

# 1. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS, STATISZTIKA, ÉRTÉKELÉS

## A közúti közlekedés története

Európában — így hazánk területén is — az első összefüggő, kiépített úthálózatot a *Római Birodalom* teremtette meg. A régi Pannónia (Dunántúl) területén több jól kiépített, mélyen alapozott, kőburkolatú római út haladt végig. A népvándorlás korában, majd **a középkorban** ez az úthálózat elsorvadt.

Bár később kialakult egy gyér kereskedelmi úthálózat, ennek műszaki tökéletessége meg sem közelítette a régi római kori úthálózatét: burkolata kő helyett többnyire csak kavics vagy földanyag volt. Így ott, ahol az alkalmas útépitő anyag hiányzott és a talaj kötött volt, az utakat esős időszakban nem lehetett használni. A középkorban a távolsági „országutakat” illetően ez a helyzet Európában általános volt: ekkor csak a városokon belül találunk kőburkolatokat.

**Az újkor első századaiban** az utak minősége Európa nagy részén egyre javult, majd a XVIII. században néhány fejlettebb országban egyre nagyobb hosszakban jelentek meg a már gondosabb műszaki kialakítással épített utak. Ezek az időjárástól függetlenül mindig járhatók voltak, mert a forgalom által tömörített zúzottkő-burkolatuk ezt biztosította.

A napóleoni háborúk, a társadalom és az ipar fejlődése **az 1800-as évek elején** az utak jelentőségét emelte: hosszukat növelte és állapotukat javította. Nagy jelentősége volt a skót *MacAdam* működésének a század első évtizedeiben, mert elterjesztette a zúzottkő-utak hengerléssel való tömörítését. A múlt század első harmadában Európa nagy részén már rendszeres postakocsi-járatok közlekedtek az összefüggő, kiépített közúthálózaton.

Amíg a középkor folyamán az utak minősége hazánkban az európai átlagos viszonyoknak volt megfelelő, addig az újkorban, különösen a XVIII. és XIX. században a hazai utak minősége jelentősen elmaradt a fejlettebb országok útjaiéhoz képest. Ez elsősorban a Nagyalföldnek a török megszállás alatt elnéptelenedett területein volt jól érzékelhető, ahol a kötött anyagú talajon — kő- és kavicsanyag hiányában — az őszi és tavaszi esős és olvadási időszakokban az utak nagy része járhatatlan volt. A Dunántúlon, a Felvidéken és Erdélyben a helyzet lényegesen kedvezőbb volt.

A kielégítő közúthálózat hazai kialakításának nagy akadálya volt a szervezetlenség és a szakszerű irányítás hiánya. Az útépités és fenntartás lényegében a jobbágyok közmunkáján alapult, a megyék irányítása alatt.

**Az első átgondolt, tervszerű javaslatot** a hazai úthálózat kiépítésére *Széchenyi István* tette közzé 1848-ban. A megvalósítandó hálózat az 1.1 ábrán látható. Ebben az időben már egész Európában rohamosan terjedtek a szállítási teljesítményt és sebességet ugrásszerűen megnövelő *vasútvonalak*, amelyeknek gőzmozdonyokkal vontatott vonataival az akkori lófogatú közúti közlekedés nem versenyezhetett. Ezért állította Széchenyi javaslata középpontjába elsősorban a vasútvonalak építését. Az úthálózatot elsősorban a vasúti hálózat kiegészítésére és helyi igények kielégítésére tartotta alkalmasnak. Mintegy 6000 km hosszú úthálózat kialakítását javasolta, ebből akkoriban kb. 2000 km volt készen, 4000 km új út építése vált tehát szükségessé.



1.1 ábra: Széchenyi István javaslata a kiépítendő úthálózatra

**Az 1850-1890 közötti időszak** a közúti szervezet kialakulásának és megszilárdulásának korszaka. Budán megalakult a központi építési igazgatóság, állami mérnökök vezetése alatt, valamint megszervezték a kerületi és megyei építészeti hivatalokat. A megyei úthálózatotól különválasztva kezelték a legfontosabb — akkor 890 mérföldes — „állami közutakat”. Az utakra útmestereket és útkaparókat alkalmaztak. Ekkortól kezdődött az úthálózat rendszeres fenntartása és fejlesztése, amely 1867 (Kiegyezés) után felélénkült. Az időszak végére már 26 000 km út épült ki, és erre az időszakra esett az első országos forgalomszámlálás is (1867), amely az egyik legelső volt Európában. Ebben az időszakban a városok úthálózata tovább fejlődött.

**Az 1890-1920 közötti 30 éves időszak** nagy jelentőségű: ez a nagyobb arányú alföldi útépítések, a makadámburkolatú úthálózat kialakulásának kora (15 000 km új makadámút épült!). 1890-ben adták ki a közúti törvényt. Az időszak végén az ország úthálózata már kb. 70%-ban — minden időben jól járható — makadámburkolattal kiépített. Erre az időszakra esik az első gépjárművek megjelenése (Budapesten már 1895-ben). Ezek eleinte inkább sporteszköznek számítottak, később azonban hasznosabb és komolyabb feladatokat is képesek voltak ellátni (postaszolgálat, személyszállítás), különösen az I. világháború idején.

**Az 1920-1945 közötti** időszakra a gépjárművek elterjedése és a közúti közlekedés fontosságának a fokozódása a jellemző. A 30-as években már hazánkban is kialakul a vasút és a közút versenye a jól fizető áruk szállításáért, terjed a személyautó-közlekedés is. Mivel a gépjárműközlekedésre a poros makadám-burkolatú utak kevésbé alkalmasak, napirendre került a makadámburkolatú úthálózat modernizálása, pormentes burkolattal való ellátása, vonalvezetésük megjavítása.

A **20-as években** kezdődnek meg az aszfaltburkolat-építések, majd a **30-as években** a betonburkolatú utak építései. Ebben az időszakban kb. 2000 km pormentes burkolatú utat, és kb. 7000 km makadámburkolatú utat építettek ki, így az időszak végén az összesen kb. 28 000 km állami úthálózatból:

Pormentes burkolatú:	~ 11 % (3 000 km)
Makadámburkolatú:	~ 78 % (22 000 km)
Kiépítetlen földút:	~ 11 % (3 000 km)

A II. világháborúig tartó időszakban megemlíthetők a következő fontosabb események: a *4. országos forgalomszámlálás* (1935); az első korszerű, a gépjármű-közlekedés igényeit kielégítő *hivatalos úttervezési irányelvek* megjelenése (1938); végül az első hazai, kizárólag gépjárműforgalom számára épített, keresztezésmentesen kialakított *gyorsforgalmú 2 nyomú autópályát* a Ferihegyi repülőtérre (1941).

A következő, **1945-58** közötti időszakot a háborúban rendkívül leromlott úthálózat és hídjai ezreinek helyreállítása jellemezte. A közúti forgalomban jelentősen megnövekedett a nehézjárművek (autóbuszok és tehergépkocsik) száma: 1958-ra elérte a 39 000 db-ot (1938-ban ezek száma mindössze 5000 volt!). A személygépkocsik száma 1958-ban (17 900) viszont ezerrel kevesebb, mint 1938-ban (18 900).

Az újabb szakasz **1958-tól** számítható: ez a közúti forgalom ugrásszerű, rohamos fejlődésének kezdete, az útkorszerűsítési munkák nagyobb arányú kibontakozásának az időszaka. Évi 800-1000 km útkorszerűsítés készült.

Néhány fontosabb útszakaszunkon — elsősorban a 7 sz. „balatoni” úton — a forgalom nagysága a nyári időszakban már elérte a kétsávos út teljesítőképességét, ezért meg kellett kezdeni egy új gyorsforgalmú út, egy 2x2 sávos új autópálya egyik felének építését. Egy másik gyorsforgalmú, csak gépjárművek számára épített hosszabb autótút Tatabánya-Budapest között pár évvel előbb készült el, s a két új gyorsforgalmú út összefogása és Budapestre való közös bevezetésére megépült az első magyar 2x2 sávos, középső elválasztó sávval rendelkező autópálya első szakasza is, amelyet 1965-ben adtak át a forgalomnak.

**Az 1965-ös évvel** így új (napjainkat is magába foglaló) korszak kezdődhetett a magyar közúthálózat-fejlesztésben: a nagy kapacitású, környezetet kímélő gyorsforgalmú utak építésének időszaka. A 2000. évvel bezárólag az alábbi elemei épültek meg a gyorsforgalmú úthálózatnak: M1 172 km, M3 105 km, M5 114 km, M7 112 km, M0 30 km.

