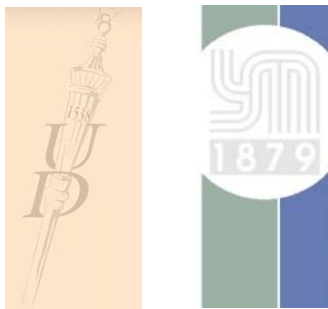




EURÓPAI UNIÓ  
STRUKTURÁLIS ALAPOK



# **KÖZLEKEDÉSTERVEZÉS I:**

## **UTAK TERVEZÉSE, ÉPÍTÉSE ÉS FENNTARTÁSA**

**DR. TIMÁR ANDRÁS**

**ROZGONYI ISTVÁN**

**Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kar  
Közmű, Geodézia és Környezetvédelem Tanszék**

**[timara@hu.inter.net](mailto:timara@hu.inter.net)**

**[rozgonyi@witch.pmmf.hu](mailto:rozgonyi@witch.pmmf.hu)**

**2007**

**Közlekedéstervezés I: Utak tervezése, építése és fenntartása**

<b>Részletes tantárgyprogram</b>		
<b>Hét</b>	<b>Ea/Gy</b>	<b>Témakör</b>
1.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	Közlekedési rendszer (pálya, jármű, ember). Úthálózatok kialakulása. <i>Utak tervezésének alapjai, tervfajták.</i>
2.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	Gépjármű mozgása egyenesben és ívben, emelkedőn. Ellenállások és látótávolságok. Túlemelés és átmeneti ívek geometriája. <b>1. tervezési feladat:</b> <i>Főút-szakasz tanulmánytervének elkészítése. A feladat ismertetése, alaptérképek kiosztása.</i>
3.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	Függőleges és vízszintes vonalvezetés elemei, összehangolásuk. <i>A semleges vonal nyomozása. Egyenesek és ívek befektetése</i>
4.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	Csomópontok osztályozása, jellemzőik és tervezésük alapelvei. <i>A helyszínrajzi adatok számítása.</i>
5.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	A közúti jelzések rendszere. Jelzőtablák és burkolati jelek. <i>Hossz-szelvény, lekerekítő ívek számítása</i>
6.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	A forgalom törvényszerűségei. Kapacitás és szolgáltatási szintek. <i>Vízszintes és magassági vonalvezetés összehangolása. Változatok összehasonlítása</i>
7.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	A közúti balesetek elemzése. <i>Mintakeresztszelvény, műszaki leírás.</i>
8.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	A környezetvédelem szempontjainak érvényesítése az úttervezésben. <b>1.tervezési feladat beadása, konzultáció.</b>
9.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	<b>1. Zárthelyi dolgozat</b> <b>2.tervezési feladat:</b> <i>Főút-szakasz engedélyezési tervének elkészítése. A feladat ismertetése. A tervezési szakasz kijelölése.</i>
10.	<b>Tavaszi szünet</b>	
11.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	A pályaszerkezetek anyagai, minőségbiztosítás <i>Helyszínrajz készítése. Átmeneti ív tervezése.</i>
12.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	Hajlékony és merev pályaszerkezetek felépítése, méretezése <i>Hossz-szelvény. Pályaszint számítása. Esésváltató módszer.</i>
13.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	Földművek, aszfalt és betonburkolatok építéstechnológiája, gépei. <i>Oldalesés-átmenetek kialakítása. Burkolatszélek vonalvezetése.</i>
14.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	Utak fenntartása, az útgazdálkodás rendszere (PMS). <i>Keresztszelvények kialakítása. A vízelvezetési rendszer.</i>
15.	2 óra előadás 2 óra gyakorlat	Az úthálózatok fejlesztése és az EU. <b>2. tervezési feladat beadása, konzultáció.</b>

# TARTALOM

Oldal

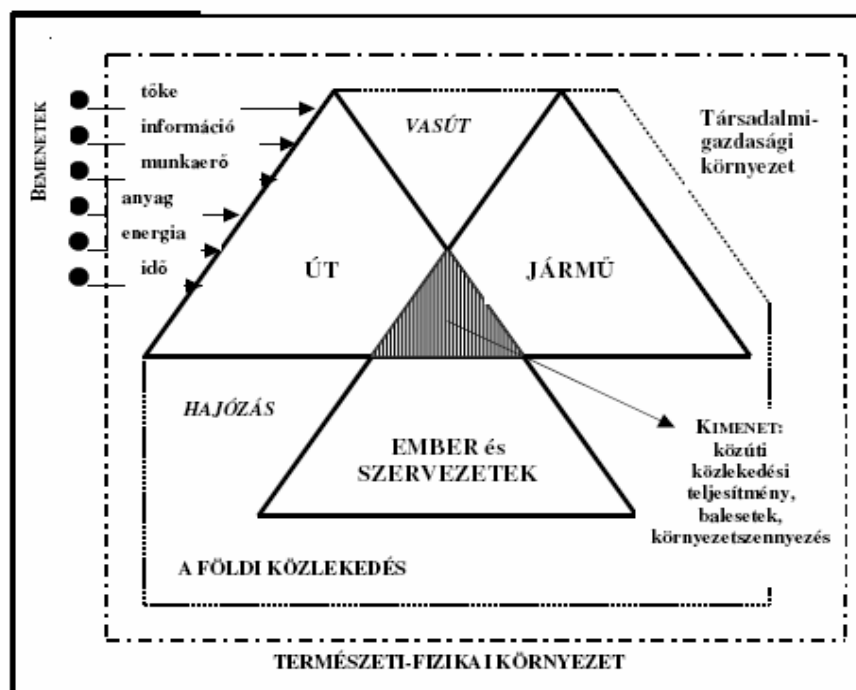
Előadások:

1.	A közlekedés rendszere. Úthálózatok kialakulása, fejlődése.....	4
2.	Gépjármű mozgása egyenesben és ívben, emelkedőn. Ellenállások és látótávolságok. Túlemelés és átmeneti ívek.....	6
3.	A függőleges és vízszintes vonalvezetés elemei, összehangolásuk.....	9
4.	Csomópontok osztályozása és tervezésük alapelvei.....	11
5.	A közúti jelzések rendszere. Jelzőtáblák és burkolati jelek.....	13
6.	A forgalom törvényszerűségei. Kapacitás, szolgáltatási szintek.....	15
7.	A közúti balesetek elemzése.....	18
8.	Környezetvédelmi szempontok érvényesítése az úttervezésbe.....	20
9.	Hajlékony és merev útpályaszerkezetek felépítése.....	23
10.	A pályaszerkezetek anyagai, minőségbiztosítás.....	25
11.	Hajlékony pályaszerkezetek méretezése.....	27
12.	Földművek és burkolatok építéstechnológiája, gépei.....	30
13.	Útburkolatok fenntartása, útgazdálkodási rendszer.....	31
14.	Az úthálózatok fejlesztése, az Európai Unió TEN-T úthálózata.....	33
	Tételsor a zárthelyi dolgozathoz.....	38
	Vizsgakérdések.....	39
	Gyakorlatok.....	40
	Ajánlott szakirodalom.....	43

# 1. A KÖZLEKEDÉS RENDSZERE. ÚTHÁLÓZATOK KIALAKULÁSA, FEJLŐDÉSE

A közlekedés: személyek és tárgyak rendszeres térbeli helyváltoztatása erre a célra szolgáló természetes és/vagy mesterséges pályák és eszközök igénybevételével. Helyváltoztatásra a legtöbb esetben nem öncélúan, hanem valamely társadalmi és/vagy gazdasági jellegű emberi tevékenység (pl. munka, szórakozás, pihenés) keretében, annak előfeltételeként kerül sor. Ezért a közlekedés iránti igény (kereslet) származtatott kereslet, nagysága a társadalmi-gazdasági tevékenységek térbeli és időbeli szerkezetétől függ. A közlekedés tehát egyúttal társadalmi és gazdasági jelenség, amely az *ember* (és szervezetei), a *pálya* és a *jármű* kölcsönhatásaként kialakuló, döntően műszaki folyamatok során valósul meg. Ezért ezeket az elemeket a *közlekedési rendszer* három összetevőjének nevezzük (1.1. ábra).

A közlekedési rendszer működéséhez *erőforrásokat* (energia, tőke, idő, stb.) használ fel, „terméke” pedig maga a helyváltoztatás, amelyet létrehozásával *egyidejűleg* el is fogyaszt. A közlekedési létesítményeket igénybe vevő *közlekedők* e tevékenységük kifejtésekor közlekedési *szolgáltatásokat* vesznek igénybe, amelyek nyújtásának, azaz kínálata létrehozásának előfeltétele a megfelelő létesítmények tervezése, megépítése, fenntartása és üzemeltetése. A közúti közlekedés alrendszerében ilyenek az utak és tartozékaik.

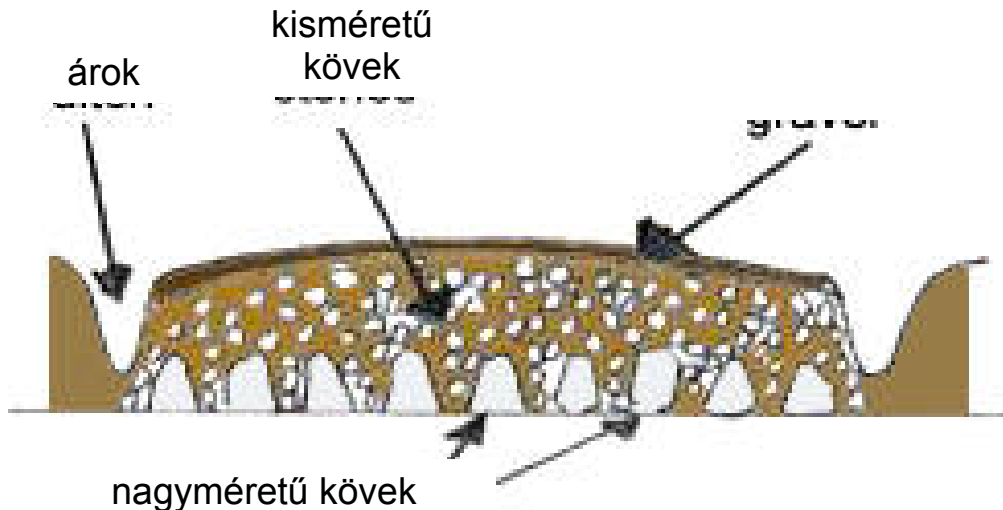


**1.1. ábra.** A közúti közlekedés rendszere

Európában az első (mélyen alapozott, kőburkolatú) állandó úthálózatot a Római Birodalomban építették, katonai célokra. Maradványaik ma is megtalálhatók pl. Pannónia (Dunántúl) területén. A nagyméretű faragott köveket sekély árokba terített finomabb szemcsés talajba helyezték. A középkorban hosszú kereskedelmi útvonalak alakultak ki (borostyánút, selyemút), ezek azonban esős, téli időben használhatatlanná váltak. Kőburkolatot csak városokban alkalmaztak.

A XVIII. szd-ban a postaszolgálat és a mezőgazdaság áruszállítási igényeinek kielégítésére a forgalom által tömörített, zúzottkő burkolatú utak épültek. A XIX. szd. elején Mac Adam skót mérnök újítása volt a *hengerelt zúzottkő burkolat*, amelynek építésekor egyrészt a talajszint

alatt kialakított, oldalról megtámasztást nyújtó sekély árokba (u. n. út-tükörbe), legalulra helyezték el a legnagyobb méretű köveket (1.2. ábra). Ez már esős időben is viszonylag jól járható maradt.



**1.2. ábra. Mac Adam pályaszerkezete**

Magyarország késve követte a nyugat-európai példákat, az útépités, fenntartás a jobbágyok közmunkája volt, vármegyei irányítás alatt. Gróf Széchenyi István, 1848-as közlekedési miniszter tett javaslatot először a magyar közlekedési hálózat fejlesztésére. Fő célja a rohamosan terjedő *vasutak* fejlesztése, hiszen a lóvontatású közúti közlekedés nem volt még versenyképes. A javasolt kb. 6000 km-es úthálózatból akkor már mintegy 2000 km létezett. A XIX. szd. második felében alakult ki a közúti igazgatás szervezete (Budán központi építési igazgatóság, a vármegyékben hivatalok).

1890-ben a magyar úthálózat hossza már 26.000 km volt, a városokban is gyorsan növekedett a burkolt utak hossza. Európában az elsők között 1867-ben országos forgalomszámlálást tartottak. 1890-ben kiadták az első közúti törvényt, 1895-1905 között pedig megjelentek az első gépjárművek is (sport, posta). Rohamos elterjedésükre 1920-1945 között került sor. A gépjárművek sebességének növekedése jobb vonalvezetést, makadám helyett pormentes burkolatokat (beton, aszfalt) igényelt, aminek következtében az építéstechnológia is fejlődött. Kialakultak az elválasztott pályás, külön szintű csomópontokkal épített autópályák.

A XX. század közepe óta a közlekedési munkamegosztásban folyamatosan nő a közúti közlekedés részaránya a vasút rovására. Magyarország – ha késéssel is – de követi a Nyugat-európai fejlődési irányzatot. 2006-ban az országos közúthálózat hossza kb. 30 000 km, az önkormányzati úthálózaté pedig kb. 145 000 km volt. Előbbi teljesen pormentes burkolatú, utóbbinak azonban közel egyharmada földút). A gyorsforgalmi utak (autópályák és autótutak) hossza 2007-ben meghaladta az 1000 km-t, de nemzetközi összehasonlításban az ellátottság (autópályakm/km<sup>2</sup>, vagy autópályakm/lakos) még mindig viszonylag alacsony mértékű.

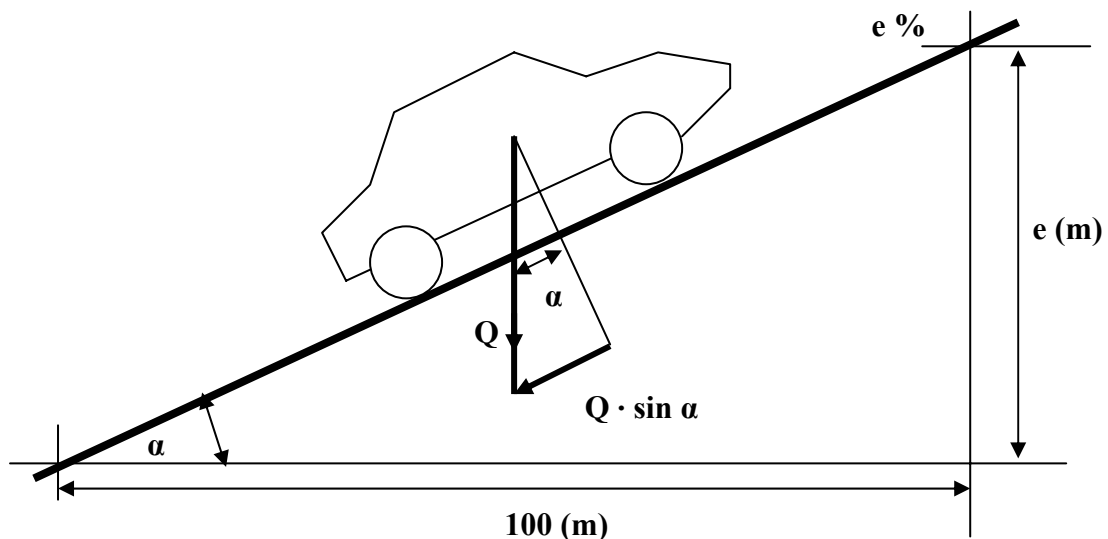
## 2. GÉPJÁRMŰ MOZGÁSA EGYENESBEN ÉS ÍVBEN, EMELKEDŐN. ELLENÁLLÁSOK ÉS LÁTÓTÁVOLSÁGOK. TÜLEMELÉS ÉS ÁTMENETI ÍVEK.

Az egyenes, vízszintes és sima, száraz felületű úton haladó gépjármű egyenesvonalú egyenletes mozgást végez, amikor motorjának  $V$  vonóereje éppen egyenlő az  $E$  ellenállással. A jármű gumiabroncsos kerekének haladás közben le kell győznie a gördülési ellenállás, a légellenállás és az emelkedő okozta ellenállás és összegét. Ha  $V > E$  akkor a jármű gyorsul, ha pedig  $V < E$ , akkor lassul.

A gördülési ellenállás nagysága:  $E_g = \mu \cdot Q$  [N] ahol  $Q$  a jármű súlya [kN],  $\mu$  pedig a gördülési ellenállási tényező [N/kN, ‰]. Utóbbi értéke aszfaltburkolaton 10-20‰, kőburkolaton 15-25‰, földúton pedig 50-150‰.

