

# KÖZÚTI FORGALOMIRÁNYÍTÁS 1. (BSC)

2. EA



**Dr. Varga István**



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI ÉS JÁRMŰMÉRNÖKI KAR**

# Városi közlekedés forgalomirányítása

---

- Más mint az autópálya.
- Komplex feladat és nehezen megfogható cél(ok).
- A résztvevő járművek nem alkotnak homogén közösséget  
→ a rendszerbe beavatkozó jel hatása is erősen bizonytalan.
- A beavatkozójel, maguk a folyamatok és azok modelljei, valamint az irányítórendszerek is tele vannak korlátozó tényezőkkel.  
→ e feltételek nehezítik dinamikus irányítórendszer tervezését.



# Irányítási stratégiák, eszközök, szoftverek

---

- A közúti forgalomirányító rendszereket a következő szempontok szerint osztályozhatjuk:
  - 1) Úthálózat típusa: városi, gyorsforgalmi, integrált;
  - 2) Szabályozási mód: offline, online,
  - 3) Szabályozási hatókör: lokális, hálózati.
  - 4) Szabályozási struktúra: centrális, decentralizált, vegyes



# Irányítási stratégiák, eszközök, szoftverek

---

- Az irányítási cél meghatározása: a forgalomirányító rendszer tervezésekor az egyik legfontosabb feladat.
- A célok meghatározása az alábbi szempontok szerint alakulhat:
  - forgalombiztonság;
  - gazdaságosság: várakozási idők, utazási idők, utazási költségek csökkentése;
  - környezeti terhelés csökkentése (emisszió, zaj);
  - úthálózati kapacitás maximális kihasználása;
  - parkolási folyamat javítása, ill. P+R használat fokozása.



# Irányítási stratégiák, eszközök, szoftverek

- A szabályozási cél megfogalmazása matematikailag  
→ az ún. célfüggvény felállítása.
- Az irányítási célfüggvény a városi jelzőlámpás rendszerek esetében tipikusan a következő elemek valamelyikének vagy azok súlyozott kombinációjának optimalizálását jelenti:
  - átlagos késleltetés [óra/jm],
  - megállások száma [db/jm],
  - kereszteződés átbocsátóképessége [jm/óra],
  - TTT (Total Travel Time): teljes utazási idő adott hálózaton belüli (akadálymentes) utazás alatt [jm · óra],
  - TWT (Total Waiting Time): teljes várakozási idő adott hálózaton belüli utazás alatt [jm · óra],
  - TTS=TTT+TWT (Total Time Spent): teljes utazással eltöltött idő [jm · óra],
  - TTD (Total Travel Distance): adott közlekedési hálózatban megtett összes távolság [jm · km],
  - MS=TTD/TTS (Mean Speed per Trip): a járművek teljes utazására vonatkozó átlagsebesség [km/óra]