## A forgalom

A forgalommal való tudatos, mélyreható foglalkozás az 1900-as években kezdődött, amikor az adatgyűjtésen túlmenően már elemző vizsgálatokat is végeztek az Egyesült Államokban és Európában. A fejlődés további állomásai:

1914-ben működött először elektromos jelzőlámpa, az 1920-as években pedig már összehangolt jelzőlámpák is működtek. 1915-ben forgalomáramlási vizsgálatokat végeztek, baleseti ponttérképet vezettek. Az 1920-as évektől rendszeres forgalomszámlálások kezdődtek: Angliában 1922-től, Németországban, Ausztriában 1924-től, Magyarországon 1927-től. Hazánkban 1921-ben állami, 1924-ben városi szolgálatban alkalmaztak forgalmi mérnököket.

A forgalommal való foglalkozást a gépkocsiállomány nagymértékű fejlődése indokolta. A világ személygépkocsi állományát az 1.1 és 1.2 táblázatok tájékoztató adataival jellemezhetjük.

Év	szgk (darab)
1926-ban	kb. 27 millió
1938-ban	kb. 35 millió
1956-ban	kb. 73 millió
1960-as évek közepén	kb. 130 millió
1980-as évek elején	kb. 300 millió

**1.1 táblázat:** A világ személygépkocsi állományának változása

Év	Nyugat-európai országok	USA
1930-as évek	kb. 10 – 40	kb. 180-200
1950	kb. 10 – 40	kb. 260
1960	kb. 40 – 150	kb. 340
1970	kb. 150 – 280	kb. 430
1980	kb. 300 – 380	kb. 530

**1.2 táblázat:** A személygépkocsi-ellátottság értékei (személygépkocsi/1000 lakos)

A magyar gépjárműállomány kezdeti alakulását az 1.3 táblázat szemlélteti.

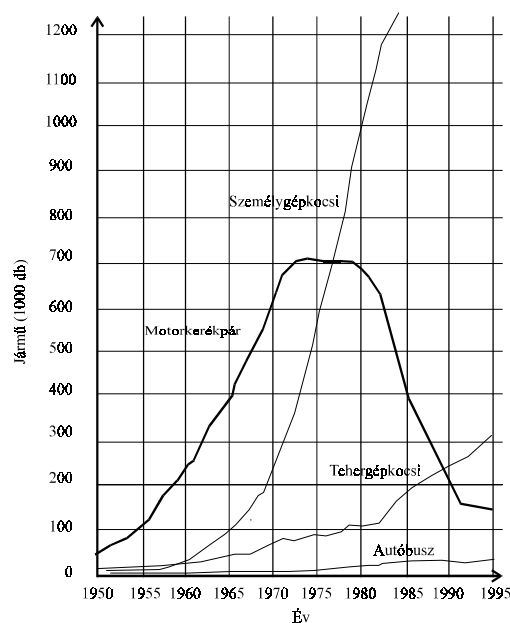
Év	Személygépköcsi	Tehergépköcsi	Autóbusz	Motorkerékpár
1910	937	110	-	-
1914	2 877	316	-	-
1920	1 413	259	-	-
1921	2 184	380	-	161
1925	4 943	1 472	-	1 462
1926	6 712	1 950	254	2 941
1928	11 480	3 609	-	8 048
1929	13 293	4 401	690	10 365
1930	13 394	4 493	679	11 041
1933	8 990	2 553	519	8 207
1934	10 852	2 834	-	8 885
1937	16 451	3 486	596	9 475

1.3 táblázat: Tájékoztató adatok Magyarország gépjárműállományának kezdeti alakulásáról

A motorizáció fejlődése Magyarországon világviszonylatban kissé késve indult, de a hetvenes évektől a fejlődés rohamossá vált:

1955	kb. 10 000 szgk	kb. 1 szgk/1000 lakos
1965	kb. 100 000 szgk	kb. 10 szgk/1000 lakos
1975	kb. 570 000 szgk;	
1980	kb. 1 010 000 szgk;	
1981	kb. 1 100 000 szgk;	kb. 100 szgk/1000 lakos
1982	kb. 1 180 000 szgk;	
1983	kb. 1 260 000 szgk;	
1984	kb. 1 340 000 szgk;	
1999	kb. 2 177 000 szgk	

A járműszámok alakulását a növekvő évszámok függvényében az 1.2 ábra mutatja.



1.2 ábra: A közúti járműállomány fejlődése

Az 1995 végére kialakult úthálózat legfontosabb adatait az 1.4 és 1.5 táblázat mutatja be.

ÚTKATEGÓRIA	HOSSZ (km)		TERÜLET (1000 m <sup>2</sup> )	ÁTLAGOS SZÉLESSÉG (m)
	teljes hálózat	ebből kiépített		
Autópálya	293	293	5 075	17,33
Autóút	85	85	950	11,17
I. rendű főút	2 042	2 042	16 713	8,19
II. rendű főút	4 383	4 383	31 593	7,21
<b>FŐHÁLÓZAT</b>	<b>6 803</b>	<b>6 803</b>	<b>54 331</b>	<b>7,99</b>
Összekötő út	17 843	17 554	104 680	5,96
Bekötőút	4 709	4 649	24 596	5,29
Állomáshoz vezető út	514	508	2 752	5,42
Autópálya-csomóponti ág	136	136	881	6,48
Egyéb csomóponti ág	26	26	167	6,42
<b>MELLÉKHÁLÓZAT</b>	<b>23 228</b>	<b>22 873</b>	<b>133 076</b>	<b>5,82</b>
<b>TELJES HÁLÓZAT</b>	<b>30 031</b>	<b>29 676</b>	<b>187 407</b>	<b>6,32</b>

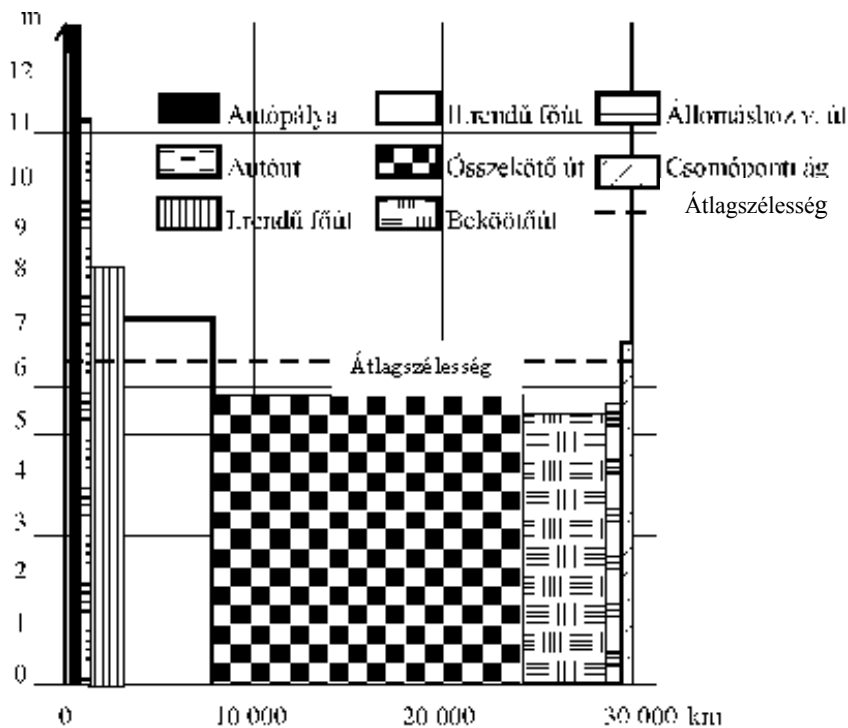
1.4 táblázat: Az országos közutak adatai (1995)

ÚTKATEGÓRIA	HOSSZ (km)		TERÜLET (1000 m <sup>2</sup> )	ÁTLAGOS SZÉLESSÉG (m)
	teljes hálózat	ebből kiépített		
<b>BELTERÜLETI UTAK</b>	<b>46 578</b>	<b>22 452</b>	<b>106 496</b>	<b>4,74</b>
ebből: főforgalmi út	1 429	1 408	10 252	7,28
gyűjtőút	5 465	4 676	24 790	5,30
lakóút	33 529	14 632	65 077	4,45
egyéb út	6 125	1 736	6 377	3,67
<b>KÜLTERÜLETI UTAK</b>	<b>29 135</b>	<b>1 617</b>	<b>6 396</b>	<b>3,96</b>
<b>TELJES HÁLÓZAT</b>	<b>75 683</b>	<b>24 069</b>	<b>112 892</b>	<b>4,69</b>