Az emelkedő okozta ellenállás kifejezése (2.1. ábra):

$$E_e = Q \cdot \operatorname{tg} \alpha = Q \cdot e/100 = 1000 \cdot Q \cdot e/100 = 10 \cdot e \cdot Q \text{ [N]}$$



**2.1. ábra.** Az emelkedő okozta ellenállás

A légellenállás nagysága  $E_l = c \cdot F \cdot v^2$

ahol  $c$  a légellenállási tényező ( $c_{\text{busz}} = 3\%$ ;  $c_{\text{szgk}} = 1,5-3,5\%$ ;  $c_{\text{tgk}} = 5-6\%$ )

$F$  a jármű homlokfelülete  $\text{m}^2$ -ben ( $F_{\text{busz}} = 4-7 \text{ m}^2$ ;  $F_{\text{szgk}} = 2-3 \text{ m}^2$ ;  $F_{\text{tgk}} = 3-6 \text{ m}^2$ )

$v$  jármű sebessége  $\text{km/h}$ -ban ( $v_0$  szélesség előjelhelyesen hozzáadandó)

A jármű által leküzdendő ellenállás összegezett nagysága tehát:

$$E = \mu \cdot Q + 10 \cdot e \cdot Q + c \cdot F \cdot v^2 = Q (\mu + 10 \cdot e) + c \cdot F \cdot v^2 \text{ [N]}$$

Példa:

4%-os emelkedőben, aszfaltbetonon ( $\mu = 15 \text{ N/kN}$ ),  $v = 80 \text{ km/h}$  állandó sebességgel haladó szgk ( $Q = 12 \text{ kN}$ ;  $c = 0,02$ ;  $F = 2,1 \text{ m}^2$ ) közötti ellenállása:

$$E = (15 + 10 \cdot 4) 12 + 0,02 \cdot 2,1 \cdot 80^2 = 780 + 268,8 = 1,05 \text{ kN}$$

A megállási látótávolság (2.2. ábra) az az úthossz, amelyet megtéve képes a gépjármű megállni váratlan akadály előtt. A cselekvési úthossz és a műszaki fékút összege:

A cselekvési úthossz:  $U' = v/3,6 \cdot t_R = 0,28 \cdot v \cdot t_R$  [m]; ahol  $t_R$  a reakcióidő ( $t_R=1,5-2$  s)

A műszaki fékút az az úthossz, ami ahhoz szükséges, hogy a jármű  $Ms^2/2$  kinetikai energiáját a fékezési erő feleméssze:  $Ms^2/2 = Q/2g \cdot v^2/3,6^2 = 0,0039 \cdot Q \cdot v^2 = (Qf_1 \pm Q \cdot e/100)U''$  [m]

ebből  $U'' = 0,0039 \cdot v^2 / (f_1 \pm e/100)$  [m]

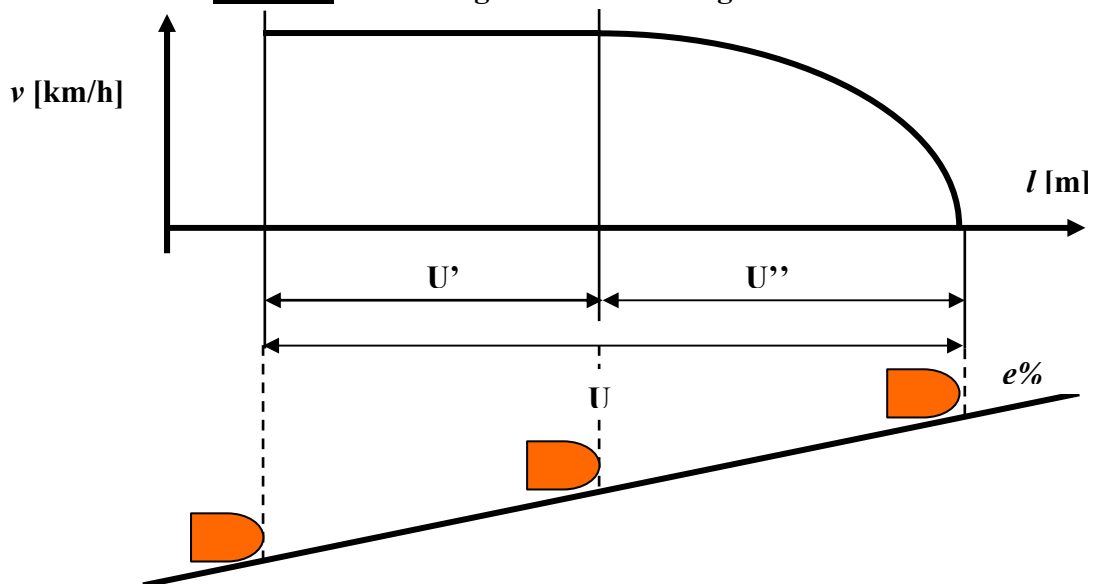
ahol  $v$  a m/s mértékegységben kifejezett sebesség  
 $f_1$  a hosszirányú csúszósúrlódási tényező (0,25-0,40)  
 $e$  az emelkedő mértéke (m/100m)

A megállási látótávolság tehát:  $U = U' + U'' = 0,28 \cdot v \cdot t_R + 0,0039 \cdot v^2 / (f_1 \pm e/100)$  [m]

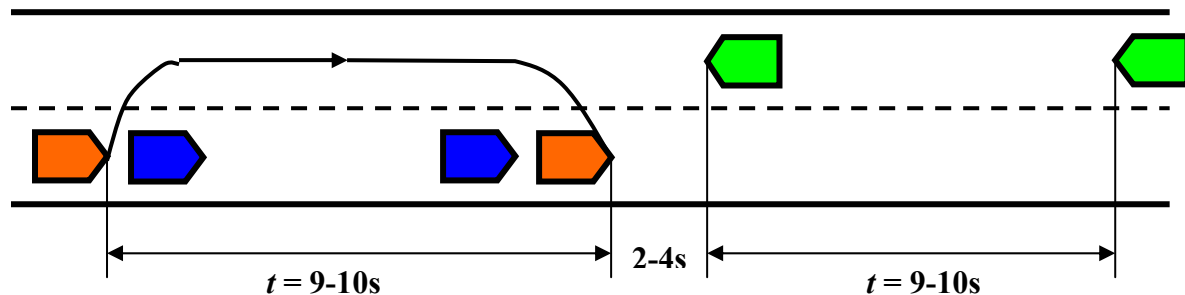
Példa:  $v = 100$  km/h;  $f_1 = 0,4$ ;  $t = 1,5$  s; ha a gépkocsi  $e=3\%$ -os emelkedőn halad, akkor:

$$U = 0,28 \cdot 100 \cdot 1,5 + 0,0039 \cdot 100^2 / (0,4 + 3/100) = 42 + 90,7 = 132,7 \text{ m}$$

2.2. ábra. A megállási látótávolság értelmezése



Az előzési látótávolság az az úthossz, amely az előzés biztonságos lebonyolításához szükséges. A vezetőnek kb. 2 x 11 s alatt megteendő úthosszat kell belátnia, feltéve, hogy a szembejövő jármű sebessége közel azonos az előző jármű sebességével (2.3. ábra).



2.3. ábra. Az előzési látótávolság értelmezése

Ökölszabály szerint tehát:  $U_e = 2 \cdot 11 \cdot v/3,6 = 6v$  [m]. Példa:  $v = 80$  km/h, akkor  $U_e = 480$  m



A körívben haladó jármű biztonságát az oldalirányú kicsúszás veszélyezteti. Ívben azért veszélyes fékezni, mert nagy hosszirányú csúszósúrlódási tényező-összetevőt használunk el. A megengedett határsebesség és a legkisebb körívsugár a **2.4. ábra** szerint felírható egyensúlyi egyenletből számítható:

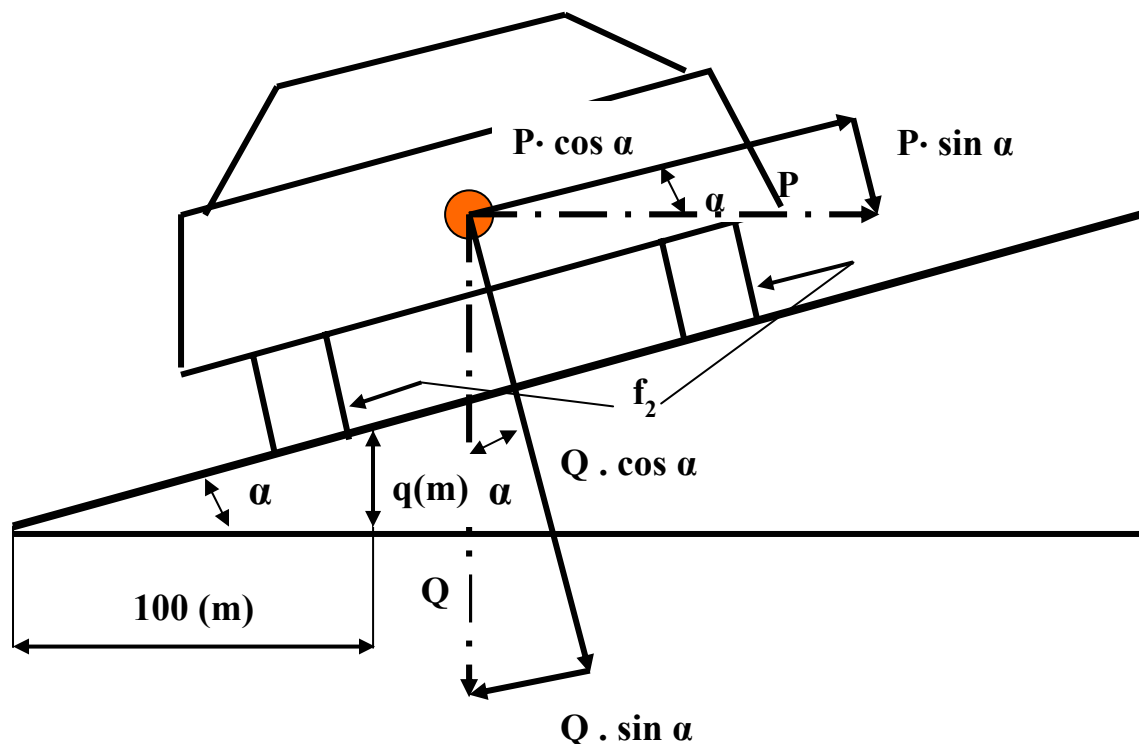
$$P = M \cdot s^2 / R = Q \cdot v^2 / (g \cdot 3,6^2 \cdot R) = Q \cdot v^2 / 127 \cdot R$$

ahol

$M$	a jármű tömege (kg)
$Q$	a súlyerő (kN)
$g$	a nehézségi gyorsulás ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )
$s$ ill. $v$	a sebesség (m/s, illetve km/h)
$R$	a pálya ívének vízszintes sugara (m)

A kicsúszás határegyensúlyi egyenlete:  $P \cdot \cos \alpha = f_2 \cdot (Q \cdot \cos \alpha + P \cdot \sin \alpha) + Q \cdot \sin \alpha$

**2.4. ábra.** Ívben haladó járműre ható erők



A megengedett határsebesség:  $v_{\max} = \sqrt{127 \cdot R (f_2 + q/100)}$  [km/h]

A megengedett legkisebb vízszintes ívsugár:  $R_{\min} = v^2 / 127 (f_2 + q/100)$  [m]

Az ívbe forduló gépjármű pályája az egyenletes görbületű átmeneti ív (klotoid). Egyenlete:

$$l/L = 1/r : 1/R; \text{ és } r/l = R/L = p^2 = \text{constans}$$

ahol  $L$  az átmeneti ív hossza,  $R$  a körív sugara,  $r$  a tetszőleges  $P$  ponthoz tartozó ívsugár a klotoidon,  $l$  pedig a klotoid eleje és a  $P$  pont közötti távolság,  $p$  pedig a klotoid paramétere:

$$p = \sqrt{R \cdot L} \text{ [m]}$$

### 3. A FÜGGŐLEGES ÉS VÍZSZINTES VONALVEZETÉS ELEMEL, ÖSSZEHANGOLÁSUK

Az út vonalvezetésének dinamikai szempontból biztonságosnak, optikai szempontból (térbeillesztés, beláthatóság) kedvezőnek kell lennie. A vonalvezetés elemei:

- *vízszintes* vonalvezetés: egyenes, körív, átmeneti ív (klotoid), amelyeket a helyszínrajzon ábrázolunk;
- *magassági* vonalvezetés: emelkedő, lejtő, homorú és domború lekerekítés, amelyeket a hossz-szelvényen ábrázolunk.

*Egyenesek:* (i) itt lehetséges az előzés; (ii) ide tervezik a kereszteződéseket, csomópontokat; (iii) esztétikailag merev elemek, hosszuk korlátozott (fáradás, éjszaka vakítás); (iv) hosszuk ne haladja meg a  $20 v_t$  értéket ( $v_t$  tervezési sebesség).

*Körívek:* (i) alkalmazható legkisebb vízszintes ívsugár:  $R_{min} = v^2 / 127 (f_2 + q/100)$ ; (ii) minimális értéknél nagyobb ívsugarak alkalmazására törekszünk; (iii) egymást követő ívek sugara ne legyen nagyon eltérő:  $R_1/R_2 \leq 1/3$ ; (iv) azonos irányú ívek közötti rövid egyenesek kerülendők (min. 500 m legyen).

A vízszintes vonalvezetésben alkalmazható minimális elemek a 3.1. táblázatban láthatók.

Tervezési sebesség, $v_t$ [km/h]	$R_{min}$ [m]	Egyenes hossza $L_{max}$ [m]
120	750	2400
100	500	2000
80	300	1600
70	200	1400
60	150	1200
50	100	1000
40	60	800
30	30	600

#### **3.1. táblázat. Minimális vízszintes ívsugár és egyenes a tervezési sebesség függvényében**

Az átmeneti ív legrövidebb hossza dinamikai okok miatt (legfeljebb  $k=0,4 \text{ m/s}^3$  oldalgyorsulást megengedve):  $L_{min} \geq v^3 / 23,3 \cdot R$  [m]. Azért, hogy jól érzékelhető legyen, hossza legalább  $L = 0,1R$ , így célszerűen választott paramétere:  $p = 0,3R$ . A túlelemelés-kifuttatás legyen elhelyezhető az átmeneti ívben.

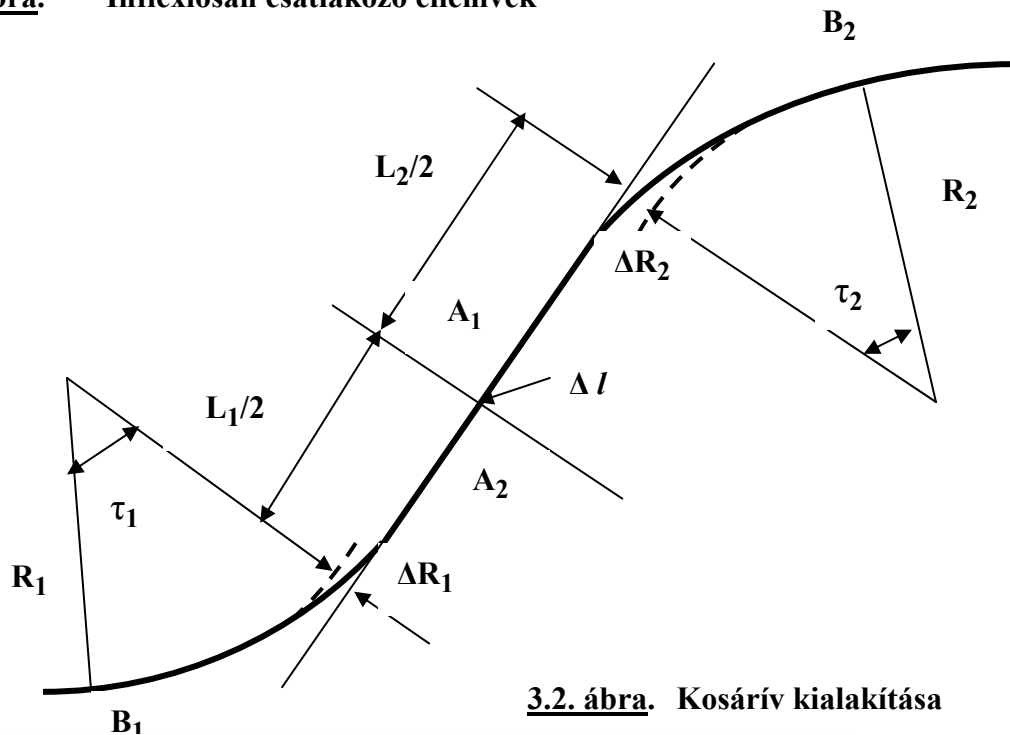
Utazáskényelmi és tervezési szempontból célszerű szimmetrikus átmeneti íves köríveket alkalmazni (a körívhez két oldalról csatlakozó két átmeneti ív paramétere azonos). Kis irányeltérésű ívek ( $\alpha < 6^\circ$ ) kerülendők, ha mégis alkalmazzuk, az  $I_h$  [m] ívhossz legyen:

$$I_h = R \cdot \text{arc } \alpha \geq 500 \text{ [m]}$$

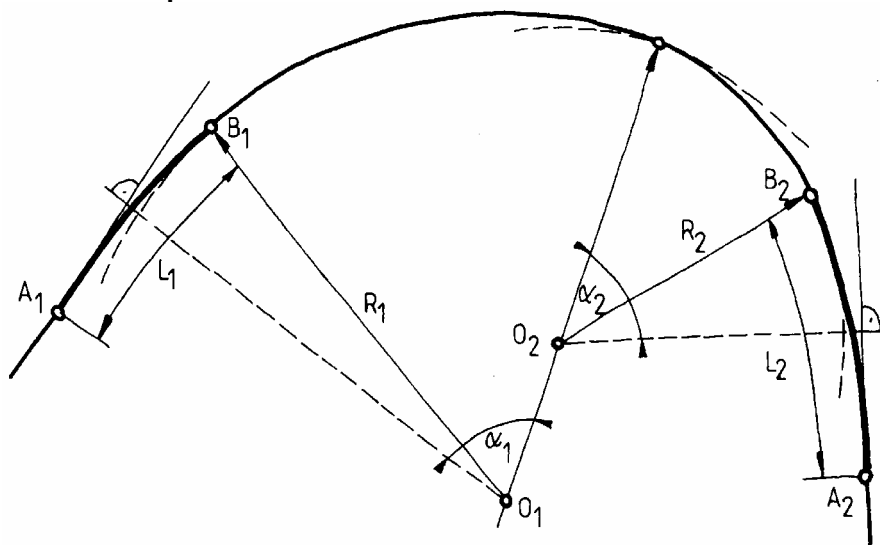
Inflexiósan csatlakozó ellenívek (3.1. ábra) esetén a két egymáshoz csatlakozó átmeneti ív paraméterének eltérése ( $p_1 - p_2$ )  $< 2$  legyen. Kosárív (3.2. ábra) alkalmazhatóságának feltétele: a kisebbik sugár  $R_2 > 2500\text{m}$  és  $R_1/R_2 < 2$  legyen.

A megengedett legnagyobb emelkedő ( $e_{max}$ , %) a tervezési sebesség függvénye ( $v_t = 100$  km/h-nál  $e_{max} = 4,5\%$ , míg  $v_t = 60$  km/h-nál  $e_{max} = 8\%$  lehet). Csak kivételesen alkalmazható, kisebb értékekre kell törekedni.

**3.1. ábra. Inflexiósan csatlakozó ellenívek**



**3.2. ábra. Kosáriv kialakítása**



A legkisebb emelkedő a vízvezetési szempontok miatt  $e_{min} = 0,7\%$ . Hegyvidéki mellékutakon  $e_{max} = 15\%$  is megengedett. 3%-nál nagyobb emelkedő esetén kapaszkodósáv kialakításának lehetőségét meg kell vizsgálni.