# Irányítási stratégiák, eszközök, szoftverek

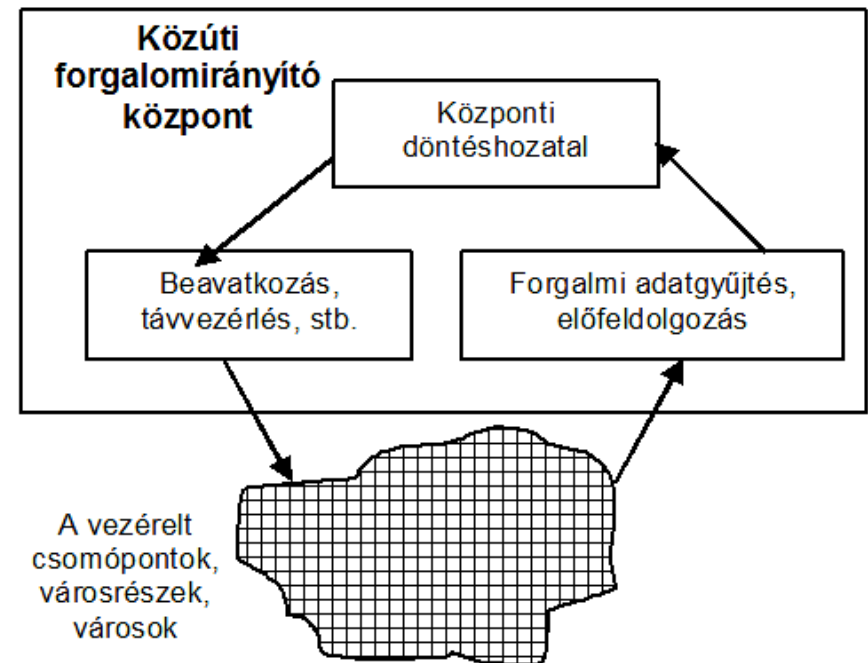
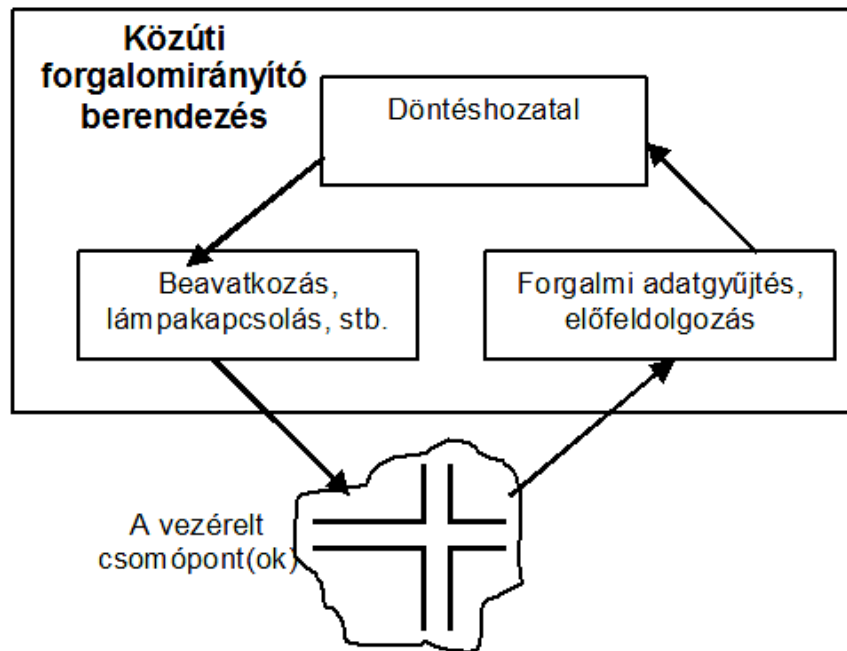
---

- A különböző szempontok csak megfelelő kompromisszum árán egyeztethetők össze:
  - gyalogosok,
  - autósok,
  - közösségi közlekedés,
  - helyi lakosság (lásd pl. a Waze által ajánlott lakóövezeten átmenő útvonalakat),