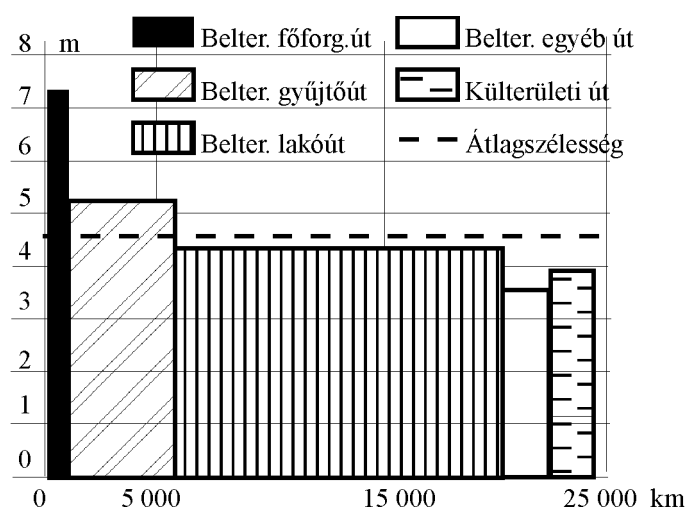
1.5 táblázat: A helyi közutak adatai Magyarországon (1995)

## A magyar közúthálózat forgalmi statisztikája és nemzetközi megítélése

Az országos közúthálózat megítélése szempontjából számba veendő műszaki tényezők: a pályaszélesség, az útburkolatok anyaga és megfelelősége, a hidak száma és teherbírása, a hídszerkezet szélessége. A következő ábrák és táblázatok átfogó képet adnak a hálózat e tényezőiről.



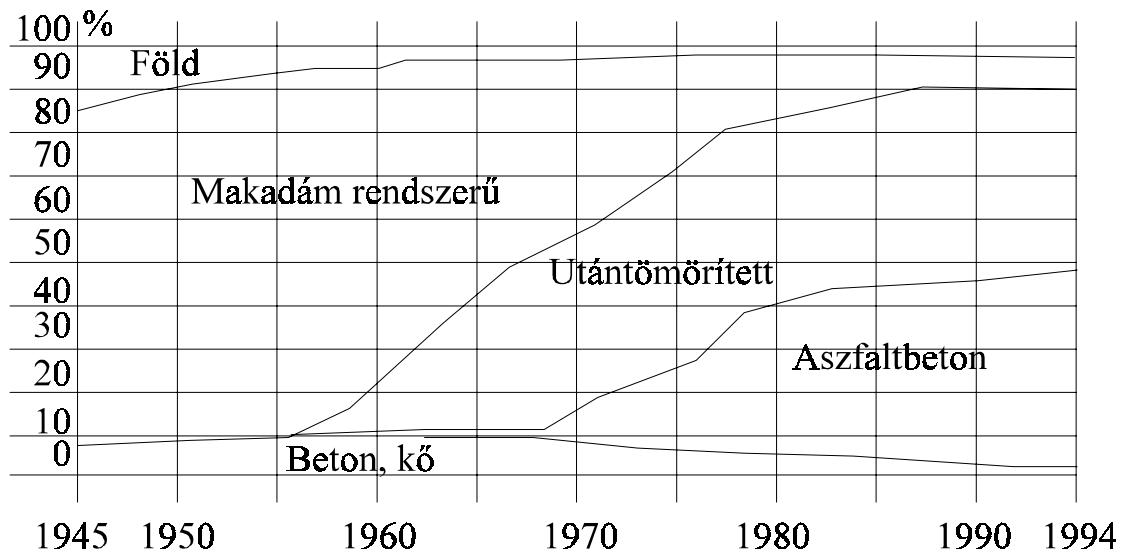
1.3 ábra: Az országos közutak szélessége (m)



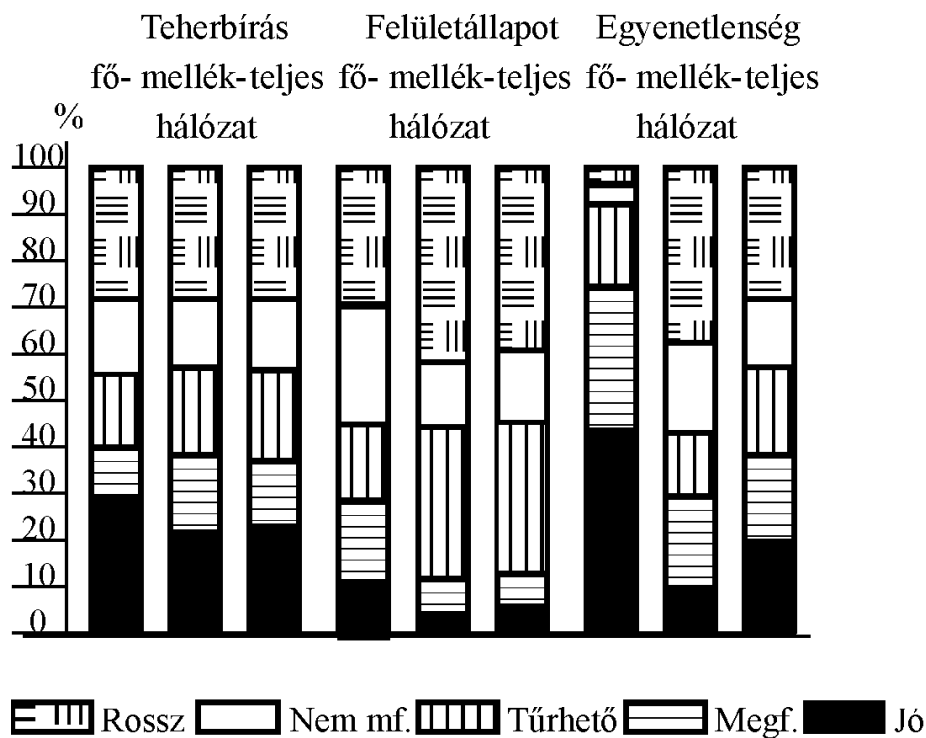
1.4 ábra: A helyi közutak szélessége (m)

KÖZUTAK	Beton, kő	Aszfaltbeton	Utántömörődő	Makadám	Földút	Együtt
Országos	164	14 320	13 117	2 075	355	30 031
Helyi	1 827	11 703	6 874	3 665	51 614	75 683
<b>ÖSSZESEN</b>	<b>1 991</b>	<b>26 023</b>	<b>19 991</b>	<b>5 740</b>	<b>51 969</b>	<b>105 714</b>

1.6 táblázat: A közutak burkolata Magyarországon (km)



1.5 ábra: Az országos közúthálózat fejlődése a burkolatfajták szerint



1.6 ábra: Az útpálya megfelelősége

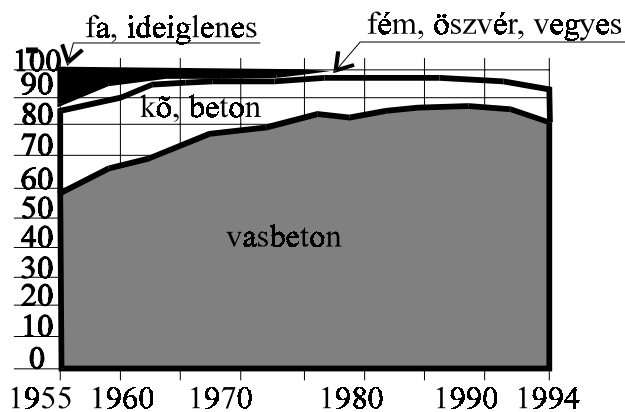


ÚTKATE- GÓRIA	Teherbírás (tonna)					Összesen (db)	Szerkezeti hossz (m)	Pályafelület (1000 m <sup>2</sup> )
	≥21	=20	12-19	6-11	≤5			
Főhálózat	1716	55	4	-	9	1784	45 018	584,6
Mellékhálózat	3392	583	105	12	-	4092	46 144	382,1
<i>Teljes hálózat</i>	<i>5108</i>	<i>638</i>	<i>109</i>	<i>12</i>	<i>9</i>	<i>5876</i>	<i>91 162</i>	<i>966,7</i>

