



BME KÖZLEKEDÉSÜZEMI ÉS KÖZLEKEDÉSGAZDASÁGI TANSZÉK

Közlekedési Technika A

felkészülési segédlet a Közlekedési rendszerek témakörhöz

Dr. Mándoki Péter: Közlekedés és társadalom c. jegyzete alapján
összeállította: Soltész Tamás

2018.

Tartalom

1. A közlekedési rendszerek általános jellemzői	4
1.1. A közlekedés szükségessége, összetevői.....	4
1.2. Közlekedési rendszerek csoportosítása.....	4
1.3. Közlekedési ágazatok.....	6
1.4. A közlekedés technikai rendszerei.....	7
1.4.1. Közlekedési pályák.....	7
1.4.2. A járművek.....	8
1.4.3. Az energiaellátás, hajtási rendszerek	9
1.4.4. A kiszolgáló létesítmények	10
1.5. A közlekedési ágazatok összehasonlító értékelése	11
1.6. A közlekedési rendszer mennyiségi jellemzése	12
1.6.1. Szállítási jellemzők.....	12
1.6.2. Sebesség.....	13
1.6.3. Területigény.....	13
2. A közúti közlekedési fő jellemzői.....	14
2.1. Útvonalak (kiegészítés).....	14
2.2. Csomópontok.....	16
2.2.1. A körforgalmú csomópont.....	19
2.2.2. Jelzőlámpás irányítású csomópont.....	22
2.2.3. Különszintű csomópontok.....	25
3. A városi közlekedés fő jellemzői.....	27
3.1. A városi közlekedés általános jellemzői.....	27
3.1.1. A városi közlekedés jelentősége.....	27
3.1.2. Különböző közlekedési rendszerek összehasonlítása	27
3.1.3. A városi közlekedés jellemzői.....	27
3.2. A leggyakoribb városi közlekedési eszközök.....	28
3.2.1. A városi közlekedési eszközök csoportosítása és értékelése	28
3.2.2. Városi autóbuszok	28
3.2.3. Trolibuszok	29
3.2.4. Villamosok	29
3.2.5. Elővárosi gyorsvasutak	30
3.2.6. Metró (gyorsvasút).....	31
3.3. Az egyes eszközök szerepe a városi közlekedési rendszerben	31
3.3.1. A városi közlekedési eszközök teljesítőképessége	31
3.3.2. A városi közlekedés költségei.....	32
3.3.3. Az egyes közlekedési eszközök alkalmazási területe a fajlagos üzemköltségük alapján. 33	
3.3.4. A városi közlekedési eszközök megválasztásának szempontjai	33
3.4. Interoperabilitás a városi közlekedésben.....	34
3.4.1. Az interoperabilitás fogalma	34
3.4.2. Példák az interoperabilitásra.....	35

4. Forgalmi modellezés, szimuláció	37
4.1. A forgalmi modellezés célja	37
4.2. A Forgalmi modellezés szintjei.....	38
4.2.1. A makro szintű forgalmi modell	38
4.2.2. A mezo szintű forgalmi modell	41
4.2.3. A mikro szintű forgalmi modell	41
4.2.4. Szimulációs szoftverek, cégek	42
5. A közlekedés – környezet konfliktusrendszere.....	43
5.1. Környezeti hatások.....	43
5.1.1. Áttekintés	43
5.1.2. Lokálisan	44
5.1.3. Regionális szinten	44
5.1.4. Globálisan	44
5.2. Környezeti hatékonyság.....	45
5.3. Környezeti hatótényezők.....	48
5.3.1. Zaj	48
5.3.2. Légszennyezés	48
5.3.3. A természeti környezet, a táj zavarása.....	49
5.3.4. Városi övezetek elszigetelése	49
5.3.5. A város tér hiánya.....	49
5.3.6. A természetes láthatóság csökkenése.....	50
5.3.7. Balesetek	50
5.3.8. Háttér folyamatok járulékos hatásai	50
5.4. Fenntarthatósági megközelítések.....	50
5.4.1. Gazdasági és pénzügyi fenntarthatóság.....	52
5.4.2. Környezeti és ökológiai fenntarthatóság.....	52
5.4.3. Társadalmi és elosztási fenntarthatóság.....	53
5.5. A fenntartható fejlődés érdekében hozható forgalomtechnikai intézkedések.....	53
5.5.1. A fenntartható városi közlekedés eszközrendszere	54
5.5.2. Területi forgalomcsillapítás	54
5.5.3. Vonalis forgalomcsillapítás	55
5.5.4. A parkolás-szabályozás	57
5.5.5. Útdíj, zónadíj.....	58
5.5.6. Kerékpáros közlekedés	58
5.5.7. A forgalomcsillapítás előnyeinek összefoglalása.....	60
6. Irodalom	62

1. A közlekedési rendszerek általános jellemzői

A közlekedési rendszer hivatott – mindenkor és mindenütt – a személy és áruszállítási igények teljesítőképes, biztonságos, környezetkímélő, erőforrás-takarékos és gazdaságos lebonyolítására. A közlekedés kiemelt jelentőséggel bír az ország társadalmi és gazdasági fejlődésében, a szomszédos országokkal fenntartott kapcsolatokban, az ország EU csatlakozásában, illetve a globalizációs folyamatok kezelésében. A közlekedéspolitikát a közlekedést szerves egységnek, azaz rendszernek tekinti, szem előtt tartva a közlekedési hálózatok hierarchiáját és működését.

1.1. A közlekedés szükségessége, összetevői

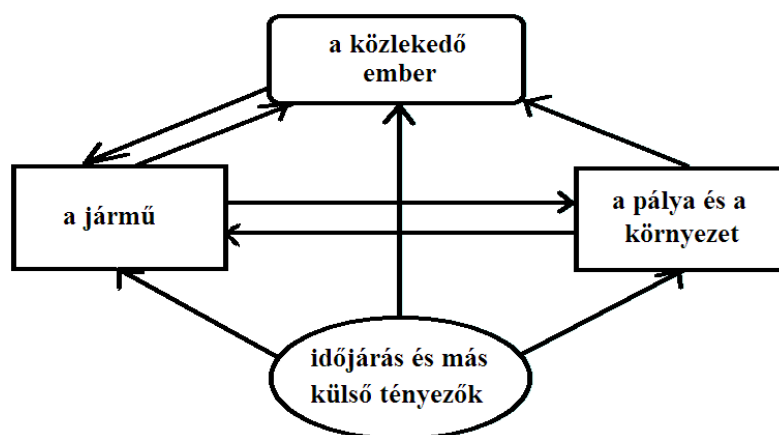
A közlekedés szükségessége:

- Lehetővé teszi a lakóhely és a munkahely elkülönülését,
- Kielégíti a termelés, elosztás és fogyasztás szállítási, utazási igényeit,
- Elősegíti a szabadidő felhasználását.

A közlekedés összetevői:

Hagyományos felosztás:

- Pálya
- Jármű
- Ember
- Környezet
- (Irányítási rendszer)



1. ábra: A közlekedés összetevői közötti kapcsolat

1.2. Közlekedési rendszerek csoportosítása

Szervezési forma szempontjából azok a rendszerek tekinthetők közforgalmúak, amelyek meghatározott:

- időben,
- helyen,
- díjért,
- körülmények között

mindenki számára igénybe vehető szolgáltatást nyújtanak.

Rugalmas közforgalmú közlekedési rendszerek (a rugalmasság a lista vége felé nő):



- Rugalmas busz útvonal,
- Hívható buszrendszerek,
- Speciális közlekedési szolgáltatás (idősek, mozgássérültek),
- Győjtőtaxi,
- Car-sharing.

A szállítás tárgya:	Szervezési forma:	Helyváltoztatási cél/uticél:
Közlekedési/szállító eszközök: – gyalog – kerékpár – motorkerékpár – személygépkocsi (vezető) – személygépkocsi (utas) – egyéb gépjármű – taxi – autóbusz – trolibusz – villamos – városi vasút – földalatti vasút – elővárosi vasút – távolsági vasút – hajó – repülőgép – lift – mozgólépcső – mozgójárda – kötélvasut – hegyivasut	Közlekedési pálya: – közúti – vasúti – vízi – légi – vezeték – csővezeték – szállítózsalag – mozgójárda	– lakóhely – hivatás (munka, iskola) – szolgálati tevékenység – képzés – bevásárlás/ellátás – szolgáltatás – szabadidő – pihenés – gazdaság
	Mozgási folyamat: – mozgó forgalom – álló forgalom	
	Távolsági tartomány: – rövid távú (helyi) – közepes távú (regionális) – távolsági (helyközi)	
	Települési vonatkozás – belső forgalom – induló- és célforgalom – átmenő forgalom	

1. táblázat: A közlekedési rendszerek csoportosítása

		Szervezési forma	
		Egyéni	Közforgalmú (közösségi, tömeg)
Közlekedési pálya	Vasúti		Távolsági vasút Gyorsvasút Földalatti vasút Városi vasút
	Közúti	Gyalog Kerékpár Motorkerékpár Személygépkocsi ...	Villamos Autóbusz Taxi ...

		Távolsági tartomány	
		Helyi közlekedés	Távolsági
Rendszer elterjedtsége	Gyakori	Gyalog Kerékpár Motorkerékpár Személygépkocsi Taxi Autóbusz, trolibusz Villamos Városi vasút Földalatti vasút Elővárosi vasút Regionális vasút Mozgójárda Mozgólépcső	Személygépkocsi Távolsági autóbusz Távolsági vasút Hajó Repülő
	Ritka	Személygépkocsi szövetség Hívó busz Dual busz Libegő Mágnesvasút Magasvasút	Mágnesvasút Szárnyashajó

2. táblázat: A közlekedési rendszer csoportok átfedései (példák)

1.3. Közlekedési alágazatok

A közlekedés módjai szerint a következő alágazatok különböztethetők meg:

- közúti közlekedés,
- vasúti közlekedés,
- vízi közlekedés,
- légi közlekedés,



- városi közlekedés,
- csővezetékes szállítás,
- hírközlés és informatika.

A négy fő ágazat felsorolásán túlmenően a városi közlekedés, a csővezetékes szállítás, a hírközlés és informatika külön ágazatként való megjelenítése igényel további magyarázatot.

A városi közlekedés területén elsősorban a közúti és a vasúti közlekedés pályái és járművei jelennek meg, de sok esetben speciális formában (közúti villamos, elővárosi gyorsvasút, trolibusz, metró, mozgólépcsők, stb.). Ezeknek a rendszereknek az irányítása, forgalomszervezése és üzemeltetése jelentősen eltér a hagyományos értelemben vett közúti és vasúti közlekedéstől.

A csővezetékes szállítás árumozgatást végez alapanyag (kőolaj, földgáz) és késztermék (kerozin, benzin, dízelolaj stb.) továbbító vezetékein. Pont-pont közötti kapcsolatot alakít ki, bizonyos termékkörre korlátozódik, speciális berendezéseket és irányítási rendszert igényel.

A hírközlési és informatikai szolgáltatások azon elv alapján sorolhatók a közlekedés szférájába, hogy közlekedési igényeket mérsékelnek, nincs szükség a személyek, esetenként az áruk helyváltoztatására.

1.4. A közlekedés technikai rendszerei

A közlekedés fő technikai rendszerei:

- a pályák,
- a járművek,
- az energiaellátási és hajtási rendszerek,
- a kiszolgáló létesítmények.

1.4.1. Közlekedési pályák

A közlekedési pálya a térnek részben, vagy egészben lehatárolt része, ahol a helyváltoztatás végbemegy. A közlekedési pályák természetes eredetűek, vagy mesterségesen kialakítottak lehetnek.

Természetes pályát jelentenek a folyók, a tavak, a tengerek és a légtér, de ezek is rendelkeznek technikai elemekkel, amelyek az útvonal kitűzését, a járművek irányítását szolgálják.

Természetes pályák:

- belvízi
 - a hajózható folyamok és csatornák,
 - a tavi útvonalak,
- tengeri
 - a tengeri hajóútvonalak,
 - a tengeri csatornák.

Mesterséges pályák

- a vasutak,
- a közutak,
- a drótkötélpályák,
- és a csővezetékek.

Járművek mozgatásának szabadságfoka alapján

- kényszerpályás,
- részben kötöttpályás,



- kötetlen pályás

közlekedést különböztetünk meg.

Kényszerpályás a vasúti közlekedés, mivel a járművek csak a pálya hossz tengelyének irányában mozoghatnak.

Részben kötöttpályás a közúti és a vízi közlekedés, mivel a felszínen kisebb, vagy nagyobb mértékben lehetőség van a pálya hossz tengelyétől eltérő mozgásra.

Kötetlen pályás a légi közlekedés, mivel a járművek három dimenzióban szabadon mozoghatnak, de a szervezett légi közlekedésben a kitűzött repülési útvonalakat be kell tartani és ezek a követelmények sok esetben szigorúbbak, mint a kötöttpályás vasúti közlekedésé.

1.4.2. A járművek

A járművek a közlekedés helyváltoztatásra szolgáló eszközei, melyek funkciójuk alapján:

- személyszállító,
- áruszállító,
- vontató,
- és különleges rendeltetésű
- járművek lehetnek.

A *személyszállító járművek* az utasok befogadására szolgálnak a helyváltoztatás időtartamára.

Az *áruszállító járművek* a szállítás során az áruk tárolására, esetenként további szolgáltatások elvégzésére alkalmasak (pl. állatok etetése, hűtés, stb.).

A *vontató járművek* az önálló hajtóberendezés nélküli személy- és áruszállító járművek továbbítását végzik. A szárazföldi- és a vízi közlekedésben egyaránt léteznek olyan járművek, melyek az utasok és áruk szállítására és vontatásra is alkalmasak (pl. vasúti motorkocsi, személyhajó, önjáró uszály).

A *különleges rendeltetésű járművek* speciális feladatokat látnak el, melyek nagyrészt a közlekedési főtevékenység kiszolgálásához kapcsolódnak (közúti és vasúti darus kocsik, pályaépítő gépláncok, közúti- és vasúti segélykocsik, felsővezeték szerelő járművek stb. (2. ábra).



2. ábra: Speciális felsővezeték-szerelő jármű

A járművek kialakításuk szerint lehetnek:

- vasúti,
- közúti,
- vízi,
- és légi járművek.

A *vasúti járművek* osztályozhatók, mint:

- személykocsik,
- teherkocsik,
- motorkocsik,
- motorvonatok,
- mozdonyok,
- városi közlekedés területén
- metrók,
- közúti vasutak,
- és elővárosi gyorsvasutak.

A *gépjárművek* főbb csoportjai:

- a személykocsik,
- a motorkerékpárok,
- az autóbuszok,
- trolibuszok,
- és a tehergépkocsik.

A gépjárműveken túlmenően a közúti járművek csoportjába tartoznak még a fogatolt járművek és a kerékpárok.

A *vízi járművek* osztályozhatók, mint:

- belvízi hajók
 - személyhajók,
 - áruszállító hajók,
 - vontató- és tolóhajók,
- tengeri hajók
 - személyhajók,
 - áruszállító hajók,

A *légi járművek*:

- repülőgépek,
- helikopterek,
- léghajók,
- léggömbök

lehetnek.

1.4.3. Az energiaellátás, hajtási rendszerek

A járművek mozgatásához le kell győzni a mozgással szemben fellépő, az adott ágazatra és járműtípusra jellemző ellenállásokat, továbbá biztosítani kell a kívánt sebesség eléréséhez szükséges



gyorsító erőt és a célul kitűzött utazási árutovábbítási sebesség biztosításához szükséges járműtovábbítási energiát.

Az energiaforrások *megújuló és fogyó természetes energiaforrások* lehetnek. Megújuló források a vízi- és szélenergia, fogyó források a szilárd, folyékony és gáznemű üzemanyagok és a hasadó anyagok.

A járművek hajtási rendszere erőgépből és erőátviteli berendezésből épül fel. A leggyakrabban alkalmazott erőforrások a belsőégésű motorok, villamos motorok és gázturbinák. Az erőátviteli rendszer feladata, hogy a motor teljesítményét a jármű típusától függően vonó- vagy tolóerővé alakítsa át.

Egyes járművek nem rendelkeznek saját erőgéppel, hanem villamos felsővezetékéből veszik át a szükséges teljesítményt (vasút, közúti vasút, metró stb.).

1.4.4. A kiszolgáló létesítmények

A közlekedési ágazatok kiszolgáló létesítményei:

- az utas- és áruáramlatok megjelenési pontjai az állomások, pályaudvarok, megállóhelyek, kikötők, repülőterek,
- az utasszállító járművek karbantartását, takarítását, vízzel, élelemmel való feltöltését végző üzemi pályaudvarok (3. ábra),
- a közúti járművek üzemanyag-ellátását, gyors szervizét ellátó létesítmények,
- a járművek karbantartására és tárolására szolgáló épületek,
- a járműjavító műhelyek,
- az üzemeltetéshez szükséges anyagok tárolására szolgáló raktárak,
- az igazgatási épületek,
- és a szociális célú épületek.



3. ábra: A hamburg-eidelstedti IC üzemi pályaudvar járműcsarnokának munkaszintjei

1.5. A közlekedési ágazatok összehasonlító értékelése

A közlekedési ágazatok értékelését összevont formában célszerű elvégezni azért, hogy az egyes ágazatok bemutatásánál ne kerüljön sor ismétlésekre.

A továbbiakban az egyes ágazatok előnyei és hátrányai kerülnek bemutatásra, hosszútávon, az EU közlekedéspolitikájának figyelembevételével.

Vasúti közlekedés	
Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> – nagylétszámú, kis- és nagytávolságú személyszállítás a hivatás-, a távolsági és a nemzetközi forgalomban – nagytömegű közép- és nagytávolságú áruszállítás – alacsony fajlagos energiaigény – teljesítőképes, gazdaságos és környezetbarátabb üzem – átrakás nélküli iparvágány forgalom – magas üzemi biztonság – a vasút kombinált áruszállítás fő hordozója 	<ul style="list-style-type: none"> – alacsony szolgáltatási színvonal úgy a személy-, mint az áruszállításban, melynek növelése csak hosszabb távon jelentős beruházásokkal lehetséges – hatóságilag szabályozott díjszabás, korlátozott versenyképesség – iparvágányok nélkül gyűjtő és terítőfuvarozás szükséges – nagy az infrastruktúra igény, ami nem mindig használható ki – az alacsony informatikai szint a személy- és áruszállításban nem teszi lehetővé a szolgáltatások minőségének emelését – a technikai és a technológiai színvonal elmaradott, és ez csak jelentős élőköltség ráfordítással pótolható
Közúti közlekedés	
Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> – kis létszámú kis és közepes távolságú személyszállítás – kis tömegű kis és közepes távolságú áruszállítás – rugalmas tarifapolitika, versenyképesség – magas szolgáltatási minőség – terítő- és gyűjtőforgalom a kereskedelmi-, szolgáltatási szférában – ráhordó és elszállító szerepkör más ágazatokhoz kapcsolódva (vasút, légi közlekedés) – jelentős részesedés az üzemi szállításokban, a szállítási célpontok jó megközelítése – az igényekhez igazodva sokféle típusú és teherbírású jármű 	<ul style="list-style-type: none"> – magas környezetszennyezés – nagy a fajlagos energiafelhasználás – kedvezőtlen a rakott- és az üresfutás aránya – alacsony biztonsági szint – a kimerülő útpálya kapacitások csak jelentős beruházások révén növelhetők

Vízi közlekedés	
Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> - a vízi utakon jelentős szabad kapacitások állnak rendelkezésre - alacsony tarifaszint - kis fajlagos energiafelhasználás - magas biztonság 	<ul style="list-style-type: none"> - a vízi utak és a kikötők meghatározzák a hajózás mozgásterét - alacsony a rendelkezésre állás (vízszint, fagy) - átrakási kényszerek a fuvarozás közbeni vízszintváltozásnál - ráhordó és elszállító szállítás szükséges
Légi közlekedés	
Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> - nagytávolságú nemzetközi és interkontinentális személyszállítás - hosszabb útvonalakon gyors utazási sebesség - rövid eljutási idő - magas szolgáltatási színvonal 	<ul style="list-style-type: none"> - környezetszennyezés a repülőterek esetében (zajhatások) - jelentős fajlagos üzemanyag felhasználás - fokozott érzékenység a szélsőséges időjárásra

3. táblázat: A közlekedési ágazatok előnyei, hátrányai

Iparvágány új meghatározás szerint saját célú vasúti pálya egy üzem, vagy raktár, stb. vasúti kapcsolatát biztosítja a közforgalmú vasúttal. Lehet egyetlen vágány, de több kilométeres telephelyi vasúthálózatok is üzemelnek. Amennyiben a vasúti szállítás iparvágány-iparvágány kapcsolatban valósul meg, elmaradnak a vasútállomásra történő fel- és elfuvarozási feladatok és az ehhez kapcsolódó rakodások.

1.6. A közlekedési rendszer mennyiségi jellemzése

1.6.1. Szállítási jellemzők

Az egyes mutatószámok általában

- valamilyen mennyiség (pl. fő, jármű, tengely...) és
- egy időegység (óra, nap stb.)

hányadosaként írhatók le, pl. utas/nap, jármű/óra. Ezek megadhatók irányonként vagy a két irányra együttesen.

A szállítási jellemzők különböző hálózati elemekre vonatkozhatnak:

- Keresztmetszeti forgalomnagyság
- Csomóponti forgalmak
- Célforgalmak (forgalomáramlási mátrix)
- Szállítási teljesítmény (utas, utaskm; át, átkm)

A közlekedési rendszerek mennyiségi jellemzése:

- Kínálati oldal: kapacitás, teljesítőképesség;
- Keresleti oldal: igénybevétel, forgalomnagyság;
- Kereslet – kínálat viszonya: kihasználtság.

Alapfogalmak a személyszállításban:



- Kínálat:
 - *Járat*: egy járműegység egy alkalommal megtett útja (meghirdetett időben, útvonalon), pl. a 19-es villamos 8:30-as indulása Óbuda felé, KLM 1977-es járata;
 - *Viszonylat*: adott útvonalon, adott végállomások között (és azonos megállási renddel) közlekedő járatok összessége (de a két irányt azonos viszonylatnak tekintjük), pl. 133-as busz, 6-os villamos;
 - *Vonal*: a pályahálózat egy adott szakasza (melyet több viszonylat is érinthet; elsősorban kötőpályánál van értelme), pl. kiskörúti villamosvonal.

Az egyes közlekedési alágazatokban a fenti fogalmaknak általában más-más elnevezése terjedt el, ugyanakkor a közbeszédben ezeket sokszor tévesen használják (4. táblázat).