A függőleges lekerekítő ív sugarának megállapításakor a látótávolságokat, az esztétikai és az utazáskényelmi követelményeket kell figyelembe venni. A vízszintes és a függőleges vonalvezetés összehangolásakor a legfontosabb szabályok:

- a vízszintes és függőleges ívek a nyomvonal azonos szakaszain egybe esnek,

- helyszínrajzi egyenesbe domború hossz-szelvény lekerekítés nem eshet (ha igen, akkor az út „eltűnik” a vezető elől),
- homorú hossz-szelvény lekerekítés eshet ugyan helyszínrajzi egyenesbe, de sugara lehetőleg nagy legyen

#### 4. CSOMÓPONTOK OSZTÁLYOZÁSA ÉS TERVEZÉSÜK ALAPELVEI.

A szintbeni csomópontok lehetnek

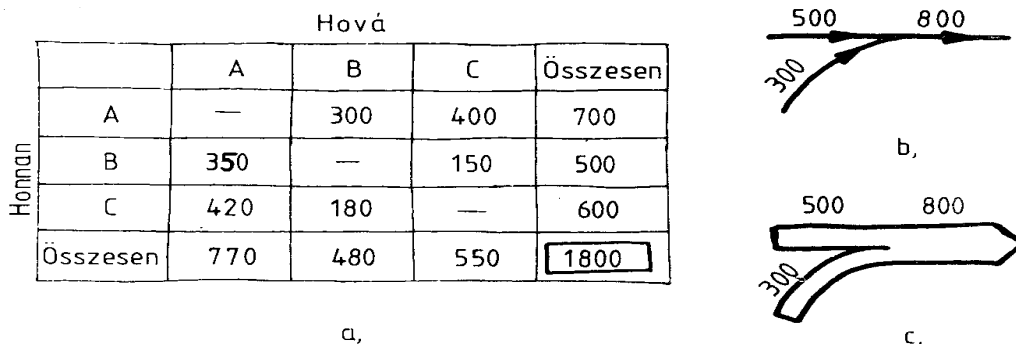
- a szintek száma szerint: (i) szintbeni és (ii) különszintű csomópontok.
- a forgalomirányítás módja szerint: (i) jelzőlámpás forgalomirányítás nélküliek; (ii) jobbkéz-szabály szerint üzemelők; (iii) jelzőtáblával szabályozottak; (iv) jelzőlámpás forgalomirányítással működők
- az ágak száma szerint: (i) 3 ágú csomópontok és (ii) 4 ágú csomópontok, keresztezések.

A különszintű csomópontok megkülönböztethetők aszerint, hogy: (i) a forgalmi áramlatok keresztezése szintben csak az egyik, betorkolló útvonalon megengedett, vagy (ii) a forgalmi áramlatok keresztezése egyik betorkolló útvonalon sincs megengedve.

A csomópont-tervezés kiinduló adatai (hely, csatlakozó utak) az országos közúthálózat érvényes fejlesztési tervéből veendő át. Először a forgalmi tervezést kell végrehajtani, majd a mértékadó forgalmak figyelembevételével a geometriai tervezést. A csomópontnak képesnek kell lennie a *mértékadó forgalom* átbocsátására.

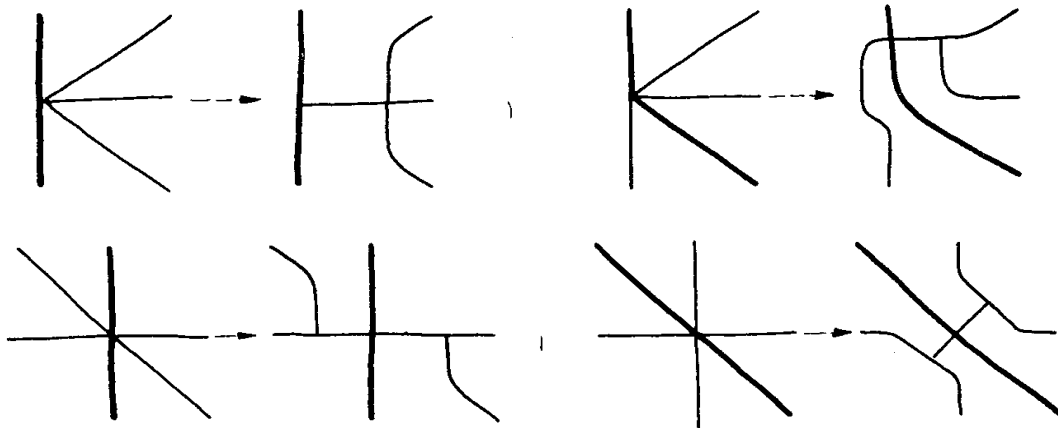
A csomópontnak biztonságosnak kell lennie, azaz (i) legyen távolról felismerhető; (ii) a veszélyes helyek legyenek áttekinthetők; (iii) a döntési pontok legyenek jól beláthatók, térben széthúzva; (iv) minden eleme legyen járható (a pálya mindenhol legyen elég széles, még a kanyarodó kamionok számára is); (v) a haladási irányok legyenek megfelelően jelezhetők.

A nagy forgalmú irányokat irányeltérítés nélkül, az áthaladási elsőbbség biztosításával kell a csomóponton átvezetni. Az alárendelt irányokhoz alárendelt geometriai elrendezés tartozzon. Egy útvonalon lehetőleg végig hasonló típusú csomópontokat kell tervezni. Az elsőbbségi jogot a csomópontba betorkolló útszakaszok úthálózati szerepének megfelelően kell kijelölni, a forgalom nagyság figyelembevételével. A forgalmi tervezés alapja a célforgalmi (honnan-hová) mátrix (**4.1. ábra**).



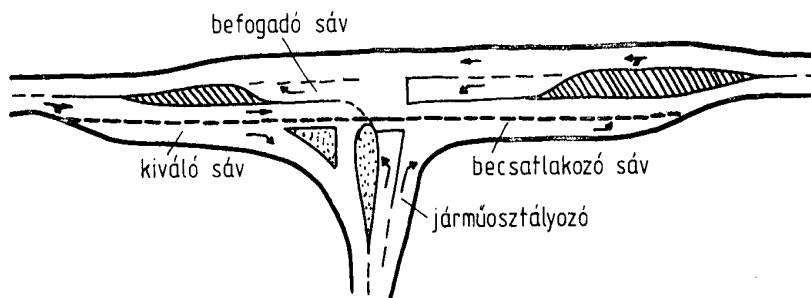
**4.1. ábra.** Célforgalmi mátrix és forgalmi áramlatok ábrázolása

*Szintbeni csomópont* legfeljebb 4 ágú legyen. Ha a hálózat ennél több ágú csomópont kialakítását követeli meg, akkor a csomópontot legfeljebb 4 ágú csomópontokra szét kell bontani, vagy körforgalmat kell tervezni (lásd **4.2. ábra**).

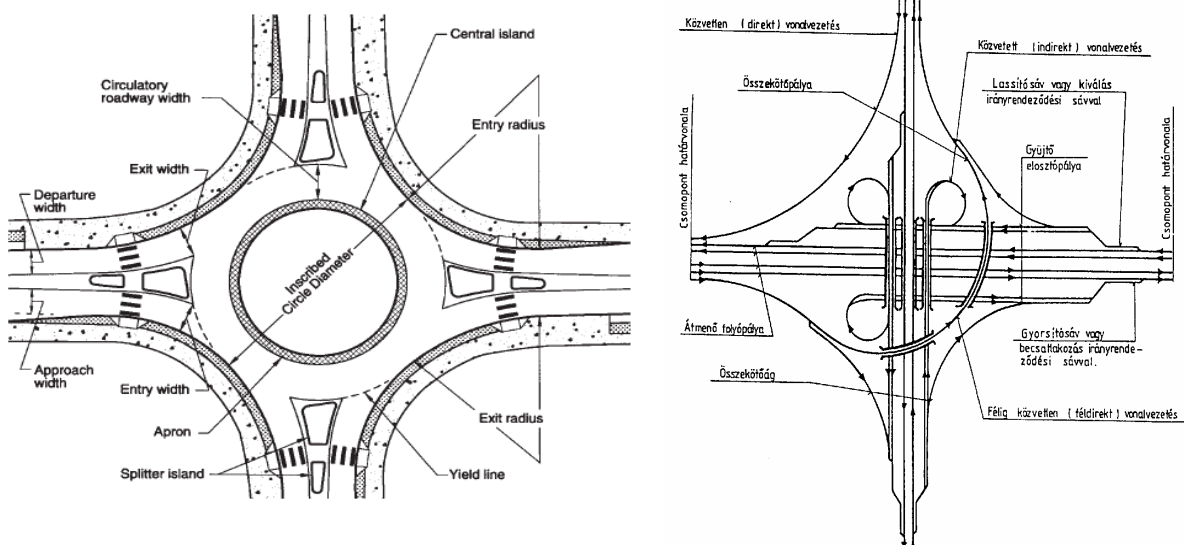


**4.2. ábra.** Jellegzetes szintbeni csomópontok helyszínrajzi alakja

A szintbeni csomópontban az utak keresztezési szöge közel  $\alpha = 90^\circ$  legyen. Ha  $\alpha < 60^\circ$ , akkor az alárendelt utat rá kell forgatni az elsőbbséggel rendelkező útra. A rálátási háromszöget akadálymentesen kell tartani (a belátandó útszakasz a csomóponti sebességtől függ). Nagy forgalmú főút és mellékút szintbeni csomópontjának kialakítása látható a **4.3. ábrán**.

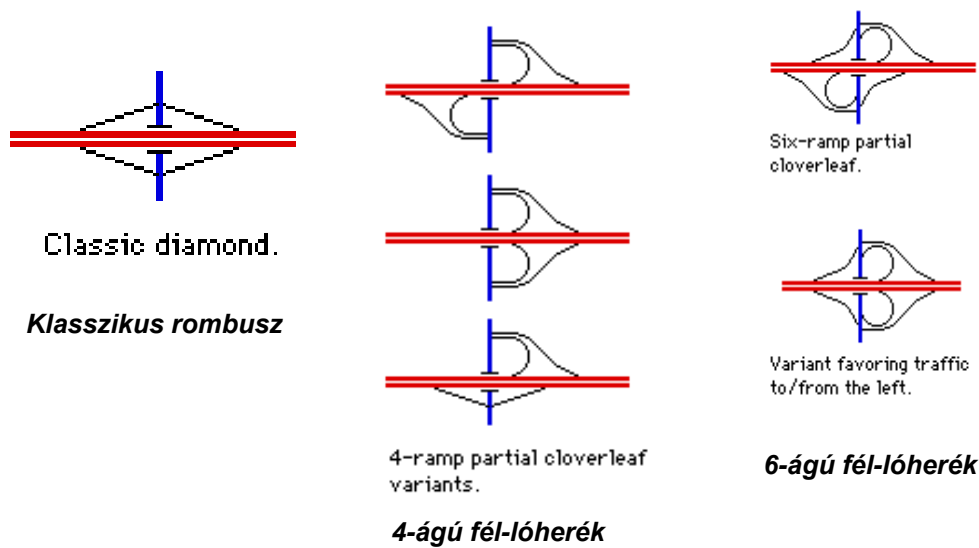


**4.3. ábra.** Szintbeni csomópont forgalomtechnikai elemei.

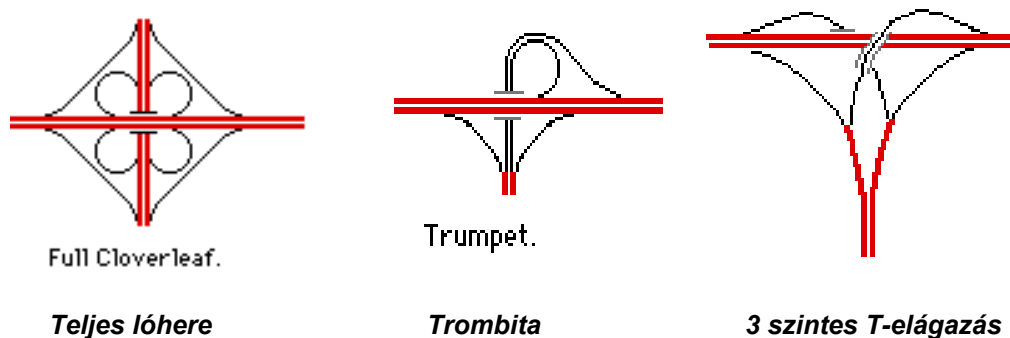


**4.4. ábra.** Körforgalmú és külön szintű csomópont forgalomtechnikai elemei

A külön szintű csomópontok forgalomtechnikai elemei a **4.4. ábrán** láthatók. A **4.4.** és a **4.5. ábrán** külön szintű (autópálya) csomópontok láthatók.



**4.4. ábra. Szintbeni elemeket is tartalmazó külön szintű (autópálya) csomópont-típusok**



**4.5. ábra. Külön szintű (autópálya) csomópont-típusok**

**5. A KÖZÚTI JELZÉSEK RENDSZERE. JELZŐTÁBLÁK ÉS BURKOLATI JELEK.**

A közúti jelzések a közlekedésben résztvevők számára a helyes pillanatnyi magatartáshoz adják meg a szükséges segítséget. A közúti jelzések fajtái:

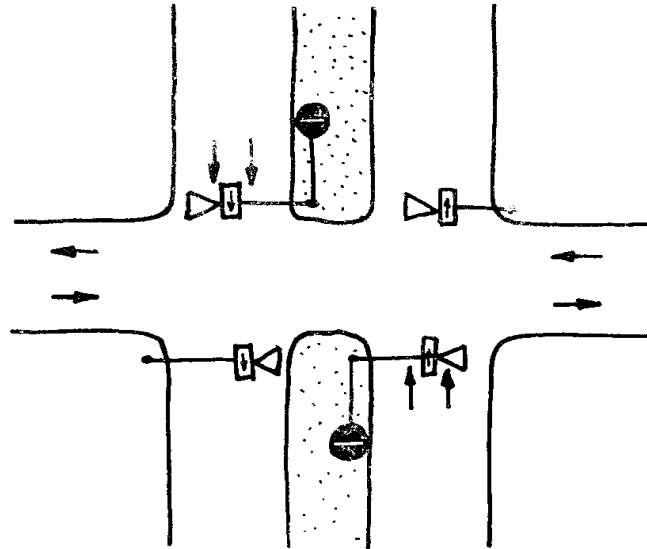
- jelzőtáblák,
- útburkolati jelek és
- forgalomirányító jelzőlámpák.

Jelzőtáblák mindig a menetirány szerinti jobb oldalon helyezendők el, a közúti úrszelvényen kívül. Megismételhetők a pálya felett és baloldalt is. Előre jelezhetők (előjelző táblákkal) és útburkolati jellel kiegészíthetők (pl. az előzést tiltók záróvonallal).

A jelzőtáblákon alkalmazott jelzéseképet, a tábla méreteit nemzetközi egyezményekhez igazodóan az érvényes KRESz szabályozza. A tájékoztató és irányjelző táblák általában négyszög-, a tiltó táblák kör-, a veszélyt jelzők pedig háromszög-alakúak.

Néhány tervezési szempont:

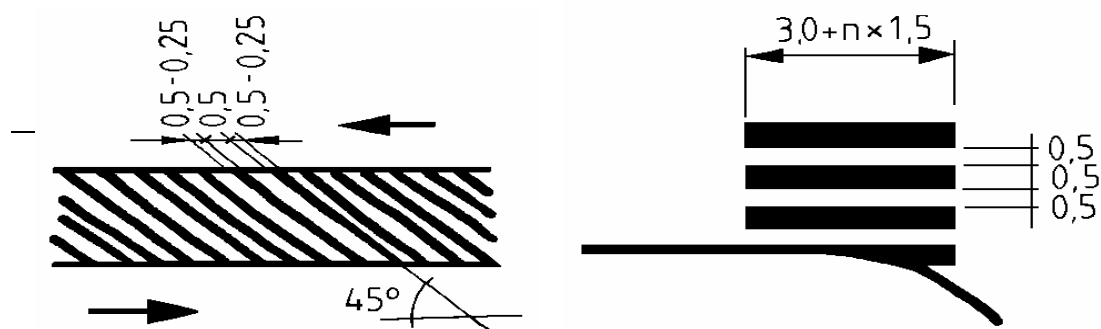
- 3 táblánál több egy oszlopra ne kerüljön
- a kiegészítő tábla közvetlenül az alá kerüljön, amelyiket kiegészíti
- a jelzőtáblák felülete fényvisszaverő legyen.



**5.1. ábra.** Jelzőtáblák elhelyezése szintbeni kereszteződésben

Az útburkolati jelek között legfontosabb szerepe a folytonos (záró-)vonalnak és a szaggatott (terelő-)vonalnak van. A folytonos záróvonalat járműosztályozóban, felállási szakaszon vagy elválasztósáv helyettesítésére alkalmazzuk. A szaggatott terelővonalat (i) középső tengelyvonalként (legalább 5,5 m széles burkolaton); (ii) forgalmi sávok határát jelző vonalként és (iii) biztonsági vonalként csomópontoknál a kanyarodásra szolgáló sávok szélének jelölésére alkalmazzuk.

A forgalom elől elzárt területet és a gyalogátkelőhelyet csíkozással jelöljük (l. 5.2. ábra). A forgalomirányító nyilak hossza 3-5m.



**5.2. ábra.** Forgalom elől elzárt területet és gyalogátkelőt kijelölő burkolati jelek

Az úttartozékok a forgalombiztonságot szolgáló kiegészítő elemek (szalagkorlát, szelvény- és kilométertábla, veszélyt jelző narancssárga nyilak, terelőtáblák, akadályok csíkos festése, stb.)

## 6. A FORGALOM TÖRVÉNYSZERŰSÉGEI. KAPACITÁS, SZOLGÁLTATÁSI SZINTEK.

A forgalmi tervezés alapja a forgalmi adatok ismerete. Egy út méreteinek tervezéséhez szükséges forgalomnagyság-adatok (jármű/h, jármű/nap) beszerezhetők a tervezési terület úthálózatának jellemző keresztmetszetein áthaladó forgalom felvételével, azaz *keresztmetszeti forgalomszámlálással*, vagy a tervezési terület forgalmának és az oda belépő, illetve az onnan kilépő forgalmak úticéljainak felvételével, azaz *célforgalmi (honnan-hová) számlálással*.