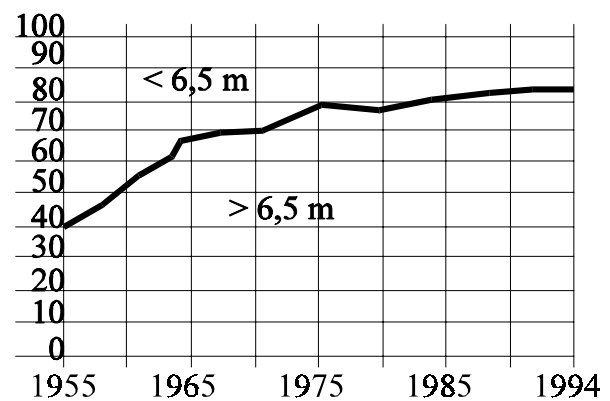
1.7 táblázat: A hidak száma és teherbírása Magyarországon (1994)

Megnevezés	db
Vasbeton	4 909
Kő, beton	506
Fém, öszvér, vegyes	449
Fa, ideiglenes	12
<i>Összesen</i>	<i>5 876</i>

Kocsipálya-szélesség	db
≤ 6,5 m	962
> 6,5 m	4 914
<i>Összesen</i>	<i>5 876</i>



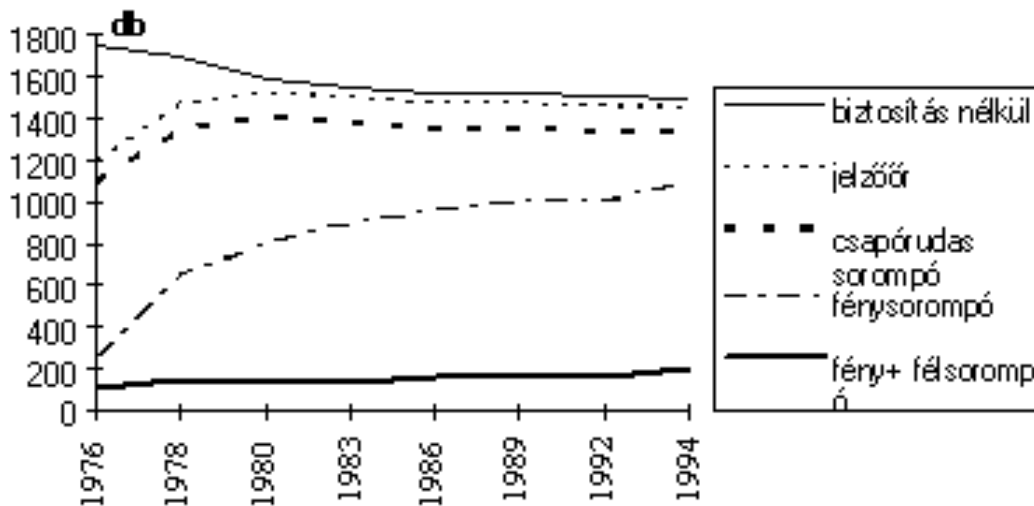
1.7.a ábra: A hidak szerkezete



1.7.b ábra: A hidak kocsipálya-szélessége

	MEGNEVEZÉS	Főhálózat	Mellékhálózat	Teljes hálózat
Szintbeli	<i>Különszintű</i>	<i>164</i>	<i>90</i>	<i>254</i>
	Fény- + félsorompó	69	155	224
	Fénysorompó	154	677	831
	Csapórudas sor.	41	297	338
	Jelzőőr	18	91	109
	Biztosítás nélkül	1	37	38
	<i>Szintbeli összesen</i>	<i>283</i>	<i>1 257</i>	<i>1 540</i>
	<b>ÖSSZESEN</b>	<b>447</b>	<b>1 347</b>	<b>1 794</b>

1.8 táblázat: Az országos közúti-vasúti keresztezések száma



**1.8 ábra:** Az országos közúti-vasúti keresztezések száma és változása

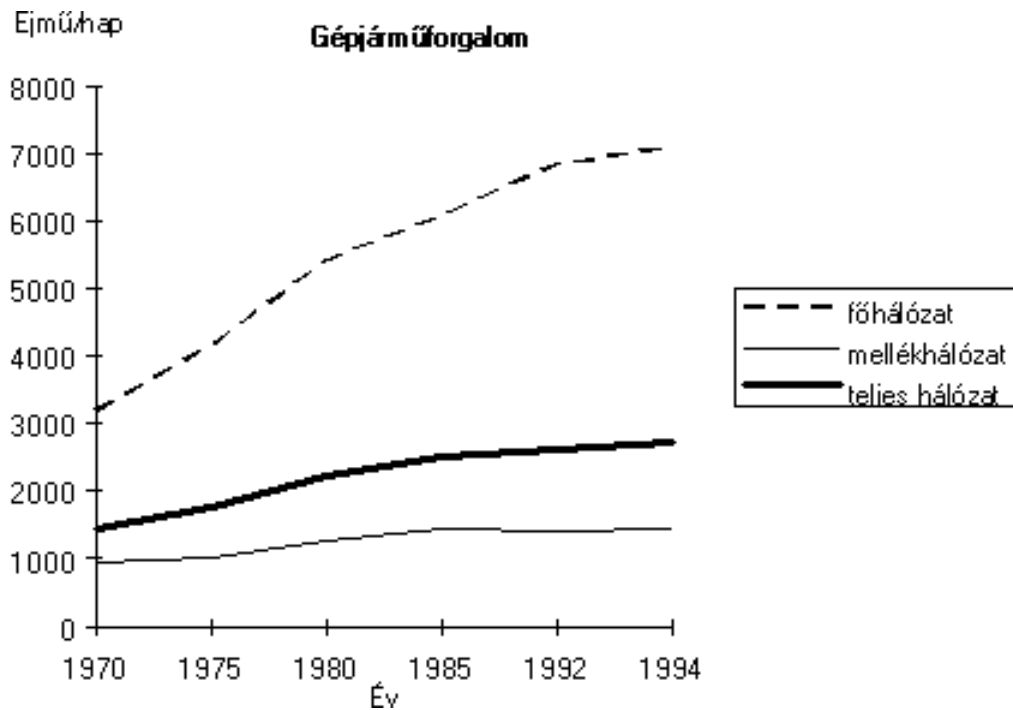
A fenti ábrákban és táblázatokban vizsgált jellemzők értékeléséből levonható **következtetések:**

- Az úthálózat mintegy 12 000 km-es hosszúságán elégtelen az útpályaszerkezetek teherbírása és körülbelül ugyanekkora szakaszon, de nem összeesen keskenyebb a burkolat a kívánatosnál.
- Az 1794 db vasúti kereszteződésből a főhálózaton 283 db szintbeli. Az összes átjárót tekintve mintegy 400 db-nál alakul ki rendszeresen torlódásos várakozás.
- A közúthálózat hídállományát a teherbírás szempontjából vizsgálva 227 db nem felel meg, ebből a főhálózatra 67 db esik. A szélesség vagy/és a teherbírás szempontjából nem megfelelő hidak összes száma 1613 db. Ebből a 358 db esik a főhálózatokra.
- A főúthálózat mintegy 1500 kilométerre halad belterületen, ez egyfelől nem megfelelő szolgáltatási szintet jelent, másfelől pedig indokolatlan környezeti terhelést és fokozott baleseti veszélyeztetést idéz elő.

A **közúti forgalom** a hálózati elemcsoportokon való **megoszlásáról** ad képet az 1.9 táblázat és az 1.9 ábra.