Közút	Vasút	Városi	Légi	Vízi
járat	vonat	indulás / menet	járat	járat
viszonylat (vonal)	-	viszonylat (járat)	desztináció	útvonal
-	vonal	vonal	-	-

4. táblázat: A kínálat alapfogalmaira vonatkozó szóhasználat az egyes alágazatokban

- Kereslet:
 - *Személy*: egy konkrét résztvevő a közlekedésben;
 - *Utazás*: egy konkrét, adott kiindulási és célpont közötti (A – B) helyváltoztatás;
 - *Utazó*: egy adott jármű egy felszállója.

Egy személy egy nap általában legalább két utazást végez (pl. munkába/iskolába, majd onnan haza), és egy utazáson belül is többször lesz utazó (pl. ha kétszer száll át, akkor három jármű utazója is lesz).

1.6.2. Sebesség

- Menetsebesség (mozgásban töltött időre) – pálya-jármű határozza meg
- Utazási sebesség (járművön töltött időre)
- Helyváltoztatási (eljutási) sebesség:
 - Rágyaloglás
 - Várakozás
 - Átgyaloglás
 - Elgyaloglás

1.6.3. Területigény

50 km/h-nál egy fő elszállításához, a pályát + pálya létesítményeit + üzemi létesítményeket figyelembe véve ekkora terület szükséges:

- Villamos: 7,7 m²
- Autóbusz: 10,84 m²
- Szgk: 86 m²

2. A közúti közlekedési fő jellemzői

2.1. Útvonalak (kiegészítés)

Az egyes területek szerepkörének, funkciójának eltérő volta miatt jön létre a közúti közlekedési hálózat, mely vonalrendszer mennyiségi és minőségi paramétereit alapvetően a településrendszer, a technika, a társadalom és a földrajzi tényezők határozzák meg. A közúti közlekedés szó szerinti alapja a közúthálózat, melynek használatával jutnak el az emberek és az áruk céljukhoz. A járművek és a közutak tervezése összhangban kell történjen, fontos egymás igényeinek kielégítése.

A területrendezési tervekben figyelemmel kell lenni a kiszorgálandó terület igényeire, a védett térségekre vonatkozó szabályozásokra, a környezetvédelmi elvárásokra, az akadálymentességi követelményekre és a vonatkozó útügyi műszaki előírásokra.

A közlekedési hálózat területigényes, a település területének mintegy 5 %-át az álló forgalom (parkolás), 15 %-át, pedig a mozgó forgalom veszi igénybe. a közlekedési teljesítmény és a hálózat sűrűsége között ellentmondás van, mert a teljesítmény csökkentése érdekében növelni szükséges az útfelületek nagyságát, tehát fontos szempont az optimum megtalálása. Jellemzésére leggyakrabban a fajlagos hálózatsűrűséget alkalmazzák, pl. a következő mértékegységekkel: km/km², km/1000 lakos, km/utaskm.

Az útvonalak az adott térség szerkezetének kialakításában jelentős szerepet töltenek be, továbbá a megvalósításuk komoly tőkebefektetést igényel, ezért hosszú távra célszerű tervezni. Adott esetben ütemezetten szükséges megvalósítani a beruházást.

A kialakítható haladási sebesség és az útvonal környezete alapján az Európai Unió elvárásnak is megfelelően a műszaki előírás belterületi és külterületi közutakat különböztet meg. Az 5. táblázat a külterületi, a 6. táblázat a belterületi közutak tervezési sebességét tartalmazza, a környezeti körülmények függvényében 8 tervezési osztályba sorolva.

A környezeti körülmények meghatározása:

Külterületi közutak esetén a környezeti körülményeket három kategóriába sorolják be:

„A” jelű környezet

- síkvidék, természeti és/vagy épített környezet korlátozások nélkül.

„B” jelű környezet

- dombvidék, természeti és /vagy épített környezet korlátozások nélkül,
- síkvidék oly mértékű természeti és/vagy épített korlátozásokkal, amelyek még lehetővé teszik a „B” kategóriához előírt tervezési sebességekhez kapcsolt paraméterek gazdaságos alkalmazását.

„C” jelű környezet

- hegyvidék,
- sík- és dombvidék oly mértékű természeti és/vagy épített korlátozásokkal, amelyek csak a hegyvidéki tervezési paraméterek alkalmazását teszik lehetővé.

Külterületi közutak		Tervezési osztály jele	Környezeti körülmény	Tervezési sebesség [km/h]
Gyorsforgalmi utak	Autópálya	K. I.	A	130
			B, C	110
	Autóút	K. II.	A	110
			B, C	90
Főutak	I. rendű főút	K. III.	A, B	90
			C	80
	II. rendű főút	K. IV.	A	90
			B	70
C			60	
Mellékutak	Összekötő út , bekötő út, állomás-hoz, révhez, repülő-térhez vezető út	K. V.	A	90
			B	70
			C	50
Egyéb közút	Pl. mezőgazdasági út, szervízút stb.	K. VI.	Hálózati szerep szerint	60
				50
				30
	Kerékpárút	K. VII.	ÚT 2-1.203 szerint	
Gyalogút	K. VIII.			

5. táblázat: A külterületi közutak tervezési osztályai

Belterületen a környezeti körülményeket négy csoportba kell beosztani:

„A” jelű környezet

- beépítetlen, vagy lazán beépített terület,
- nem érzékeny környezet.

„B” jelű környezet

- beépítetlen, vagy lazán beépített terület,
- érzékeny környezet.

„C” jelű környezet

- sűrűn beépített terület,
- nem érzékeny környezet.

„D” jelű környezet

- sűrűn beépített terület,
- érzékeny környezet.

A topográfiai adottságokat belterületen a környezeti körülményeket módosító tényezőként az alábbiak szerint kell figyelembe venni:

Főutaknál

- dombvidéken a „B” jelű környezeti körülmény,
- hegyvidéken a „C” jelű környezeti körülmény.

Mellékutaknál

- dombvidéken a „C” jelű környezeti körülmény,
- hegyvidéken a „D” jelű környezeti körülmény.



Belterületi közutak		Tervezési osztály jele	Hálózati funkció	Környezeti körülmény	Tervezési sebesség [km/h]
Gyorsforgalmi utak	Autópálya	B.I.		A	110
	Autóút	B.II.		B, C	90
Főutak	I. rendű főút	B.III.	a	A	80
				B	70
			b	C	60
				D	40
	II. rendű főút	B.IV.	c	A	60
				B	50
			d	C	40
				D	40 - 30
Mellékutak	Gyűjtő út	B.V.	d	A, B	40
	Lakóút, kiszolgáló út, vegyes használatú út	B.VI.		C	30
	Kerékpárút	B. VII.		D	-
	Gyalogút	B. VIII.		ÚT 2-1.203 szerint	

6. táblázat: A belterületi közutak tervezési osztályai

A belterületi közutak hálózati funkciói:

- Az „a” hálózati funkciójú közutak meghatározó településszerkezeti elemek, melyek kialakításánál a kapcsolati funkciót (az átmenő forgalom biztosítását) előnyben kell részesíteni a feltáró és kiszolgáló funkcióval szemben.
- A „b” hálózati funkciójú közutak jelentős településszerkezeti elemek, melyek kialakításánál a kapcsolati funkció előnyben részesítése mellett a feltáró funkció is megjelenik.
- A „c” hálózati funkciójú közutak az érintett területen belüli, lokális területszerkezeti elemek, amelyeknél a feltáró és kiszolgáló funkció közötti helyes arány kialakítására szükséges törekedni, a kapcsolati feladat korlátozásával.
- A „d” hálózati funkciójú közutak a területszerkezet szempontjából nem jelentős közúthálózati elemek, melyek kialakításánál a kiszolgáló feladat biztosítása mellett a feltáró funkciót szabályozni, a kapcsolati funkciót tiltani kell.

A külterületi közutak *tervezési sebességét* az egyes tervezési osztályokban a környezeti körülményekre – belterületi közutakon a hálózati funkcióra is – figyelemmel kell meghatározni. A tervezési sebességből következnek az adott út műszaki jellemzőinek szélső értékei.

A település és az országos közúthálózat kapcsolata akkor ideális, ha azok a járművek – és csupán a szükséges mértékben – terhelik a települést, amelyeknek ez a célja. A többi jármű gazdaságos távolságban elkerüli a települést. A kapcsolat folyamatosan változik, függ a település fejlődésétől, a motorizáció alakulásától és a környezetvédelem fontosságának erősödésétől.

2.2. Csomópontok

A közúthálózat alapvetően nyílt útszakaszokból, és ezek találkozási pontjaiból, a csomópontokból áll. Az utak közötti kapcsolatot lehetővé tevő területeken nagyobb valószínűséggel találkozhatnak a különböző irányokból érkező járművek, ezért fokozott figyelmet szükséges fordítani a nem kívánt



találkozások elkerülésére. Ennek biztosítására kézenfekvő megoldás lenne a mindenkori térbeli szétválasztás, ami azonban súlyos anyagi, terület-felhasználási és településen belül városképi nehézségeket támasztana.

A közúti csomópontoknak számos hátránya van. Gyakran akadályozza a forgalmat, sebességcsökkentést okoz, esetenként megállásra kényszerülnek a járművek, a gyalogosok. A hálózat esetenkénti szűk keresztmetszetén való áthaladás idővesztéseget eredményez. A fokozott balesetveszély mellett a környezet jelentősebb levegő- és zajszennyezésével is kell számolni. A többlet terhelést két körülmény magyarázza: egyrészt a két (esetleg több) út találkozása az utak együttes forgalmát eredményezi, másrészt a csomópontban gyakoribb a megállás, járó motorral való várakozás, továbbá az elindulás erőltetett motorral.

A csomópontok típusának kiválasztása, kialakítása és elhelyezése függ a csomópontban találkozó utak hálózati szerepkörétől és osztályba sorolásától, a csomópont várható forgalmától és annak összetételétől, a terület- és település-szerkezeti adottságoktól és a csomópont környezeti körülményeitől, a közlekedésbiztonsági követelményektől, valamint a gazdasági szempontoktól is. A csomópontok forgalmi és geometriai tervezését úgy kell elvégezni, hogy az összhangban legyen:

- a település- és területrendezési tervekkel,
- az érintett úthálózat szerkezetével és az utak funkciójával,
- a közlekedők és a környezetben élők biztonsági érdekeivel, az akadálymentes használhatósággal,
- a környező terület jellegével, annak környezeti igényeivel.

A csomópontok típusát és helyigényét a közúthálózat-fejlesztési tervekkel összhangban, a nagy távlatban várható mértékadó forgalom figyelembevételével kell megtervezni. A közúti csomópont forgalmi méretezését úgy kell elvégezni, hogy az a mértékadó forgalmat a megfelelő szolgáltatási színvonalon – minden ütemben – le tudja vezetni.

A forgalomszabályozásnak és a geometriai kialakításnak összhangban kell lennie.

A csomópontok elhelyezése és kialakítása tegyen eleget a forgalombiztonsági követelményeknek, azaz legyen biztosított a felismerhetőség (észlelhetőség), az áttekinthetőség, a felfoghatóság, a jelezhetőség és a járhatóság.

Az áthaladási elsőbbség kijelölésénél a hálózati hierarchiát kell alapul venni. Azonos hálózati szerepkör esetén a nagyobb forgalmú utak, ha a forgalomnagyság is azonos, akkor a távolsági forgalmat vivő közutak, illetve a közforgalmú közlekedés járművei kapjanak a csomópontban elsőbbségi jogot. Az elsőbbségi jogot – bármelyik elv is érvényesül – geometriailag is ki kell fejezni azért, hogy a pszichológiai előnyérzet a tényleges jogi előnnyel egybeessen.

Közlekedésbiztonsági szempontból előnyös, ha az adott útvonalon az elsőbbségi jog és a forgalom függvényében hasonló típusú csomópontok létesülnek. Ezt a hálózati elvet a csomóponttípusok kiválasztásánál számításba kell venni.

Az optimális építési, fenntartási és üzemeltetési követelményekre is tekintettel kell lenni (gépesíthető építés, hóeltakarítás, víztelenítés stb.).

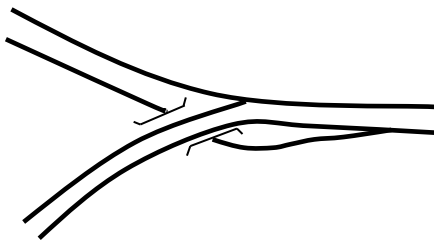
A csomópontok egymástól való távolságát több tényező befolyásolja (az út osztályba sorolása, a területfeltárás, az úthálózati kapcsolatok, a biztonságos járműmozgás, az átmenő főút zavartalan forgalomlebonnyolódása, a csomópont jelezhetősége stb.). A ritkán kialakított csomópont hátráltatja a

térség megfelelő ellátását, többlet utak megtételét eredményezi; a sűrűn megépített csomópontok csökkenthetik a haladási sebességet, ezért növelhetik az eljutási időt és a környezet terhelését.

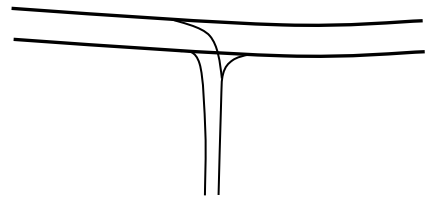
A közúti csomópontokat számos szempont alapján lehet csoportosítani. A csomóponti ágak száma alapján három kategóriát érdemes megkülönböztetni, úgymint

- háromágú,
- négyágú,
- öt-, illetve többágú csomópont.

Azonos rangú útvonalak háromágú csomópontja a *szétválás* (4. ábra), míg alacsonyabb rangú út *becsatlakozik* egy magasabb rangú útvonalba (5. ábra).



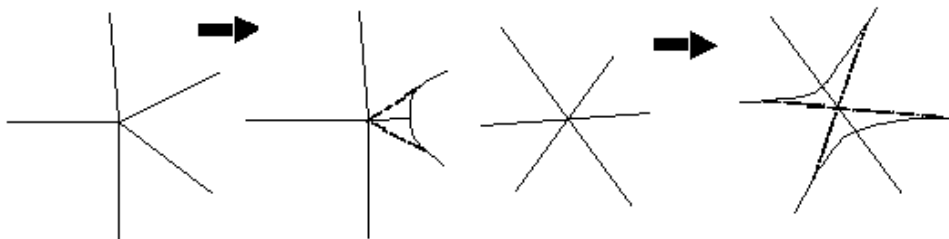
4. ábra: Két út szétválása



5. ábra: Becsatlakozás

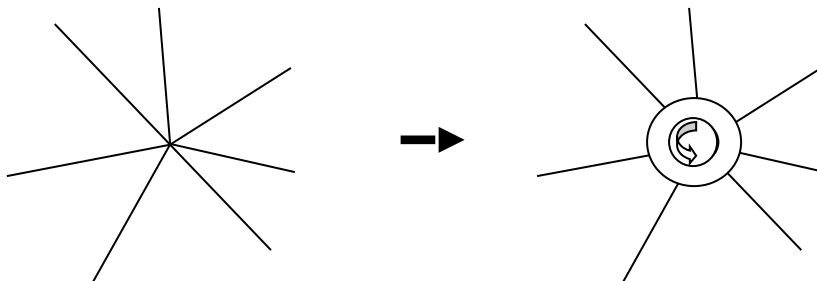
Városi főútvonalak leggyakrabban alkalmazott csomóponttípusa négyágú, mivel a közlekedési hálózat kialakítása során gyakoribbak a hálózaton belüli kereszteződések, mint a szélső helyzetben megvalósítandó háromágú csomópontok.

Az öt és ennél több ágú csomópont hagyományos kialakítású létesítését lehetőség szerint kerülni célszerű. Helyette két, egymástól eltérő megoldás javasolható. Az egyik lehetőség az, hogy a többágú csomópont – amennyiben a helyszín adottságai ezt lehetővé teszi – szétbontásra kerül két kisebbre, melyre példát mutat a 6. ábra.



6. ábra: Ötágú és hatágú csomópont egyszerűsítése

A másik lehetőség annyi háromágú becsatlakozás segítségével biztosítja a csomópontban történő minden irányú tovább haladást, ahány ág találkozik. Az így kialakítandó körforgalmú csomópont is ütközhet területi problémákba. A 7. ábra egy hétágú, azonos rangú útvonalak találkozásakor kialakuló bonyolult forgalmi rendet oldja fel az óramutatóval ellentétes irányban körbe járható sziget megépítésével, vagyis a körforgalmú csomópont típus alkalmazásával.



7. ábra: Hétágú csomópont átalakítása körforgalmúvá

Másik csoportosítási szempont a csomópont irányítási módja. A dolog természeténél fogva szintbeli kereszteződésben szükséges megfelelő szabályok segítségével meghatározni az egymással konfliktusban lévő járművek áthaladási sorrendjét. Kétféle eljárás segítségével lehet ezt biztosítani. Egyrészt jogszabály, másrészt jogszabályon alapuló táblák teszik lehetővé a forgalmi helyzet tisztázását. Az ún. jobbkéz-szabály alapján történő irányítást vagy alacsony forgalmú utcák találkozásakor, vagy olyankor, amikor a szakemberek szándékosan kívánják lassítani a forgalmat adott területen, pl. baleset megelőzési szempontból. Másrészt „Elsőbbség adás kötelező”, illetve „Állj! Elsőbbség adás kötelező” jelzőtáblával lehetséges irányítani az áthaladási sorrendet. A két tábla között a járművezető számára csupán annyi a különbség, hogy az elsőnél a vezetőre van rábízva a csomópont megközelítési sebességének megtétele, és a szükség szerinti megállás. Az „Állj! Elsőbbség adás kötelező” tábla észlelésekor nincs mérlegelési lehetősége a járművezetőnek, mindenképpen meg kell állnia, vagy a burkolaton lévő helyzetjelző vonalnál, vagy olyan helyzetben, hogy a gépjármű ne zavarja a főútvonal gépkocsiforgalmát. A megállás után döntheti el, hogy mikor áll rendelkezésére elegendő hosszúságú idő a kívánt művelet elvégzésére. Ezt a táblát elsősorban olyan helyeken alkalmazzák, ahol nehezen belátható a kereszteződés, vagy egyéb okból fokozottan balesetveszélyes. Az irányítás következő fokozata a forgalomirányító jelzőlámpa alkalmazása. Amennyiben ez a berendezés működik, akkor figyelmen kívül hagyandó az áthaladási elsőbbséget jelző tábla.

További fejlesztés a fontosabb irány külön szintű átvezetése lehet.

A településeken belüli és az ezen kívül létesített csomópontok több szempontból eltérnek kialakításukban. Külterületen jellemzően magasabb tervezési sebességet vesznek figyelembe, és ez alapvetően befolyásolja az ívviszonyokat, a beláthatóságot és a sávszélességet.

2.2.1. A körforgalmú csomópont

Az 1970-es években a „forgalmi adottságai miatt rettegett csomópont”-ként emlegetett körforgalmakat sorra átalakították jelzőlámpásakká, így az országban nem üzemelt ilyen csomópont. Ez az irányítási forma 1990-ben – megváltozott céllal – került ismét alkalmazásra a kedvező nyugat-európai tapasztalatok alapján, és kezdett széles körben elterjedni. Ebből a biztonságos, környezetbarát, magas szolgáltatási szintű csomópontfajtából 2004-ben már mintegy háromszáz működik Magyarországon.



8. ábra: Körforgalmú csomópont

A körforgalmú csomópont a csatlakozó utak között középsziget köré épített egyirányú forgalmú körpályával létesít kapcsolatot (8. ábra). A körpályán haladó forgalom iránya az óramutató járásával ellentétes. A körpályába minden csomóponti ágon belépő járműnek elsőbbséget kell adni a körpályán haladó járművek részére.

Elsősorban gyorsforgalmú utakkal párhuzamos főútvonalakon, bevásárló központok vevői forgalmát kiszolgáló úthálózaton és lakóterületek elkerülését szolgáló útvonalak részeként alkalmazzák a közlekedés résztvevőinek általános megelégedésére. A körforgalmú csomópontok üzemeltetése során tapasztalható legfontosabb előnyök:

- kikényszeríti a járművek alacsonyabb sebességgel való haladását;
- kevesebb baleset történik, és a bekövetkezettek kevésbé súlyosak;
- hasznos a 30 km/h-s korlátozott sebességű övezetben;
- egyenletesebb forgalom-lebonyolódást biztosít, mérsékli az idővesztéseket;
- csökkenti a káros hatásokat;
- számos esetben nagyobb a kapacitása, mint jelzőlámpás kivitelben.
- autópálya, 2x2 forgalmi sávú keresztmetszetű út kezdő, illetve végcsomópontjaként célszerűen jelzi az irányítási mód változását;
- célszerű összehangolt jelzőlámpás forgalomirányítású csomópontok sorozata szélén, illetve ilyen útvonalak keresztezésénél;
- négynél több útvonal találkozásakor előnyös;
- új csomóponti ág bekapcsolása, vagy meglévő megszüntetése egyszerű;
- visszafordulási lehetőség van;
- azonos rangú minden betorkoló csomóponti ág, nincs kiemelt forgalmi irány (hátrány is lehet);
- egyszerűbb az irányítás, csupán kétféle tábla szükséges;
- a beruházási és üzemeltetési költségek alacsonyak;
- a városképbe jobban beilleszkedik.