A keresztmetszeti forgalomszámlálás hagyományos módja a személyes megfigyelés. Korszerű eszköze a burkolatba épített mágneses hurokdetektoros és a videokamerás berendezés, amely adatbankba továbbítja a jeleket. Ezek alkalmasak a forgalom törvényszerűségeinek (napi, havi és szezonális ingadozásainak) megfigyelésére is.

A célforgalmi felvétel célja: (i) egy csomóponton belül a csomóponti ágak között fellépő forgalomnagyságok megismerése, a forgalmak összetételének (járműkategóriák szerinti megoszlásának) meghatározása a csomóponti szabályozás megtervezéséhez; (ii) egy nagyobb körzeten belül jelentkező valamint a körzet és a többi körzet közötti forgalom kiinduló- és célpontjainak megállapítása. Megbízható adatok gyűjthetők össze a *kikérdezéses* vagy *interjú módszerekkel*; ezek alkalmazására az úton (a járműveket rövid időre megállítva), a lakáson, a munkahelyen, szóban vagy írásban kerülhet sor.

A forgalom évről-évre folyamatosan változó, monoton *növekvő* mennyiség. A jelenlegi forgalom az alapja a jövőben várható tervezési forgalomnak, amelyre a közlekedési létesítményeinket méretezzük. A forgalmi mennyiségek közül a legfontosabbak: (i) az *évi átlagos napi forgalom* (ÁNF) és (ii) a *mértékadó óraforgalom* (MOF).

Az *ÁNF* egy vizsgált útszakaszon egy naptári évben áthaladt járművek számának és az év 365 napjának a hányadosa [j/nap]. A *MOF* az útszakaszon a csúcsidőszakban lebonyolódó forgalom [jármű/h], vagyis az a legnagyobb óraforgalom, amely évenként legalább 100-150 órán át előfordul (l. **6.1 ábra**). A forgalomszámlálás célszerű időpontja: tavasszal és ősszel, amikor a forgalom feltételezhetően az átlagos napi forgalom (ÁNF) közelébe esik.

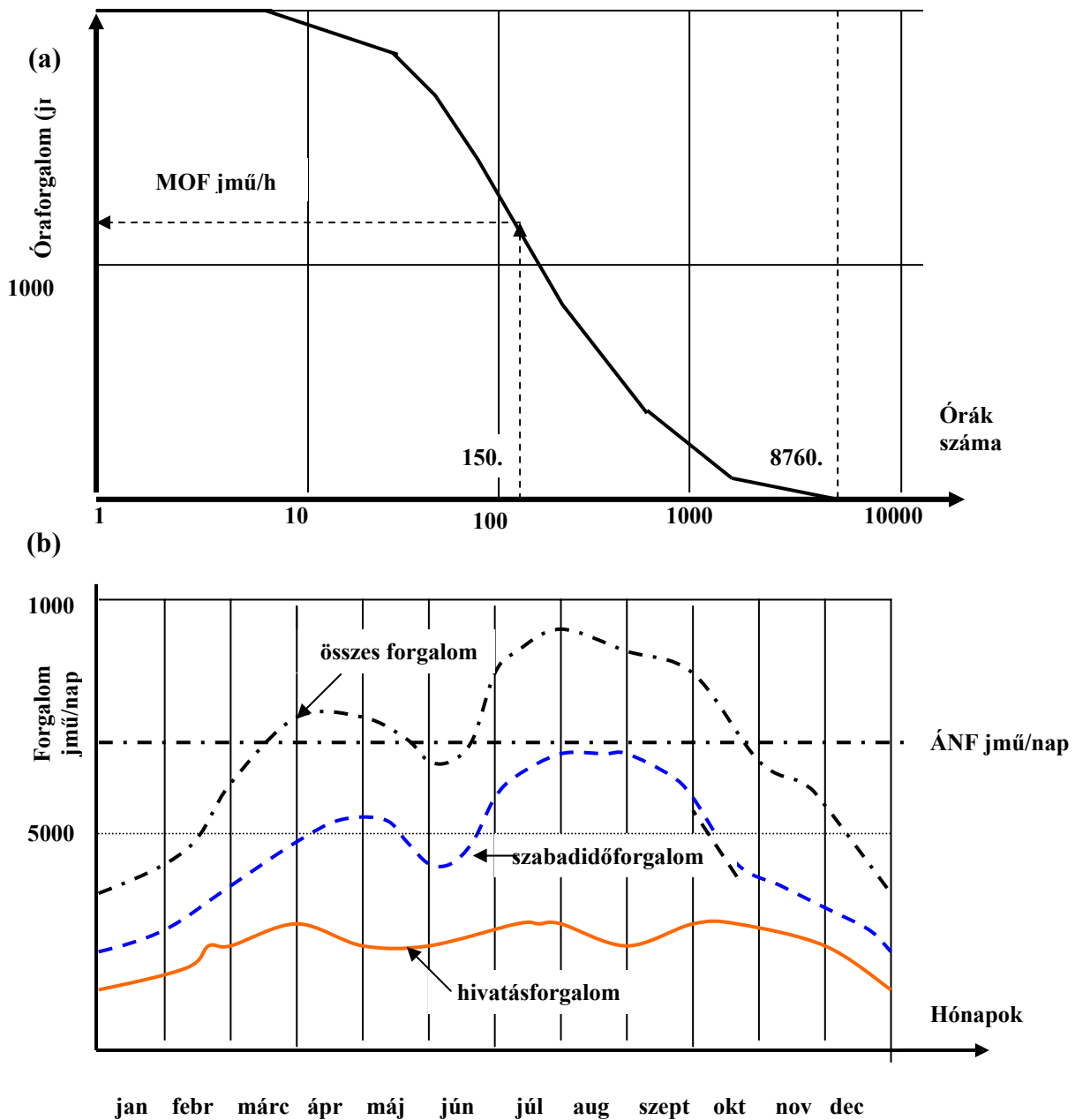
*ÁNF előrebecsült értékét* a keresztmetszetek méreteinek, az *MOF előrebecsült értékeit* a csomópontok forgalmi sávjainak, a folyópálya szakaszok irányonkénti forgalmi sávjainak meghatározásánál használjuk. A jelenlegi *ÁNF*, *MOF* értékek ugyanezen méretek ellenőrzésére alkalmasak. Az *ÁNF* és *MOF* értékek függenek egymástól:  $MOF = \omega \cdot \text{ÁNF}$  ahol  $\omega$  a *csúcsóratényező*, amelynek nagysága a forgalom jellegétől függ. A forgalom jellege a hivatásforgalom döntő arányától a szabadidőforgalom túlsúlyáig változik, s eszerint változik a csúcsóratényező értéke is 10-25% között.

A forgalomban különböző járművek vesznek részt, részarányuk a forgalmi körülményeket jelentősen befolyásolja. A tehergépjármű-kategória részarányának növekedése a forgalmi átlagsebesség csökkenését eredményezi. A különböző területek forgalmainak összehasonlítására, a hálózattervezés megkönnyítésére terjedt el az egyes járművek *személygépkocsi-egységre* (egységjármű, jele: E) történő átszámítása (szgk = 1 E; tkg és busz = 2,5 E), illetve a forgalomnagyság *E/h* mértékegységben való kifejezése.

A forgalmi átlagsebesség (km/h) és a forgalom nagysága (jmű/h) közötti függvénykapcsolatot a forgalom alapösszefüggésének tekintjük (l. **6.2. ábra**). A forgalomnagyság növekedésével



romlik a szolgáltatás minősége. Az egyes forgalmi állapotokhoz szolgáltatási szintek rendelhetők.



**6.1. ábra.** A forgalom időbeli lefolyása: (a) éves forgalomtartóssági görbe (logaritmikus lépték, óraforgalmak tartósságuk szerint sorba rendezve); (b) a napi forgalom nagyságának ingadozása a naptári év során.

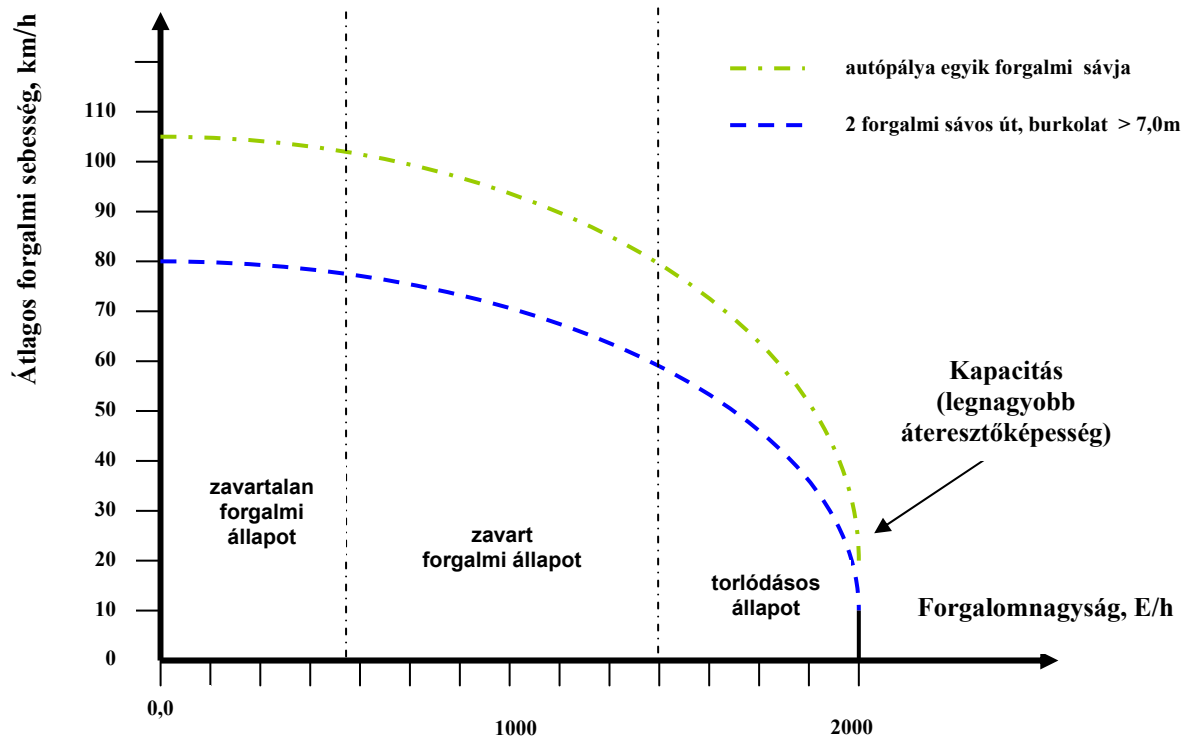
A keresztmetszeti méretek meghatározásához és a burkolatok méretezéséhez a tervezési időtartam (10-20 év) végéig előre jelezhető forgalom adataiból indulunk ki. A forgalom-előrebecslés az úttervezés igen fontos művelete, amely az egzakt eredmények helyett becslött, várható értékeket eredményez. Az előrebecslés egyik módszere a forgalomfejlődési szorzószámok alkalmazása, ezekkel egy adott évre vonatkozó (valós) számlálási adatokból lehet útkategóriánként a várható ÁNF értéket meghatározni. Az országos főutakra vonatkozó, jelenleg érvényes forgalomfejlődési szorzószámok a **6.1. táblázatban** láthatók.

Év	Szvk	Mkp	Busz	Tgk	Kis sebes ségű jármű	Kerék pár
2000	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2005	1,2	1,0	1,14	1,27	1,0	1,0
2010	1,3	0,98	1,41	1,41	1,0	1,0
2015	1,6	0,97	1,56	1,56	1,0	1,0
2020	1,8	0,95	1,74	1,74	1,0	1,0
2025	2,0	0,93	1,48	1,88	1,0	1,0
2030	2,1	0,92	1,58	1,99	1,0	1,0

**6.1. táblázat.** A KTI és a GKM által kiadott forgalomfejlődési viszonzszámok

Útvonal típusok	Szolgáltatási szintek	
	megfelelő MOF E/h	eltűrhető MOF E/h
4 vagy több forgalmi sáv utak, egy forgalmi sáv	1000	1400
2 x 1 forgalmi sáv együtt	1200	1700

**6.2. táblázat.** Megengedett forgalomnagyságok (szolgáltatási szintek) a főutakon



**6.2. ábra.** A forgalmi átlagsebesség csökkenése és a szolgáltatási szinteket is jellemző forgalmi állapotok a forgalomnagyság függvényében, különböző úttípusok esetén

Az új közutak vonalvezetését nagy időtávra kell tervezni. A tervezési időtartam és megfelelő szolgáltatási színvonal figyelembe vételével kell tervezni: (i) a forgalmi sávok számát; (ii) a különleges ( többlet ) forgalmi sávok számát (indokolt esetben); (iii) a 2 x 1 forgalmi sávú utakon a forgalmi sávok alap-szélességének (3,75 m) esetleges csökkentését. A tervezési szabályzat szerint megengedett forgalomnagyságokat (szolgáltatási szinteket) a 6.2. táblázat tünteti fel.

## 7. A KÖZÚTI BALESETEK ELEMZÉSE

A közúti forgalom legsúlyosabb velejárái a *közúti balesetek*. Bekövetkezésüket a járművezető pillanatnyi koncentrációképességén, gyakorlatán túl a tervező és üzemeltető mérnök szaktudása is befolyásolja. A *baleseti okok* vizsgálata azt mutatja, hogy abban az esetben is, ha egy nyilvánvaló, fő oka van a balesetnek, még számos egyéb tényezőt lehet találni, amelyek ugyan kisebb mértékben, de szerepet játszhattak a baleset bekövetkezésében. A *forgalmi mérnök* egyik fontos feladata a közúti jelzések, az út geometriai jellemzői és a forgalmi körülmények folyamatos figyelése, elemzése és eredményes *balesetmegelőző intézkedések* megteremtése.

A közúti baleset véletlen tömegjelenség. Az egy lakosra, illetve 1 km kiépített úthosszra jutó gépkocsiallomány és az éves futásteljesítmény a gazdasági teljesítménnyel (GDP) arányosan növekszik. Megfigyelések szerint ugyancsak a GDP növekedésének függvényében csökken, majd állandósul a halálos közúti balesetek száma (Smeed törvény, 1948). Magyarországon a közúti balesetek kimenetelének megoszlása a **7.1. táblázatban** látható.

Év	halálos	súlyos	könnyű	összesen
		sérülések		
2003	1135 (1326)	6904 (8299)	11937 (18328)	19976 (27953)
2004	1168 (1296)	7111 (8523)	12678 (19531)	20957 (29350)
2005	1139 (1284)	7010 (8345)	12628 (19242)	20777 (28871)

**7.1. táblázat. A személyi sérüléssel közúti balesetek számának alakulása Magyarországon (zárójelben az áldozatok száma).**

Magyarországon 100 közúti balesetben 6-7 személy veszti életét (évente kb.1300). Ez kétszázszorosa a fejlett motorizációjú EU tagállamok hasonló értékeinek. A közúti balesetek jelentős gazdasági veszteséget okoznak, amit 500 milliárd USD-ra becsülnék éves szinten a világon.

A hagyományos vizsgálatok a már bekövetkezett balesetek alapján következtetnek a *balesetsűrűsödési helyekre*, ezek megtalálása után a helyszín tanulmányozása és korrekciója következik. A balesetsűrűsödési helyeket u. n. baleseti pont-térképen ábrázoljuk (l. 7.1. ábra). A *balesetek gyakorisága* (az időegység alatt előfordult balesetek száma), a forgalom

biztonságának legáltalánosabb mérőszáma, hiszen az időegység alatt előfordult balesetszám a legtöbb befolyásoló tényezővel kapcsolatba hozható.



**7.1. ábra.** Baleseti pont-térkép Budapest belvárosában, 2003 (kék: könnyű; piros: súlyos személyi sérüléses; fekete: halálos baleset).

A baleseteket súlyosságuk szerint lehet csoportosítani. Az egyes balesetcsoportokat a súlyossági egyenérték jellemzi, ennek szokásos értékei a következők:

- csak anyagi káros:  $b_1 = 1$
- könnyű személyi sérüléses:  $b_2 = 5$
- súlyos sérüléses:  $b_3 = 70$  (8 napon túl gyógyulókra vonatkozik)
- halálos:  $b_4 = 130$  (48 órán belül elhunytakra vonatkozik)

A súlyozással összegezett  $B_S$  balesetszám ( $S_n$  az egyes baleset-csoportokba eső balesetek száma a megfigyelési időszakon belül):

$$B_S = b_1 \cdot S_1 + b_2 \cdot S_2 + b_3 \cdot S_3 + b_4 \cdot S_4$$

Mivel a forgalom biztonsága függ a forgalom nagyságától is, a  $B_S$  súlyozással összegzett balesetszám és az útszakaszon vagy csomóponton áthaladt  $F$  forgalomnagyság (E/év) hányadosaként egy másik jellemző, a  $V$  veszélyesség is kiszámítható:

$$V = B_S / F \text{ [baleset/jmű]}$$

A forgalombiztonság színvonalát jellemző legfontosabb mutató a  $B_R$  relatív baleseti mutató, amelynek számításakor a  $t$  év alatt az  $l$  úthosszon bekövetkezett balesetek  $S$  összegezt száma mellett a mért forgalmi teljesítményt is figyelembe vesszük:

$$B_R = \Sigma S \cdot 10^7 / 365 \cdot \dot{A}NF \cdot l \cdot t \text{ [baleset /10 millió jműkm]}$$

A *biztonsági fok* egy útszakasz vagy csomópont veszélyességének mértékét jelzi. Az országosan meghatározott legnagyobb relatív baleseti mutató és a vizsgált útszakasz vagy csomópont relatív baleseti mutatójának hányadosaként számítható:

$$B = B_{Rmax} / B_R$$

Ahol  $B_{Rmax}$  az adott évben a teljes úthálózaton előfordult legnagyobb értékű relatív baleseti mutató,  $B_R$  pedig az adott útszakasz, vagy csomópont relatív baleseti mutatója.