Év	FORGALOM (Egységjármű/nap)		
	főhálózat	mellékhálózat	teljes hálózat
1970	3 201	956	1 451
1975	4 158	1 027	1 749
1980	5 412	1 275	2 221
1985	6 077	1 462	2 502
1992	6 843	1 398	2 624
1994	7 092	1 443	2 717

**1.9 táblázat:** A közúti forgalom a hálózati elemcsoportokon való megoszlása



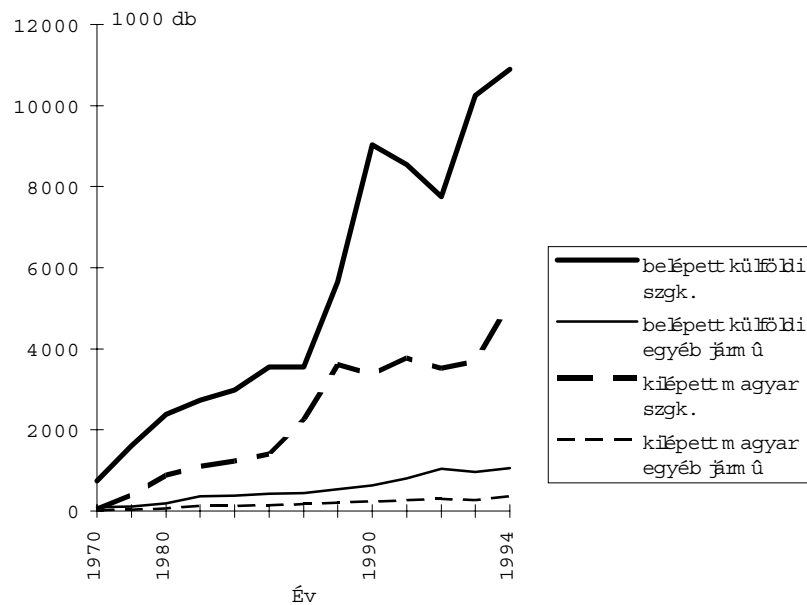
**1.9 ábra:** A közúti forgalom a hálózati elemcsoportokon való megoszlása

A forgalmon belül lényeges kérdés a **határforgalom** alakulása (1.10 táblázat és 1.10 ábra), amely némileg magyarázza a közúti átkelőhelyeken kialakult sokszor kezelhetetlen helyzetet.

Év	BELÉPETT KÜLFÖLDI			KILÉPETT MAGYAR		
	személygk.	egyéb gépjármű	együtt	személygk.	egyéb gépjármű	együtt
1970	738	89	827	52	20	72
1975	1 617	108	1 725	389	38	427
1980	2 385	185	2 570	892	58	950
1985	2 733	368	3 101	1 113	119	1 232
1986	2 978	380	3 358	1 225	131	1 356
1987	3 554	428	3 982	1 398	143	1 514
1988	3 546	442	3 988	2 260	175	2 435
1989	5 657	530	6 187	3 611	198	3 809
1990	9 039	627	9 666	3 381	241	3 622
1991	8 537	805	9 342	3 777	274	4 051
1992	7 759	1 035	8 794	3 522	298	3 820
1993	10 248	965	11 213	3 692	275	3 967
1994	10 892	1 053	11 945	5 160	358	5 518

**1.10 táblázat:** Határátkelőhelyek gépjárműforgalma (a tranzitforgalommal együtt, 1000 db)

## A határforgalom alakulása



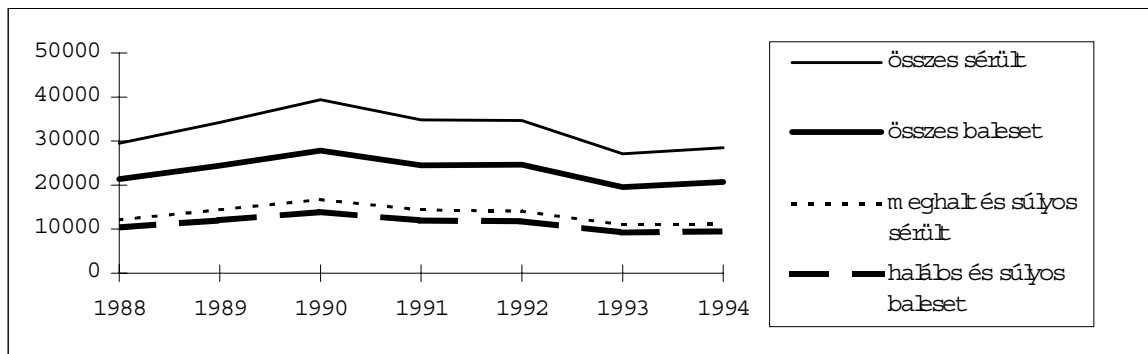
**1.10 ábra:** Határátkelőhelyek gépjárműforgalma (a tranzitforgalommal együtt, 1000 db)

A forgalom nagyságokat az útszakaszok kapacitásértékeivel összevetve megállapíthatjuk, hogy a főúthálózat mintegy 1200 km-en nem kielégítő az útszakaszok kapacitása.

A forgalom legsúlyosabb velejárójának, a bekövetkezett balesetek és az áldozatok számának változása a forgalom minőségének talán legfontosabb tükré. Az 1.11 és 1.12 táblázat, valamint az 1.11 és 1.12 ábra az utóbbi néhány év statisztikáját foglalja össze.

Év	Összes baleset	ebből				
		utak szerint		balesetek kimenetele szerint		
		országos közúti	helyi közúti	halálos	súlyos	könnyű
1988	21 320	11 350	9 970	1 562	8 801	10 957
1989	24 371	13 347	11 024	1 943	10 108	12 320
1990	27 801	15 631	12 170	2 185	11 738	13 878
1991	24 511	12 585	11 926	1 863	10 042	12 606
1992	24 623	13 422	11 201	1 849	9 886	12 888
1993	19 526	10 815	8 711	1 462	7 767	10 297
1994	20 723	10 963	9 760	1 390	8 054	11 279

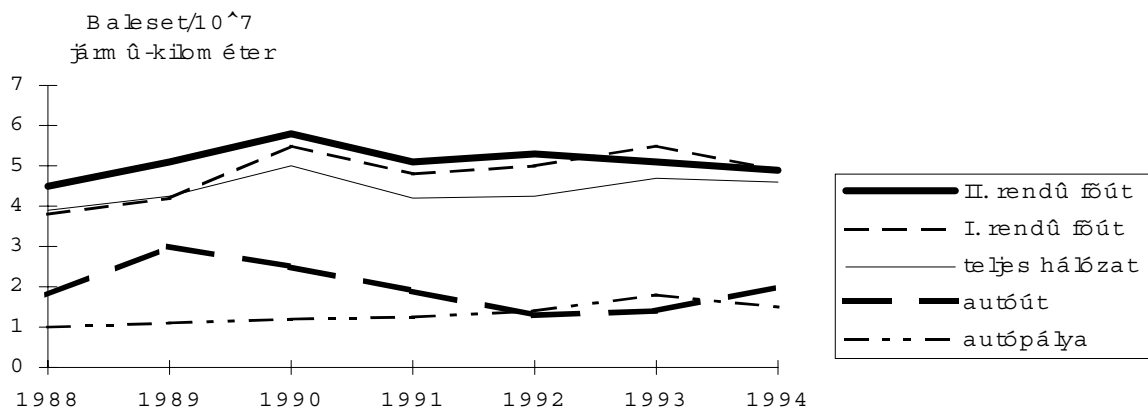
**1.11 táblázat:** Közúti közlekedési balesetek Magyarországon [1988-1994]



1.11 ábra: Közúti közlekedési balesetek Magyarországon [1988-1994]

Év	Összes sérült	ebből			A halottak aránya (%)	Sérült balesetenként
		meghalt	súlyos sérült	könnyű sérült		
1988	29 482	1 706	10 420	17 356	5,79	1,38
1989	34 214	2 162	12 238	19 814	6,32	1,40
1990	39 428	2 432	14 316	22 680	6,17	1,42
1991	34 796	2 120	12 210	20 466	6,09	1,42
1992	34 678	2 101	11 994	20 583	6,06	1,41
1993	27 108	1 678	9 328	16 102	6,19	1,39
1994	28 523	1 562	9 633	17 328	5,48	1,38

1.12 táblázat: Balesetben megsérült személyek Magyarországon (1988-1994)



1.12 ábra: Balesetben megsérült személyek Magyarországon (1988-1994)

A közúthálózat és a közúti forgalom minőségének, biztonságának nemzetközi — és elsősorban európai — összehasonlításnál legtöbbször használt adatok a vizsgált hálózatoknak az adott területhez (ország, megye, stb.) és annak népességéhez viszonyított sűrűsége, valamint az előfordult balesetek — leginkább a halálos sérültek — száma.

Az 1.13 táblázat néhány európai ország közúthálózatának statisztikai adatait mutatja az IRF 1994-es kiadványa szerint (itt és a következő táblázatban a magyar adatok is 1994 év végiek).