A körforgalmú csomópont néhány hátránya:

- sok esetben nincs elegendő (v. megfelelő alakú) hely a kialakítására;



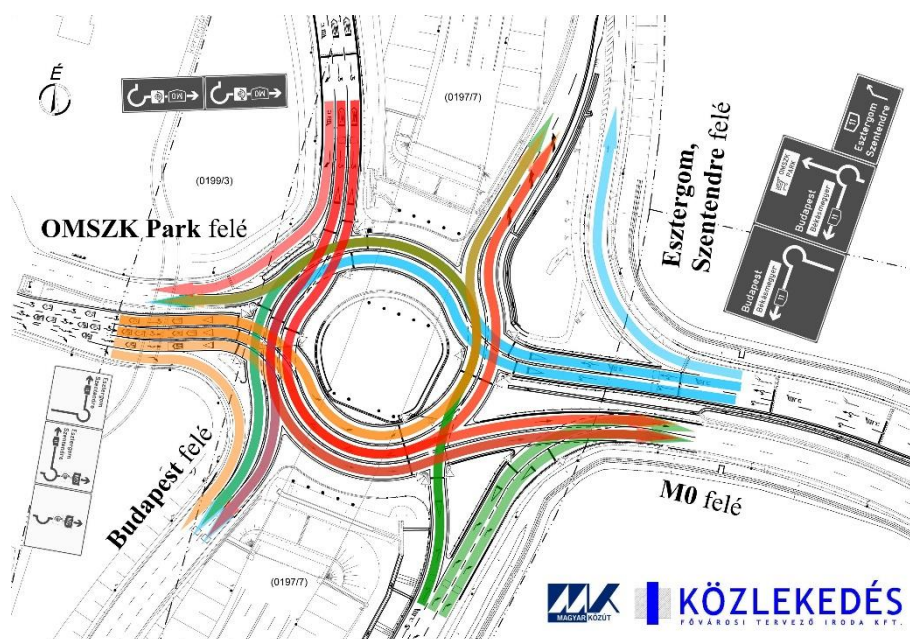
- nagy átmérőjű körforgalom nem kedvező a gyalogosoknak és a kerékpárosoknak;
- kerékpársáv nem vezethető végig rajta;
- 3 %-nál meredekebb lejtésű területen nem alkalmazható;
- nem célszerű felváltva alkalmazni jelzőlámpás csomóponttal;
- nagyobb forgalmú, fontos irány előnyének biztosítása nem megoldható;
- egy adott ágon belépő forgalom lebonyolódása elsősorban az ott kilépő, ill. a (menetirány szerint) korábbi ágak forgalmától függ;
- a közösségi közlekedés elsőbbsége nem biztosítható, buszsáv nem vezethető át (de villamos igen).

Az utóbbi időben – számos tovább fejlesztett változatban és funkcióban – jelentős számban bővült a körforgalmú csomópontok száma.

A több sávossal kialakítás mellett érdemes megemlíteni az ún. spirális, ill. turbó körforgalmat (9. ábra), valamint a jelzőlámpával is kiegészített változatot (10. ábra). Ez a spirális megoldás néhány évvel ezelőtt – a régebbi szakkönyvekben még így is olvasható – kifejezetten tiltott volt.



9. ábra: Egy tipikus turbó körforgalom látványterve (Forrás: www.delmagyar.hu/forum)



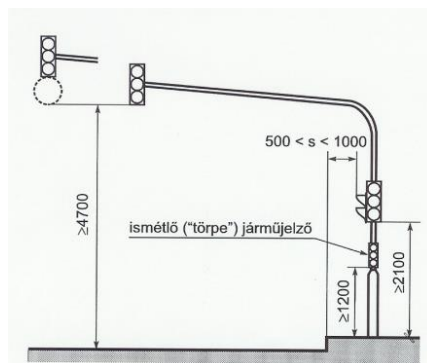
10. ábra: Az M0 – 11. sz. utak budakalászi csomópontja (részben külön szintű, jelzőlámpás turbó körforgalom – Forrás: www.budakalasz.hu)

2.2.2. Jelzőlámpás irányítású csomópont

A jelzőlámpák egyezményes jelrendszer segítségével időben választják szét a csomópontban azonos területen haladni kívánó járműveket, gyalogosokat. A forgalomirányítás tervezésekor a közlekedésben résztvevők érdekeit az alábbi sorrendben szükséges figyelembe venni:

- gyalogosok;
- kerékpárosok;
- közösségi közlekedési eszközök;
- egyéb járművek.

A fényjelző készüléket úgy kell elhelyezni, hogy kellő távolságból észlelhető legyen a jelzés, és a berendezés ne lógjon bele a közúti űrszelvénybe (11. ábra).



11. ábra: Járműjelző elhelyezése

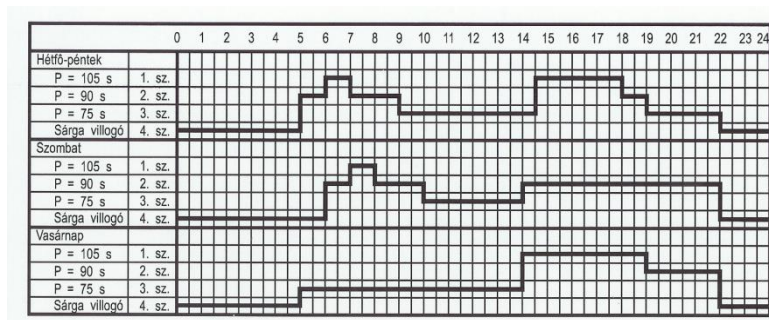
Megkülönböztethető három-, kettő- és egyfogalmú jelzőlámpa. A közúti járművek és a villamos irányítására szolgál a háromfogalmú jelző, a gyalogosok, valamint a villamos pályát keresztező járművek mozgását irányítja a kétfogalmú, míg veszélyes helyre hívja fel a figyelmet, tilos jelzés alatti bizonyos irányra vonatkozó szabadjelzést ad, illetve az autóbuszok mozgását irányítja egyfogalmú jelzőlámpa.

Jelzőlámpás forgalomirányítást az alábbi esetekben célszerű alkalmazni:

- főútvonalak csomópontjain;
- 4 és több forgalmi sávú utak találkozásakor;
- ha az alárendelt úton túl hosszú várakozási idő van;
- ha mindkét úton villamos közlekedik;
- balesetek ismétlődésekor;
- veszélyes gyalogátkelőhelyeken.

A forgalmi igények és a technikai lehetőségek figyelembe vételével a következő fajtái különböztethetők meg a jelzőlámpás irányításnak:

- állandó időtervű program (a forgalom aktuális változásától függetlenül, korábban megállapított igény alapján, változatlan ciklusidővel működik);
- az időtől függő irányítás (kapcsoló óra váltogatja az egyes állandó időtervű programokat, 12. ábra);

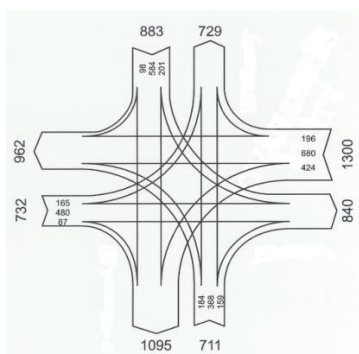


12. ábra: A kapcsolóóra beállítása

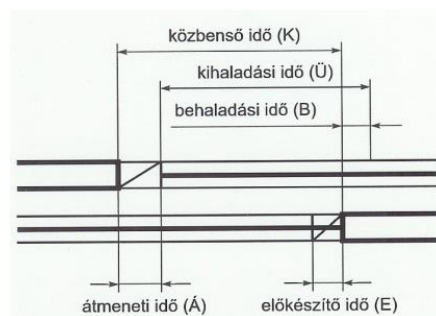
- forgalomtól függő vezérlés (az aktuális forgalomnak leginkább megfelelő állandó időtervű program működik a rendelkezésre állók közül);
- forgalom által befolyásolt (az aktuális forgalomnak megfelelő hosszúságú a fázisidő, előre megadott legrövidebb és leghosszabb időérték korláttal);
- igény fázis (adott fázis csupán bejelentkezés alapján kap szabadjelzést);
- összehangolt rendszer (4-500 méternél sűrűbben elhelyezkedő jelzőlámpákat a folyamatos haladás érdekében összehangolják).

Minden jelzőlámpa fázisidő-tervének (az egyes jelzések kezdési és befejezési időpontjának egyezményes jelkulccsal történő ábrázolása) kialakítása az állandó időtervűén alapul. Ennek legfontosabb lépései:

- a forgalmi rend felülvizsgálata;
- a forgalmi adatok megállapítása (gépjármű, villamos, gyalogos, kerékpár forgalom) (13. ábra);
- fázisba sorolás (minimális fázisszámra kell törekedni; fázisidő az az idő, amely alatt a fázisidő-terv egy meghatározott állapota nem változik);
- közbenső idő számítása (az összeütközések elkerülésének elvi biztosítása; egymást keresztező, vagy egymással fonódó mozgások szabad jelzésének vége és eleje közötti idő) (14. ábra);
- a periódusidő számítása (az összes jelzési kép egyszeri lefutásának időtartama);
- a fázisonkénti zöldidő kiszámítása (a forgalmi igények alapján);
- a fázisidőterv megrajzolása;
- sávonkénti átlagos feltartóztatási idő kiszámítása;
- a sávonként egy periódus alatt megállított járművek száma.



13. ábra: Forgalomáramlás csomópontban



14. ábra: Jelzőlámpás irányítás közbenső idejének értelmezése

A közbenső idő számítására a következő képlet szolgál:

$$t_k = 3 + t_{ki} - t_{be} = 3 + \frac{\ell_{ki} + \ell_{jm}}{v_{ki}} - \frac{\ell_{be}}{v_{be}},$$

ahol	t_k	közbenső idő,
	t_{ki}	kihaladási idő,
	t_{be}	behaladási idő,
	ℓ_{ki}	kihaladási út hossza,
	ℓ_{be}	behaladási út hossza,
	ℓ_{jm}	a kihaladó jármű hossza,
	v_{ki}	kihaladási sebesség,
	v_{be}	behaladási sebesség.

A minimális és a gyakorlatban használatos periódusidő kiszámítására az alábbi módszer alkalmazandó az esetek többségében:

A minimális: $T_{p,\min} = \frac{\sum t_k}{1-Y}$; A használatos: $T_p = \sqrt{\frac{120 \cdot \sum t_k}{1-Y}}$,

ahol	T_p	periódusidő,
	t_k	a fázisok közötti közbenső idő,
	Y	kihasználási tényező, $Y = \sum \frac{N_i}{N_{\max}}$,
	N_{\max}	maximális járműszám egy óra alatt, két másodperces legkisebb követési idővel ($3600/2 = 1800$ jármű/óra)

A csomópont geometriai jellemzőitől (ki- és behaladási távolságok) és a járművek ki- és behaladási sebességeitől függően módosulhatnak a közbensőidők. Mivel ezek veszteségidőnek tekinthetők, a csomópont teljesítőképessége is változik azáltal, hogy módosul a periódusidő és a rendelkezésre álló zöldidők. A közbenső idő növekedésével ugyan megnövekedett a rendelkezésre álló zöldidő, de részeseése a periódusidőből csökkent. Ezt szemlélteti a 7. táblázat (a forgalomnagyság értékek változatlansága mellett).

$\sum t_k$ [sec]	15	25	30
T_p [sec]	85	110	120
$T_{zöld}$ [sec]	70	85	90

7. táblázat: Közbensőidő változásának hatása

A nagyobb forgalomnagyságokhoz nagyobb optimális periódusidő tartozik, mivel ezzel a közbenső idő aránya csökken, a zöldidő nő ($\sum t_k$ változatlan). Ezt mutatja a 8. táblázat.

$N_{A \text{ és } C}$ [jm/óra]	500	600
N_B [jm/óra]	400	500
N_D [jm/óra]	300	400
Y	0,667	0,833
T_p [sec]	87	123

8. táblázat: A forgalomnagyságok változásának hatása



Nagyobb település számos útvonalán szükséges a sűrűn elhelyezkedő jelzőlámpás irányítás összehangolása. Az útvonalakon sok közös csomópont található, így nehezen valósítható meg a hálózat összességére az optimális irányítás.

Az útvonali összehangolás nehézségei:

- Nem egyenes az útvonal.
- Kétirányú az út.
- A járműáramlat összetétele nem homogén (szgk., tggk., busz)
- Egyéni ↔ közösségi közlekedés.

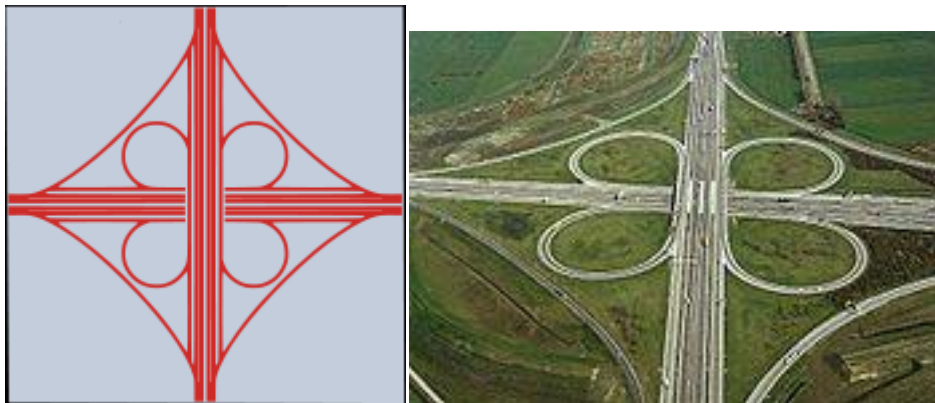
Célszerű kialakítani a területi összehangolást, amikor már a cél nem az egyenkénti útvonalak legkedvezőbb forgalma, hanem az irányítás alá vont hálózaton közlekedő összes jármű minél kedvezőbb haladása. A központi forgalomirányítás a hálózat különböző – forgalmi szempontból jelentős – keresztmetszeteiből folyamatosan megismeri az aktuális forgalom nagyságát és az esetleges torlódás jellemzőit, és az előre meghatározott döntési algoritmus alapján irányítja a jelzőlámpákat. A rendszer fontos feladata információ szerzése a meghibásodott jelzőlámpákról a mihamarabbi hibaelhárítás elérése érdekében.

2.2.3. Különszintű csomópontok

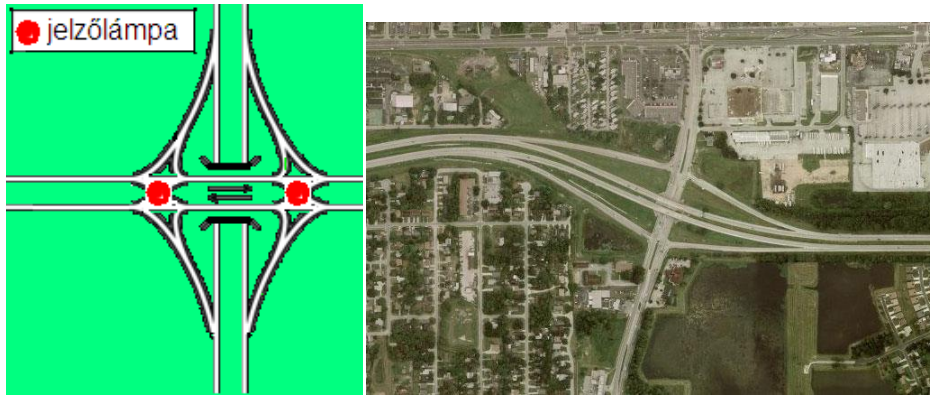
Közúti csomópontot legalább részben különszintűvé akkor építenek át, illetve alakítanak ki, ha

- a jelzőlámpás csomópont kapacitása kimerül;
- a baleseti helyzet ily módon javítható;
- a domborzati viszonyok indokolják;
- az út kategóriája megköveteli (autópályák találkozása).

A három jellemző típusát a 15, 16. és 17. ábra mutatja be.



15. ábra A lóhere típusú csomópont



16. ábra A rombusz típusú csomópont



17. ábra A trombita típusú csomópont

3. A városi közlekedés fő jellemzői

3.1. A városi közlekedés általános jellemzői

3.1.1. A városi közlekedés jelentősége

- A városi népesség növekedése (már a világ lakosságának több mint fele)
- Az utazások legnagyobb része városon (vagy a városi agglomeráción) belül zajlik
- A közúti infrastruktúra kapacitásai könnyen kimerülnek (főleg a csomópontokban), bővítésük viszont nehéz, sokszor lehetetlen

3.1.2. Különböző közlekedési rendszerek összehasonlítása

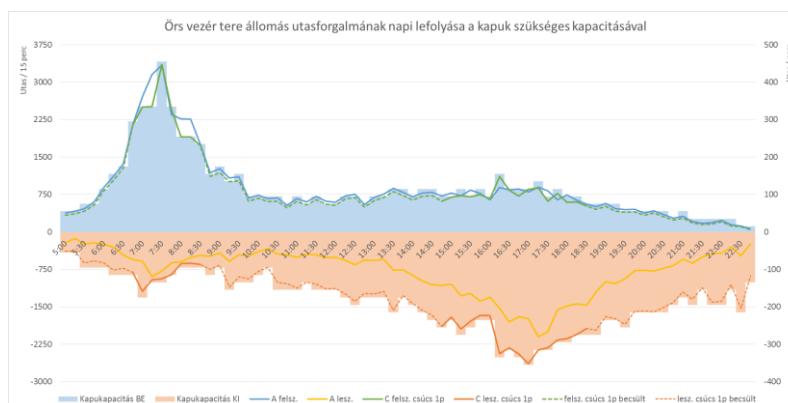
	Távolsági közlekedés	Regionális (elővárosi) közlekedés	Városi közlekedés
Utazási távolság	Hosszú	Közepes (max. ~100 km)	Rövid (néhány km)
Utazás gyakorisága	Max. havonta néhányszor	Max. naponta	Naponta
Fő motiváció	Üzleti/pihenés	Hivatás/pihenés	Hivatás
Forgalomnagyság	Viszonylag kicsi	Nagy	Nagyon nagy
Modal split (közforgalmú közl. részaránya)	Általában alacsony (kiv. légi közlekedés)	Közepes (területtől függ)	Magas (város méretétől, népsűrűségétől függ)
Jellemző követési idő (közf. közl.)	1 óra – 1 hét	5-10 perc – 2 óra	~1 perc – 20-30 perc

9. táblázat: A közlekedési rendszerek távolság szerinti csoportosítása, jellemzőik

3.1.3. A városi közlekedés jellemzői

Általános jellemzők:

- A hivatásforgalom magas részaránya
- Rövid utazási távolság, nagy forgalom
- A csúcsidő magas részesedése a napi forgalomból (ld. 18. ábra)
- Gyakori forgalmi zavarok
- Kevés hely, magas népsűrűség
- A közlekedés káros hatásai jelentős problémákat okoznak
- A modal split különösen fontos



18. ábra: Örs vezér tere metróállomás uasforgalmának napi lefolyása

Városi közúti közlekedés:

- Sűrű hálózat (rövid távú utazások)
 - Sok csomópont, gyakori megállás, alacsonyabb sebesség
 - Forgalomirányítás jelentősége
- Igen nagy forgalom
 - Gyakori torlódások
 - A kapacitást elsősorban a csomópontok határozzák meg
- Környezeti hatások
 - Sokszor korlátozzák a közúti forgalmat
- Nehezen bővíthető (helyhiány)

Városi közösségi közlekedési rendszerek:

- Sűrű követési idő
 - Magas szintű szervezettség
 - Fejlett utasinformációs rendszerek (egyszerű viszonylatjelzésektől kezdve a valós idejű tájékoztatásig)
- Igen nagy forgalom
 - Fejlett infrastruktúra
 - Nagyvárosokban többszintű hálózat
- Környezeti hatások, energiaköltségek
 - Elterjedt a villamos hajtás
- Különleges igények
 - Számos különböző közlekedési eszköz

3.2. A leggyakoribb városi közlekedési eszközök

3.2.1. A városi közlekedési eszközök csoportosítása és értékelése

Műszaki szempontok:

- Pálya: kötött vagy kötetlen pályás; kerék-pálya közötti kapcsolat (gumi vagy fém)
- Jármű: meghajtás (dízel vagy elektromos), padlósínt
- Előnyben részesítés (elkülönítés a közúti forgalomtól, előnybiztosítás a kereszteződéseknél)

Forgalmi jellemzők:

- Kapacitás (követési idő, befogadóképesség)
- Hálózati lefedettség (megállótávolság)

Hálózati szerep:

- Fővonal/gerinc (nagy távolság, magas sebesség) vagy
- Feltáró/ráhordó (rövid táv, alacsonyabb sebesség).