  - környezetvédelem, stb.
- A célfüggvény általában csak a célok súlyozott összegeként fogalmazható meg:
  - többkritériumos célfüggvény szerinti irányítás,
  - ez gyakorlatilag egy multiobjektív optimalizálás feladat.



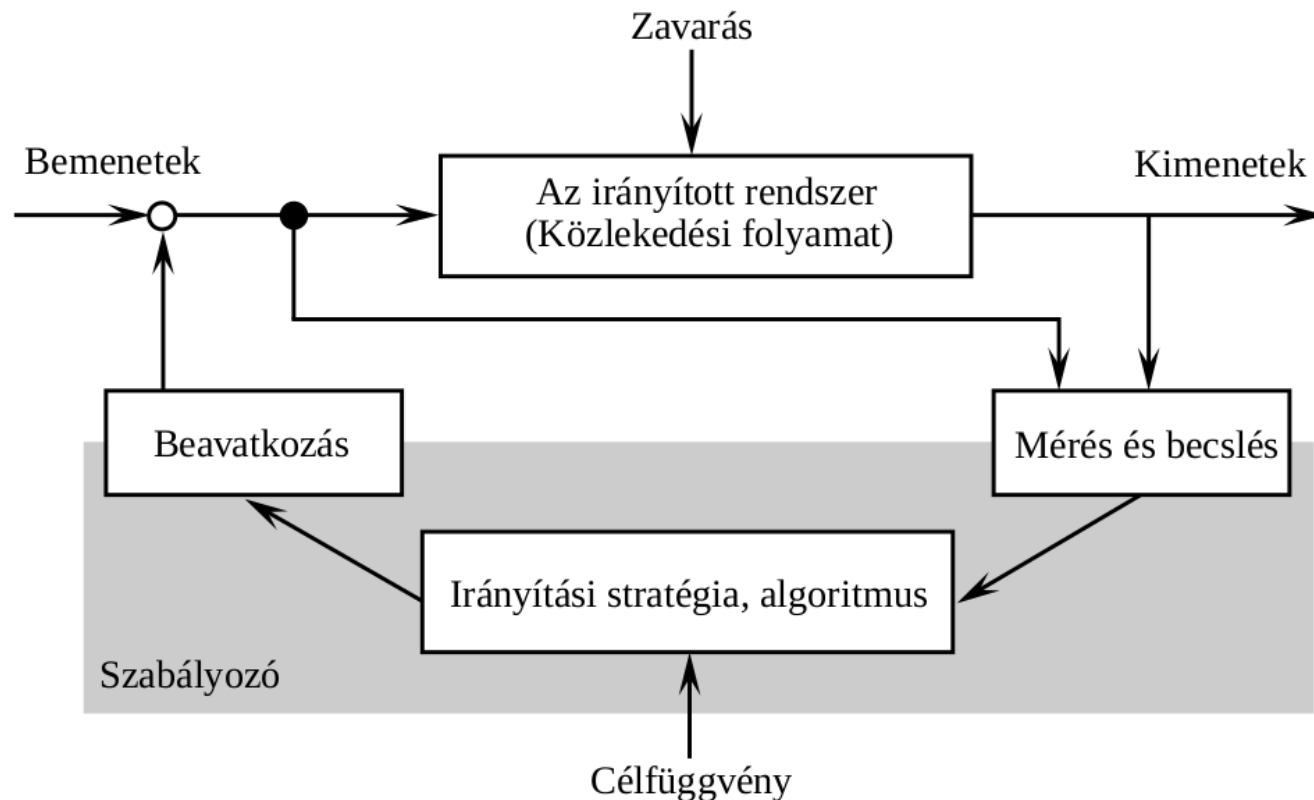
# Irányítási stratégiák, eszközök, szoftverek