Statisztikai adatok	Ország			
	Magyarország	Ausztria	Portugália	Svájc
Autópályák hossza (km)	376	1 554	519	1 530
személygépkocsik száma (ezer db)	2 177	3 367	2 274	3 138
tehergépkocsik száma (ezer db)	266	276	432	272
terület (ezer km <sup>2</sup> )	93	83	89	41
lakosság (millió fő)	10,2	7,5	8,8	6,5
főúthálózat hossza (km)	6 425	10 164	9 069	18 407
$\frac{\text{autópálya(km)}}{\text{terület (km}^2\text{)}}$	0,004	0,019	0,006	0,037
$\frac{\text{autópálya(km)}}{1000 \text{ lakos}}$	0,037	0,207	0,059	0,235

**1.13 táblázat:** Néhány európai ország úthálózati statisztikája (1994)

A táblázatból látható, hogy Magyarország autópálya-sűrűség adatai elmaradnak a vizsgált országok értékeitől.

Az 1.14 táblázat a közúti balesetben elhunytak számát veti össze több európai országban.

Ország	Közúti balesetben elhunytak száma	Személygépkocsik száma (ezer db)
Ausztria	1 283	3 367
Csehország	1 524	Nincs adat
Magyarország	1 562	2 177
Németország	10 643	37 579
Portugália	2 171	2 274
Svájc	834	3 138
Hollandia	1 252	5 755
Románia	2 826	1 793
USA	39 235	144 213

**1.14 táblázat:** Közúti balesetben elhunytak száma Európában és az USA-ban (1994)

## 2. ALAPFOGALMAK

### Közúti ellenállások

Amikor egy jármű egyenes vonalú, állandó sebességű mozgást végez, akkor a  $V$  **vonóerő** **egyenlő** nagyságú az  $E$  **ellenállással**. Ha  $V > E$ , akkor a jármű gyorsul, ha viszont  $V < E$ , akkor lassul.

Az  $E$  **ellenállás** az alábbi képletből számítható:

$$E = E_g + E_e + E_l \quad [\text{N}].$$

A képletben szereplő ellenállások rendre:

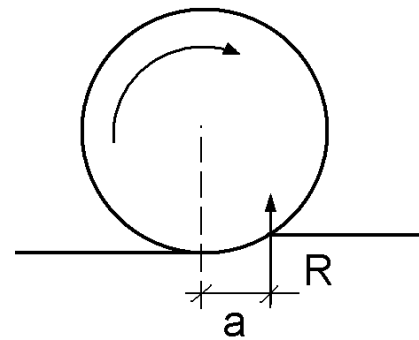
—  $E_g$  a **gördülési ellenállás**, amely az aszfalt és a kerék alakváltozása miatt lép fel (ld. 2.1 ábra).

Számítása:

$$E_g = \mu \cdot Q \quad [\text{N}],$$

ahol:  $Q$  a jármű súlya [kN]  
 $\mu$  a gördülési ellenállási tényező [N/kN, ‰]

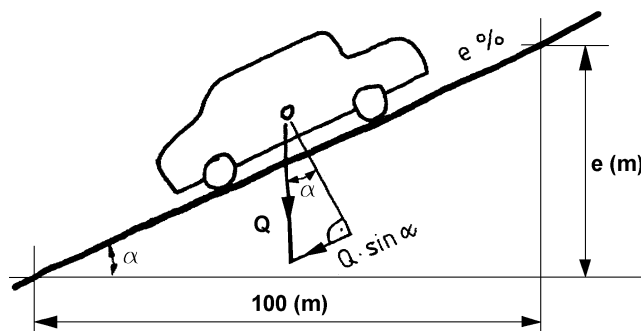
( $\mu$  néhány értéke: aszfaltbeton: 10 – 20  
 földút: 50 – 150  
 kőburkolat: 15 – 25)



2.1 ábra: Aszfalt és kerék kapcsolata

—  $E_e$  az **emelkedő okozta ellenállás** (ld. 2.2 ábra).

$$E_e = Q^{[\text{kN}]} \cdot \text{tg } \alpha = Q^{[\text{kN}]} \cdot \frac{e}{100} = 1000 \cdot Q^{[\text{N}]} \cdot \frac{e}{100} = 10 \cdot e \cdot Q \quad [\text{N}]$$



2.2 ábra: Az emelkedő okozta ellenállás

—  $E_l$  a légellenállás.

Számítása:

$$E_l = c \cdot F \cdot v^2 \quad [\text{N}],$$

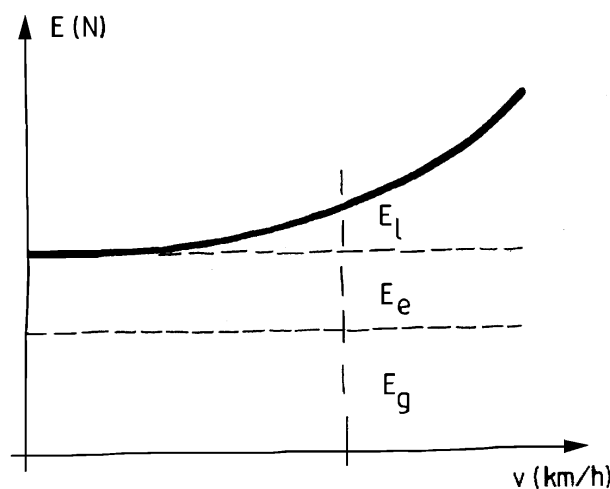
ahol:  $c$  a légellenállási tényező (például  $c_{\text{busz}} = 3 \text{ ‰}$ ;  $c_{\text{szgk}} = 1,5\text{--}3,5 \text{ ‰}$ ;  $c_{\text{igk}} = 5,0\text{--}6,0 \text{ ‰}$ );  
 $F$  a jármű homlokfelülete  $\text{m}^2$ -ben (például  $F_{\text{busz}} = 4\text{--}7 \text{ m}^2$ ;  $F_{\text{szgk}} = 2\text{--}3 \text{ m}^2$ ;  $F_{\text{igk}} = 3\text{--}6 \text{ m}^2$ );  
 $v$  a jármű sebessége  $\text{km/h}$ -ban ( $v_o$  szélesebbég esetén ellenszélben  $v+v_o$ , hátszélben  $v-v_o$  sebességgel számolunk).

Összegezve (2.3 ábra):

$$E = \mu \cdot Q + 10eQ + cFv^2 = Q \cdot (\mu + 10e) + cFv^2 \quad [\text{N}]$$

$$E_{\text{emelkedőn}} = Q(\mu + 10e) + cFv^2$$

$$E_{\text{lejtőn}} = Q(\mu - 10e) + cFv^2$$



2.3 ábra: Közúti ellenállások összegzése

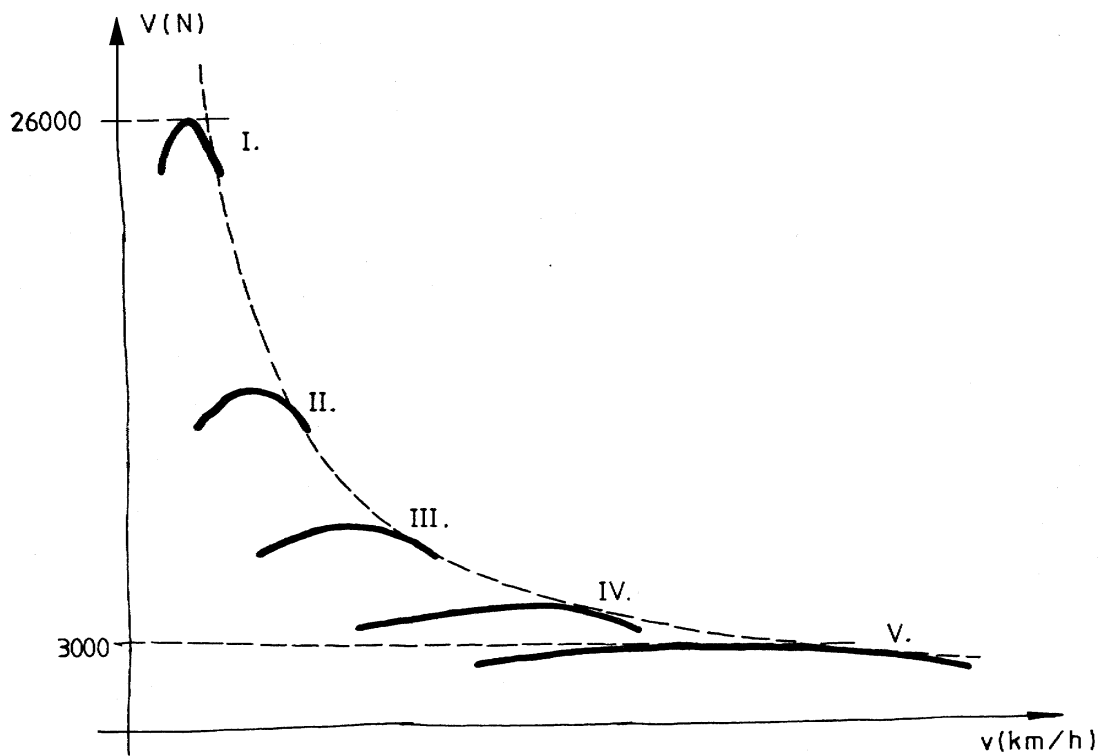
**A vonóerő**

A vonóerő a sebességváltó aktuális állásától függ. A 2.4 ábrán (a következő oldalon) egy közepes tehergépkocsi  $V=f(v)$  vonóerő görbéit tüntettük fel. (A római számok a sebességváltó állásait jelentik. A szaggatott vonal az elméleti vonóerő-görbe.)