3.2.2. Városi autóbuszok

Műszaki jellemzők:

- Különbségek a távolsági autóbuszokhoz képest (ld. 19-20. ábra):
 - Több ajtó
 - Kevesebb ülőhely – állóhelyek
 - Alacsonyabb padlósínt

Az autóbuszvonalak forgalmi jellemzői:

- Megálló távolsága: 300 – 500 m
- Járművek befogadóképessége: 30 – 110 utas



- Jellemző követési idő: ~1 – 30 perc
- Előnyei: rugalmasság, kis infrastruktúra-igény
- Hátrányai: kis járművek, magas energiaköltség



19. ábra: Távolsági autóbusz belső tere



20. ábra: Városi autóbusz belső tere

- Fő alkalmazási terület:
 - Feltáró, ráhordó járatok (lakóterületektől a nagykapacitású vonalakig, ill. a városközpontig)

3.2.3. Trolibuszok

Műszaki jellemzők:

- Járművek: mint az autóbuszok, csak elektromos hajtással
- Részben kötőtpályás közlekedési eszköz, felső vezetékhez kötött (egyenfeszültség); de az új járművek már ált. rendelkeznek vontatási akkumulátorokkal vagy motoros segédhajtással

Az trolibuszvonalak forgalmi jellemzői:

- Megálló távolsága: 300 – 500 m
- Járművek befogadóképessége: 60 – 110 utas
- Jellemző követési idő: ~1 – 15 perc
- Előnyei: van kikerülési lehetősége, alacsony energiaköltség, nagy nyomaték
- Hátrányai: kis járművek, közepes infrastruktúra-igény
- Alkalmazási terület a buszokhoz hasonló, de csak:
 - Forgalmas vonalakon
 - Környezetileg érzékeny területeken
 - Hegyvidéki területeken

3.2.4. Villamosok

Fő különbségek a nagyvasúthoz képest:

- Kisebb pályaivsugár („be kell forduljon a sarkon”)
- Közúti forgalomhoz való illeszkedés – rövid fékút („meg kell tudjon állni”)

Műszaki jellemzők:

- Járműfajta csoportosításának szempontjai (ld. 21-22. ábra)
 - Több kocsis szerelvények vagy csuklós (egyterű) motorkocsik
 - Egy- vagy kétirányú kivitel (infrastruktúra függvénye – végállomások kialakítása)
 - Egy- vagy kétoldali ajtós kivitel (előzővel összefüggésben, ill. peronok elhelyezése)



21. ábra: Kétirányú, kétoldali ajtós, 3 kocsis szerelvény



22. ábra: Egyirányú, egyoldali ajtós, csuklós jármű

- Energiaellátás: felsővezetékéről (egyenáram) – az áramkör a síneken keresztül záródik
- Felépítményfajták:
 - Burkolt (aszfalt, beton vagy akár fű)
 - Magasvágány (burkolatlan, mint vasúton)

Az villamosvonalak forgalmi jellemzői:

- Megálló távolsága: 300 – 500 m
- Járművek befogadóképessége: 80 – 350 utas
- Jellemző követési idő: 1,5 – 15 perc
- Előnyei: nagy befogadóképesség, kis energiaköltség
- Hátrányai: magas infrastruktúra-igény, rugalmatlan
- Fő alkalmazási terület: közepes/nagy forgalom esetén:
 - Ráhordó járatok (sűrű lakóövezetektől a városközpontba)
 - Nagy forgalmú harántoló járatok
 - Feltáró járatok a városközpontban (rövid távú utazásokhoz)

3.2.5. Elővárosi gyorsvasutak

- Speciális vasútvonalak (nagyon magas sűrűség):
 - Dedikált vonalak (vágányok), közúttól elválasztva
 - Azonos vagy hasonló járműtípusok egy vonalon (általában nincsenek gyors-, vagy tehervonatok)
- Interoperabilitás lehetséges a nagyvasúttal, vagy akár a villamos-, ill. metróvonalakkal

Műszaki jellemzők:

- Járművek:
 - Csak motorvonatok (mozdonyok nélkül)
 - Nagy befogadóképesség (állóhelyek is)
- Számos különböző műszaki megoldás
 - Energiaellátás: felsővezeték vagy harmadik sín, egyen- vagy váltakozóáram
 - Alacsony, közép- vagy magasperonok
 - Közép- vagy magaspadlós járművek

Az elővárosi vasutak forgalmi jellemzői:

- Megálló távolsága: 800 – 2000 m
- Járművek befogadóképessége: 200 – 1000 utas
- Jellemző követési idő: 2 – 60 perc
- Előnyei: nagyon nagy befogadóképesség, nagy sebesség, megbízhatóság
- Hátrányai: magas infrastruktúra-költség, saját pályát igényel
- Fő alkalmazási terület: nagy forgalmú, nagy távolságú viszonylatokban



- Külvárosok, elővárosok és más közeli települések csomópontjainak összekapcsolása a városközponttal

3.2.6. Metró (gyorsvasút)

- A legnagyobb kapacitású közlekedési eszköz
 - Teljesen elválasztott pálya (minden más forgalomtól)
 - Sűrű követés, nagy kapacitású vonatok
- A metróvonalak általában föld alatt futnak, de lehetnek felszíni és magas vezetésű szakaszaik is

Műszaki jellemzők:

- Járművek:
 - Nagy befogadóképesség, sok ajtó
 - Jó gyorsítás
- Magas peronok (szintbeli belépés)
- Energiaellátás: ált. harmadik sín, egyenáram (ld. 23. ábra)
- Magas fokú automatizálás
- Föld alatti szakaszok
 - Kéregvezetésű vonalak (felülről épített)
 - Mélyvezetésű vonalak (fúrópajzzsal épített)



23. ábra: Áramszedő papucs harmadik sínes energiaellátási rendszerhez

A metróvonalak forgalmi jellemzői:

- Megálló távolsága: 600 – 2000 m
- Járművek befogadóképessége: 400 – 1500 utas
- Jellemző követési idő: 1 – 15 perc
- Előnyei: nagyon nagy befogadóképesség, nagy sebesség, független az időjárási és forgalmi viszonyoktól
- Hátrányai: nagyon költséges infrastruktúrát (alagutak, állomások) igényel
- Fő alkalmazási terület: a legnagyobb forgalmú viszonylatokban
 - A fő hálózati elemeken (pl. a nagy csomópontok és a városközpont között)
 - A nagyvárosok gerinchálózatát alkotja

3.3. Az egyes eszközök szerepe a városi közlekedési rendszerben

3.3.1. A városi közlekedési eszközök teljesítőképessége

Egy vonal kapacitása a követési időtől és a járművek befogadóképességétől függ:

$$F = B \cdot n = B \cdot \frac{60}{t_k} \left[\frac{\text{férőhely}}{\text{óra} \cdot \text{irány}} \right]$$

ahol: B: A jármű (szerelvény) befogadóképessége,
 n: Menetek száma óránként,
 t_k: Követési idő [perc].

A menetrend tervezésekor a mértékadó keresztmetszetben 80%-os kihasználtsággal számolnak (tartalékot képezve annak érdekében, hogy egyenetlen forgalomlefordulás, ill. zavarok esetén is elfogadható maradjon a járművek telítettsége).

3.3.2. A városi közlekedés költségei

A városi közlekedés (csakúgy, mint a többi, terméket előállító vállalat) költségeinek egyik lehetséges csoportosítási szempontja, hogy e költség(elem)ek hogyan függnek az előállított termék mennyiségétől, azaz a vállalat kibocsátásától (ld. 24. ábra).

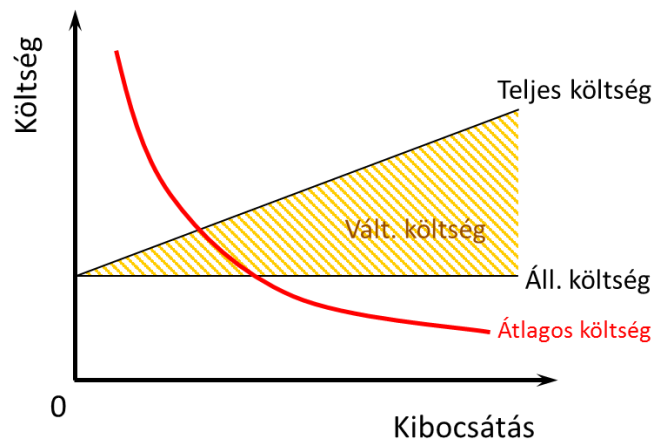
Állandó költségek (a ki):

- Infrastruktúra (pályák, állomások)
- Járművek, kiszolgáló létesítmények
- Forgalmirányító és információs rendszerek

Változó költségek:

- Munkabérek
- Energiafogyasztás
- Járműfenntartás

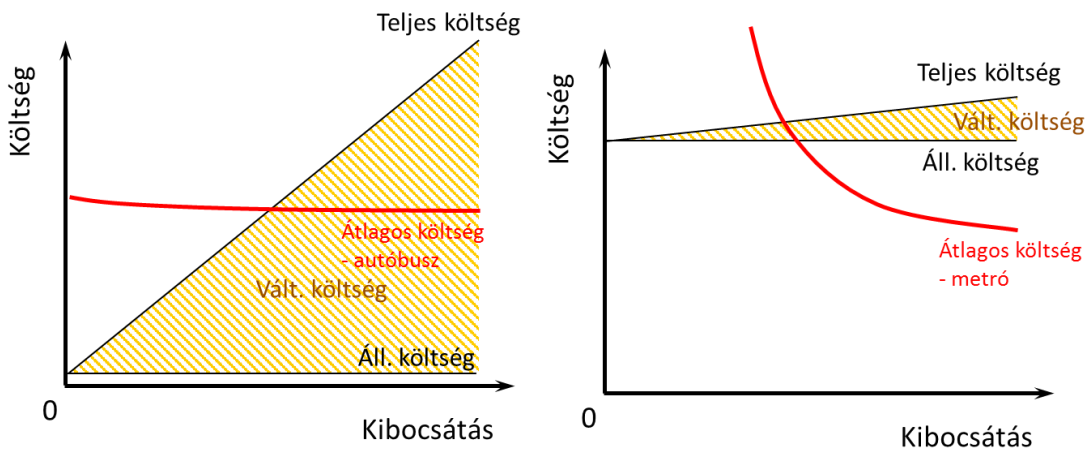
Átlagos költség: teljes költség/kibocsátás.



24. ábra: Közlekedési rendszerek költségeinek egyik lehetséges csoportosítása

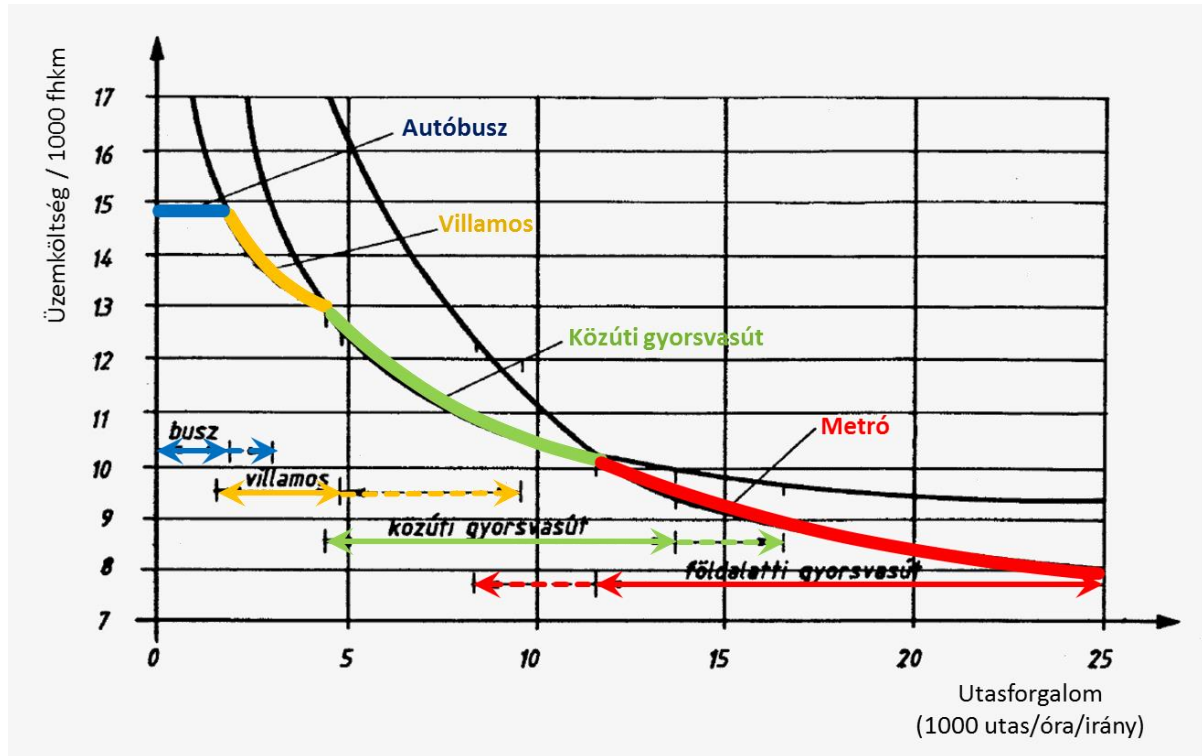
A városi közlekedés költségei – példák (ld. 25. ábra)

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Autóbusz: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kis állandó ktg. ○ Nagy változó ktg. ○ Közel állandó átlagos ktg. | <ul style="list-style-type: none"> • Metró: <ul style="list-style-type: none"> ○ Nagy állandó ktg. ○ Kis változó ktg. ○ Meredeken eső átlagos ktg. |
|--|---|



25. ábra: Az autóbuszok és a metrók költség szerkezetének összehasonlítása

3.3.3. Az egyes közlekedési eszközök alkalmazási területe a fajlagos üzemköltségük alapján
 A fenti megfontolások alapján felvehető a főbb városi közlekedési eszközök fajlagos (átlagos) üzemköltség-görbéje a biztosított teljesítmény (férőhely), ill. az ezzel arányos utasforgalom függvényében. Ezt egy diagramban ábrázolva (26. ábra) a költséggörbék metszéspontjai kijelölik az egyes eszközök elméleti (!) alkalmazási tartományait (10. táblázat). (A lenti diagramot nemzetközi kutatások eredményei alapján vették fel az 1980-as években, így a konkrét értékek mára elavultak, az ábra alakja, szerkezete – és persze a nagyságrendek – azonban most is érvényesek.)



26. ábra: Az egyes közlekedési eszközök alkalmazási területe a fajlagos üzemköltségük alapján

Eszköz	Elválasztás a köz- úti forgalomtól	Megálló- távolság	Jellemző uta- zási sebesség	Alkalmazási terület (férőhelykapacitás)
Autóbusz	Szakaszosan	300 – 500 m	15-20 km/h	0 – 5000 férőhely / óra / irány
Trolibusz	Szakaszosan	300 – 500 m	15-20 km/h	1500 – 5000 férőhely / óra / irány
Villamos	A hálózat nagy részén	300 – 500 m	15-20 km/h	2000 – 15000 férőhely / óra / irány
Elővárosi vasút	A teljes hálózaton	800 – 2000 m	30-40 km/h	10000 – 20000 férőhely / óra / irány
Metró	Teljesen (keresz- tezés nélkül)	600 – 2000 m	25-35 km/h	12000 – 40000 férőhely / óra / irány

10. táblázat: A városi közlekedési eszközök paramétereinek összehasonlítása

3.3.4. A városi közlekedési eszközök megválasztásának szempontjai

- Forgalomnagyság:
 - szükséges férőhely-kapacitás biztosítása,
 - üzemköltség minimalizálása (ld. fent);

- Hálózati szerep:
 - feltárási funkció → rövid megállótávolság,
 - gerinchálózati elem → magas utazási sebesség;
- Biztosítandó közvetlen kapcsolatok;
- Meglévő infrastruktúra;
- Megvalósíthatóság, költségek.

A városi közlekedési hálózat egyes elemeinek üzem módját a fenti szempontok összessége határozza meg; ezek együttes optimuma alapján kell a közlekedési eszközt megválasztani.

Jó példa erre az optimumkeresésre a budapesti belváros és Újpalota kapcsolata. Ezt szakaszt jelenleg rendkívül sűrűn közlekedő autóbuszok szolgálják ki, ami elvileg kedvező az utasok számára (rövid a várakozás), a gyakorlatban azonban igen zavarérzékeny a rendszer (egy csomópontokban a járművek száma alig kisebb a jelzőlámpa kapacitásánál), ezért is merül fel gyakran a fejlesztése. A fenti szempontokat külön-külön értékelve az alábbiak szerint célszerű a közlekedési eszközt megválasztani:

- A vonal forgalom nagysága a városközponttól távolodva fokozatosan csökken, de a teljes szakaszon indokolt volna kötőpályás közlekedés. Ugyanakkor – a fent bemutatott alkalmazási területek alapján – míg a belső szakaszon ez metrót jelent, a külsőn villamos lenne az optimális.
- Ez a kapcsolat a közlekedési hálózatban gerinchálózati elemnek tekinthető, sok hosszú távú utazással, így nagy utazási sebességet kell biztosítani, amire elsősorban a metró vagy az elővárosi gyorsvasút képes.
- A szolgáltatási színvonal szempontjából az is lényeges, hogy a vonal átszállás nélkül, egységes üzem móddal legyen kiszolgálva legalább a Nagykörút vonaláig.
- Ezt a meglévő infrastruktúrához illeszkedve vagy a metró meghosszabbításával lehet megoldani, vagy új villamosvonal létesítésével (amelyet így hosszabb szakaszon kell kiépíteni a belváros felé, viszont egyéb irányokba is tud közvetlen kapcsolatokat adni).
- Megvalósíthatóság szempontjából felszíni gyorsvasút csak a külső szakaszon jöhet szóba, a többi eszköz kivitelezhető; a költségeket tekintve pedig a villamosnak van előnye a metróval szemben.

Mindezek alapján a két legkedvezőbb lehetőség a metró (hosszú távon előnyösebb, viszont költséges) és egy emelt sebességű (ritkábban megálló) villamos (ez kevesebb haszonnal jár, de jóval olcsóbb).

Egységes közforgalmú közlekedési rendszer tervezésekor az alaphálózati elvnek kell megfelelni:

- Vertikális kooperáció – teljesítőképesség (megfelelő eszköz megválasztása)
- Egységes irányítás (nem ágazatonként)
- Egységes díjrendszer (minden eszközre)

3.4. Interoperabilitás a városi közlekedésben

3.4.1. Az interoperabilitás fogalma

Interoperabilitás: műszaki és szervezési együttműködés különböző közlekedési módok között. A legattraktívabb változata az átjárhatóság, amikor egy jármű több különböző pályát is igénybe tud venni.

A legfőbb előnyök:

- Átszállások száma csökken, komfort nő;
- Gyorsabb és megbízhatóbb eljutás (kevesebb várakozás).

3.4.2. Példák az interoperabilitásra

Stuttgart: áttérés a villamosról a Stadtbahnra

- A város az 1960-as években kezdett fejleszteni egy új gyorsvasúti rendszert
 - a hagyományos metróüzemet elvetették
 - felszíni és földalatti szakaszok is vannak
 - magaspadlós járművek, majdnem mindenütt magasperonnal
 - az áttérés több évtized alatt zajlott le
 - ezalatt kompatibilitás a keskeny nyomtávú villamosüzemmel (27-28. ábra)



27-28. ábra: Stuttgart – Eltérő nyomtávú és padlómagasságú járművek közös üzeme

Párizsi RER: elővárosi vasutak, mint expresszmetrók

- A párizsi metróhálózat sok paraméterében a villamosokra hasonlít, ezért igény volt egy gyorsabb, nagyobb kapacitású hálózatra is
 - nagyvasúti vonalak bevezetése a belvárosba a föld alatt (29. ábra)
 - metrószerű kapacitás, magas utazási sebesség
 - több vonalon emeletes járművek
 - elágazó vonalak
 - átszállásmentes kapcsolat az elővárosok felé
 - hosszú gyaloglási távolságok az átszállóhelyeken



29. ábra: Párizs – Nagyvasút szerelvényt hagyja el a földalatti szakaszt



30. ábra: Hannover – Budapeseten villamosként ismert szerelvényt a föld alatt

A hannoveri Stadtbahn

- A Németországban elterjedt Stadtbahn-rendszerek jellemzői:
 - rugalmas, többféle szerepet képes betölteni a közlekedési rendszerben

- a járművek műszaki paraméterei a villamosok és a metrók jellemzői között helyezkednek el
- a különböző kialakítású pályák oldaláról kevés kompromisszumra van szükség
- A hannoveri rendszer:
 - földalatti, felszíni gyorsvasúti és közúti vezetésű szakaszok (30. ábra)
 - egységes áramellátás és úrszelvény
 - a legtöbb megállóban magasperon, de nem mindenütt
 - magaspadlós, kétirányú járművek

A karlsruhei tram-train

- Nagyvasúti vonalakra kijáró „villamoskocsik”:
 - először felhagyott dízelüzemű vasútvonalak átvétele
 - majd a nagyvasúton is közlekedni képes járművek beszerzése (31. ábra)
 - egyes városok a rendszerhez saját villamosvonal építésével csatlakoztak
 - közvetlen eljutás akár egy agglomerációs település központjából Karlsruhe fő bevásárlóutcájába is
- A megoldandó főbb műszaki problémák:
 - áramnem (750 V= illetve 15 kV 16 2/3 Hz)
 - úrszelvény, peronszélesség
 - járművek szilárdsága



31. ábra: Karlsruhe – Villamos a nagyvasúton



32. ábra: Budapest: Esztergomi vonat a HÉV vonalán

Hazai példák

- Az esztergomi vonatok közlekedése a HÉV pályáján (32. ábra):
 - az újpesti vasúti híd felújítása idején,
 - a közös szakaszon mindkét szolgáltató elfogadta a másik bérleteit
- A nyíregyházi villamos és kisvasút közös üzeme:
 - a villamos és a kisvasút a belvárosban közös nyomvonalon haladt a pályaudvar és Sóstó között
 - volt kettős üzemű mozdony is
- A millenniumi földalatti vasút kocsijai:
 - azonos áramnem és nyomtáv a villamosokkal, csak az úrszelvény alacsonyabb
 - az áramszedő cseréjével kijárhatna a villamosvonalakra
- Hódmezővásárhely, tram-train – vasútvillamos: kiépítés alatt.

4. Forgalmi modellezés, szimuláció

4.1. A forgalmi modellezés célja

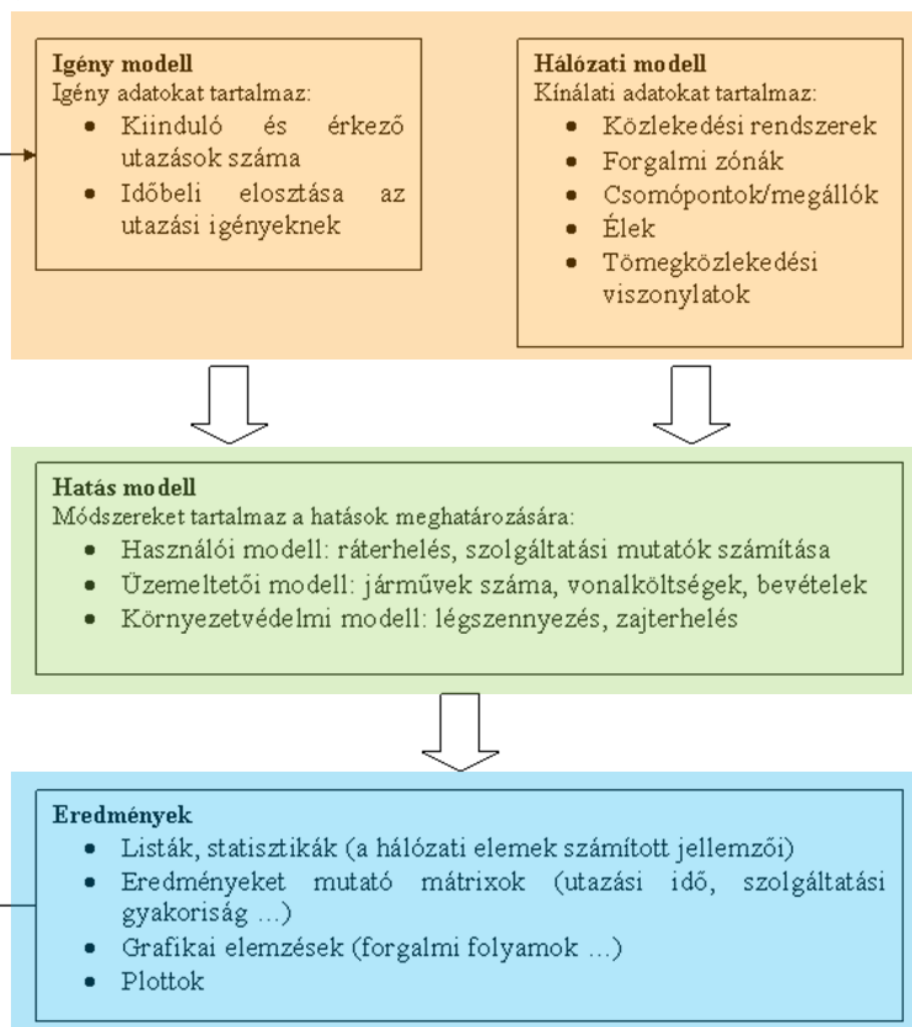
A forgalmi modellek **célja** nem más, mint a tervezett intézkedések várható **hatásainak** bemutatása, eredmények produkálása a közlekedési rendszerek:

- tervezése (új rendszer),
- fejlesztése (meglévő rendszer),
- operatív irányítása céljából.