- Az általános szabályozási kör azonos minden forgalmirányító rendszerben!



# Írányítási stratégiák, eszközök, szoftverek

- Az irányítástechnika általános szabályozási köre gyakorlatilag:



Közlekedési folyamat általános szabályozórendszere





# Irányítási stratégiák, eszközök, szoftverek

---

- Szabályozási feladatok a városi közlekedésben:
  - helyi forgalomirányítás: célja kizárólag egy adott kereszteződés forgalmának szabályozása
  - hálózati irányítás: Több kereszteződés összehangolt irányítása. Ez lehet néhány szomszédos csomópont, de akár egy egész város összes kereszteződése is. Speciális esete az ún. vonali irányítás, amikor a szomszédos csomópontokat „felfűzve” szabályozzuk zöldidő-összehangolás („zöldhullám”) megvalósítása céljából.
- Szabályozási feladatok a gyorsforgalmi utakon:
  - főpálya forgalomirányítása,
  - felhajtók forgalmának irányítása.
- Közösségi közlekedési járművek irányítása:
  - elsősorban operatív irányítás,
  - de összekapcsolható az általános forgalomirányítással → előnybiztosítás!



# Jelzőlámpás forgalomirányítás alapjai

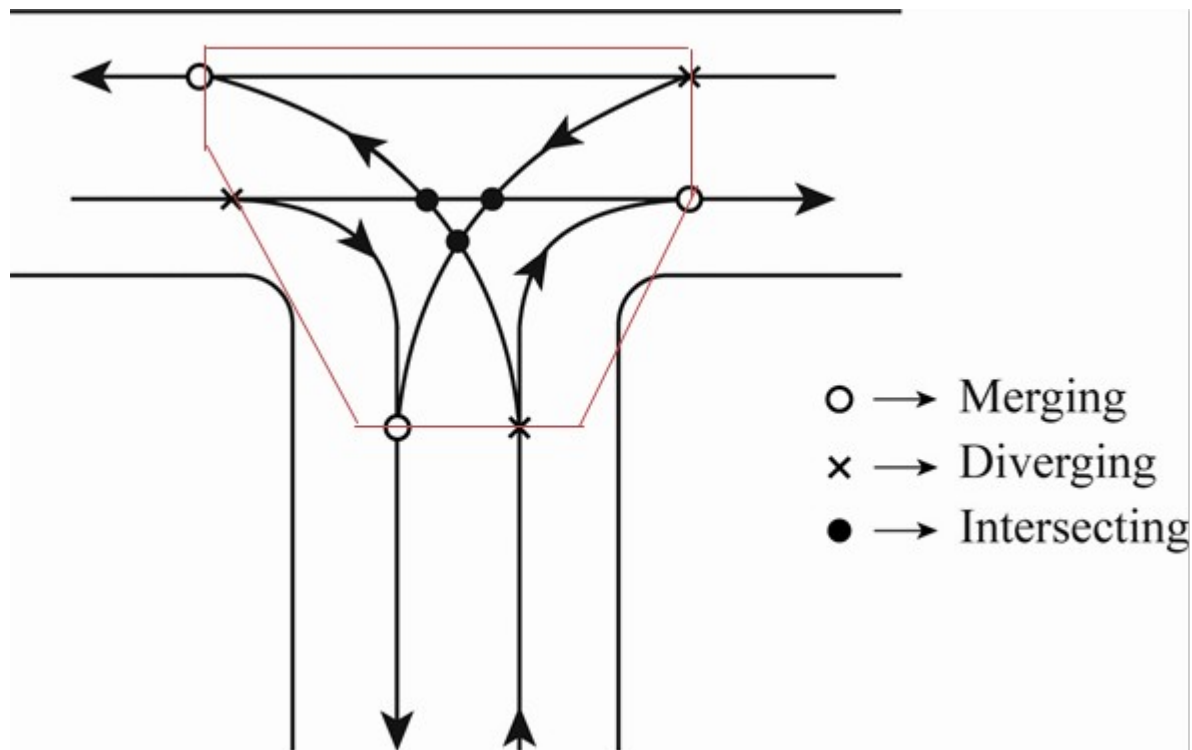
---

- Alapfogalmak:
  - Átbocsátóképesség: Az egyes forgalmi irányok járműátbocsátó képessége szabad jelzésidő alatt, ökölszabályként: 0.5 [jm/s].
  - Jelzési kép: adott pillanatban, adott helyen látható jelzés, pl. gyalogosnak 3 -féle
  - Átmeneti jelzések (hosszuk jogszabályokban rögzített):
    - S: 50 km/h-ig min. 3 mp, 60 km/h-nál min. 4 mp, 70 km/h-től: min. 5 mp;
    - PS: 2mp;
    - gyalogos Z villogó: 5 mp.



# Jelzőlámpás forgalomirányítás alapjai

- Konfliktusmező: A különböző irányokból érkező és egymást keresztező forgalom által a kereszteződési sokszögben igénybe venni szándékozott közlekedési terület.
- Konfliktuspont: ahol a keresztező, fonódó vagy szétváló forgalmak találkoznak.



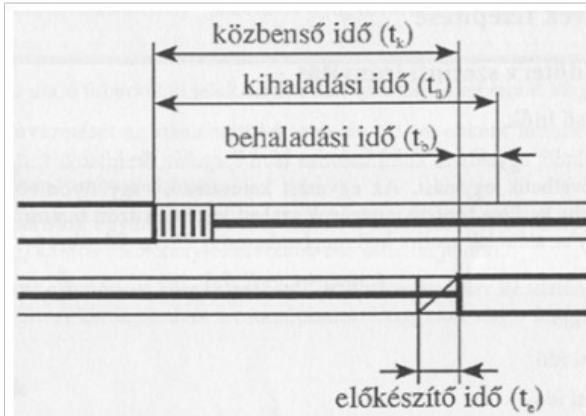
# Jelzőlámpás forgalomirányítás alapjai

---

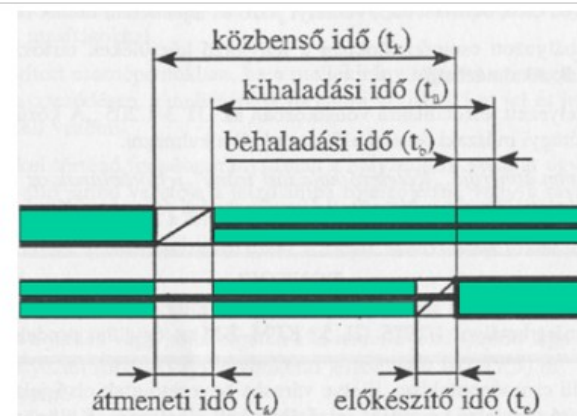
- Behaladási idő: a helyzetjelző vonaltól a konfliktuspontig mért behaladási távolság és a – konstans-nak tekintett – behaladási sebesség hányadosa.
- Kihaladási vagy ürítési idő: a kihaladási távolság (a helyzetjelző vonaltól a konfliktusmező túlsó széléig + egy biztonsági hossz) és a – konstansnak tekintett – kihaladási sebesség hányadosa.
- Közbenső idő: Az egyidejűleg nem kiadható (tiltott) szabad jelzések között biztosítandó legrövidebb idő. Gyakorlatilag a keresztező irányok zöldidejei közötti idő. A közbenső időre biztosítja, hogy a konfliktusmezőben ne találkozzanak a keresztező járműáramlatok.