A különféle baleseti mutatókon alapuló vizsgálatokkal kimutatható, számszerűsíthető, hogy az út geometriája (vonalvezetés, keresztmetszet, túlemelés, stb.) és a forgalom nagysága hogyan befolyásolja a forgalombiztonság színvonalát. Az egyes út-kategóriákra vonatkozóan megfigyelt baleseti mutató-értékek jelentősen eltérőek (l. **7.2. táblázat**). Látható viszont, hogy az autópályákon a relatív baleseti mutatók értéke jóval alacsonyabb a más utakra jellemző értékeknél.

Útkategória	Egy balesetben átlagosan		
	meghaltak száma	súlyos sérültek száma	összes sérült száma
alsórendű utak külső szakaszai	1,19 (0,43)	1,77 (1,76)	1,66 (3,89)
2x1 sávós főutak külső szakaszai	1,21 (0,70)	1,91 (2,06)	1,79 (4,70)
2x2 sávós főutak külső szakaszai	1,44 (0,48)	1,98 (2,20)	1,86 (4,20)
autópályák	1,26 (0,27)	1,97 (0,76)	2,01 (1,65)
alsórendű utak átkelési szakaszai	1,07 (0,61)	1,38 (3,65)	1,31 (8,42)
2x1 sávós főutak átkelési szakaszai	1,09 (0,74)	1,46 (3,69)	1,37 (8,85)
2x2 sávós főutak átkelési szakaszai	1,09 (0,68)	1,41 (4,68)	1,34 (11,41)

## **7.2. táblázat. Különböző út-típusokra jellemző balesetszámok és relatív baleseti mutatók (zárójelben) Magyarországon (1990-1994)**

A legutóbbi évtizedekben a balesetek mellett a veszélyes forgalmi helyzetek, u.n. "*konfliktushelyzetek*" vizsgálata is teret nyert. A *forgalmi konfliktus* olyan megfigyelhető helyzet, amelyben a közlekedés résztvevői egymással vagy szilárd tárggyal oly módon kerülnek kapcsolatba, hogy az időbeni vagy térbeli közelség alapján a baleset közvetlen veszélye áll fenn, ha a mozgást változatlanul folytatják és valamelyik közlekedő hirtelen nem tér ki, vagy nem fékezik. A *veszélyhelyzetek* a balesettől annyiban különböznek, hogy a közlekedőknek még van lehetőségük egy többé-kevésbé ellenőrzött reakcióra. Súlyosság szempontjából megkülönböztethető *enyhe*, *súlyos konfliktus*, és *majdnem baleset*. Ezek előfordulási gyakoriságának megállapítása és számszerű értékelése a vizsgálat célja.

## **8. KÖRNYEZETVÉDELMI SZEMPONTOK ÉRVÉNYESÍTÉSE AZ ÚTTERVEZÉSSEN**

A közúti forgalom okozta főbb környezeti ártalmak: levegőszennyezés, zaj, talajvíz- és talajszennyezés, tájrombolás. A tervezés során törekedni kell arra, hogy ezek várható mértékét a lehető legkisebbre csökkentsük.

A forgalmi körülmények közül a *kipufogógáz mennyiségét (emisszió)* befolyásolja: (i) a motorok korszerűsége; (ii) a forgalom nagysága; (iii) a forgalom összetétele (a személygépkocsik, a tehergépkocsik, ezen belül is a nehéz tehergépkocsik aránya); (iv) a

forgalom akadályozottsága (a haladási sebesség nagysága és szórása); (v) az út geometriai kialakítása (hossz- és keresztmetszvény).

Az *emisszió* az utak környezetében felhígul, szétterjed és a folyamatból kialakuló légszennyezés, az *imisszió* mértékét befolyásolja: (i) az átlagos szélesség és szélirány; (ii) a légállapot stabilitása; (iii) az útpálya magassága; (iv) az út környezete (beépítettség, erdősáv, zajvédő fal, stb.); (v) az úttól mért távolság; (vi) az egyes légszennyező anyagok (széndioxid, szénmonoxid, nátriumoxidok, stb.) átalakulásának (elbomlásának) sebessége. Mindezek meghatározása nehéz, számos becslést és átlagolást tartalmazó eljárás.

A tervezési munka során mindig a *mértékadó* vagy az *átlagos* jellemzőket kiválasztva kell az esetlegesen káros, mértékadó, ill. az átlagos légszennyezési szintet meghatározni az utak környezetében. A következőkben összefoglalt számítási eljárás számos egyszerűsítést, így pontatlanságot tartalmaz; pontos helyzetértékelést csak imissziós mérések eredményei alapján végezhetünk. A vonalvezetés tervezésénél a környezetszennyezésre érzékeny területeket lehetőség szerint kerülni kell.

A kibocsátott anyagok meghatározásához a járműfolyam, mint vonalszerű szennyező forrás emissziója használandó (l. **8.1. táblázat**)

Sebes- ség /üzem mód/ km/h	Szénmonoxid g/km		Szénhidrogén FID g/km		Nitrogénoxid NO <sub>2</sub> g/km		Fogyasztás l/100 km	
	szgk	nehéz tgk	szgk	nehéz tgk	szgk	nehéz tgk	szgk	nehéz tgk
10	21,8	19,2	2,58	1,73	1,08	12,4	41,7	41,7
20	12,1	14,4	1,64	0,90	1,09	10,15	32,5	32,5
30	8,4	11,3	1,24	0,43	1,13	9,17	28,7	28,7
40	6,3	9,6	1,03	0,28	1,20	8,84	26,3	26,3
50	4,9	8,1	0,89	0,21	1,28	8,84	25,5	25,5
60	4,3	6,8	0,70	0,17	1,38	9,30	25,3	25,3
70	3,7	6,1	0,56	0,15	1,51	10,15	26,0	26,0
80	3,7	6,6	0,53	0,16	1,63	11,5	28,7	28,7
90	3,8	7,8	0,53	0,17	1,74	13,1	32,2	32,2
100	3,9	9,3	0,55	0,19	1,90	14,8	36,4	36,4
110	4,0	19,2	0,57	1,73	20,8	12,4	41,7	41,7
120	4,1	14,4	0,59	0,90	2,32	10,15	32,5	32,5

**8.1. táblázat. Fajlagos emisszió értékek (2000-ben).**

A táblázat és a forgalmi adatok alapján a károsanyag kibocsátás értékének számítása:

$$E_i = \sum n_j \cdot e_{ij} / 3,6 \cdot 10^6$$

ahol  $E_i$  a vizsgált útszakaszon áthaladó gépjárműfolyam teljes károsanyag kibocsátása az "i"-edik kipufogógáz komponensből [g/s·m vagy mg/s·m]. A kibocsátást 1 s-ra és 1 m - re vonatkozóan adja meg az összefüggés

- $e_{ij}$  a „j”- edik járműfajta kibocsátása az „i”- edik kipufogógáz-fajtából a 8.1. táblázat alapján, a jármű-folyam tényleges sebességénél [g/km]  
 $n$  a járművek száma a forgalmi áramlatban: szgk + tgc (j = 1, 2)

A várható levegőszennyezés mértékének megállapításához a szennyezés terjedésének tapasztalati egyenletét használjuk fel, amely az éghajlati-, időjárás- , terepviszonyokat, a növényzetet és a beépítettséget is figyelembe veszi.

A forgalmi zaj számítása a közúti forgalomból származó, a terhelési pontban várható, az előírásokkal összevethető mértékadó *A-hangnyomás-szintet* adja eredményül. A számítás során valamennyi olyan közutat figyelembe kell venni, amely befolyásolhatja az eredményt. A közutakat olyan homogén szakaszokra kell bontani, amelyeken belül a forgalom, a beépítés, a mérési pontnak az úttengelytől mért távolsága állandó.

Az  $L_{Aeq}$  kiindulási egyenértékű hangnyomásszint az egyes útszakaszokon, a nappali és az éjszakai forgalomra vonatkozóan külön-külön, a legnagyobb megengedett sebesség alapulvételével, az adott útszakasz középvonaltól 7,5 m-es referencia távolságra számítandó:

$$L_{Aeq}(7,5) = 10 \lg \sum_1^n 10^{0,1 L_{Aeq}(7,5)}$$

ahol  $n$  a homogén útszakaszok száma

$L_{Aeq,i}(7,5)$  értékei három járműkategóriára vonatkozóan:

$$L_{Aeq,1}(7,5) = 15,0 + 10 \lg Q_1 + 16,7 \lg v_1$$

$$L_{Aeq,2}(7,5) = 17,3 + 10 \lg Q_2 + 19,0 \lg v_2$$

$$L_{Aeq,3}(7,5) = 23,2 + 10 \lg Q_3 + 16,7 \lg v_3$$

$v_1-v_3$  az egyes járműkategóriák legnagyobb megengedett menetsebessége [km/h] (a legkisebb alkalmazható értékek ( $v_1 = 60$ ;  $v_2 = 50$ ;  $v_3 = 50$  km/h)

$Q_1-Q_3$  az egyes járműkategóriák mértékadó nappali és éjszakai forgalma (jmű/h)

Ebből korrekciós tényezők hozzáadásával a középvonaltól „d” távolságra lévő és „h” magasságú észlelési ponton adódik az *egyenértékű hangnyomásszint*. Ha a forgalom irányonként is ismert, akkor irányonként is el kell végezni a számítást. Kettőnél több sáv esetén a forgalom a szélső sávokba helyezendő, irányonkénti megosztás hiányában a forgalom a két szélső sávba egyformán osztandó meg. A megengedett zajterheléseket (egyenértékű hangnyomásszinteket) a 8.2. táblázat tartalmazza. Amennyiben a zajterhelés meghaladja a megengedett határértéket, zajvédő létesítményeket (töltés, fal, növényzet, stb.)

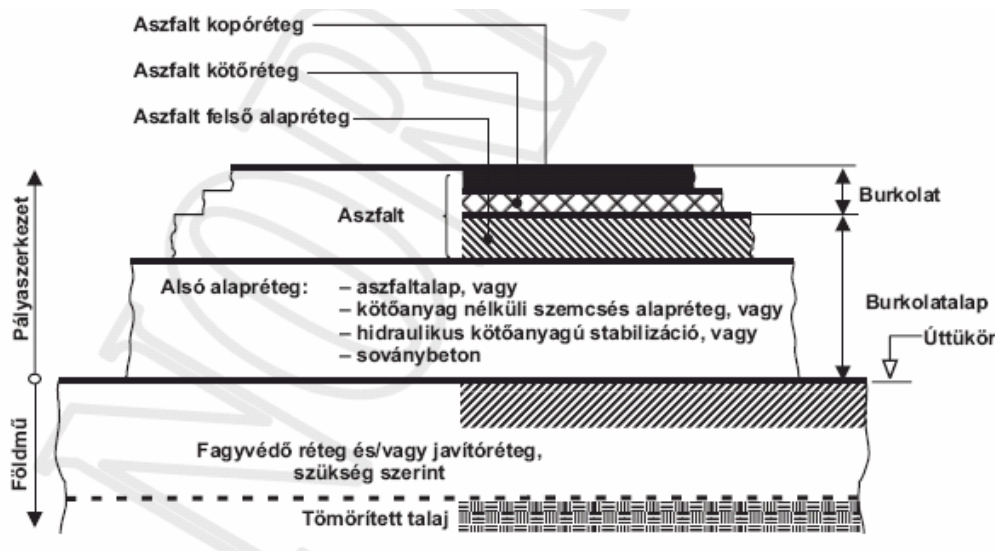
A gyűjtő- vagy főforgalmi út mellett fekvő terület jellemzése	A zajterhelés dB(A)	
	Nappal	Éjjel
Üdülőterület, gyógyhely, szanatórium, védett természeti terület	55	45
Lakóterület, intézményterület laza beépítéssel	60	50
Lakóterület, lakóépületekkel és intézményekkel vegyesen	65	55
Iparterület, lakóépületekkel és intézményekkel vegyese	65*	55*
* a közegészségügyi hatóság — a környezetvédelmi hatóság véleményének figyelembevételével — 5, kivételesen 10 dB(A) túllépést engedélyezhet		

**8.2. táblázat.** Az érvényes környezetvédelmi előírások szerint megengedett zajterhelés

## 9. HAJLÉKONY ÉS MEREV ÚTPÁLYASZERKEZETEK FELÉPÍTÉSE

Az utak főbb alkotó elemei: alépítmény, felépítmény (pályaszerkezet), úttartozékok és hidak. Az alépítmény (földmű) a pályaszerkezetek alátámasztását biztosítja, úgy kell méreteznünk, hogy a forgalom hatására alakját ne változtassa. Az alépítmény lehet töltés, bevágás, vagy vegyes szelvény, a terepadottságoktól függően. Határoló síkja a rézsű, amelynek hajlását a vízszintes síkkal bezárt szögének cotangenseként szokásos megadni (pl. 6/4-es).

A pályaszerkezet - anyagát tekintve - bitumen kötőanyagú *aszfalt* (hajlékony) és cement kötőanyagú *beton* (merev) pályaszerkezet lehet. A hajlékony pályaszerkezet keresztmetszete a **9.1. ábrán** látható.



**9.1. ábra.** Hajlékony pályaszerkezet felépítése

A *hajlékony burkolat* anyagának (pl. aszfaltbeton) összetevői:

- bitumen (kötőanyag),
- nemes közúzalék, homok (zúzott és természetes) és mészköliszt (adalékanyagok).

Az aszfaltot keverőtelepen állítják elő, ponyvával letakart billenőplátós tehergépkocsin szállítják, finiserrel terítik, gumi- illetve hagyományos hengerekkel tömörítik.

A *merev burkolat* kötőanyaga cement, adalékanyaga zúzott kavics és homok, szokásosan hálós (a dilatációs hézagoknál erősített) hosszvasalással készül.

A *burkolatalapok* kötőanyaga lehet bitumen, vagy cement (soványbeton), adalékanyaga leggyakrabban helyi anyag pl. kavics, homok.

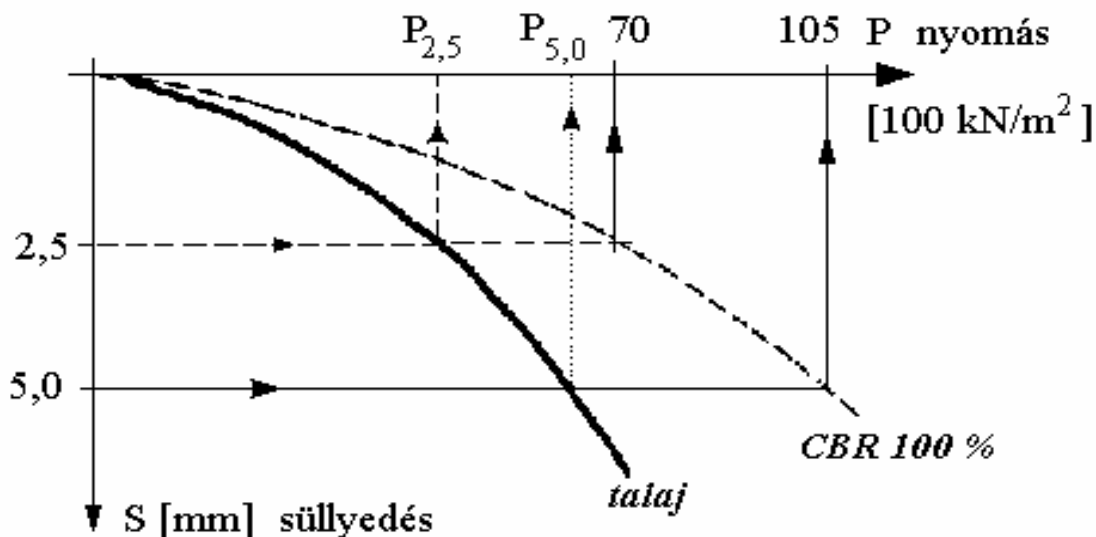
A pálya teherbírását döntően befolyásolja a földmű egyenletes és megfelelő tömörsége. A földmunka legfelső 0,5 m vastag rétegében az előírt  $T_{rg}$  tömörségi értéket (u. n. Proctor tömörségi fok) el kell érni (pl. 90 vagy 95 %). A Proctor vizsgálatot laboratóriumban végzik.

A földmű teherbírásának jellemzésére az útépítésben a  $CBR$  (%) (California Bearing Ratio) értéket használják:



$CBR = 100 P_{2,5} / 70$  [%] és  $CBR = P_{5,0} / 100$  [%] közül a nagyobb

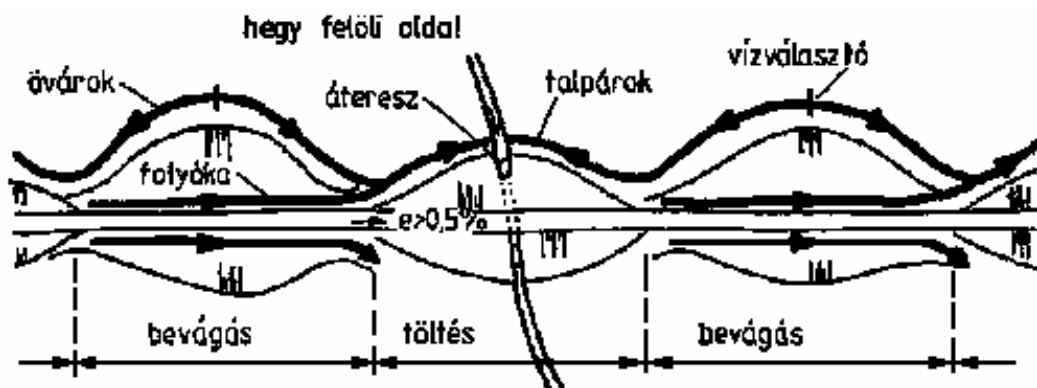
Meghatározásához  $T_{rg} = 90$  %-nak megfelelő tömörített talajmintába  $d = 50$  mm átmérőjű, hengert nyomnak és felrajzolják a nyomás-süllyedés (P-S) görbét (l. 9.2.ábra). Az ábrán a viszonyítási alap, a tömör zúzottkő P-S görbéje is látható.



**9.2. ábra.** A földmű CBR értékének megállapítása

A földmű megfelelő teherbírásához a CBR értéknek legalább 5%-osnak kell lennie, CBR 7-15% között megfelelő, e fölötti érték pedig jó, illetve kiváló.