A modellezés során a legfontosabb lépés a meglévő

- forgalmi,
- hálózati
- illetve a forgalom lefolyására vonatkozó adatok alapján a modell hálózat
 - felépítése,
 - folyamatos karbantartása (paraméterek, konstansok beállítása),
 - kalibrálása ($\sum (f_{ij, \text{modell}} - f_{ij, \text{mért}})^2 \rightarrow \min.!$ \rightarrow verifikált hálózat).

Közlekedési modell



33. ábra: A forgalmi modellezés általános folyamatábrája

A forgalmi modellezés célja tehát:

- hatások kimutatása (ld. 33. ábra),
 - forgalmi,
 - gazdasági,
 - társadalmi,
 - környezeti,
- mutatószámok képzése (ld. 33. ábra, ill. később),

továbbá:

- tervváltozatok/alternatívák összehasonlítása,
- költségek-hasznok szembeállítás.

Lehetőség van a fejlesztések előzetes értékelésére, ugyanis

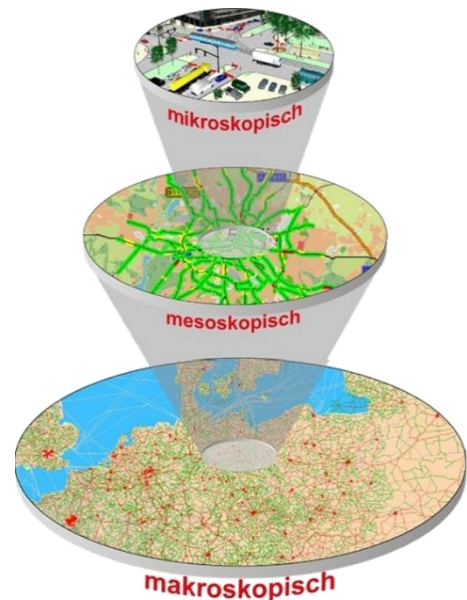
- kis anyagi ráfordítással vizsgálhatók a különböző forgalmi szituációk
- a modellparaméterek megfelelő beállításával olyan helyzeteket lehet vizsgálni, amelyek kiépítésére még nem került sor
- a tervezés során kialakítható változatok egyszerűen összehasonlíthatók
- segítségükkel vizsgálható a rendszer viselkedése szélsőséges helyzetekben

4.2. A Forgalmi modellezés szintjei

A modelleket a közlekedési rendszer részletezettsége szerint három csoportba sorolhatjuk:

- Makro szint: nagyobb területek, városok modellezésére alkalmazzák, ráterhelési eljárásokon alapulnak.
- Mezo szint: átmenet a makro-mikro modellek között, az egész közlekedési rendszer modellezésére használják, de időben változó módon (az időnek fokozott szerepe van).
- Mikro szint: az egyes járműveket veszik alapul, általában kisebb területeken (csomópontokban, hálózatrészekben) megjelenő forgalom lefolyásának részletesebb megismerésére alkalmazzák (az idő kiemelkedő szerepű).

A makro szinttől a mikro szint felé tervezés időtávja a csökken, míg a modell részletezettsége nő (34. ábra).



34. ábra: A forgalmi modellezés szintjei

4.2.1. A makro szintű forgalmi modell

Célja: a közlekedési hálózaton lebonyolódó forgalom hálózati szintű leképezése

- nagyobb terület (pl. város stb.) modellezése, hosszú időtáv (jell. statikus)
- közlekedés egészére jellemző folyamatok vizsgálata (résztevők egyénileg nem jelennek meg)
- a klasszikus négy lépcsős eljárásra, az analitikus forgalom-előrebecslésre épülnek → a ráterhelésben nyújt igazán segítséget → szakaszok terhelése

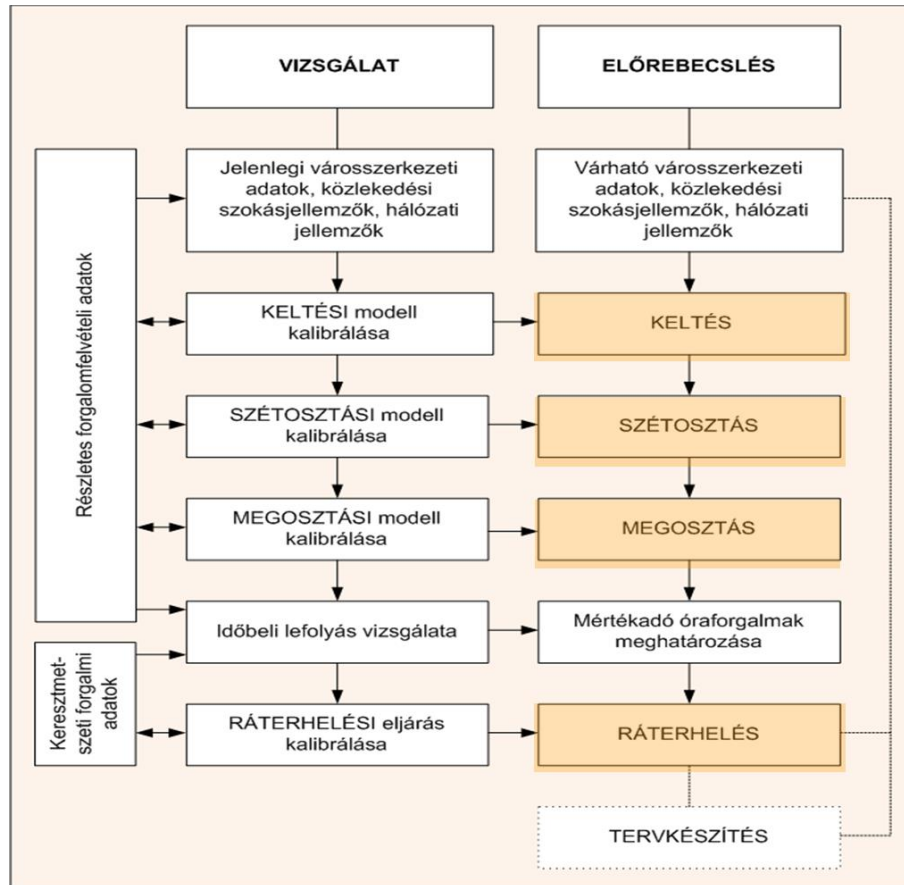
Három bemeneti adatcsoport:

- utazási igények – célforgalmi mátrix (igények a körzetek között)
 - egyéni/közösségi utazási igények, időbeliség, utazási rétegek
- közlekedési rendszer

- alaptérkép, hálózat, csomópontok/vonalszakaszok és jellemzőik
- útvonalválasztási preferenciák (súlytényezők, pl. átszállásokhoz)

Analitikus forgalom-előrebecslés (35. ábra):

1. **Keltés:** Területi egységekben (forgalmi körzetekben) keletkező szükségletek → (Q_i, Z_i) „hányan”
2. **Szétosztás:** Forgalmi körzetek közötti szükségletek → (f_{ij}, f_{ji}) „hova”
3. **Megosztás:** Közlekedési módonként jelentkező szükségletek → (f_{ij}^t, f_{ij}^e) „mivel”
4. **Időbeliség:** Szükségletek időbeni alakulása (szezonális, heti, napi) → (mértékadó órai forgalom)
5. **Ráterhelés:** A hálózat egyes elemein (pl. szakaszain) megjelenő szükségletek → „merre”



35. ábra: Az analitikus forgalom-előrebecslés folyamata (a négy fő lépés kiemelésével)

A makroszimuláció jellemzői:

- A szimulációhoz szükséges
 - hálózat felépítése (csúcspont, megálló, zóna, él, kanyarodási lehetőségek, konnektorok, viszonylatok)
 - utazási igény adatok (körzetek induló/érkező forgalmi, körzetek között szétosztott forgalom)
- A négy lépcső közül a ráterhelésben nyújt igazi segítséget (de a keltést – szétosztást – megosztást is tudja)
 - ráterhelés = útvonalkeresés + „rátevés” (kapacitás figyelembe vételével vagy sem)
 - útvonalkeresés ellenállás alapján
 - útvonal ellenállása a konnektorok, az élek és a csomópontok kanyarodási ellenállásából áll (aktuális utazási idő, él hossza, díj stb.)

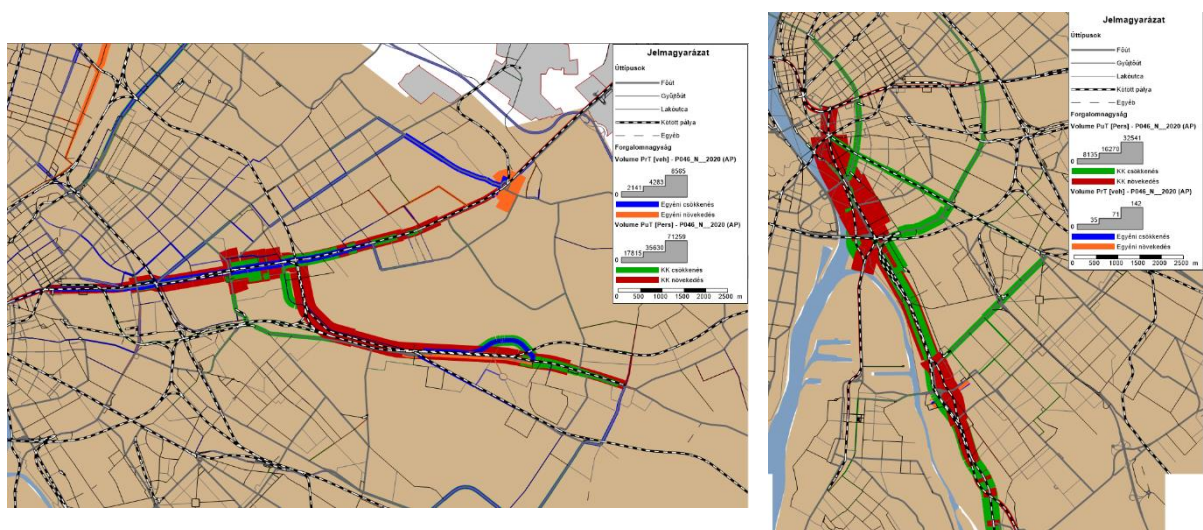
- ráterhelési eljárások: növekedési ráterhelés, egyensúlyi ráterhelés, tanulási mód ráterhelés, sztochasztikus ráterhelés, tribut ráterhelés
- Felhasználása tömegközlekedési rendszer tervezéséhez, elemzéséhez:
 - viszonylathálózat, menetrend elemzése és tervezése (adott él terheléséhez igazítva)
 - tömegközlekedés specifikus jellemzők szemléltetése (eladott jegyek, felszálló/leszálló utasok száma, iskolások száma zónánként stb.)
 - utasszámok és más jellemzők kiértékelése közlekedési rendszerenként, viszonylatonként, üzemeltetőnként, megállónként, élenként stb.
 - grafikus szemléltetési lehetőség
- Felhasználása egyéni közlekedési rendszer tervezéséhez, elemzéséhez:
 - közlekedés tervezéssel kapcsolatos intézkedések, építések forgalmi és egyéb hatásainak szimulációja (pl. útlezárás hatása, forgalom átrendeződése)
 - útdíjak hatásainak prognosztizálása
 - az egyes egyéni közlekedési rendszerek (személygépjármű, tehergépjármű stb.) forgalmának elkülönült vizsgálata

A makroszimuláció főbb kimenetei:

- Néhány tömegközlekedési mutatószám:
 - rágyaloglási-, várakozási-, eljutási-, járművön töltött-, érzékelt eljutási idő stb.
 - rágyaloglási-, átszállási gyaloglási-, érzékelt utazási távolság stb.
 - átszállások száma, szolgáltatás gyakorisága, költség stb.
- Üzemeltetői, társadalmi mutatószámok
 - teljesítmény mutatók
 - járműszükségleti mutatók
 - közlekedési keresleti mutatók (utaskilométer, utasóra, átlagos átszállásszám stb.)
 - bevételi mutatók
- Környezeti mutatószámok
 - zaj imisszió/emisszió
 - légszennyezési emisszió

Példák (ld. 36-37. ábra):

- M2-H8 Rákoskeresztúri szárnyvonal
- 5-ös metró I. szakasz (H6-H7 hosszabbítás az Astoriáig)



36-37. ábra: Példák makroszimulációk eredményére (különbségábrák)

4.2.2. A mezo szintű forgalmi modell

- Átmenetet képez a mikro és a makro szintű vizsgálatok között.
↓
- Elsősorban akkor célravezető, ha a teljes közlekedési rendszer (vagy részrendszer) vizsgálata szükséges, és az eredményeket időben változó módon dinamikusán kell értékelni (pl. terület alapú jelzőlámpa szabályozás);
- (pl. több makro vizsgálat egymás után → eredményeket, mint egy idősor elemeit vizsgáljuk (több szoftver már önmagában tudja)).

4.2.3. A mikro szintű forgalmi modell

Célja: a rendszerben megjelenő járművek viselkedésének leírása, egy hálózatrész teljesítőképességének előrebecslése különböző intézkedések végrehajtása esetén.

A mikro szintű forgalmi modell:

- kisebb terület modellezése (pl. csomópont(ok)) → részletes felvétel
- járműveket veszi alapul
- az összes jármű mozgása egymástól független módon szimulálható (közlekedési szabályok figyelembe vétele)
- haladás különböző vezetési formák szerint (statisztikai jellemzőkre épülve)
- „szimulációs” vizsgálat → „virtuális világ” („mi lenne ha”)

Három bemeneti adatcsoport:

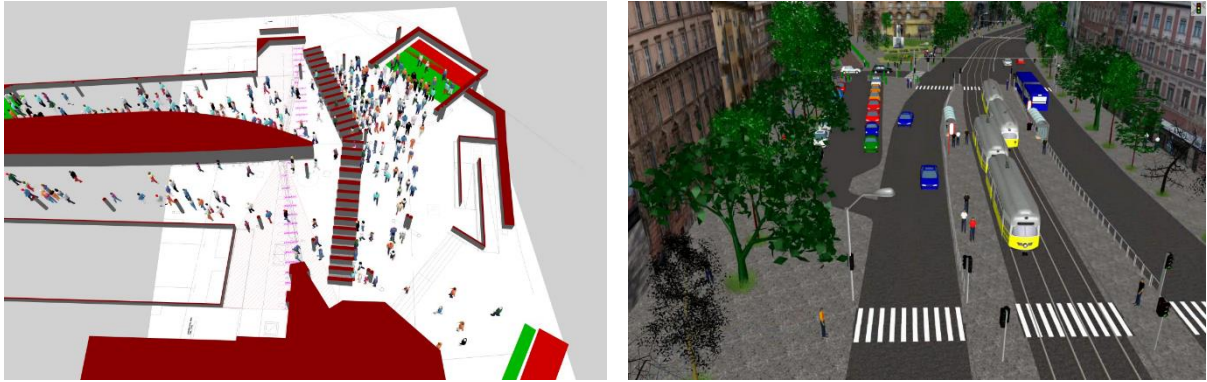
- utazási igények
 - forgalomáramlás a csomópontban, időbeliség, forgalom összetétele
- közlekedési rendszer
 - csomóponti geometria, forgalmi rend, irányítás (pl. jelzőtábla) stb.
- útvonalválasztási preferenciák (stílus, előzési- és sávváltási hajlam stb.).

A mikroszimuláció jellemzői:

- A szimuláció statikus és a szimulált forgalommal kapcsolatos dinamikus adatokat használ fel
 - statikus adatok tartalmazzák az infrastruktúrát (szakaszok, stopvonalak...)
 - a dinamikus adatok a forgalom szimulációjához szükségesek (forgalomnagyság, érkező forgalom megosztása...)
- Vezető-jármű egység jellemzői (pl. gyorsulás, kapcsolat az elől haladóval)
- A járművezetők viselkedésének szimulálása (pl. a VISSIM a Wiedemann pszichofizikai modell alkalmazásával)
- A jármű-folyam elemeit véletlenszerűen (Poisson eloszlású követési időközzel) lépteti be a modellhálózat előre definiált belépési pontjain, majd azok a paramétereknek megfelelően „viselkedve” jutnak el a kilépési pontig
- A program a szimuláció alatt folyamatosan gyűjti a szükséges adatokat
- Offline elemzési lehetőség (feltartóztatás, sorhossz, utazási idő, kibocsátás)

Példák (ld. 38-39. ábra):

- Gárdonyi tér (Bartók Béla útról balra kanyarodó sáv lezárása)
- Örs vezér tere M2 (beléptető kapuk szimulációja)



38-39. ábra: Példák mikroszimulációs modellekre

4.2.4. Szimulációs szoftverek, cégek

Makro és mezo szimulációs szoftverek

- Visum + dinamikus ráterhelés programon belül (PTV AG)
- Cube Voyager + Cube Avenue (Citilabs)
- Emme3 + Dynameg (Inro)
- TransCAD (Caliper Co.)

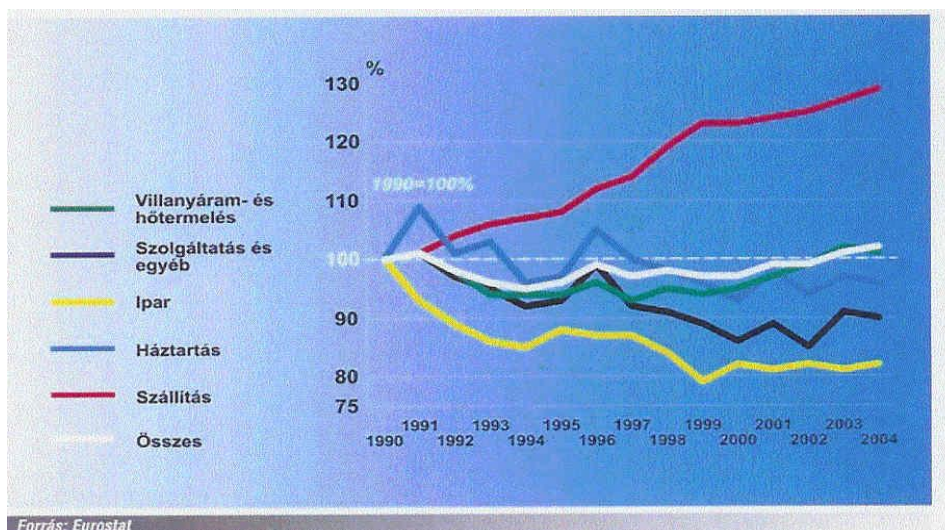
Európában főleg a Visum elterjedt (dinamikus forgalom irányítás is épül rá például Berlinben), a többi inkább az Egyesült Államokban.

Mikro szimulációs szoftverek:

- Vissim (PTV AG)
- Cube Dynasim (Citilabs)
- Paramics (Quadstone Paramics Ltd)
- Aimsun (TSS)
- Transmodeler (Caliper Co.)

5. A közlekedés – környezet konfliktusrendszere

A környezet állapotát, minőségét alapvetően a gazdasági tevékenységek határozzák meg, így a termelés, az energia felhasználás, a fogyasztás egésze, és a közlekedés. Az ipari fejlődés korai korszakában az ipari termelés volt a meghatározó környezet-terhelő tényező, mára az elmúlt évtizedekben a fejlett országokban a közlekedés vált a meghatározóvá, és különösen elgondolkodtató annak ma is dinamikus fejlődése. Erre utal a 40. ábra is a fosszilis bázisú széndioxid kibocsátások trendjével.



40. ábra: Széndioxid kibocsátás az EU-ban ágazatok szerint (Forrás: EUROSTAT)

Az áruszállítás több országban romló *környezeti hatékonyságot* mutat, a tonna- és a jármű-km volumen nagyobb arányban nő, mint a GDP. Ezt sajátos módon a logisztikai rendszerek fejlődése is fokozza, a rugalmas gyártási, szállítási rendszerek a közút felé töltik el az eszközhasználatot.

Közlekedési tendenciák, veszélyek, a jelenben és a közeljövőben:

- A globális áruszállítási volumen megháromszorozása, 2000 és 2050 között, 15-ről 45 Tr. (1012) t.km/év.
- A légiközlekedés dinamikus növekedése, a GDP 2-3-szorosával!
- Romló környezeti hatékonyság az áru és személyszállításban - GDP feletti t.km, j.km teljesítmények – rugalmas rendszerek.
- Közép-Kelet Európa: A közúti áruszállítás megkétszereződése – torlódások, közúti kapacitás bővítés – a környezeti előnyök nem jelennek meg gazdasági előnyként – vasút, közösségi közlekedés, hajózás.
- Vasúti teherszállítás a 70%-os részesedésről 15%-ra eshet vissza 2015-ig – Közép Kelet Európa.
- Közúti infrastruktúra igény növekedése, természetvédelmi mellékhatásokkal.
- Környezeti hatáslánc elemzése - termelés, elosztás, szinergiák, terhelési szintek – ember, élővilág, épített környezet – igénye, ill. hiánya.

5.1. Környezeti hatások

5.1.1. Áttekintés

A közlekedés társadalmi, gazdasági előnyei, hozamai meglehetősen magas áron realizálódnak. Nemcsak a közlekedési infrastruktúra építése és fenntartása jelent komoly közpénz terheket, igényeket, hanem a közlekedési balesetek, a légszennyezés, zajterhelés, a természeti erőforrások igénybevétele együttesen jelentős *társadalmi költség többletet* hoznak. Az Európai Közösség

Környezeti Munkacsoportja már a 90-es évek fordulóján a legjelentősebb, a belső piacot érő környezeti terhelésként a közlekedést nevezte meg. A közlekedési eredetű széndioxid kibocsátás jelentős tényezője az üvegház-hatásnak, a közúti közlekedés a legnagyobb összetevő mintegy 80%-os részesedéssel. A több szempontból is releváns nitrogénoxidok kibocsátásában a közúti közlekedés részesedése 60%-os. Szénhidrogének, és veszélyes vegyi anyagok üzemszerű, és balesetek kapcsán adódó kibocsátása komoly mértékben terheli a talajt, a vizeket. A közlekedési infrastruktúra növekvő aktív földterületet vesz igénybe, miközben a természeti környezetet, az ökoszisztémát károsítja, darabolja, és hasonlóan terheli, degradálja az épített környezetet és a tájat. Tulajdonképpen egyetlen motorizált közlekedési mód sem tekinthető környezetbarátnak, bár a vasút, és a hajózás jelentősen alacsonyabb környezeti hatással jár, mint a leginkább terhelő közúti és légi közlekedés.