# Jelzőlámpás forgalomirányítás alapjai



(a)



(b)



(c)

A közbensőidő fogalma gyalogosoknál (a), járműveknél (b), ill. a fázisterv jelölései (c)



# Közbensőidő-mátrix és tiltásmátrix

---

- Közbensőidő-mátrix: Tartalmazza a csomópont összes irányát, és az egymással egyidejűleg tiltásban lévő irányoknál megadja a két irány közötti minimális közbenső idő értékét. Az esetek többségében nem szimmetrikus, négyzetes mátrix.
- Tiltásmátrix: Tartalmazza a csomópont valamennyi irányát, és összerendeli az egymással egyidejűleg tiltásban lévő irányokat. A tiltásmátrix szimmetrikus, négyzetes mátrix.
- Példa a 2 mátrixra: a táblára rajzolva egy T-csomópontra konfliktuspontokkal együtt!...



# Jelzésbiztosítás alapkonceptiója

---

- A jelzésbiztosítási alapkonceptió a tiltás- és közbensőidő-mátrixra épül!
- A jelzések folyamatosan összevetésre kerülnek a 2 mátrixszal:
  - A keresztező irányok nem kaphatnak egyszerre zöld jelzést!
  - A min. közbensőidők nem sérülhetnek!
- A közúti forgalomirányító berendezés mindig tartalmaz egy olyan (védett!) memóriaegységet, amibe ezek a mátrixok bele vannak „égetve”.  
Pl. EEPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) memória, amely törölhető és programozható ROM, de az egy adott SW-hez, ill. HW-hez köthető → titkosítható.



# A jelzésterv

---

- Jelzésterv (más néven: fázis-időterv, fázisterv, program): A csomópontban működtetett jelzőlámpákon megjelenített jelzéseképek programja. Ez a terv tartalmazza az egyes lámpafejeken megjelenő valamennyi jelzésekép kezdetének és befejezésének pontos időpontját.
- A jelzéstervet csak engedéllyel rendelkező szakember tervezheti meg!
- A fázistervnek meg kell felelni a jogszabályi követelményeknek:
  - FISZ (41/2003. (VI. 20.) GKM rendelet)  
[http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=74870.208932](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=74870.208932)
  - és az Útügyi Műszaki Előírás e-UT 03.03.31  
<https://ume.kozut.hu/dokumentum/47>
- A lehetséges jelzési programtípusokat:
  - Bekapcsoló program / Kikapcsoló program
  - SV program
  - Fix programok
  - Forgalomfüggő program
  - Felépülő jelzéseképű program

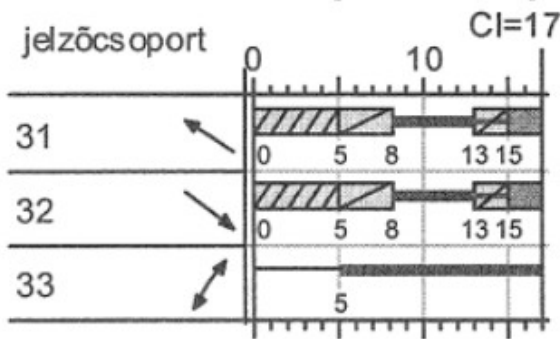




# A jelzésterv

- Jogszabálynak megfelelően lehet csak tervezni!
- Pl. a be- és kikapcsoló program kötött szekvenciájú!

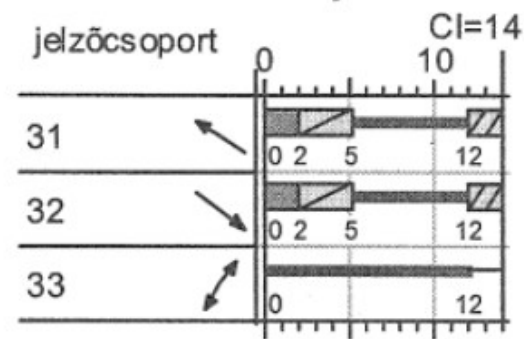
### Bekapcsolási program



A bekapcsolási program 17. másodperce megfelel a:

- P1, P3 program 8. másodpercének,
- P2 program 32. másodpercének.

