaly, Szigony u.							
Világi			2. Struktúra							
219							-tól -ig			

SZABAD JELZÉS VÉGÉN KIHALADÓ			SZABAD JELZÉS ELEJÉN BEHALADÓ																				
ssz	száma	jele	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	11,21, 31	J	■		6	6																	
2	21,22,23	J		■	5	5																	
3	31	J	6	5	■		4																
4	41-42	GY	10	12		■																	
5	51-52	GY			6		■																
6								■															
7									■														
8										■													
9	11,12,13	J									■		5										
10	21,22,23	J										■	6										
11	31	J									5	6	■	5									
12	41-42	GY										6	■	6									
13														■									
14															■								
15																■							
16																	■						
17	11,12,13	J																■		5	6		
18	21,22,23	J																	■	5	5		
19	31	J																6	5	■		5	
20	41.42	GY																11	12		■		
21	51-52	GY																		6		■	