A földmű tönkremenetelét, teherbírásának csökkenését a vízvezető rendszer gondos tervezésével és építésével előzhetjük meg. A felszíni vízvezető rendszer elemei a 9.3. ábrán láthatók. Ezt szükség esetén a felszín alatti (szivárgókból, dréncövekből, csatornákból álló) vízvezetési rendszer egészíti ki. A földműnek a fagykárokkal és az olvadási károkkal szemben is ellenállónak kell lennie.



**9.3. ábra.** A felszíni vízvezető rendszer elemei

A burkolatalappal szemben támasztott követelmények:

- növelje a teherbírást (megfelelő anyagú, vastagságú, minőségű - tömörségű legyen)
- utántömörödésének mértéke ne legyen káros a pályaszerkezetre (ne forduljon elő például a nehéz járművek hatására nyomvályúképződés)
- ne legyen se víz-, se fagyérzékeny
- felülete sík és egyenletes legyen
- mint pálya alkalmas legyen az építéssel kapcsolatos forgalom lebonyolítására
- az esetleges dilatációs repedések a hordott rétegre ne terjedjenek át
- gazdaságos legyen (pl. megfelelő helyi anyagok alkalmazása)

A burkolatalapok fajtái:

- *zúzottkő alap* (drága, nehéz forgalom hatására utántömörödik, építése egyszerű), ide sorolják a kohósalakkő útalapot is
- *sovány cementbeton alap* (nem utántömörödő, főleg városi utak és autópályák alsó alaprétegeként használják)
- *stabilizált burkolatalap* (helyi anyagok felhasználásával készül, alsó alaprétegeként használják)
- *bitumenes burkolatalap* (aszfaltkeverő telepen készült aszfalt, illetve bitumenes kötőanyagú zúzottkőréteg; alsó és felső alaprétegeként is használják).

## 10. A PÁLYASZERKEZETEK ANYAGAI, MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

Az *aszfalt* bitumen kötőanyaggal összekevert *adalékanyagok* együttese. Az útépítésben kőolajfinomítással előállított bitumént használnak. Az útépítési bitumennel szemben támasztott fő követelmények:

- jól vonja be az adalékanyagot
- ne legyen érzékeny a hőmérsékletváltozásra
- legyen hőálló
- lassan öregedjen.

Az útépítésben alkalmazott bitumenfajták:

- a nagy bitumentartalmú nyersolajból desztillációval előállított *útibitumen* (B), amely szobahőmérsékleten szilárd (kevert aszfaltokhoz használják)
- a *hígított bitumen* (HB), amit az útibitumént olajjal hígítva állítanak elő, s csak a hígító-anyag elpárolgása után köt
- a *bitumenemulzió*, amelynek előállításakor az útibitumént kolloidmalomban vízzel keverik emulgeálószer jelenlétében; az emulzió megtörése (a bitumen és a víz szétválása) után köt.

Az útibitumen fontos, laboratóriumi fizikai vizsgálatokkal mért *minősítő jellemzői*:

- *penetráció* (meghatározásakor 25 °C-on 5 s alatt szabványosított tű benyomódási mélységét mérik, eredmény mm/100-ben)
- *lágypont* (az a hőmérséklet, amely a gyűrűs-golyós kísérletnél a bitumenréteg alapszintre érkezésekor olvasható le)

- *Fraas féle töréspont* (az a hőmérséklet, amelyen egy vékony acéllemeze kent bitumenréteg a lemez hajlítgatása során megreped)
- *duktilitás* (meghatározásakor 25 °C-on a bitumenszálat megnyújtják és azt a hosszat határozzák meg, amelynél az éppen elszakad);
- *öregedési vizsgálat* (a penetrációs és duktilitási vizsgálat elvégzése a bitumen 163 °C-on történő hevítése előtt és után; célja a különbség meghatározása).

Az *útépítő bitumenekkel* szemben támasztott minőségi követelményeket szabványosították.

A *hígított bitument* útépítő bitumenből állítják elő oly módon, hogy magas hőmérsékleten gázolajjal hígítják. A hígított bitumen nem köt azonnal a bedolgozás és lehülés után, hanem csak akkor, ha a hígítóanyag elpárolgott. Ezért a hígított bitumennel készült burkolati rétegek a forgalom hatására *utántömörödnek*.

A bitumen vízben *oldhatatlan*, emulgeátor jelenlétében azonban a *kolloid malom* mechanikai energiájának segítségével 1-5 mikron nagyságú szemcsékben a vízben *diszpergálható* (50-60 % bitumen, 40-50 % víz). Szokásosan *kationaktív emulziókat* alkalmaznak, ezekben az emulgeátor *felületaktív anyag*, mely az emulzió szemcséinek pozitív elektromos töltést ad. Közettel érintkezve az emulzió megtörik (szétválik vízzé és bitumenné). A kationaktív emulzióban lévő bitumen a közetet elektrokémiai kötással, jól tapadva bevonja (kötés még a víz elpárolgása előtt).

Az *aszfalt vázát* alkotó ásványi adalékanyagok:

- *zúzottkövek* (szemmagyság >20 mm)
- *zúzalékok* (szemmagyság 20-4 mm között)
- *zúzott homokok* (szemmagyság 4-0,1 mm)
- *kőliszt* (filler, szemmagyság <0,1 mm)

A zúzottkövek, zúzalékok és zúzott homokok fagyálló *bazaltból* és *andezitből* készülnek, a kőlisztet pedig jó minőségű *mészköből* állítják elő. A kőliszt szerepe: tömör aszfaltrétegek előállításakor a bitumen jobb leköttése, a kis hézagok kitöltése.

A kőbányákban előállított (zúzott, osztályozott és mosott) zúzottkő termékek lehetnek:

- *szűk szemmagysághatárúak*: 0/3, 3/5, 5/8, 8/12, 12/20, 20/35, 35/55, 55/80 mm
- *tág szemmagysághatárúak*: 0/5, 3/8, 5/12, 5/20, 20/55, 20/80, 0/35 mm.

A *kőzetfizikai tulajdonságok* meghatározására alkalmazott eljárások:

- *ütőszilárdság meghatározása* LOS ANGELES forgódobban (a vizsgálandó szemcséket acélgolyókkal együtt forgatják, meghatározzák az aprózódási veszteséget)
- *kopószilárdság meghatározása* DEVAL forgódobban (a vizsgálandó szemcséket dobban forgatják és meghatározzák a kopási veszteséget);
- *időállóság meghatározása* (kristályosodási próbával a mállási veszteséget mérik magnéziumszulfát (Mg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) és nátriumszulfát (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) oldatba mártogatás után).

Az adalékanyag-halmaz *szemcseméreteivel* és a *szemcsék alakjával* kapcsolatos vizsgálatok:

- szemeloszlás meghatározása (szitálással, rostálással ellenőrzik, hogy az anyag a szabványos követelményeknek megfelel-e);
- a szemcsealak vizsgálat során meghatározzák, hogy mekkora a kedvezőtlen alakú lemezes szemcsék aránya a vizsgált halmaz tömeg %-ában kifejezve.

## 11. HAJLÉKONY PÁLYASZERKEZETEK MÉRETEZÉSE

A tervezési szabályzat: ÚT 2-1.202:2003 - Aszfaltburkolatú útpálya-szerkezetek méretezése és megerősítése (2003. május 1-jétől alkalmazása kötelező). A méretezés alapadatai:

- a tervezési forgalom
- a földmű tervezési teherbírása a talajfajta és egyéb helyi adottságok függvényében
- az egyes pályaszerkezeti rétegek egyenérték-tényezői alapján kialakított típus pályaszerkezetek.

A méretezés menete:

- tervezési forgalom számítása, és ennek alapján a jellemző forgalmi terhelési osztály (A, B, C, D, E, K) megállapítása
- a földmű méretezési teherbírasi modulusának ( $E_{2m}$ ) meghatározása
- javítóréteg méretezése szükség szerint
- a típus-pályaszerkezet megválasztása a műszaki, gazdasági, építésszervezési, és helyi technológiai adottságoknak leginkább megfelelő burkolatalap-fajták figyelembevételével.
- a választott típus-pályaszerkezet-fajtán belül a forgalmi terhelési osztály alapján a megfelelő szerkezet kiválasztása, valamint az aszfalt összvastagság egyes rétegfajtáinak, rétegvastagságainak meghatározása az alkalmazott aszfalttechnológia szerint
- a pályaszerkezet ellenőrzése a fagykárak és olvadási kárak megelőzésére, szükség esetén az ÚT 2-1.222 műszaki előírás alapján fagyvédő réteg tervezése.

Az új pályaszerkezet élettartamának ajánlott értéke autópályákon és városi főutakon  $t = 20$  év; országos főutakon  $t = 15$  év; országos és városi mellékutakon  $t = 10$  év. A TF tervezési forgalom:

$$TF = 1,25 \cdot 365 \cdot t \cdot r \cdot s \cdot (f_a \cdot \dot{ANF}_a \cdot e_a + f_n \cdot \dot{ANF}_n \cdot e_n + f_p \cdot \dot{ANF}_p \cdot e_p + f_{ny} \cdot \dot{ANF}_{ny} \cdot e_{ny})$$

$$TF = 1,25 \cdot 365 \cdot t \cdot \dot{ANET}$$

$\dot{ANET}$  az egységtengelyek átlagos napi áthaladási száma egy sávban (a mértékadó sávban), egy irányban, egységtengely/nap mértékegységben:

$$\dot{ANET} = r \cdot s \cdot (f_a \cdot \dot{ANF}_a \cdot e_a + f_n \cdot \dot{ANF}_n \cdot e_n + f_p \cdot \dot{ANF}_p \cdot e_p + f_{ny} \cdot \dot{ANF}_{ny} \cdot e_{ny})$$

Ahol  $\dot{ANF}_{a;n;p;ny}$  – az (egyes és csuklós) autóbuszok, nehéz tehergépkocsik, pótkocsis tehergépkocsi szerelvények, nyerges tehergépkocsi szerelvények átlagos napi forgalma két irányban, jármű/nap

$f_{a;n;p;ny}$  – ugyanezek forgalomfejlődési szorzója

**1,25** – biztonsági tényező

**t** – tervezési élettartam (év)

- r** – irányszorzó, amelynek segítségével a kétirányú keresztmetszeti forgalomból az egyik irányú forgalmat számítjuk ki
- s** – az egyik irányban vezető forgalmi sávok számától függő sávszorzó.

A **TF tervezési forgalom** a burkolat előirányzott élettartama alatt várható, egységtengelelyre átszámított összes teherismétlődések száma. **Egységtengeley terhelés** a különböző súlyú nehézgépjárműveknek 100 kN tengelynyomásra átszámított értéke. **Tengelyátszámítási szorzó**: adott súlyú tengely (**T**, kN) egyszeri áthaladásával megegyező fáradási károsodást okozó egységtengeley áthaladási száma; értéke:  $(T/100)^5 \cdot F_{100}$  **egységtengeley áthaladási szám** megfelel az egyirányban **t** év tervezési időszak alatt áthaladó összes egységtengeleyek számának.

Az új pályaszerkezetek méretezéséhez a **TF** függvényében választjuk ki a terhelési osztályokat, amelyekhez típus-pályaszerkezeteket rendeltek (**10.1. táblázat** és **10.1. ábra**).

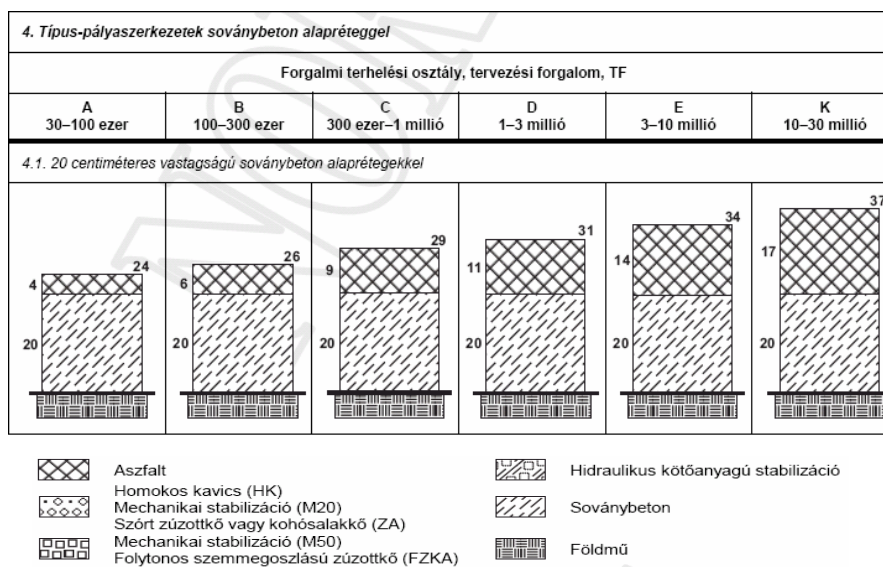
Jel	Forgalmi terhelési osztály	Tervezési forgalom, TF (F100, 10 <sup>4</sup> db)
A	Nagyon könnyű	0,03 – 0,1 <sup>1)</sup>
B	Könnyű	0,1 – 0,3
C	Közepes	0,3 – 1,0
D	Nehéz	1,0 – 3,0
E	Nagyon nehéz	3,0 – 10,0
K	Különösen nehéz	10,0 – 30,0

**10.1. táblázat. A forgalmi terhelési osztályok**

A földmű anyagául szolgáló talaj méretezési teherbírasi modulusát geotechnikai szakvéleményben kell megadni, a CBR érték alapján:

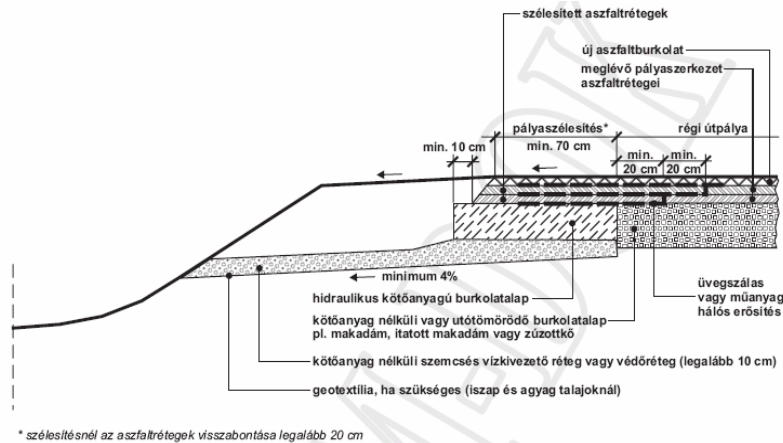
$$E_{2\text{talaj}} = 10 \cdot (\text{CBR})^{2/3}, \text{ MN/m}^2$$

D, E és K forgalmi terhelési osztályok esetén a talaj teherbírasi modulusát mindig laboratóriumi vizsgálat alapján kell meghatározni. A 10.1. ábrán példaképpen néhány típus pályaszerkezet látható.



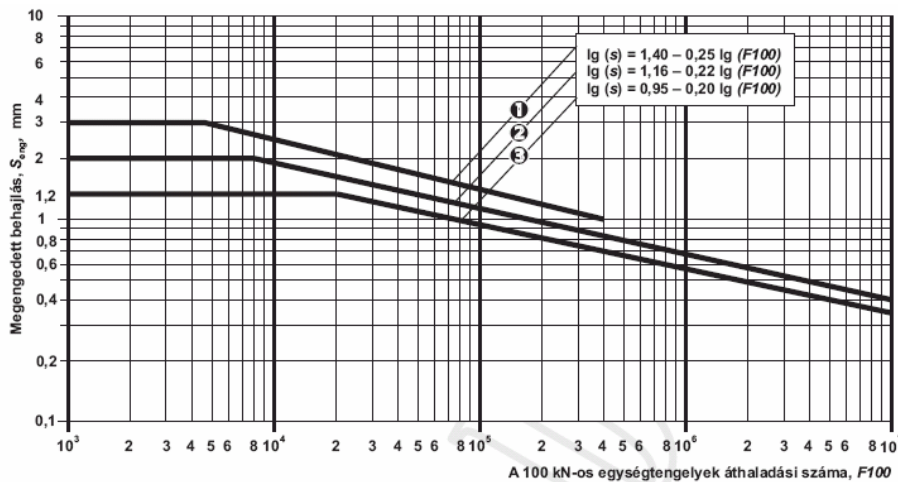
**10.1. ábra. Példa típus-pályaszerkezetekre**

A meglévő burkolatok megerősítésének és szélesítésének méretezésekor (l. **10.2. ábra**) a megengedett behajlás-értékekből indulunk ki.

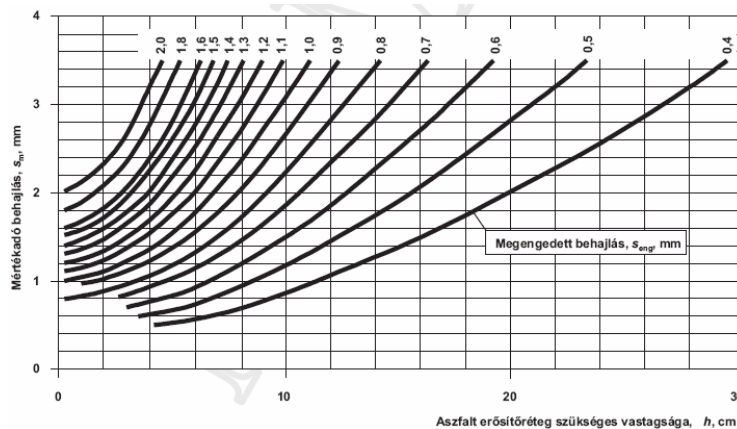


**10.2. ábra.** Meglévő útburkolat megerősítésének és szélesítésének tervezése

A megengedett behajlások értékei a **TF** függvényében a **10.3. ábrán** láthatók. Ezek függvényében adódik az aszfalt erősítő réteg szükséges vastagsága (l. **10.4. ábra**).