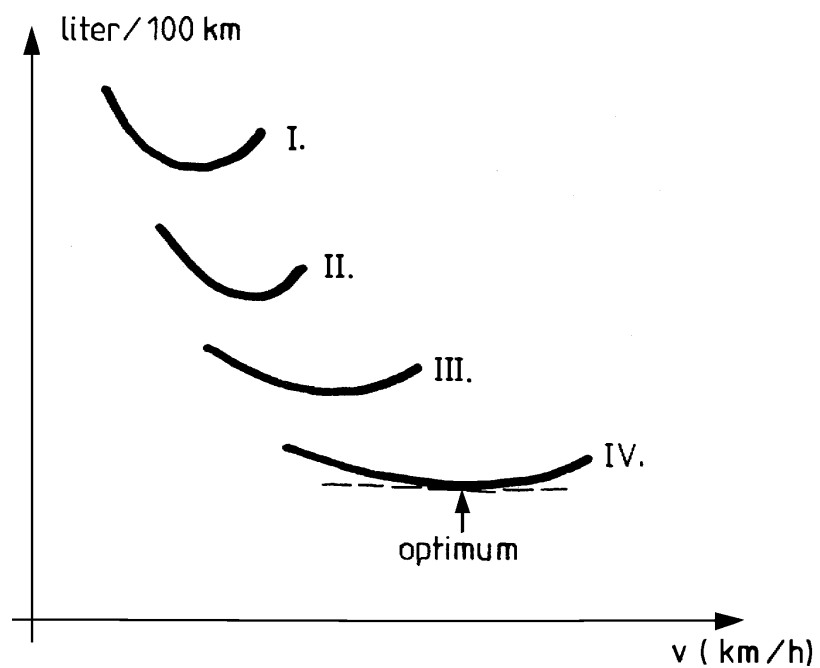
**Üzemanyag-fogyasztás**

Az üzemanyag fogyasztás a sebességváltó állásától és a sebességtől függ. A 2.5 ábrán (a következő oldalon) az üzemanyag-fogyasztás alakulása látható a  $v$  [ $\text{km/h}$ ] sebesség függvényében.





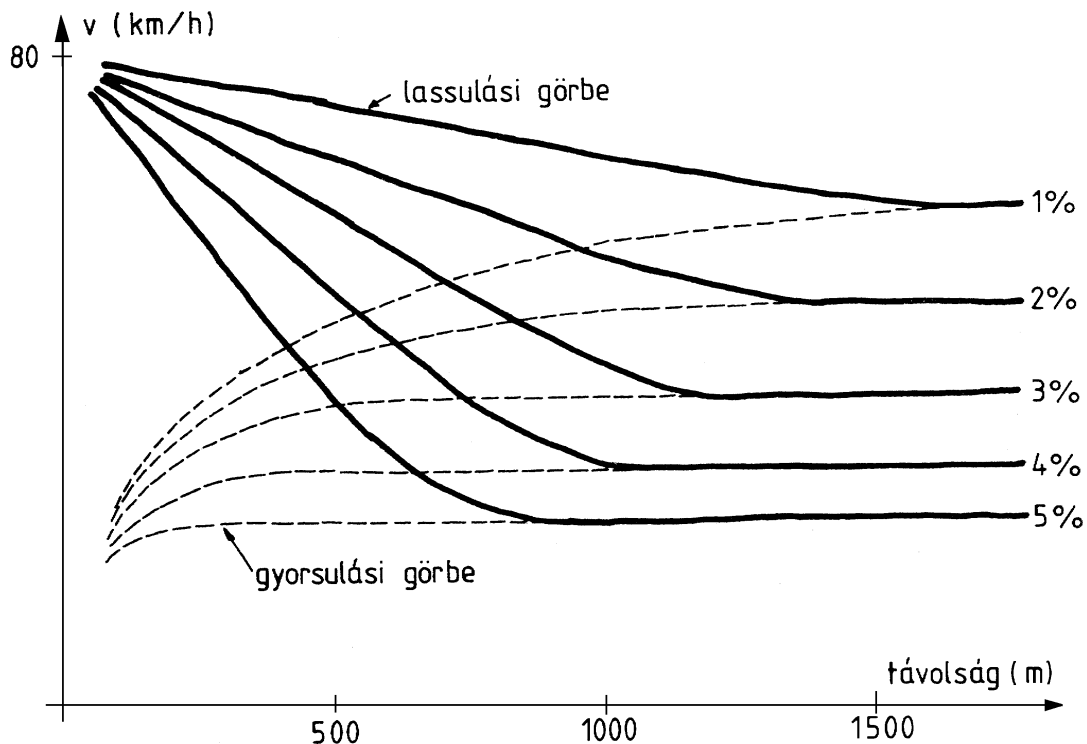
2.4 ábra: Egy közepes tehergépkocsi vonóerő-görbéi



2.5 ábra: Az üzemanyag-fogyasztás alakulása a sebesség függvényében

## Lassulási és gyorsulási diagramok, alkalmazásuk

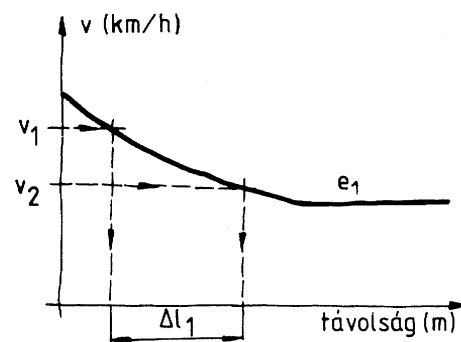
A 2.6 ábrán egy tehergépkocsi gyorsulási-lassulási görbéi láthatók.



2.6 ábra: Tipikus gyorsulási-lassulási diagram

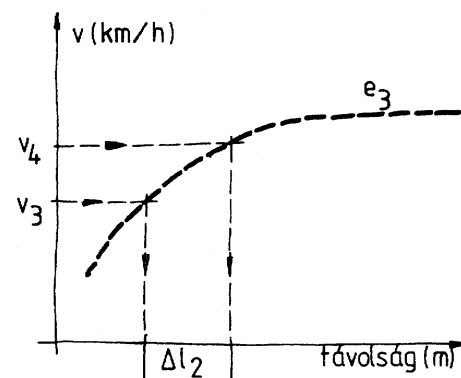
### A diagramok használata:

1. A tehergépkocsi  $v_1$  [km/h] sebességgel közlekedik egy  $e_1$  (%) -os emelkedőhöz. Mekkora  $\Delta l_1$  [m] úthosszon fog a sebessége  $v_2$  [km/h]-ra csökkenni (a szerkesztéshez az  $e_1$  lassulási görbét használjuk, 2.7 ábra)?