5.1.2. Lokálisan

Az egyik legjelentősebb környezeti tényező, társadalmi költség összetevő a közlekedési balesetek, évente mintegy félmillió ember hal meg világszerte közúti balesetekben. A helyi típusú szennyezők, így elsősorban a nitrogénoxidok, a szénmonoxid, és a szénhidrogének kibocsátása az elmúlt évtizedekben, elsősorban a technológiai váltásnak, a szigorodó szabályozóknak köszönhetően jelentősen csökkent, ami az OECD országokban a következő évtizedben folytatódik az előrejelzések szerint. Ugyanakkor világméretben a jelen *közlekedési volumen-növekedési* tendenciák mellett 2030-ig a nitrogénoxidok és a szénhidrogének kibocsátása ismét nőni fog, és eléri a 2000-es szintet. A közlekedési légszennyezés a nagyvárosokban, településeken összességében romló tendenciát mutat, belvárosi övezetekben a 90-95%-ot is eléri a legfontosabb légszennyezők aránya – szénmonoxid, nitrogénoxidok, alsólégköri ózon, szénhidrogének, finom részecskék -, amely egyértelműen egészségkárosításhoz vezet. A közlekedés meghatározó a helyi zajterhelésben, és az infrastruktúra intenzitása egyértelműen káros hatással van a helyi ökoszisztémákra, tájképi értékekre. A zajterhelés helyzete sokban hasonló a légszennyezéséhez, mivel a technikai, konstrukciós előrelépés ellenére, elsősorban a közlekedési volumen növekedése, a városiasodás, a közlekedési infrastruktúrafejlődés következtében növekvő lakossági érintettség tapasztalható a megengedettnél magasabb zajterhelés által – 65dB egyenérték 24 órára - ami az EU-ban 15%-ról 25%-ra emelkedett az ezredforduló utáni években.

5.1.3. Regionális szinten

A közlekedés komolyan veszélyeztetheti az élőhelyeket, a biológiai sokféleséget, így a savasodás, és a különböző szennyezők kiülepedése révén. Az egyik legjelentősebb kockázati tényező a közútfejlesztés az erdők, érzékeny természeti területek, és kulturális értékekkel bíró régiók számára. A feltárás, a lakóterületi hasznosítás, vagy természeti erőforrásokhoz való hozzáférés érzékeny, természetközeli területek keresztezésével jár, ahol a beavatkozás minimalizálása lényeges feladat. Regionális hatótényező az emissziós gázok legtöbbje is, így elsősorban a nitrogénoxidok, az illékony szénhidrogének, amelyek mind a természeti, mind a mezőgazdasági élőrendszereket károsítják.

5.1.4. Globálisan

A *Globális hatások* tekintetében ugyancsak jelentős a közlekedés terhelő szerepe. Az emberi tevékenységből származó széndioxid kibocsátás mintegy 28%-a közlekedési, elsősorban közúti eredetű. A közlekedési eredetű széndioxid kibocsátás részesedése az USA-ban jóval magasabb, mintegy 33%-os, míg Nyugat Európában 24%. A gépkocsik energiahatékonyság javulása ellenére a globális forgalom és motorizáció növekedés következtében legalább 2015-ig világméretben tovább nő a közlekedési eredetű széndioxid kibocsátás.

Az ózonréteg károsító hatású CFC-k 30%-a, és a nitrogénoxidok, - amelyek ugyancsak rendelkeznek globális, üvegházi hatással - mintegy 50%-a közlekedési eredetű. A globális felmelegedés elsődlegesen az iparosítás, és a motorizáció eredménye, amelyben a fejlett, OECD országok játsszák a döntő szerepet.

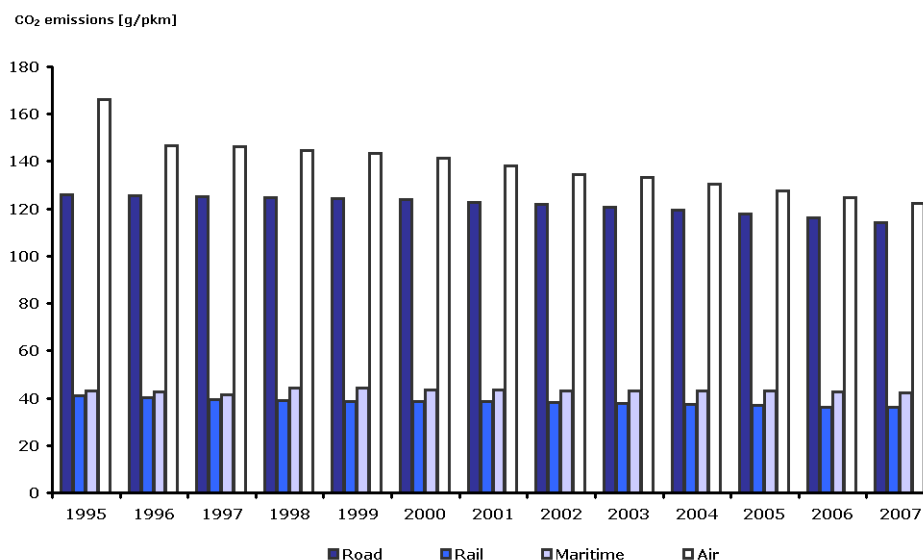


Mindazonáltal a fejlődő országok jelentenek komoly kockázatot a széndioxid, metán, és más üvegházi gázok kibocsátása tekintetében, a jelen trendek folytatása esetén rövidesen a legnagyobb kibocsátók lehetnek.

A légitözlekedés a helyi zajterhelés, és légszennyezés mellett jelentős globális hatásokkal is bír, így ózonréteg károsító és üvegházi hatást kiváltó emisszióival. A technológiai fejlődés ellenére az üzemanyag-fogyasztás növekedése e területen évi 3%, ami húszévente történő duplázódást jelent. A tengerhajózásban az elmúlt időszakban jelentősen, mintegy 60%-al sikerült csökkenteni az olaj kibocsátást, de változatlanul komoly kockázatot jelentenek a tanker balesetek haváriás szennyezései.

5.2. Környezeti hatékonyság

Lényeges elem a befektetett, igénybevett energia, és más természeti erőforrások felhasználásának hatékonysága, ill. a fajlagos környezet terhelés a különböző közlekedési ágakban. E tekintetben, globális szempontból jellemző a fajlagos széndioxid kibocsátás az egyes mobilitási, szállítási formákban (41. ábra).

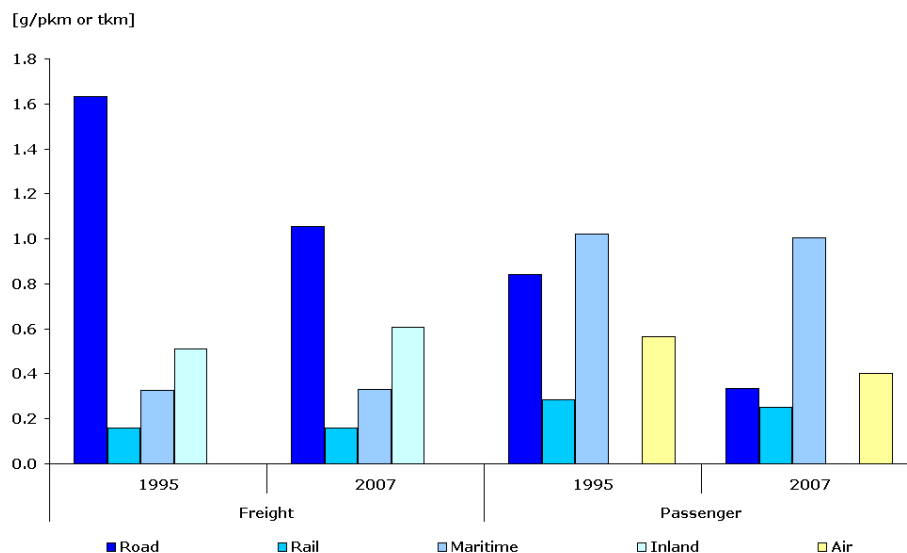


41. ábra: Fajlagos széndioxid kibocsátás tendenciái az egyes közlekedési ágakban – közút, vasút, tengeri hajózás, és légi közlekedés (Forrás: EEA – Európai Környezetvédelmi Ügynökség)

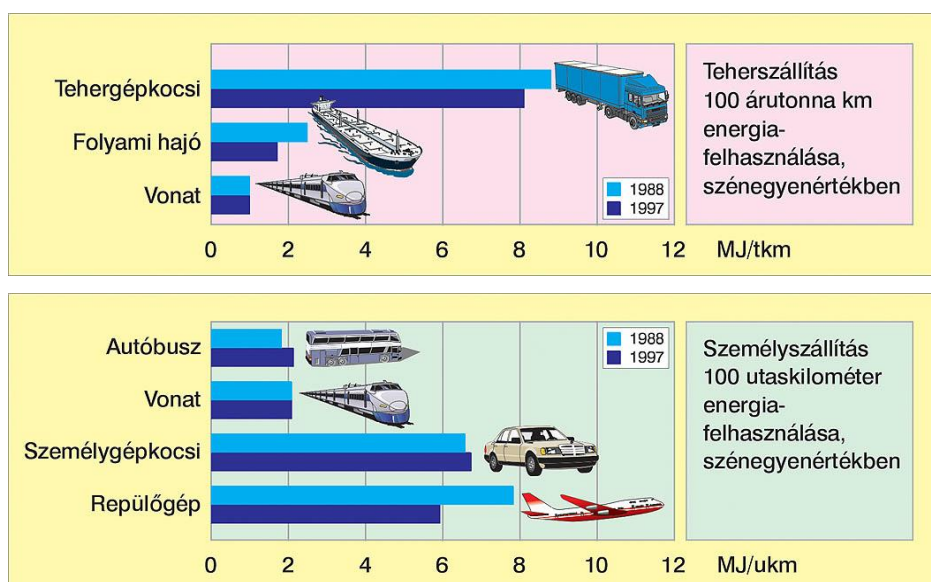
Környezeti hatékonyság, életciklus szempontból nézve: a globális hatások, az üvegházi gáz kibocsátások számottevő része nem közvetlenül a járművek működéséből adódik. Szakértői becslések szerint ez személygépkocsiknál 72%, míg 17-18% az üzemanyag vertikum folyamatából, és 10% a járműgyártásból származik.

A főbb áruszállítási módok egyéb légszennyező hatásai és fajlagos energia felhasználása között ugyancsak jelentős különbségek vannak. (42. és 43. ábra)

Európai léptékben az elmúlt évtizedben a személyközlekedés a GDP-vel azonos ütemben növekedett. A közúti és a légitözlekedés ütemnövekedése a legerőteljesebb, tekintettel a szabadidős, és hivatásforgalom erőteljes felfutására. Ebben a megtett távolságok növekedése is szerepet játszik, tekintettel területfejlesztési, városi, szuburbanizációs folyamatokra. Természetesen az életszínvonal növekedése, a kapcsolódó motorizáció emelkedés is fontos eleme e tendenciáknak.

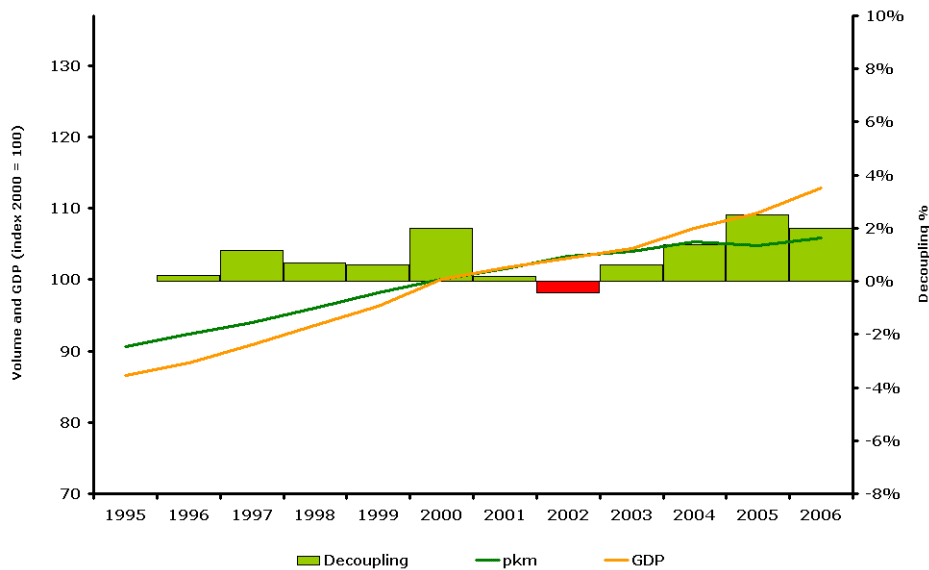


42. ábra: Fajlagos NO_x kibocsátási mutatók az egyes közlekedési ágakban - közút, vasút, tengeri hajózás, belvízi hajózás és légi közlekedés (Forrás: EEA)

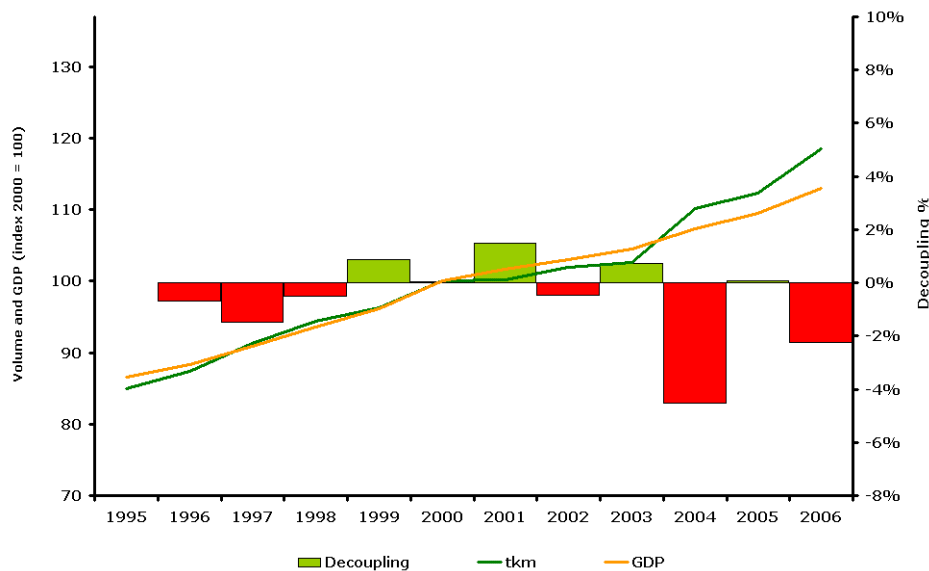


43. ábra: Áru és személyszállítási fajlagos energia felhasználás (Forrás: Környezetvédelmi Minisztérium)

Az áruszállítás növekedése ugyanakkor egyre jelentősebb mértékben túllépi a GDP emelkedési ütemét. Ez viszonylagos hatékonyság romlást, így környezeti hatékonyság romlást is jelent, tekintettel arra, hogy itt is a közúti, elsősorban nehéz-tehergépjárműves szállítás emelkedett a legintenzívebben. A gazdasági globalizáció, a kapcsolódó liberalizáció a belső piac területén komplex termelési és kereskedelmi rendszerek kialakulásához vezetett, amely nagyobb távú, gyakoribb szállításokat eredményezett. Az áruszállítás költségei általában alacsonyak más termelési típusú költségekhez képest, így a tárolási költségekéhez, ill. jelentősek az időre történő szállítások (JIT) előnyei. Ezen elemek is a raktárból az utakra terelték, terelik a készleteket. A 44. és a 45. ábra a személy és áruszállítási intenzitás alakulását jelzi a GDP-hez viszonyítva az EU-ban az elmúlt időszakban.



44. ábra: Személyszállítás és a GDP viszonya az EU-ban (Forrás: EEA)



45. ábra: Áruszállítás és a GDP viszonya az EU-ban (Forrás: EEA)

A korábbi előrejelzések a közlekedési volumen és a GDP tendenciái közötti harmonizációt, ill. bizonyos hatékonyság javulást, fajlagos szállítás és mobilitás csökkentést irányoztak elő. Ebben a különböző szabályozási intézkedések, a fokozódó torlódások ellenhatásai, ill. az ipar felől a tudás-alapú ágak, - információ-technológia, szolgáltatási szektor stb. – felé való elmozdulás lehetőségei, megfontolásai játszottak szerepet. A valós tendenciákban azonban a korábban említett tényezők játszották a meghatározó szerepet, ill. a csillapító intézkedések, eszközök nem érvényesültek. Az EU bővülése ebben a folyamatban további közlekedési volumen növekedést hoz majd magával. A csatlakozó országokban gyorsan nő a motorizáció, visszaesik a vasúti és a közösségi közlekedés. Ugyanakkor az igen rossz szállítás intenzitás – nemzeti jövedelem egységre eső szállítási, ill. személyközlekedési teljesítmény – további javulása várható a strukturális váltás, a gazdasági növekedés bekövetkeztével. Az energiahatékonysági pozitívumokat, amelyeket az elmúlt évtizedben értünk el, elsősorban a gépjárművek fogyasztás csökkentése révén, semlegesítette a közlekedési volumen növekedése. A

közlekedés a leggyorsabban növekvő energiafogyasztó szektor az EU-ban, az energia felhasználás 30%-a közlekedési jellegű, ami az üvegházi gáz kibocsátás hasonló növekedését hozta magával.

5.3. Környezeti hatótényezők

A környezet, a környezeti elemek az emberi tevékenység természetes bázisát adják, amelyek részben a termelésben, a fogyasztásban is felhasználhatók, de a hulladékok elhelyezését, „hígítását” is szolgálják. A környezeti hatótényezők tekintetében kialakult egyfajta egységes megközelítés, így a külső költségeket, és a környezeti minőség romlását okozó tényezőket sorolják ide. Ezek szinte mindegyikénél megszabható kritikus szint érték, ami az emberi életet veszélyezteti, ill. ez alatti, amely az életminőséget és az érintett, terhelte terület értékeit veszélyezteti, degradálja.

5.3.1. Zaj

A közlekedési zaj egyértelműen zavarja a társadalmi létet, és kihatással van egészségi állapotunkra, így károsíthatja a fizikai és a lelki egészséget is. A 85 dB feletti terhelések hallászavarokat okoznak, míg a 60 dB feletti idegi reakciókat, keringési, és hormonális megbetegedéseket váltanak ki. Számos tanulmány igazolta a közlekedési zaj, és a közegészségi állapot közötti összefüggést, így a zajnak kitettek magasabb szív megbetegedési kockázatokkal néznek szembe. Erre utal a 11. táblázat, nemzetközi vizsgálatok adataival:

A vizsgálat helye	Zajsztint (dBA)		
	65-70	70-75	75-80
Caerphilly, Speedwell (UK)	+20%	-	-
Berlin	-	+20%	+70%
INFRAS/IWW adata	+ 20%	+30%	

11. táblázat: A közlekedési zaj okozta szívinfarktus kockázat növekedés (Forrás: Rothengatter)

A nappali 65 és az éjszakai 55 dB alatti szintek lényegesen csökkentik a kockázatot, de még mindig zavaró jellegűek, amely már a helyi szociális, kulturális viszonyoktól is függ.

5.3.2. Légszennyezés

A közlekedési légszennyezést hagyományosan a szénmonoxid (CO), a kéndioxid (SO₂), a nitrogénoxidok (NO_x), a benzol és más illékony szénhidrogén vegyületek (C_mH_n), és a finom szemcsék (korom, por), PM_x kibocsátásával és koncentrációjával jellemzik. A légszennyezés az emberi egészség károsítása mellett károkat okoz az épített környezetben, és a mezőgazdaságban, valamint a természeti környezetben. Az egészségügyi hatások viszonylag egyértelműek, és a fentiek közül változó módon alkalmazunk indikátorokat a légszennyezés jellemzésére, ugyanakkor az épített és természeti, agrár környezet károsítása nehezebben azonosítható a közlekedési eredetű kibocsátásokkal.

A finom szemcsékkel kapcsolatos WHO vizsgálat 1999-ből arra utal, hogy a belső égésű motoros emisszió mellett jelentős volument képez az útfelület, a gumibroncs, fékpofa, tengelykapcsoló kopásából adódó finom szemcse kibocsátás. Az INFRAS vizsgálatai arra utalnak, hogy a kritikus PM₁₀ terhelés mintegy 80%-a *nem-belsőégésű motoros* forrású. A kibocsátás csökkentéséig a motor emissziókra koncentrált, így a jövőben tovább nőhet az egyéb forrású porterhelés aránya (12. táblázat).

Közlekedési mód	Nem- égéstermék PM ₁₀ kibocsátás g/járműkm	Motorikus PM ₁₀ kibocsátás részaránya (%)	Nem- égéstermék PM ₁₀ kibocsátás részaránya (%)
Személygépkocsi	0,12	12	88
Busz	1,2	37	63
Könnyű tehergépkocsi	0,21	56	43
Nehéz tehergépkocsi	1,2	31	69
Személyvonat	2	49	51
Tehervonat	2	61	39

12. táblázat: Motorikus, és nem-égéstermék jellegű finomszemcse kibocsátás (Forrás: INFRAS 1999)

A légszennyezés körében kell megemlíteni a klímaváltozás, ill. az üvegházi gázok közlekedési eredetű kibocsátását. Az IPCC a Kormányközi Klímaváltozási Állandó Bizottság tanulmányai szerint egyértelmű a globális hőmérsékletemelkedés az emberi beavatkozás következtében – 1,4 – 5,8 °C 100 évre vetítve. Ide tartoznak a széndioxid, a metán, az alsólégköri ózon, a halogénezett szénhidrogének, és az N₂O. A széndioxid a legismertebb, amely mintegy 50%-ban felelős az üvegházi folyamatért, a széndioxid kibocsátás 25%-a közlekedési eredetű. Az is viták, és vizsgálatok tárgya, hogy a fosszilis üzemanyagok égéstermekei, így a széntartalmú finomszemcsék, és a szerves vegyületek ugyancsak globális felmelegedési hatásúak.

5.3.3. A természeti környezet, a táj zavarása

A természeti környezetre, a tájra, és a fajokra kifejtett zavaró hatás elsődlegesen a közlekedési infrastruktúra biztosításából adódik, s kevéssé magából a közlekedésből. Mindazonáltal két hatás csoportot lehet itt megkülönböztetni:

- A közlekedési infrastruktúra biztosítása (út, vasút, gát, híd, repülőtér stb.).
- Elválasztási, és akadály hatások (melyet már az infrastruktúra használata is befolyásol).
- A táj minőség romlása, idegenforgalmi érték vesztese, stb.
- A természeti értékek elvesztése – élőhelyek, védett fajok.
- A közlekedési infrastruktúra használatával kapcsolatos hatások.
- Talaj és felszíni víz-szennyezés.
- Balesetek, haváriák hatásai.