**10.3. ábra.** A megengedett behajlás a TF függvényében (1- különösen hajlékony; 2- hajlékony; 3- félig merev pályaszerkezet)



**10.4. ábra.** Az aszfalt erősítő réteg vastagsága a megengedett behajlás függvényében

**12. FÖLDMŰVEK ÉS BURKOLATOK ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIÁJA, GÉPEI.**



**12.1.ábra. Aszfaltkeverő telep**



**12.2. ábra. Aszfalt-bedolgozó géplánc**



**12.3. ábra. Forró bitument permetező gép**



**12.4. ábra. Adalékanyag elterítése gréderrel**



**12.5. ábra. Alapréteg locsolása és tömörítése vibrohengerrel**

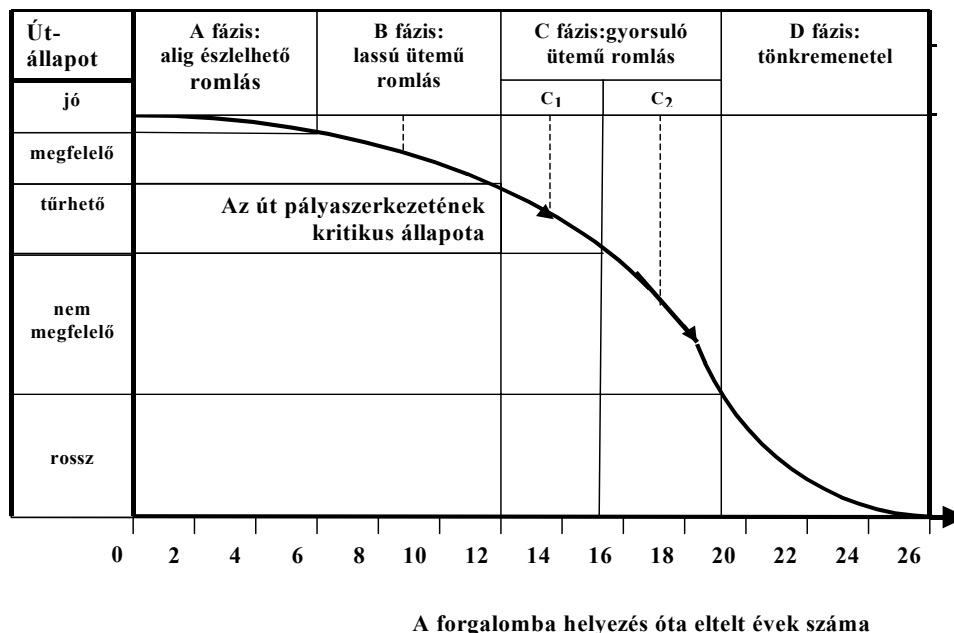
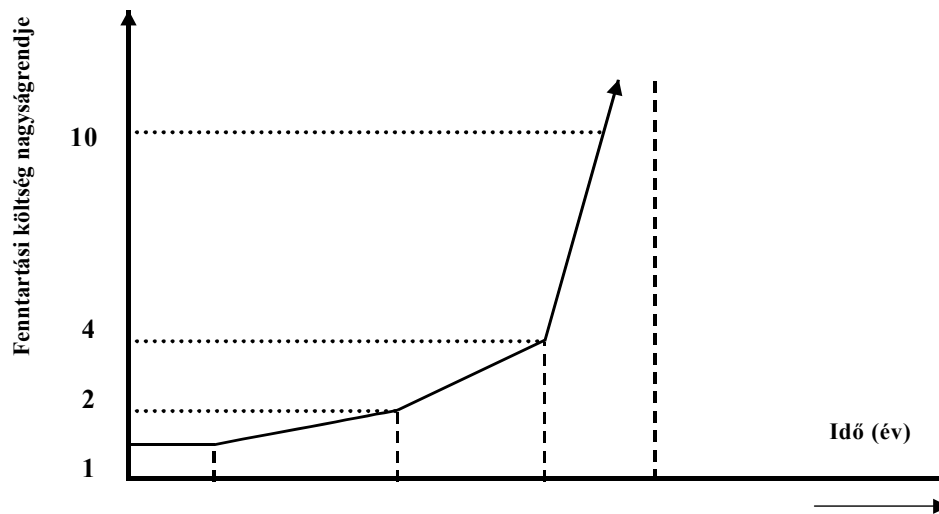
### **13. ÚTBURKOLATOK FENNTARTÁSA, ÚTGAZDÁLKODÁSI RENDSZER**

Az úthálózat: értékes állóeszköz, a nemzeti vagyon fontos alkotóeleme (2005-ös értéke kb. 12000 Md Ft). Az állóeszközökkel gazdálkodni kell (értékközzés, értéknövelés). Az út-fenntartási és üzemeltetési döntések előkészítésekor a fenntartási, javítási beavatkozások várható hatásait értékelik. Az utak fenntartását befolyásoló hatások:

- Infrastruktúra (fizikai állapot és gazdasági jellemzők változása)
- Járműállomány (nagyság, használat változása)
- Úthasználók (közlekedési szokásjellemzők változása)



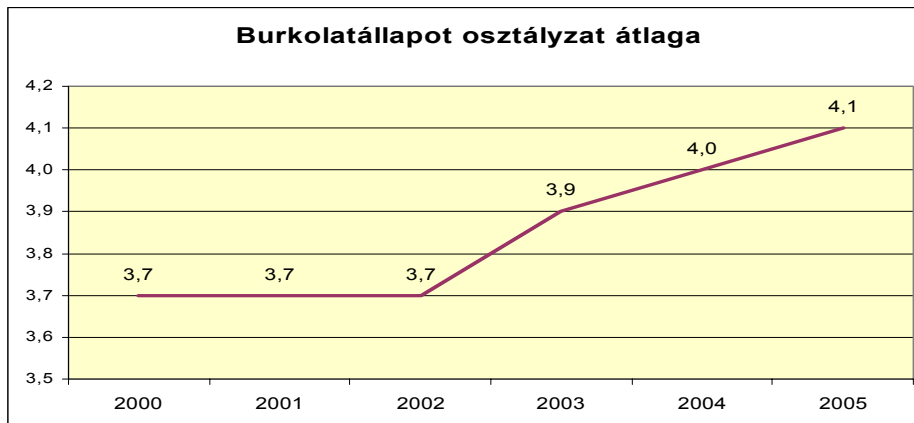
Az útburkolat állapota az időben folyamatosan romlik (leromlási függvény, l. **13.1. ábra**).



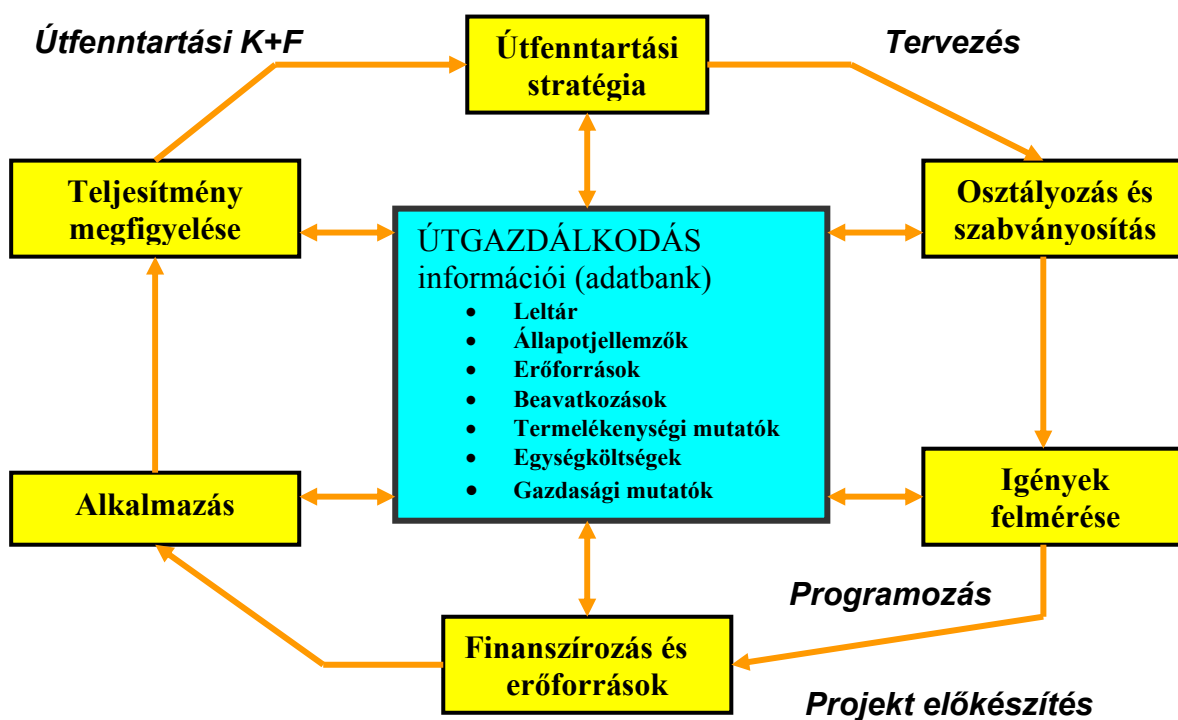
**13.1. ábra.** A pályaszerkezet leromlási görbéje

A burkolatok állapotát rendszeres időközönként több szempont szerint (burkolat épsége, egyenetlensége, teherbírása és behajlása, csúszásellenállása és érdessége, nyomvályúsodása, stb.) minősítik: a legjobb állapot: 1-es, a legrosszabb 5-ös osztályzatot kap. A magyar közúthálózat jellemző geometriai, forgalmi és minősítő adatait az Országos Közúti Adatbankban (OKA) gyűjtik. Sajnos az utóbbi években a burkolatállapot-osztályzatok átlaga folyamatosan romlik (l. **13.2. ábra**).

A burkolatgazdálkodási, vagy útgazdálkodási rendszerben előre kijelölt célok eléréséhez vezető, több évre szóló ütemtervet dolgoznak ki az egyes beavatkozások leghatékonyabb sorrendjének meghatározására (l. **13.3. ábra**.) Ehhez szükség van az úthálózati adatok leltárára, az egyes fenntartási beavatkozások technológiai meghatározására, költségeinek nyilvántartására és a leromlási folyamat rendszeres megfigyelésére, a beavatkozási köszöbértékek kijelölésére.



**13.2. ábra.** Az országos közúthálózat burkolatállapotának minősítése (2006)



**13.3. ábra.** Az útburkolat-gazdálkodás rendszere

## 14. AZ ÚTHÁLÓZATOK FEJLESZTÉSE, AZ EURÓPAI UNIÓ TEN-T ÚTHÁLÓZATA

Az úthálózatok fejlesztésére, bővítésére elsősorban a közúti közlekedési kereslet folyamatos növekedése miatt van szükség (kapacitásbővítés). A nemzetközi forgalom főútvonalait (Pán-Európai Nemzetközi Közlekedési Folyosók) 1997-ben, a Helsinkiben tartott közlekedési kongresszuson jelölték ki. Az Európai Unió 1993-ban jelölte ki a Transz-Európai Közlekedési Hálózat vonalait. A magyarországi szakaszokat a 2003-as Csatlakozási Szerződés melléklete rögzíti (**14.1. ábra**).



**14.1. ábra. A 2003-as EU Csatlakozási Szerződés mellékletében rögzített TEN-T utak Magyarországon**

Az Európai Unió 2001-ben elfogadott közös közlekedéspolitikájának közúti közlekedést érintő céljai:

- a transz-európai közlekedési hálózat (TEN-T) fejlesztése
- a szabályozott piaci feltételek kialakítása a közúti fuvarozásban
- a korszerű közszolgáltatás megteremtése a városi közlekedésben
- a fogyasztók igényeinek magasabb szolgáltatási szinten való kielégítése

A 2010-15-re tervezett TEN-T hálózat:

- 75200 km út, 85%-ban autópálya

- 78000 km vasútvonal
- 330 repülőtér
- 270 nemzetközi tengeri kikötő
- 210 belvízi hajóúti kikötő
- Forgalmiszervező, forgalomirányító és utastájékoztató rendszerek

A közös közlekedéspolitika csak úgy valósítható meg, ha megoldják a közlekedési hálózatok integrált fejlesztésének finanszírozását.

Hazánkban a közlekedési infrastruktúra és a közlekedési szolgáltatások helyzete számos ponton különbözik az EU-étól, de a feladatok hosszabb távon azonosak. Döntő különbség: míg az EU-ban a közúti áruszállítási teljesítmény növekedésének fékezése, hazánkban (a gazdasági fejlettség alacsonyabb színvonalából is következően) a közlekedési alapinfrastruktúra, ezen belül a gyorsforgalmi úthálózat kiépítése, a nemzetközi összeköttetések létrehozása áll a középpontban.

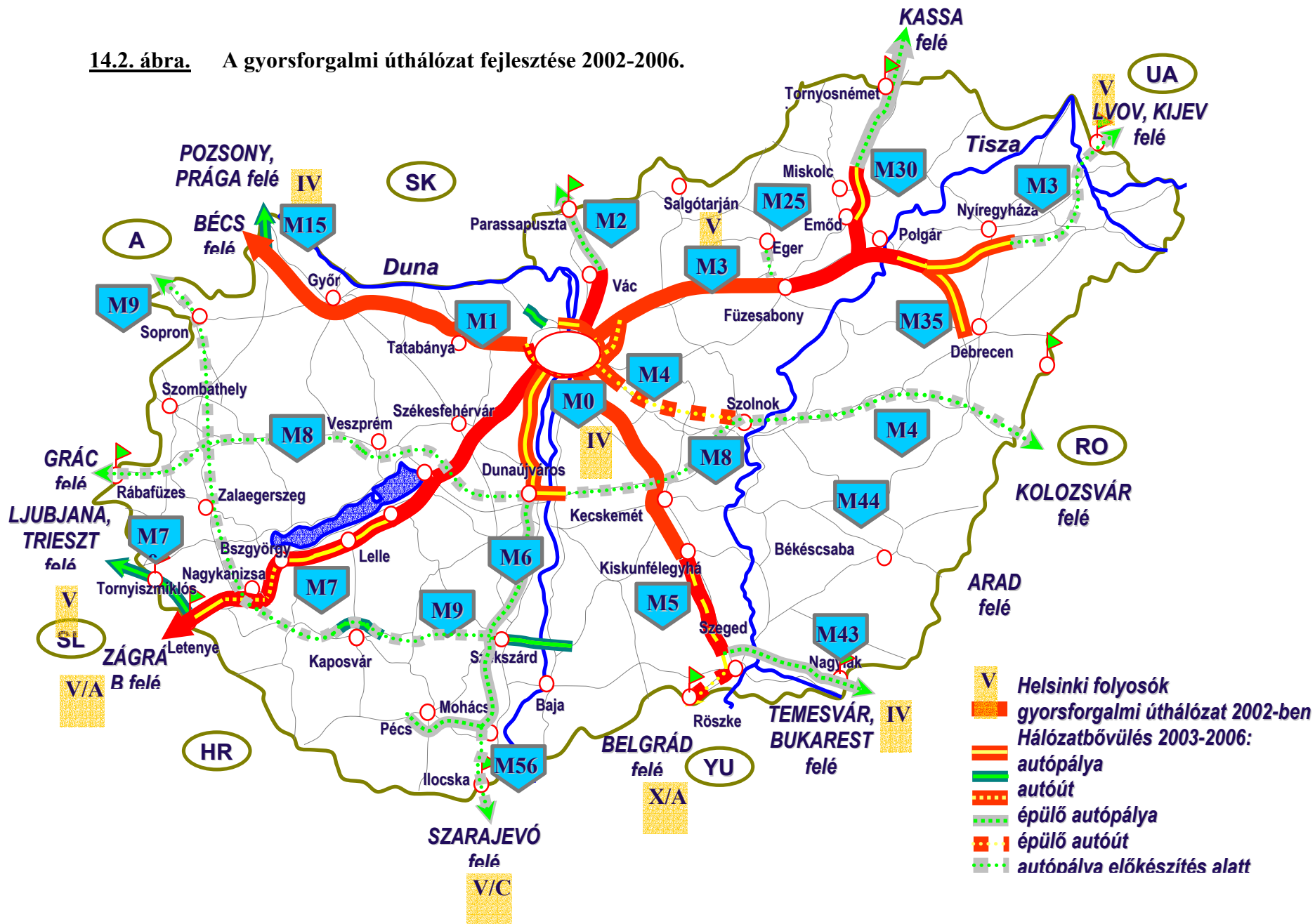
A magyar közlekedéspolitika végrehajtását szolgáló jogi eszközök:

- 2044/2003 (III.14) Kormányhatározat a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztéséről
- az Európai Unióhoz 2003-ban benyújtott 1. és 2006-ban benyújtott 2. Nemzeti Fejlesztési Terv
- az Országgyűlés által elfogadott 2003. évi CXXVIII. Törvény a Magyar Köztársaság gyorsforgalmi úthálózatának közérdekűségéről és fejlesztéséről
- az Országgyűlési határozat a Közlekedéspolitikai Konceptióról (2004. március)

A magyarországi gyorsforgalmi úthálózat (autópályák és autóutak) legutóbbi években megvalósított fejlesztéseit mutatja be a **14.2. ábra**.

2015-re a gyorsforgalmi úthálózat hossza 2725 kilométerre (923 km autópálya és 1802 km autóút) növekedne, az ellátottság  $\sim 29$  km/1000 km<sup>2</sup>-re javulva elérné az EU15 országainak 2015-re várható átlagát.

14.2. ábra. A gyorsforgalmi úthálózat fejlesztése 2002-2006.