### Kikapcsolási program



A kikapcsolási program 0. másodperce megfelel a:

- P1, P3 program 49. másodpercének,
- P2 program 8. másodpercének.

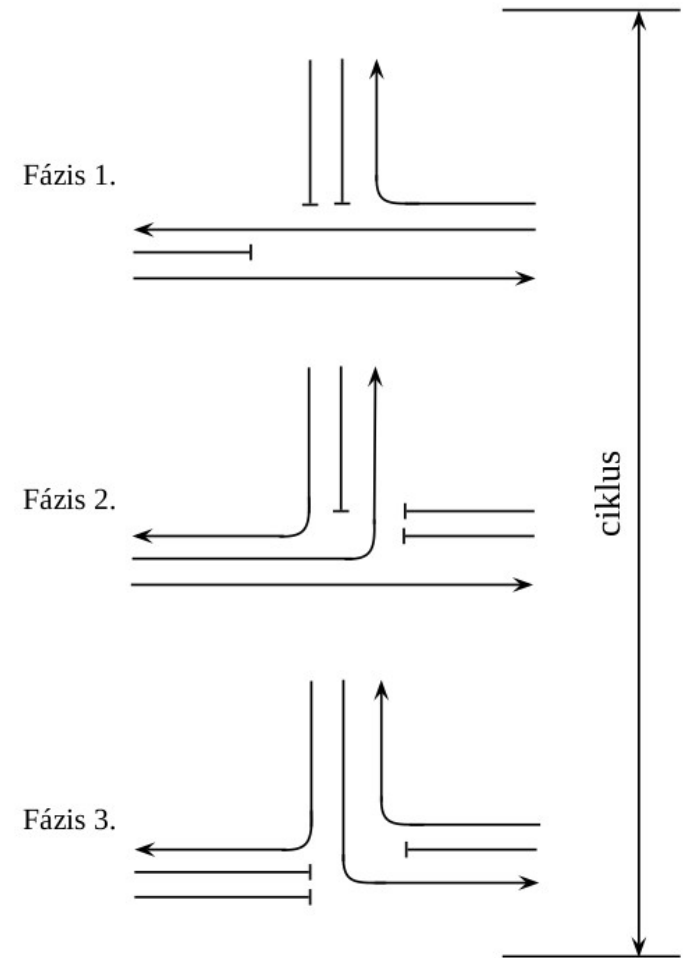
— Piros      PirosSárga      Sárga      Sárgavillogó      — Sötét      Zöld

**Példa be- és kikapcsolási programokra (programváltási pontokkal)**



# A jelzésterv

- › Ciklusidő: A ciklusidő vagy periódusidő a jelzések egyszeri ismétlődése között eltelt idő.
- › Jelzőcsoport: Az azonos jelzések mutató jelzőfejek összessége.
- › Fázis: Az egy időben megengedett csomóponti mozgások (irányok).
- › Fázissorrend: megadja, hogy a forgalom hány fázisban, milyen irányok együttesen megadott szabad jelzésével, és milyen sorrendben bonyolítható le.
- › Jobbra egy példa háromfázisos csomóponti irányításra



# Példa jelzéstervre

---

- Példa fázistervre: a táblára rajzolva egy T-csomópontra!...
- Példa fázistervben: min. és max. fáziskiosztást is megmutatni a T-csomópontra!...



# Jelzésterv készítésének lépései

---

- Fázisterv készítésének alaplépései:
  - 1) forgalmi áramlatok fázisokba rendezése, a fázisszám meghatározása
    - Van minimális és maximális fázisszám, ami a tervezéstől függ:
      - Konfliktusmentes fázisosztás: az összeférhetetlen mozgások egyidejűleg nem kaphatnak szabad jelzést.
      - Konfliktusos (telezőldes) fázisosztás.
  - 2) közbensőidők meghatározása
  - 3) fázissorrend meghatározása
  - 4) periódusidő felvétele
  - 5) zöldidők meghatározása
  - 6) kapacitászámítás



# Fázisalapú / jelzőcsoport-alapú jelzőlámpás irányítás

---

- A jelzőlámpás irányítás csoportosítható a fázisok kezelése szerint:

## 1) Fázisalapú irányítás:

- Kötött fázissorrend
- Az egy fázisba tartozó irányok is kötöttek.