5.3.4. Városi övezetek elszigetelése

A közlekedési infrastruktúrák városi régiókban, így pl. gyorsforgalmi utak esetében jelentős elszigetelési hatásokkal bírhatnak, amelyek a társadalmi kapcsolatokra is kihatnak. Ezen elem jó ideig háttérben volt a várostervezésben, tekintve, hogy a városi lét alapja egyfajta társadalmi koherencia. Ennek figyelembe vétele a hatáselemzésekben, költség haszon vizsgálatokban ezért ma már nélkülözhetetlen.

5.3.5. A város tér hiánya

A tér a városi övezetekben érték, amelyből gyakran hiány van, és több okból is szükség van rá. Így a városi területek közlekedési célú igénybevétele hiányhelyzethez vezet e tekintetben, amely negatív társadalmi, gazdasági következményekkel bír. Közlekedési infrastrukturális fejlesztéseknél ezért ez is igen fontos mennyiségi, minőségi, értékelési tényező az előkészítésben, és a döntéshozatalban.

5.3.6. A természetes láthatóság csökkenése

A légszennyezés járulékos hatása bizonyos esetekben a láthatóságot is zavarja, csökkenti, annak pszichológiai hatásaival, rontva az életminőséget, vagy a terület attraktivitását.

5.3.7. Balesetek

A közlekedési balesetek is a környezeti hatások körébe sorolhatóak, hiszen az emberek sérülésével is járnak. Ennek háttere a felmerülő társadalmi költség, melynek egy része nem fedezett biztosításokkal, így a termelés kiesések, szociális elemek, továbbá a járulékos torlódási, légszennyezési és más terhelő hatások.

5.3.8. Háttér folyamatok járulékos hatásai

- Energiatermelés, amely a közlekedéshez kötődik, annak vertikális, járulékos elemeivel, terhelő hatásaival.
- Járműgyártás és fenntartás, annak légszennyező, hulladék kibocsátó hatásaival.
- Közlekedési infrastruktúra építése és üzemeltetése. A közlekedés környezeti hatásai köréből nem mellőzhetők az infrastruktúra terheli, külső költségei, így a meglévő létesítmények fenntartása, és az újak építése.

5.4. Fenntarthatósági megközelítések

A fenntartható fejlődési fogalmak jóval messzebbre vezetnek, mint a növekedés és a környezet viszonya, a környezeti és a fejlődési kategóriák mellett itt a társadalmi, méltányossági, igazságossági szempontok is szerepet kell, hogy kapjanak. A fenntartható fejlődés, és az ehhez kapcsolódó fenntartható közlekedés, mobilitás egymással is összhangban, egyensúlyban kell, hogy legyenek. Itt hármas célt kell megvalósítani,

- a növekedést, egyfajta fenntartható gazdasági fejlődést,
- a környezetvédelmet, ami társadalmi szempontból a generációk közötti igazságosság, a jövő nemzedékek jogait is felveti, és
- a generációkon belüli, tehát a mai társadalmi szempontok, a társadalmi igazságosság megvalósítását.

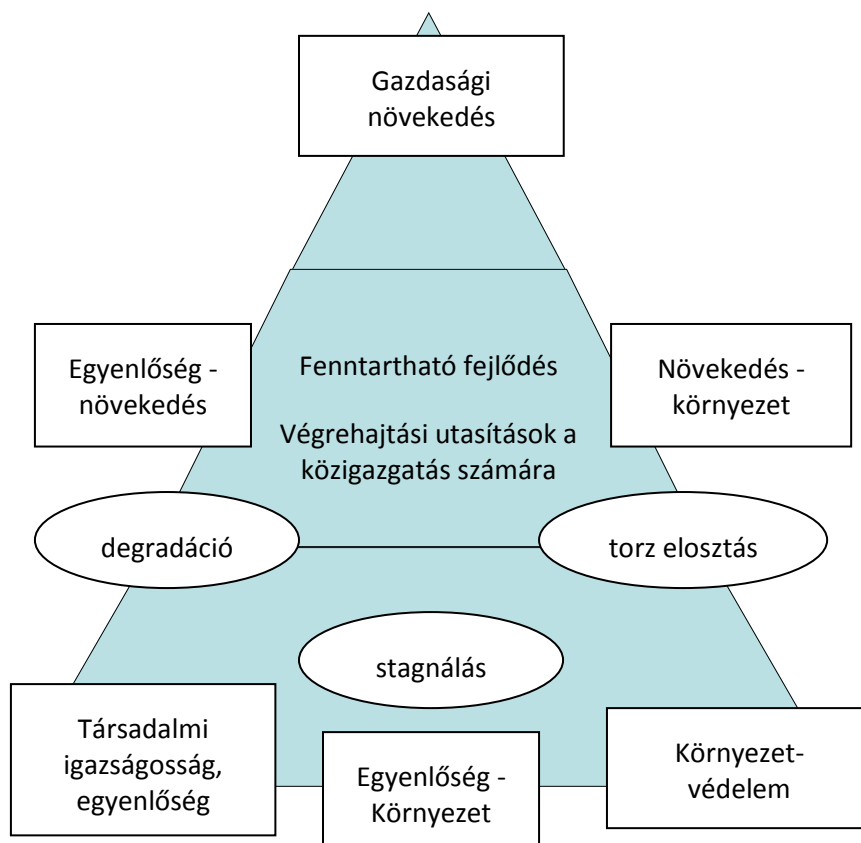
A kapcsolódó modellt a 46. ábra illusztrálja.

A három célkitűzés egymásnak nem automatikus kiegészítője, sőt azok sok tekintetben ellentmondásban vannak egymással, amire a fenntartható fejlődésen kívül jelzett köztes állapotok – degradáció, stagnálás, torz elosztás – is utalnak. A gyakorlatban a legtöbb fenntartható fejlődési, majd ebből fakadó fenntartható közlekedési megközelítés a növekedés – környezet viszonyrendszerből, skálából indul ki, erre mutatnak az ismert fenntartható fejlődési definíciók. Ez a jellemző a közlekedési megközelítésekben is, ahol a közlekedés gazdasági hatásai, és környezeti terhelése kerül elsősorban számbavételre. A másik skála, a növekedés, fenntartható fejlődés – társadalmi szempontok közötti, egyfelől a társadalomtudományok kérdése, másfelől a közlekedés területén ide tartozik az egyéni és a közösségi közlekedés viszonya, a közlekedési beruházások hatása fejletlen régiókra, ill. egyes lakossági, társadalmi csoportokra. A harmadik viszonyrendszer, a környezeti és a társadalmi szempontok, célkitűzések skálája viszonylag kevés figyelmet kapott, kap, így eddig a közlekedési, fenntartható mobilitási kérdéskörben is.

A hatékony közlekedési rendszernek a fentiekhez kapcsolódva ugyancsak hármas követelmény rendszert kell teljesítenie. Egyfelől folyamatosan javuló életszínvonalat kell biztosítania, ami elsősorban a gazdasági, pénzügyi fenntarthatóság felé mutat. Másrészt a lehetséges legjobb életminőséget kell garantálnia, ami elsősorban a környezeti, ökológiai fenntarthatóság felé visz.

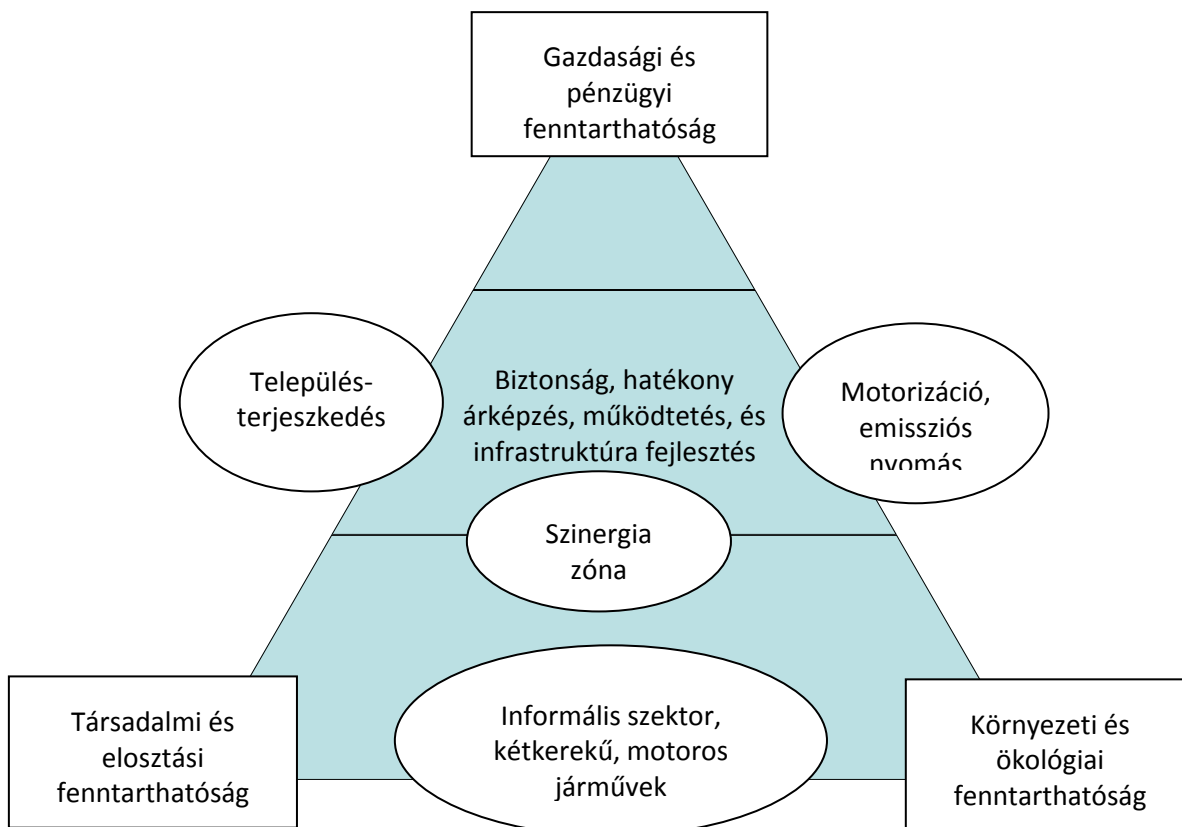


Harmadrészt pedig a közlekedés, a mobilitás előnyeit, hasznát a közösségnek, a társadalomnak minél szélesebb körben és igazságosan kell élveznie, ami a társadalmi fenntarthatóságra utal.



46. ábra: A fenntartható fejlődés hármás feltétel- és viszonyrendszere (Green és Wegener 1997 nyomán)

A három fenntarthatósági elem, a gazdasági, a társadalmi, és a környezeti, azonban sok tekintetben kölcsönösen erősítő hatásokkal is bírnak. Így pl. a közúthálózat, vagy a közösségi közlekedés rekonstrukciója mindhárom szempontot erősíti, kielégíti, ill. olyan eszközök is vannak, amelyek a fenntarthatóságot szinergikus formában segítik, az un. „win-win”, a nyer-nyer megoldások formájában. Ezek az infrastruktúra fenntartására, a külső hatások megfizettetésére, a hatékonyság javítására, a biztonságra, vagy a közigazgatásra vonatkozó együttesen pozitív intézkedések lehetnek. Ellentétes irányú lehet pl. a motorizáció növekedése, elsősorban az egyéni közlekedés térhódítása, ami egyfelől GDP növelő tényező, másrészt környezetkárosító hatású. A globalizálódó gyártási rendszerek, a JIT logisztika egyfelől csökkenti a termelési költségeket, miközben a közlekedési ráfordítások, a megnövekedett szállítási távolságok révén emelkednek, hasonló, növekvő erőforrás-igénybevevő hatásokkal bír a légi szállítás, vagy a kis egységekben történő rugalmas rendszerek alkalmazása is. A fenntarthatósági szinergiákra utal a 47. ábra, a három fenntarthatósági összetevő mellett a köztes zónákban a negatív mellékhatásokkal, ill. középen a szinergiára, a fenntarthatóságra utaló elemekkel.



47. ábra: Fenntarthatóság, szinergiák és veszteség zónák

5.4.1. Gazdasági és pénzügyi fenntarthatóság

A *gazdasági értelemben* vett fenntarthatóság egyfelől egy szilárd gazdasági háttér meglétét feltételezi, igényli, másfelől a közlekedési fejlesztéseknek, befektetéseknek olyan költség – haszon elemzéseknek kell megfelelniük, ahol a környezeti, külső költségek is megjelennek. Jelentős közpénzek, más források igénybevételéről van szó, amelynek, társadalmi, pénzügyi, környezeti értelemben egyaránt hatékony felhasználása súlyos kérdés. Itt azonban nemcsak a közvetlen infrastruktúra kell, hogy szerepet játsszon, ami a közlekedési beruházási igények 25-50%-át veszi fel, míg a működtetésben már inkább csak mintegy 5%-ot jelent, hanem a járműpark, és a működtetés megoldása, költségei is. Fenntarthatósági összetevő, ill. az ellen hathat a közlekedési infrastruktúra elhanyagolása, annak járulékos többlet terheivel, vagy a közösségi közlekedés, a közszolgáltatási feladatok háttérbe szorítása, ami ugyancsak gyűrűző negatív társadalmi, gazdasági és környezeti hatásokkal jár.

5.4.2. Környezeti és ökológiai fenntarthatóság

A *környezeti fenntarthatóság*, utalva az ezzel kapcsolatos alapelvekre, célkitűzésekre, elsősorban az élhető emberi környezetet, a káros külső hatások elfogadható szintre történő mérséklését kell, hogy jelentse. Itt a közlekedési rendszerek rugalmassága, az arra mutató igény az, ami a közút, a közúti függőség felé vitte a világ nagy részét, az ezzel járó hatásokkal, fenntarthatatlan tendenciákkal – energiafogyasztás, légszennyezés, és a számos ismert externális tényező megjelenése. A kialakult szerkezetekkel, társadalmi szokásokkal, elvárásokkal szemben kell egy olyan közlekedéspolitikát, gyakorlatot kialakítani, ami az elvárt kimenetet, teljesítményt úgy biztosítja, hogy a nem kívánt, káros hatások minimális szinten maradjanak. Természetesen a globalizáció keretei között is megvannak, ill. meg maradnak az életminőséggel kapcsolatos különböző kulturális elvárások, tehát régióként, néha országonként eltérő utat, stratégiát kell választani. Más a helyzete egy fejletlen, perifériális térségnek, ahol az infrastruktúrafejlesztés lehet az elsődleges, míg egy fejlett régióban a környezeti mutatók

javítása a fő feladat. Mindkét esetben veszély azonban az ún. „fenntarthatósági szakadék” megjelenése, amit a környezeti szempontoknak a projektek, politikák körében való mellőzése okoz.

5.4.3. Társadalmi és elosztási fenntarthatóság

A *társadalmi fenntarthatóság* tekintetében egyfajta társadalmi szintű hozzáférés, közlekedési szolgáltatás biztosítása, a társadalmi különbségek kezelése a feladat, ill. fenntarthatósági összetevő. A közlekedési stratégiák feladata itt egyfajta társadalmi igazságosság biztosítása, egyenlő ill. közel egyenlő esélyek biztosítása a mobilitási, szállítási szolgáltatásokhoz és ezeken keresztül olyan alapvető társadalmi igények kielégítéséhez, mint a munkába járás, oktatási, egészségügyi és más szolgáltatásokhoz való zökkenőmentes hozzájutás. Ez különösen fontos az ún. hátrányos helyzetű, perifériális, gazdasági, társadalmi szempontból rossz adottságú, ritkán lakott övezetekben, ahol az autófüggőség ill. az elszigeteltség felé sodródónak a folyamatok. Ebből a szempontból alapvető társadalmi feladat a hivatásforgalmat segítő, kielégítő szintű tömegközlekedési szolgáltatás biztosítása. Ennek közvetlenebb formái is megtalálhatók, mint a legfrekvenciáltabb elővárosi bejáró forgalmat lebonyolító csatornák kiépítési, fejlesztési és működtetési támogatása.

A társadalmi fenntarthatóság szempontjából lényeges a helyi közösség, az önkormányzatok szerepe a regionális, kistérségi, helyi közlekedési infrastruktúrafejlesztésben, és működtetésben. A helyi kohézió fontos eleme a közösség számára kedvező, több szempontból is fenntartható közlekedési szerkezet kialakítása, természetesen ebben a megfelelő anyagi rész vállalásával. Ide tartozik a helyi struktúrákat, helyi termelési, elosztási módokat támogató, ösztönző áruszállítási elosztási rendszer, ami szintén a helyi társadalmi kohézió eszköze kell, hogy legyen.

5.5. A fenntartható fejlődés érdekében hozható forgalomtechnikai intézkedések

Az általános cél valamely településen belül, vagy településen belüli kisebb területegységben a helyi lakosság életkörülményeinek javítása érdekében

- a motorizált forgalom nagyságának csökkentése,
- a motorizált forgalom sebességének csökkentése,
- a közúti közlekedés biztonságának növelése,
- a közúti forgalom okozta káros környezeti hatások mérséklése.

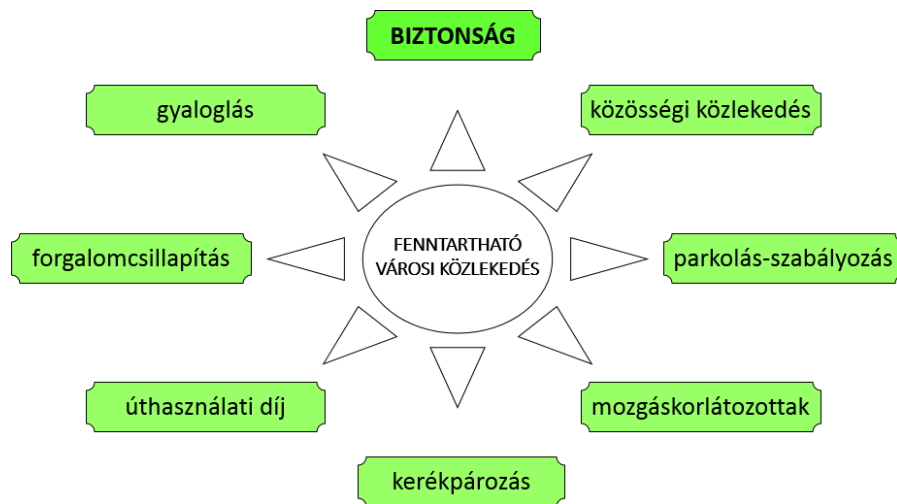
Mindazokban az országokban, ahol a településeket jelentősen terheli a közúti gépjárműforgalom, egyre nagyobb támogatottságot kapnak azok az intézkedések, amelyek alkalmasak a forgalom mérséklésére és alternatíváról gondoskodnak.

Ilyen intézkedésnek számít a *forgalomcsillapítás*, amely tulajdonképpen mérnöki beavatkozás a forgalom lassítására.

Általános tapasztalat, hogy a szabályozás hatására az övezeten belül:

- csökken az átlagsebesség,
- kedvező irányban változik a járművezetői magatartás,
- növekszik a forgalom biztonsága, számottevően csökken a balesetek súlyossága, a személyi sérüléssel járó balesetek száma,
- csökken a zajterhelés (az egyenletes haladás következtében),
- mérséklődik a károsanyag-kibocsátás (átmenő forgalom kitiltása, a gyakori sebességváltások elmaradása miatt),
- a gyalogos és kerékpáros közlekedési körülményei javulnak,
- az övezetben élők, és ott tevékenykedők életminősége érezhetően javul.

5.5.1. A fenntartható városi közlekedés eszközszerkezere



48. ábra: A fenntartható városi közlekedés eszközszerkezere

5.5.2. Területi forgalomcsillapítás

A területi forgalomcsillapítás háromféle megjelenési formája lehetséges:

Gyalogos övezet, gyalogoszóna nagyobb városok esetén létesíthető az üzleteket, áruházakat, közhivatalokat, szórakozóhelyeket stb., valamint lakásokat magában foglaló belvárosban, a városközpontban. A felsorolt létesítmények nagy gyalogosforgalmat vonzanak, nincs nagyobb tehergépkocsi-forgalmat előidéző létesítmény, és az érintett lakosság a létesítését támogatja.

A gyalogos közlekedés kellemesebbé tétele érdekében, a városi élet körülményeit tervezők számára az alábbi intézkedési, tervezési szempontok javasolhatók.

a/ kerülőutak és az idővesztések csökkentése:

- új járófelületek és épületek alatti passzázsok kialakítása,
- aluljárók, felüljárók építése az olyan akadályoknál, mint folyók, vasutak, autópályák
- időt megtakarító jelzőlámpa fázisok kialakítása,

b/ a közlekedés biztonságának növelése:

- motoros járművek forgalomcsillapítása és sebességcsökkentése,
- a jelzőlámpa gyalogosbarát kialakítása (hosszú zöldidő, kevés várakozási idő),
- hangsúlyt kell helyezni a láthatóság növelésére, célszerű kerülni a be nem látható területeket,
- konfliktus mentes jelzőlámpa a gyalogosok számára (kanyarodó járművek),
- segítség az úttesten történő átvezetéskor, a csomópont újratervezése a gyalogosok igényeinek megfelelően,
- elkülöníteni a motorizált forgalmat az egyéb közlekedőktől,
- a főútvonalak újra tervezése csökkentett haladási sebességgel,
- a csomópontok erőteljesebb megvilágítása.

c/ kellemesebb és kényelmesebb gyaloglás:

- a gyaloglási felület szélesítése,
- a gyalogjárda szintjének változatlan hagyása a csomópontban,

- kényelmes emelkedésű lépcsők és rámpák, liftek, mozgólépcsők,
- védelem a zord időjárással szemben.

d/ a városi környezet minőségének javítása:

- fasorok, terek, parkok és átjárók sorrendjének változtatása,
- zöld körzetek kialakítása, fatelepítések,
- a gyalogoszónák, terek, bevásárló körzetek és utcahálózatok attraktív megjelenítése.

e/ egyéb intézkedések:

- útirányjelző rendszer a gyalogosoknak,
- megfelelő megvilágítás a gyalogutakon, járdákon és aluljárókban,
- pihenőhelyek kialakítása,
- megfelelő tisztaság és gondos téli takarítás a járdákon és gyalogos felületeken (pl. ne legyenek hóhalmok a gyalogos övezetben).