# KÖZLEKEDÉSTERVEZÉS I. – UTAK TERVEZÉSE, ÉPÍTÉSE ÉS FENNTARTÁSA

*Tételsor a zárthelyi dolgozathoz*

## **A. kérdéscsoport**

1. A közúti közlekedés története, Magyarország közúti közlekedése ma
2. Közúti ellenállások, vonóerő, gyorsítási- lassítási diagramok
3. Sebességi alapfogalmak és alkalmazási körök, az alapdiagram
4. A látótávolságok fogalma, a megállási és az előzési látótávolság számítása
5. Az ívben haladó gépjárműre ható erők, a túlemelés nagysága
6. A megengedett határsugár és a megengedett határsebesség számítása
7. Az átmeneti ív geometriája (klotoid)

## **B. kérdéscsoport**

1. A vízszintes vonalvezetés elemei és alkalmazási határaik
2. A magassági vonalvezetés elemei és alkalmazási határaik
3. A lekerekítések sugarának számítása az előrelátás követelményeinek figyelembevételével
4. A lekerekítések sugarának számítása az esztétikai, kényelmi és dinamikai követelmények figyelembevételével
5. A hossz-szelvény lekerekítés számítása a kiviteli tervben
6. Térbeli vonalvezetés: a helyszínrajz és hossz-szelvény összehangolása, a látótávolságok figyelembevétele
7. A túlemelés-kifuttatás számítása a kiviteli tervben

## **C. kérdéscsoport**

1. Rajzolja fel egy nagy forgalmú külterületi szintbeni becsatlakozás helyszínrajzi képét és ismertesse a forgalmi fő- és mellékirányban lévő forgalomtechnikai elemeket
2. Ismertesse a csomópontokkal szemben támasztott követelményeket, a csomópontok osztályozási lehetőségeit és a csomópont-típusokat
3. Jelzőtáblás forgalomirányítású csomópontok méretezése (kapacitászámítás módszertana)
4. Ismertesse a külön szintű csomópontok forgalomtechnikai elemeit
5. Rajzolja fel a részben szintbeni csomópontok fő típusait
6. Rajzolja fel a külön szintű (autópálya) csomópontok fő típusait
7. Gyorsforgalmi utak csomópontjaiban alkalmazott kiválási és becsatlakozási sávok kialakítása

A zárthelyin 3 kérdést kell megválaszolni, minden fenti kérdéscsoportból egyet-egyed. A dolgozat elkészítésére 90 perc áll rendelkezésre.

# KÖZLEKEDÉSTERVEZÉS I. – UTAK TERVEZÉSE, ÉPÍTÉSE ÉS FENNTARTÁSA

## Vizsgakérdések

1. A közúti közlekedés története, Magyarország közúthálózata és közúti közlekedése ma.
2. Közúti ellenállások, vonóerő, üzemanyag fogyasztás. Gyorsulási és lassulási diagramok, alkalmazásuk. Jellegzetes sebességi alapfogalmak és alkalmazási körük. Az alapdiagram.
3. A megállási és az előzési látótávolság fogalma, számítása. Az ívben haladó gépjárműre ható erők, a túlemelés nagysága. Az ívbe forduló gépjármű pályája, az átmeneti ív (klotoid)
4. A vízszintes és magassági vonalvezetés elemei és alkalmazási határaik, összehangolásuk. A látótávolságok ellenőrzése. Térbeli vonalvezetés, útmenti fásítás.
5. Csomópontok osztályozása. Külterületi szintbeni csomópontok általános tervezési elvei. Forgalmi tervezés, a csomópontok kialakítása.
6. Szokásos csomóponti elrendezések. Csomópontok forgalomtechnikai elemei. Szintbeni csomópontok méretezése.
7. Közúti jelzések. Jelzőtáblák, útburkolati jelek és úttartozékok, elhelyezésük alapelvei.
8. Különszintű csomópontok. Szintbeni elemeket is tartalmazó keresztezések és becsatlakozások.
9. Különszintű csomópontok. Szintbeni elemeket nem tartalmazó keresztezések és becsatlakozások (autópálya csomópontok).
10. A közúti forgalom. A keresztmetszeti és a célforgalmi forgalomszámlálás.
11. Útszakaszok forgalmának előrebecslése.
12. Közúti balesetek. Hagyományos elvekre épülő forgalombiztonsági vizsgálatok és eredményeik. Konfliktus-elemzés.
13. A gépjárművek levegőszennyezése. Befolyásoló tényezők áttekintése. A forgalom várható levegőszennyezésének számítási elve és módszertana.
14. A közúti forgalom okozta zajterhelés számításának elve. A kiindulási egyenértékű hangnyomásszint számítása.
15. Az útpálya szerkezete. A pályaszerkezetek felépítése és főbb anyagai. Útrekonstrukciók tervezése.
16. A földmű és teherbírása. Fagykárak és olvadási kárak.
17. A vízelvezető rendszer felszíni és felszín alatti elemei.
18. Aszfalt pályaszerkezetek anyagai. Útibitumen, hígított bitumen, bitumenemulzió. Ásványi adalékanyagok.
19. Burkolatalapok. Hagyományos és korszerű zúzottkő alapok. A sovány cementbeton útalap. Stabilizációs és bitumenes útalapok.
20. Aszfaltburkolatok, az aszfaltkeverés és beépítés technológiája.
21. Kevert és permetezéssel utántömörödő burkolatok. Felületi bevonás.
22. Hajlékony pályaszerkezetek felépítése és méretezése.
23. Meglévő hajlékony burkolat szélesítése és megerősítésének méretezése a behajlás alapján.
24. Az útgazdálkodási rendszer alapelemei, a közúti adatbank. A leromlási függvény.
25. Az EU Transz-Európai hálózata (TEN) és a magyar úthálózat fejlesztési tervei.

# KÖZLEKEDÉSTERVEZÉS I. GYAKORLATOK

## 1. TERVEZÉSI FELADAT

### MÁSODRENDŰ FŐÚT EGY KB. 2-3 KM HOSSZÚ SZAKASZÁNAK TANULMÁNYTERVE

Beadandó és értékelendő munkarészek:

- 1 db alaptérkép (M=1:10 000, ceruzával elkészítve),
- 1 db helyszínrajz (M=1:10 000, tussal kihúzva),
- 2 db minta hossz-szelvény (Mh= 1:10 000, Mv= 1:200, 1:500, milliméter-papíron ceruzával elkészítve),
- 1 db hossz-szelvény (Mh= 1:10 000, Mv= 1:100, milliméter pauszra tussal megszerkesztve),
- 2 db mintakeresztvonal (M= 1:100, milliméter-papíron ceruzával vagy sima pauszpapírra tussal megszerkesztve),
- 1 db műszaki leírás + koordináta-számítás (szövegszerkesztővel, fehér A4-es papírlapokra kinyomtatva),

1 dosszié feliratozva + 1 tervjegyzék (minkét feladat munkaterveit) a dosszié belső oldalára ragasztva.

## 2. TERVEZÉSI FELADAT

### MÁSODRENDŰ FŐÚT EGY KB 300 M-ES ÍVES SZAKASZÁNAK ENGEDÉLYEZÉSI TERVE

Beadandó és értékelendő munkarészek:

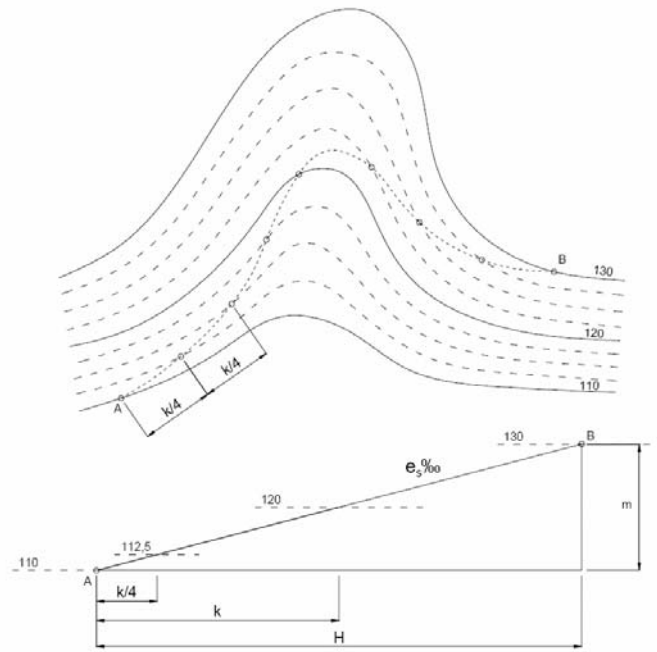
- 1 db helyszínrajz (M= 1:1 000, megszerkesztve, tussal kihúzva),
- 1 db hossz-szelvény (Mh= 1:1 000, Mv= 1:100, milliméter-pauszra tussal megszerkesztve),
- keresztvonal sorozat (M= 1:100, egy darab folytonos milliméter-pauszra tussal megszerkesztve),

1 db műszaki leírás (szövegszerkesztővel, fehér A4-es papírlapokra kinyomtatva).

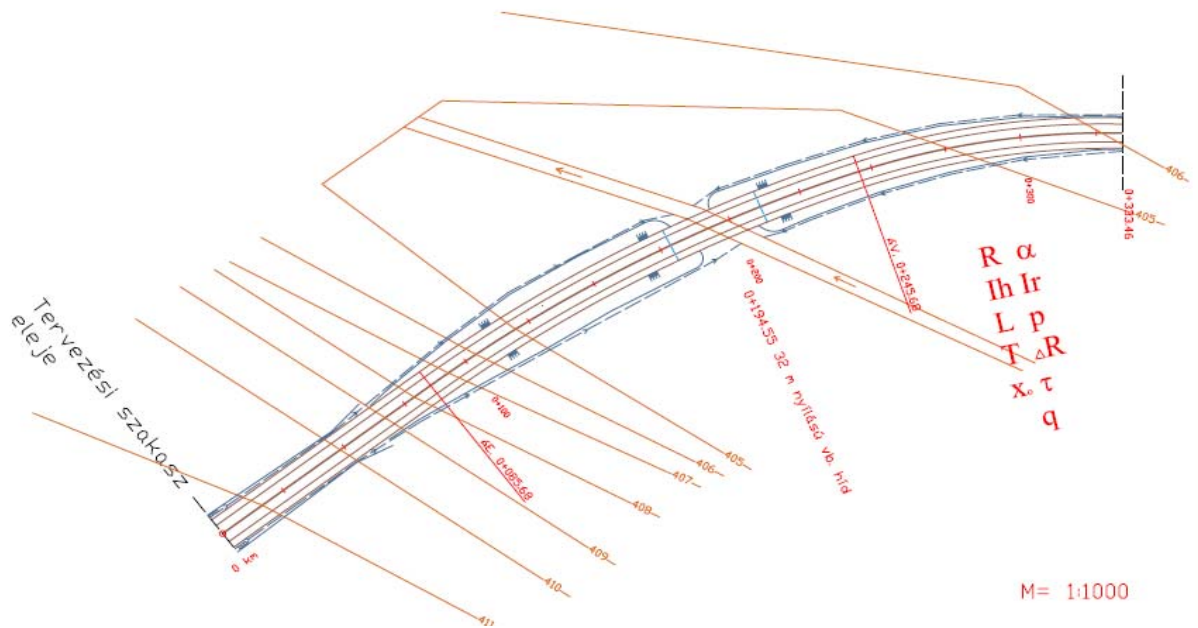
### ***Formai követelmények***

Az első és második feladatot egy dossziében kell beadni, amelyen szerepel (jobb felső sarokban az egyetem, a kar és a tanszék neve; középen a tantárgy neve; bal alsó sarokban a hallgató neve, kódja, az elkészítés éve; jobb alsó sarokban a gyakorlatvezető neve). Mindkét feladat elkészítése során törekedni kell az értékelendő munkarészek érthető, világos, megszerkesztésére és tiszta, mérnöki igényt kielégítő állapotban történő beadására. A nem szabványos jelölések egyértelműek és jól olvashatóak legyenek, különös tekintettel a feliratokra, amelyek elkészítéséhez betű- és számsablonok használatát ajánljuk. Minden munkarészt - közvetlenül a beadás előtt, tehát amikor azon várhatóan további munka már nincs - A4-es leporelló formátumra összehajtva a dossziében kell beadni. Ügyeljünk a rajzokon levő pecsét megfelelő helyére, illetve a keresztvonal sorozat formai követelményeire. A főbb munkarészekre minták a következő ábrákon láthatók.

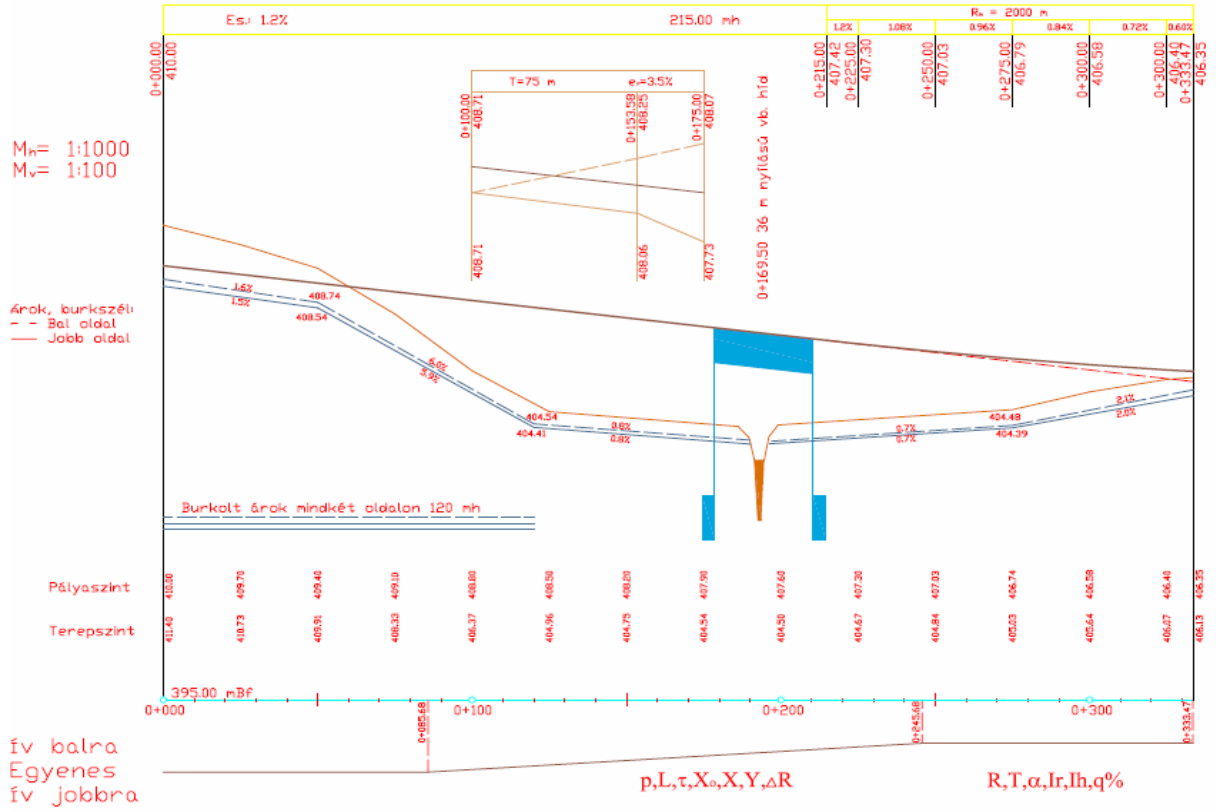




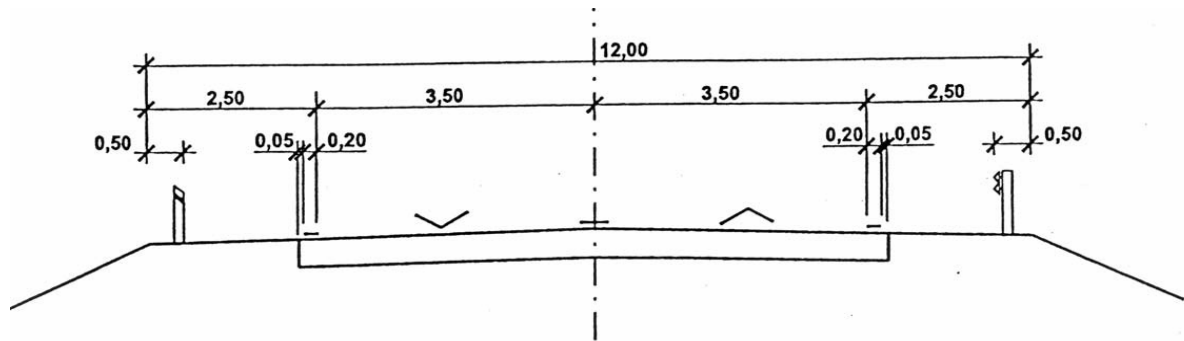
Az út tengelyvonalának kijelöléséhez használt semleges vonal értelmezése



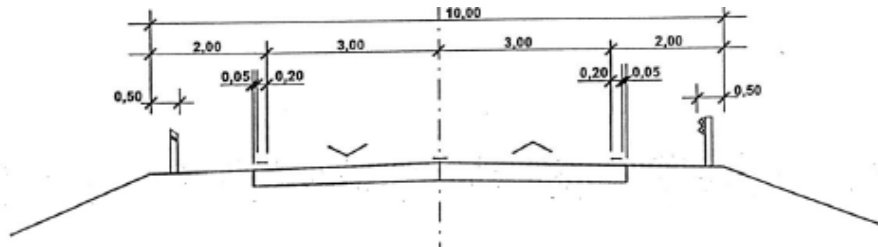
Út helyszínrajzának kialakítása



**Út hossz-szelvényének ábrázolása**



**I. és II. rendű főút mintakeresztmetszévényé**



**Összekötő út mintakeresztmetszévényé**

## AJÁNLOTT SZAKIRODALOM

- Palotás László (szerk.): Mérnöki Kézikönyv 4. kötet. Műszaki Kiadó, Budapest, 1990.  
1. Úttervezés 21-166. old.  
2. Útépités 167-340. old.
- Fi István: Utak és környezetük tervezése. Tankönyv. Műegyetemi Kiadó, Budapest 2000. Azonosító: 95029 (379 old.)
- Bényei András: Utak I-II. Előadások. Egyetemi jegyzet. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2002. Azonosító: 91258 (188 old.)
- Schuchmann Gábor –  
Kisgyörgy Lajos: Közlekedéstervezés – Utak. Egyetemi jegyzet. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2001. Azonosító: 95037 (136 old.)
- Bényei András: Úttervezési gyakorlatok I. Egyetemi jegyzet. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1989.

Az interneten, angol nyelven:

<http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/index.htm>

[http://www.sddot.com/pe/Roaddesign/plans\\_rdmanual.asp](http://www.sddot.com/pe/Roaddesign/plans_rdmanual.asp)

<http://mdotwas1.mdot.state.mi.us/public/design/englishroadmanual/>