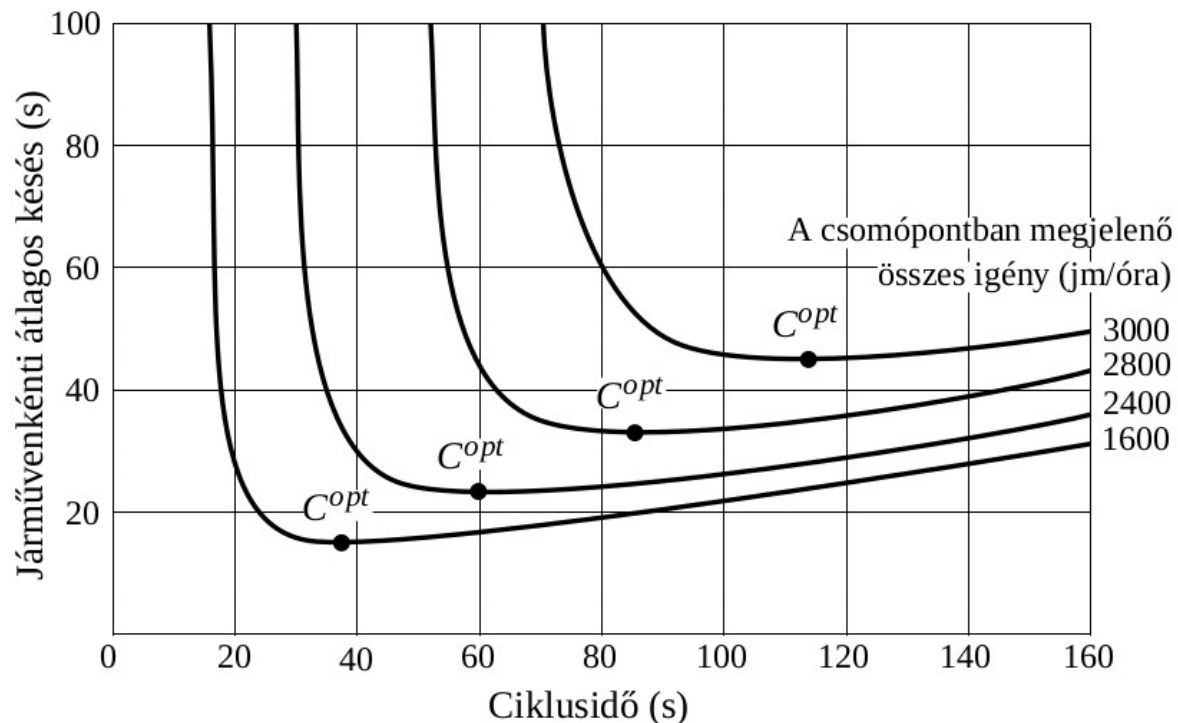
## 2) Jelzőcsoport-alapú irányítás:

- Nincs előre rögzített fázissorrend, az egy fázisba tartozó irányok (jelzőcsoportok), és a fázissorrend meghatározása is az irányítási feladat része.
- Ez a rugalmasság bonyolítja a jelzéstervezést, de javíthatja a irányítás hatásfokát.



# A ciklusidő és az optimális kapacitás kapcsolata

- Rögzített ciklusidejű vezérlés
- A diagram egy olyan négyágú, kétfázisú csomópontra vonatkozik, ahol minden irányból nagyjából azonos nagyságrendű forgalom jelentkezik.



A ciklusidőhossz változásának hatása a késési időre



# Ciklusidők a gyakorlatban

---

- A ciklusidők jellemzően 60, 75, 90, 120 mp-esek
- A veszteségidők konstansok → alapvetően a hosszabb ciklusidő jobb, ha van is forgalmi igény kiszolgál.
- Ugyanakkor torlódott hálózaton a hosszabb ciklus idő már nem hasznos, mert nem tudnak hova kihaladni a kocsik.  
→ Jobb a rövidebb, ami kicsit fellazítja és dinamikusabbá teszi a forgalmat.
- Vidéki városokban jellemző a hosszabb ciklus idő, de kezdenek a rövidebbre áttérni.
- Budapesten rövidebb a jellemző, leginkább a 90 mp-es!



# Fix / forgalomfüggő jelzőlámpás forgalomirányítás

- Fix programos vezérlés (ez még nem irányítás – nincs „feedback”):
  - Előre eltárolt, rögzített ciklus- és fázisidejű programok felhasználásával történik a forgalomirányítás mértékadó forgalomnagyság alapján.
  - Rugalmasabbá tehető, ha a berendezés napszakonként más-más fix programot futtat egy előre meghatározott időterv szerint.
- Forgalomfüggő irányítás:
  - Járműérzékelők mérésén alapul.
  - A program függ az aktuális forgalmi állapottól.
  - Széles skálán mozognak az egyszerű detektorbejelentkezéssel a teljesen online programalkotó rendszerekig.