Lakó-pihenő övezet lakótelepek és összefüggő lakóterületek esetén létesíthető. A beépítés a lakás, lakhatás és pihenés céljait szolgálja, és a lakók jelentős mértékben használják a közterületeket szociális célokra (jellemző a játék, a kerékpározás, a sétálás, beszélgető csoportok kialakulása stb.). Rendszeres tehergépkocsi-forgalmat vonzó létesítmény nincs. A személygépkocsik indokolt 20 km/órás megengedett sebességének biztosítását jelentős ráfordítást igénylő, építési kialakítással valósítják meg.

A lakó-pihenő övezet olyan terület, melynek forgalma sajátosan szabályozott. Kezdetét a „Lakó-pihenő övezet” jelzőtábla, végét a „Lakó-pihenő övezet vége” jelzőtábla jelzi. Ezeket a táblákat valamennyi be-, illetve kivezető úton fel kell állítani. A lakó-pihenő övezetben a közterület – közlekedési szerepe mellett – az ott lakók tartózkodására alkalmassá, vonzóvá, biztonságossá válik.

A rendszerint 30 km/órás *korlátozott sebességű övezet* létesítését elsősorban a kijelölt övezet úthálózatán előforduló balesetek számának és súlyosságának csökkentése, az érintett önkormányzatok és lakosság létesítés iránti kérése indokolhatja. Az úthálózatnak alkalmasnak kell lennie a kialakításra. A létesítés – elsősorban a bejáratoknál – építéssel jár együtt. Az építés azonban sem a bejáratoknál, sem az övezeten belül nem kötelező. Kialakítása lényegesen kisebb anyagi ráfordításokkal jár, mint a lakó-pihenő övezet esetén.

A korlátozott sebességű övezetben a „Korlátozott sebességű övezet” jelzőtáblával megjelölt sebességnél gyorsabban haladni tilos. Ez a sebesség általában 30 km/óra. A korlátozott sebességű övezetet minden oldalról II. rendű főút (esetleg gyűjtő út) határolja. Ezekon az utakon a megengedett legnagyobb sebesség 50 km/óra (vagy ettől eltérő is lehet). A megfelelő határoló úthálózat (50 km/órás vagy ettől eltérő megengedett legnagyobb sebességgel) a korlátozott sebességű övezetek létesítésének alapfeltétele. Az övezetben II. rendű főút nem lehet.

A helyi lakosok övezeten belüli mozgása könnyebb lesz, a lakás közeli szabad közterületek használata intenzívebbé válhat, viszont az útburkolati küszöböket a gépjárművezetők a forgalomcsillapítás negatív eszközeként értékelik.

5.5.3. Vonali forgalomcsillapítás

A vonali forgalomcsillapítás megjelenési formái:

- a csillapított forgalmú átkelési szakaszok kistelepüléseken belül és
- a forgalomcsillapítás a települések főúthálózatán.

Kistelepülések átkelési szakaszai

A kistelepülések városias jellegű szakaszain összpontosul az emberi tevékenység jelentős része, amely súlyos problémák forrása:

- a balesetek sűrűsödnek,
- nehezen elviselhető a közlekedés káros hatása a környezetre,
- romlik az életminőség.

Az átkelési szakaszok környezetének rossz minősége korábbi helytelen közlekedéspolitikának az eredménye. A települések az országutak mellett, illetve az országutak keresztezésénél létesültek. Az országút régebben a településeken belül a közlekedésen felül kapcsolatteremtő, szociális, kereskedelmi funkciót is betöltött. A gépjárműforgalom növekedéséből származó igények kielégítésére az átkelési szakaszok rendelkezésre álló felületén utat építettek és a gépjárműforgalomnak rendelték alá az összes többi funkciót. Az átkelési szakasz elsősorban nem a helyi forgalmi igények kielégítésére szolgált.

Nagyobb települések forgalmi útjai

A városi úthálózat azon forgalmi útjain, ahol sok a baleset, az övező épületek funkciói miatt jelentős a parkolási igény és nagy a keresztező forgalom vagy a környezet fokozottabban védendő, a forgalomcsillapítás célja az 50 km/órás megengedett sebesség túllépésének megnehezítése. Ezzel a forgalmi út kapacitása nem csökken, ugyanakkor a közlekedésbiztonság növekszik és a káros közlekedési hatások csökkennek.

A településen belüli forgalmi utak forgalomcsillapításának két eszköze van. Ezek:

- a forgalomszervezés és
- az építés.

A forgalomszervezési eszközök az alábbiak lehetnek:

- az út hálózati szerepének felülvizsgálata és módosítása,
- valamennyi csomópontban a tömegközlekedési eszközök elsőbbségének biztosítása,
- a zöld hullám kialakulásának megfelelő jelzőlámpa-összehangolás a fő forgalmi irányokban. Az összehangolási sebesség ne haladja meg az 50 km/órát,
- a parkolás szabályozása (a meglévő parkolóterületek meghagyása, esetleg újak létesítése),
- a kerékpár- és gyalogutakon a parkolás következetes megakadályozása (büntetékiszabással, elszállítással, kerékbilincssel, vagy egyéb eszközökkel),
- a járművezetők és gyalogosok kölcsönös rálátási lehetőségének biztosítása,
- a gazdasági forgalom és áruszállítás szabályozása a szállítási időpont korlátozásával, a rakodásra szánt útfelületek kijelölésével.

Az építési eszközök a következők:

- települést elkerülő szakaszok építése a településidegen, átmenő forgalom levezetésére,
- tehermentesítő útvonalak kiépítése az egyéni gépjármű-közlekedés számára,
- az átkelési szakaszok átépítése oly módon, hogy a sebesség csökkenjen, és egyidejűleg a biztonság növekedjen,
- ahol lehetséges a saját (elkülönített) pálya kiépítése a villamos számára, és külön autóbusszáv létesítése akár az útpályaszélesség csökkentésével is,
- a főútvonalakon esetleg meglévő kerékpáros létesítmények rekonstrukciója,
- kerékpárutak építése, adott körülmények között az útpálya terhére kerékpársáv létesítése,

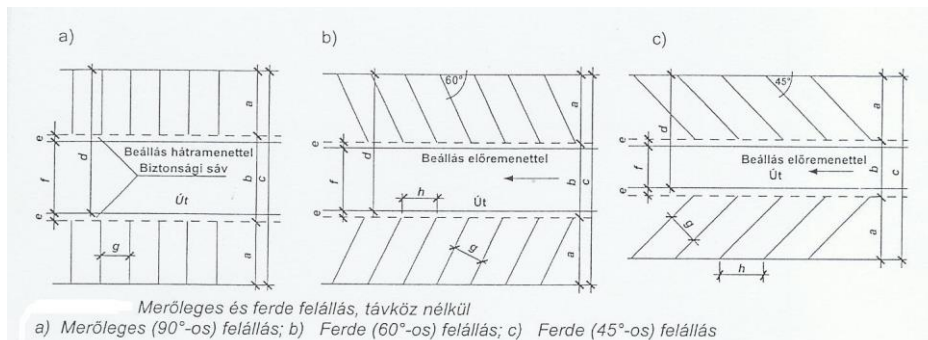


- a gyalogosok átkelésének segítése,
- a forgalmi sávok számának és szélességének a minimumra csökkentése,
- elválasztó sávok, középszigetek vagy szűkítések létesítése a keresztező mozgás elősegítésére,
- kiszolgáló sávok létesítése,
- sebességkorlátozás.

5.5.4. A parkolás-szabályozás

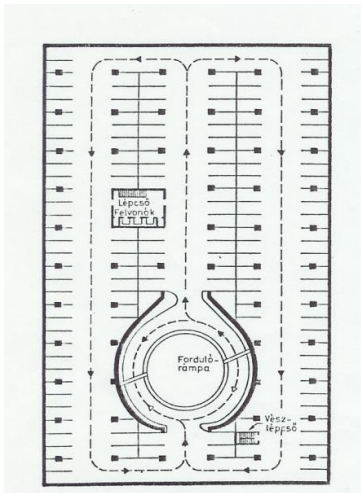
Felmérések szerint a személygépkocsik élettartamuknak csupán 5%-át töltik mozgással, ezért fokozott a jelentősége a parkolás-szabályozásnak. A települések belső területei felettébb értékesek – részben gazdasági hasznuk, részben az emberi életteret biztosító és színesítő, növényvel borított parkok következtében –, vagyis nem célszerű nagy felületeket fenntartani parkolás céljára. Egyrészt a korlátozottan kialakított parkolóhelyek száma, másrészt megfelelően progresszív parkolási díjak segítségével nemcsak a városközpontban várakozó járművek mennyiségét lehet csökkenteni, hanem a központba vezető útvonalak forgalma is mérséklődik.

A parkolás-gazdálkodás része a közterületi parkolás-szabályozás, a garázsok, a parkolóházak és a P+R rendszer. A szabványos parkolóhelyek kialakítását műszaki előírásba foglalják, mérete elsősorban az elhelyezendő járműtől és a területen kialakítható elrendezéstől függ (49. ábra). A parkolás-szabályozás bevezetését mindig a térség forgalmi rendjéhez alkalmazkodva kell megvalósítani. A rendelkezésre álló terület hiánya, illetve relatív értékesége indokolhatja parkolóház vagy mélygarázs kialakítását (50, 51. ábra). A két módszernek eltérőek a kialakítási feltételei, valamint megvalósításának és üzemeltetésének költsége is.

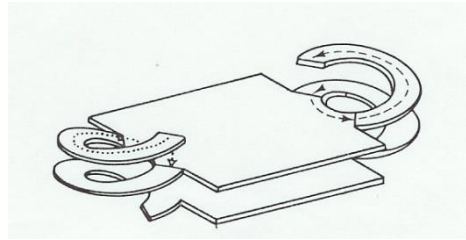


49. ábra: Különféle parkolóhely elrendezések

Korszerű parkolás-gazdálkodási és hatékony közúti információs rendszerrel a kapacitásokat jobban ki lehet használni, és az embereket hozzá lehet szoktatni ahhoz, hogy a közterületek igénybevétele ellenében a használattal arányos bérleti díjat kell fizetni. Fontos az arányos közteherviselés, vagyis aki használja, az fizesse meg a létesítési és fenntartási költségeket.



50. ábra: Parkolóhelyek kialakítása parkolóházban



51. ábra: Parkolóház használatát biztosító rámpák

Az új parkolási rendszerek bevezetése előtt nagyon fontos a lakosság támogatásának megszerzése, ezért tájékoztatásuk céljából elengedhetetlenül szükséges az intenzív lakossági kommunikációs és propaganda kampány, amelynek során a helyi újságban, helyi rádió és TV műsorokban az új parkolási rendet be kell mutatni és a szükséges tudnivalókat ismertetni kell. A város korszerű üzemeltetéséhez elengedhetetlen, hogy a parkolás-szabályozás egy kézben legyen, az üzemeltető a város, vagy városi érdekeltségű szervezet legyen.

5.5.5. Útdíj, zónadíj

A várakozásért felszámított díjon kívül a mozgó járművek korlátozására is alkalmazható fizetési kötelezettség. Ezen fizetési kötelezettség részben a korlátozást, részben az egyenletesebb anyagi terhelést segíti elő. A közúti közlekedés során a csupán részben megfizetett környezet-terhelési többlet árát, az úgynevezett externáliákat ezen módszerekkel lehet ráterhelni az utakat használókra.

Az útdíj elsősorban meglévő alternatív utak között tesz különbséget a nyújtott szolgáltatás területén. Az útdíj szedés egyik célja a megépített létesítmény beruházási költségeinek részbeni, vagy teljes megfizettetése a használókkal, a másik oka, pedig az alternatív kapacitások egyenletesebb, egyes esetekben környezetkímélő használatának elősegítése.

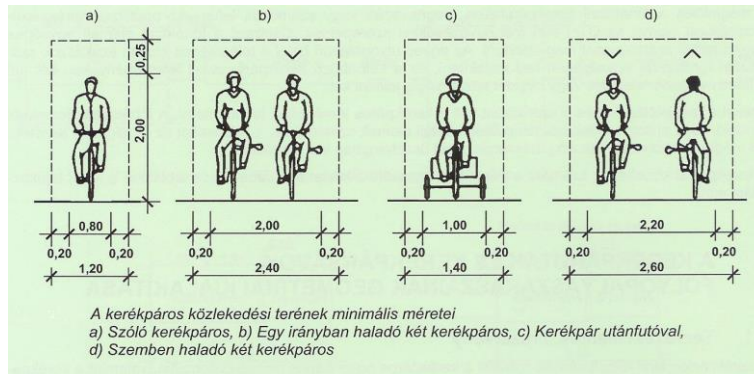
Másik fontos célja lehet az útdíjnak az alternatív közlekedési módok használatának előtérbe helyezése. Amennyiben rendelkezésre áll – és hazai viszonyok között általában igen – más közlekedési mód, akkor az útdíj alkalmazása kedvezőbb helyzetbe hozhatja, pl. a közösségi közlekedés a zsúfolt közúttal szemben. Természetesen számos szempont kerül figyelembe vételre a döntés meghozatalakor, pl. rendelkezésre állás, eljutási idő (háztól házig), kényelem, kiegészítő szolgáltatások stb.

Az útdíj beszedésének alapvetően két eltérő módszere lehetséges. Az egyik az átalánydíjas rendszer, a másik módszer a megtett úttal arányos díjat fizettet az autóssal, figyelembe véve a járműkategóriát is. Az előbbi többlet környezeti terhelést jelent, az utóbbi kedvező hatású.

5.5.6. Kerékpáros közlekedés

A kerékpáros közlekedést a teljes közlekedési rendszer integráns részének kell tekinteni. Jelenleg az utazások igen kis hányada bonyolódik le ezzel a környezetet kímélő eszközzel Magyarországon. Alternatívája a közösségi és az egyéni (személygépkocsi és motorkerékpáros) közlekedésnek egyaránt. Ezért elterjesztése, arányának növelése a közlekedésben feltétlenül elősegíti a környezet kímélését.

Elterjedéséhez feltétlenül szükséges a minél több, megfelelő színvonalú, a motorizált és a gyalogos forgalomtól egyformán elszigetelt kerékpárútra (52. ábra).



52. ábra: A kerékpárosok számára biztosítandó útfelület méretei

A kerékpározás váljon kényelmesebbé, vonzóbbá, könnyebbé, gyorsabbá (közvetlenebbé és egyenletesebbé) és biztonságosabbá, s ne csak a kerékpárutakon. A célok elérését a következő intézkedések célszerű megvalósításával lehet elősegíteni.

a/ kerülőutak és az idővesztések mérséklése

- a kerékpárosok forgalommal szemben való haladásának engedélyezése egyirányú utcában,
- a városközponti gyalogoszónában az utcák helyenkénti keresztezésének biztosítása a kerékpárosok számára,
- kényelmes haladás a kerékpárosoknak a közúti gépkocsi forgalom torlódásakor,
- jobbra kanyarodást segítő jelzőlámpa,
- a kerékpárosok számára kedvező zöld idők,
- a kerékpárosok és gyalogosok számára külön forgalomirányító jelzőlámpa,
- aluljárók vagy felüljárók a folyók, vasutak és az autópályák keresztezésekor,
- a szükséges kapcsolatok biztosítása és rövidítések alkalmazása,
- kerékpáros-barát jobbkéz-szabály alkalmazása (stop-tábla nélküli kerékpárutak, a kerékpárút elsőbbsége a mellékutcák keresztezésekor),
- kerékpársáv a piros lámpánál várakozó gépkocsik kikerülése.

b/ a kerékpározás kellemesebbé és könnyebbé tétele

- akadályok eltávolítása (ne legyen keresztben szintkülönbségű akadály, lépcsők helyett rámpák, lépcső mellett legyen vályú a kerékpárok tolásához),
- az útfelület burkolatának korszerűsítése (kőburkolat helyett aszfalt; sík csatornanyílás hosszirányú hornyok nélküli fedlappal legyen),
- kellemes és biztonságos kerékpársáv,
- elegendő szélességű kerékpárút,
- sebességcsökkentő bucka és megemelt járda a kerékpárforgalom zavartalanágáért.

c/ a biztonság növelése

Rendszerint a motoros forgalom és a kerékpárok szétválasztása nem növeli a biztonságot, mert a baleseti kockázat megnő a csomópontban. A kerékpározás akkor válik biztonságosabbá, ha elég korai pontban észlelhető és megjósolható a konfliktus a gépjármű és a kerékpár között. Ez akkor teljesülhet, ha – legalább a kereszteződésben – a kerékpáros azonos jogokkal rendelkezik, mint egyéb

járművezetők. A kerékpárosok megállási helyét jelző vonal mindig legyen előbbre, mint a gépjárművéké. A legfeljebb 30 m külső átmérőjű körforgalmú csomópont ideális a kerékpárosok számára. A kisebb átmérő elősegíti a motoros járművek sebességének csökkentése által a csomópont biztonságát. Körforgalmú csomópontban sohasem szabad kialakítani kerékpársávot, vagy kerékpárutat. További néhány fontos szempont a kerékpározók biztonságérzetének növeléséhez:

- a motorizált forgalom sebességének csökkentése (30 km/h zóna),
- a főútvonalak áttervezése a sebesség csökkentése érdekében,
- a kerékpársávcsomópontok biztonsági áttervezése,
- elegendő várakozási terület kialakítása a helyzetjelző vonal mögött,
- a motorizált járművektől elkülönített kerékpáros hálózat,
- kerékpárút összeköttetések a csomópontokban,
- közös használatú utak a belvárosban,

d/ egyéb intézkedések

- útirányjelzőtábla-rendszer,
- kerékpár parkolási lehetőség a közösségi közlekedési eszközök megállóiban, az üzletek, az iskolák, a közösségi intézmények stb. közelében,
- kombinált kerékpárjavító, -kölcsonzó és -tároló a vasútállomásnál,
- kerékpár szállítási lehetőség a közösségi közlekedési eszközökön,
- megfelelő tisztaság és téli takarítás a kerékpáros területeken.

5.5.7. A forgalomcsillapítás előnyeinek összefoglalása

Szociális előnyök

A forgalom sebességének és nagyságának mérséklése növelheti az utca kellemességét és biztonságát. Az alacsonyabb sebesség kevesebb útfelületet igényel. Így a biztonságosabb, barátságosabb utca még több helyet nyújt a gyalogosoknak.

Egészségügyi előnyök

A kerékpározás és a gyaloglás egészségügyi előnyeit gyakran elhanyagolják, nem tulajdonítanak nagy jelentőséget ezeknek. Ezek a mozgások valóságos közlekedési lehetőségek, igazi értékekkel. Egészség kutatással foglalkozó szakemberek megállapították, hogy az emberi egészség növelésének egyik leghatékonyabb módja a heti öt alkalommal végzett mérsékelt nehézségű gyakorlat, mint pl. a 15 perces gyaloglás, vagy kerékpározás. Ez sok esetben a közlekedés kapcsán is megvalósítható, amennyiben üzletbe, iskolába, munkahelyre nem személygépkocsival, vagy közösségi közlekedési eszközzel utaznak. Az ilyen aktivitásnak jelentős a befolyása a jó egészségi állapotra, a szívinfarktus megelőzésére és az elhízás elkerülésére. Mivel a mindennapos gyaloglás és kerékpározás jó kondícióban tart, ezért az emberek nagy valószínűséggel folyamatosan végzik ezt a mozgást, s nem kell külön eljárni edzésre.

Környezet-fejlesztés

A forgalomcsillapítás hozzáértő végrehajtása fejlesztheti a helyi környezetet még biztonságosabbá és általában kellemesebbé. Más fejlesztésekkel (növényzet, városkép, utcabútorok, díszburkolat) összehangolva fokozza a látványosságot és az utcai környezetet. Ha a forgalomcsillapítás sokoldalú módszereinek bevezetése egybe esik a személygépkocsi alternatíváit elősegítő intézkedések meghozatalával, akkor ez támogatja a modal split kedvező változását. Az embereket a gyaloglástól és a kerékpározástól elrettenti a balesetveszély, a kedvezőtlen közlekedési környezet, és a forgalom nagy sebessége. A forgalomcsillapítás megváltoztathatja ezeket a tényezőket, alkalmazása vonzza a helyi



gyaloglást és kerékpározást. Ezen előnyök maximális kihasználása igényeli a forgalomcsillapítási terv érzékenységét a kerékpárosok szükségletei és a gyalogosok környezet fejlesztési igényei iránt.

Városban vagy városközpontban elegendő nagyságú területen bevezetett forgalomcsillapítás esetén a hosszabb nem személygépkocsival lebonyolított utazások még attraktívabbá válnak különösen akkor, ha a csillapítás tervezésekor tekintettel vannak az autóbuszra és a kerékpárra. Még a személygépkocsit előnyben részesítőket is kevesebb és ritkább utazásra készíti a széles körben elterjedt forgalomcsillapítás. Így a megfelelő mértékű forgalomcsillapítás hozzásegít a forgalom nagyságának, a zajnak és a levegőszennyezésnek a csökkentéséhez.

Célszerű a maximális környezeti hasznot elérni a forgalomcsillapítás segítségével, viszont több cél is megjelölhető. A forgalom csökkentése történhet az elsősorban az élethez elengedhetetlenül szükséges levegő tisztaság és alacsony zajszint elérése érdekében, vagy a forgalom elterelése, a balesetek számának csökkentése miatt. Szükséges megfontolni melyik célkitűzés a jelentősebb, fontosabb és ezek figyelembe vételével elkészíteni a terveket.

Gazdasági előnyök

A forgalomcsillapítás számszerűsíthető és nem számszerűsíthető előnyöket eredményez, melyek a következők:

- növekednek az épületek árai,
- kereskedelmi előny jelentkezik a helyi üzletekben, ha a rövid utak vonzóbbá válnak,
- alacsonyabb egészségügyi kiadást eredményez a balesetek csökkenése,
- a légszennyezés csökkentésének köszönhetően alacsonyabbak a járulékos költségek,
- a város, a városközpont és a kereskedelem vonzóbbá válik ott, ahol az emberek elköltöztetése csökken és a városi környezet fejlődik,
- a közösségi szellem növekedéséből és a környezettől való szeparáció csökkenéséből potenciális haszon következik (pl. bűncselekmények számának csökkenése, a helyi üzletek gyakoribb használata).

6. Irodalom

- ⊗ Dr. Mándoki Péter (szerk.): Közlekedés és társadalom; egyetemi jegyzet. Typotex, 2011.
- ⊗ Dr. Debreczeni Gábor: Közlekedési technika; kézirat, 2013.
- ⊗ Kózel Miklós: Forgalmi modellezés, előadási anyag 2014.
- ⊗ Soltész Tamás: Városi közlekedés, előadási anyag, 2017.