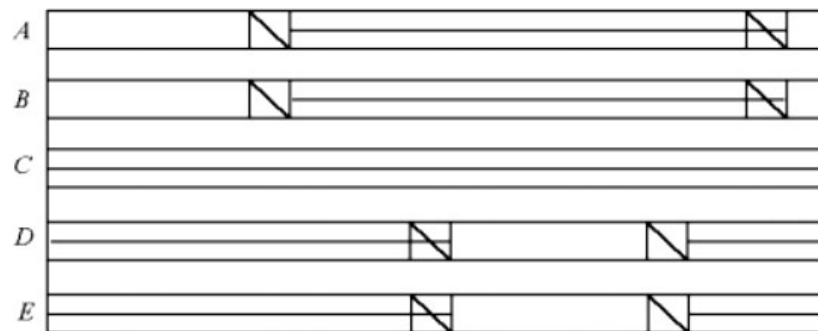
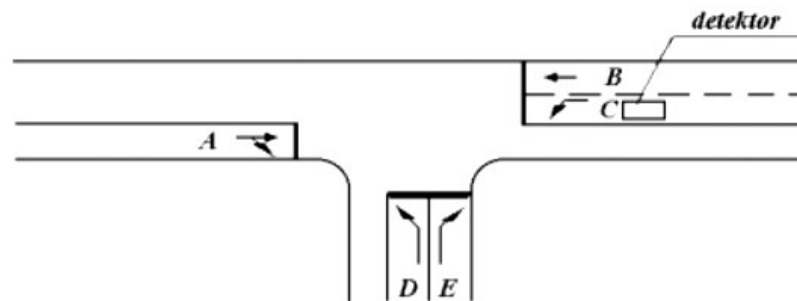
# Betétprogram - egyszerű példával szemlélítve

---

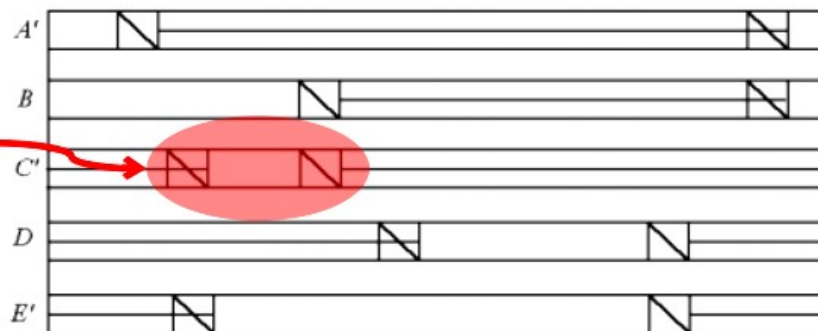
- A forgalomfüggő program egyik (egyszerűbb) megvalósítási formája a betétprogram (betétfázis) alkalmazása.
- Példa: a táblára rajzolva egy balra kanyarodó betétfázis!...



# Egy kicsit összetettebb betétprogram



*alaprogram*



betétfázis

*betétprogram*



# Stoppon a fázistervben

- Stoppon: fázis nyújtás/rövidítés, programváltás
- Példa programváltási pontra fázistervben:

Jelzőcsoport														Zöld idő (sec)	Kap. (E/ó)
Szám	Neve	Irány	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110		
1		→	3			41								38	912
2		→	3			41								38	912
3		↕				48	55							7	168
4		↗						61	71					10	480
5		↕				48			69					21	
6		↕				48			69					21	
7		←	3			40								37	
8		←	3			40								37	
9		↕	1			46								30	
10		↕	1			46								30	
Tárgy:			BUDAPEST XVI. ker. Csömöri út - János utca csp.										VILATI-SBH 1103.Budapest, Gyömrői út 120.		
			Fázisterv										Tervszám: 7509.410		
Prog.szám:	Prog.neve:	P =	sec	Be:	Ki:	Prog.váltás:	Rajzszám:								
2		75				10	K-2						6		



# KÖSZÖNJÜK A FIGYELMET!

Dr. Varga István



[www.traffic.bme.hu](http://www.traffic.bme.hu)



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM**  
**KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI ÉS JÁRMŰMÉRNÖKI KAR**