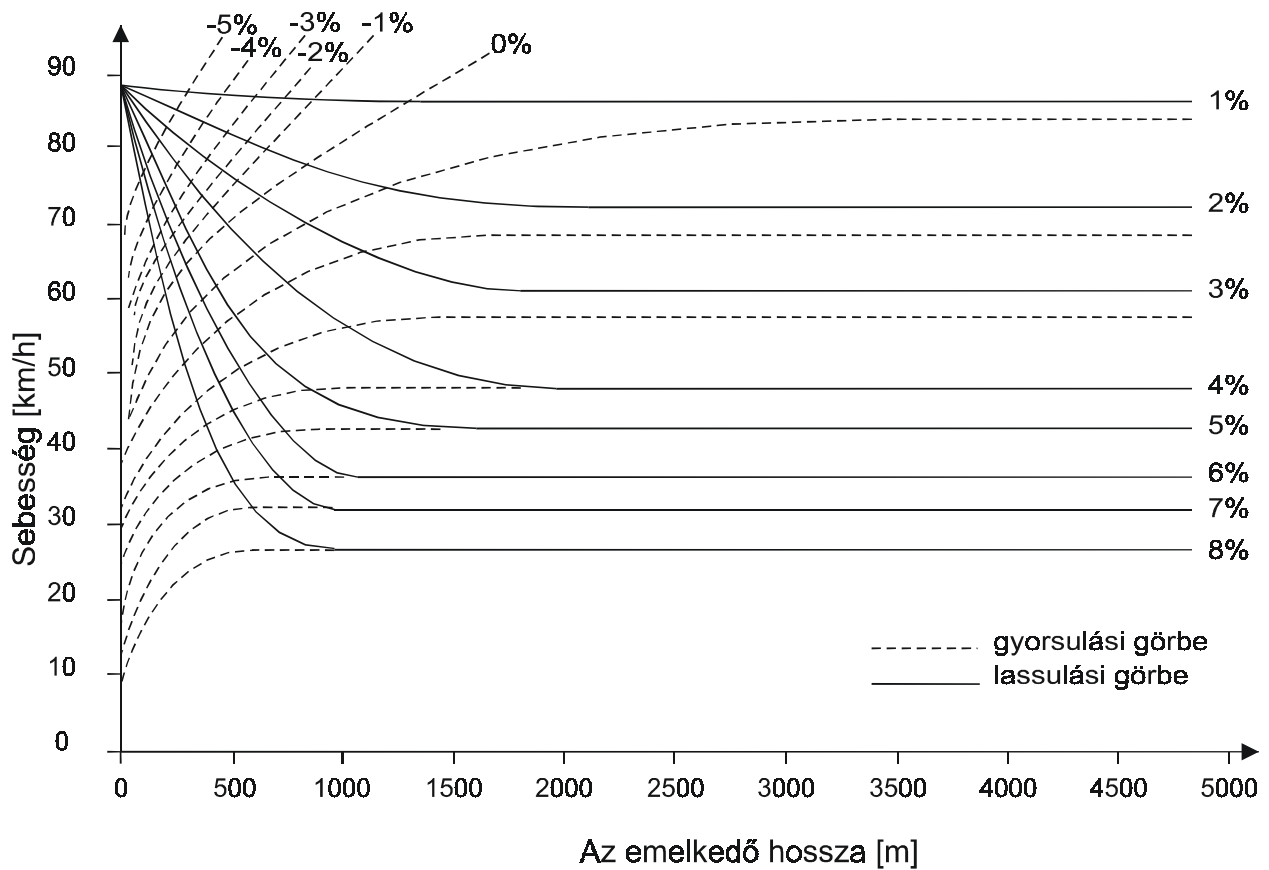
2.7 ábra: Az  $e_1$  lassulási görbe

2. A tehergépkocsi  $v_3$  [km/h]-val halad az  $e_2$  (%) -os emelkedőn. Ezután enyhébb,  $e_3$  (%) -os emelkedő következik. Mekkora  $\Delta l_2$  (m) távolságon gyorsul fel a tehergépkocsi  $v_3$ -ról  $v_4$ -re (a szerkesztéshez ezúttal az  $e_3$  gyorsulási görbét használjuk, 2.8 ábra)?



2.8 ábra: Az  $e_3$  gyorsulási görbe

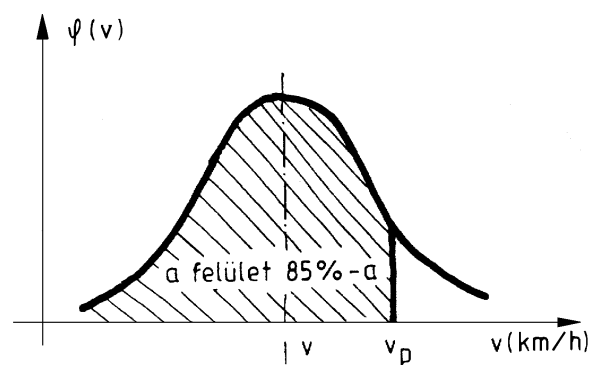
Az eljárást leggyakrabban kapaszkodósávok tervezésénél veszik igénybe, ekkor a (2.9 ábrán látható) pontos diagramot használják.



2.9 ábra: Mértékadó fajlagos teljesítményű (90 kg/LE) tehergépjármű gyorsítási-lassítási görbéi

## Jellegzetes sebességi alapfogalmak

- **átlagos sebesség** ( $\bar{v}$ ): az összes jármű sebességének számtani közepe;
- **tervezési sebesség** ( $v_t$ ): kis forgalom mellett az úton mindenhol (egyenesben és ívben, valamint nedves burkolaton is) biztonságosan kifejthető;
- **legnagyobb aktív menetsebesség** ( $v_{a,max}$ ): forgalom nincs, hosszabb útszakaszon siető személygépkocsi még nedves burkolaton is kifejtheti. Külterületi közutak esetén használatos fogalom;
- **aktív menetsebesség** ( $v_a$ ): mint  $v_{a,max}$ , de az úton forgalom is van. Szintén külterületi közutak estén használatos fogalom;
- **megengedett sebesség** ( $v_m$ ): a KRESZ-ben, illetve jelzőtáblával előírt sebesség;
- **(ajánlott sebesség):** külföldön ezt fehér táblán fekete számmal jelölik, Magyarországon *nem alkalmazható*).
- **pillanatnyi kihasznált sebesség** ( $v_p$ ): egy rövid útszakaszon mért sebességeloszlási görbe 85%-os gyakorisági értékéhez tartozó sebesség (a 2.10 ábra szerint). Ezt a sebességet a járművek 85%-a nem lépi túl.



2.10 ábra

## A látótávolság

**Megállási látótávolság ( $U$ ):** ezen a hosszon tud egy gépkocsi megállni az akadály előtt.

Számítása (a 2.11 ábrán követhető):

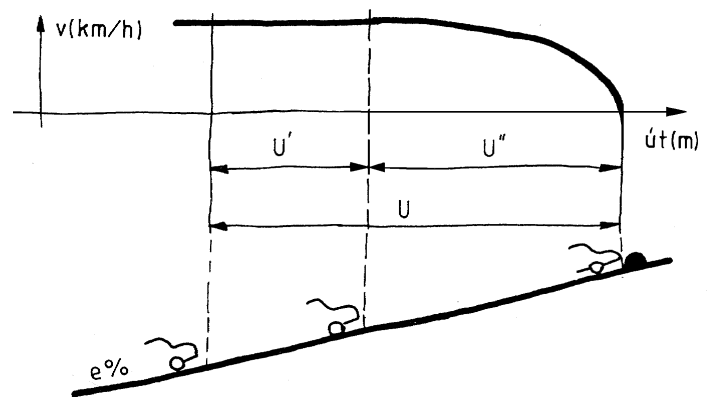
$$U = U' + U''$$

ahol:

—  $U'$  a cselekvési úthossz: a reakcióidő alatt ( $t_R = 2$  s) megtett út.

$$U' = \frac{v}{3,6} \cdot t_R = 0,28 \cdot v \cdot t_R \quad [\text{m}]$$

( $v/3,6$  a km/h-ról m/s-ra történő átszámítás miatt szerepel.)



2.11 ábra: A megállási látótávolság

$U''$  a műszaki fékút: a jármű  $Mv^2/2$  kinetikai energiáját a  $Q \cdot f_1$  fékezési erő az  $U''$  úthosszon felemészti:

$$\frac{Ms^2}{2} = \frac{Q}{2g} \cdot \frac{v^2}{3,6^2} = 0,0039 \cdot Qv^2 = (Qf_1 \pm Q \cdot \frac{e}{100})U''.$$

( $v/3,6$  ismét a m/s-ra történő átszámítás miatt)

Ebből:

$$U'' = 0,0039 \frac{v^2}{f_1 \pm \frac{e}{100}} \quad [\text{m}],$$

ahol

$f_1$  a hosszirányú csúszósurlódási tényező  
(jellemző értékei: száraz burkolat, óvatos fekvés: 0,6–0,8  
nedves burkolat, erős fekvés: 0,3–0,35  
nedves burkolat, óvatos fekvés: 0,25–0,33  
jeges út: 0,1–0,15)

$e$  az előjeles emelkedés értéke (esés: -, emelkedés: +)

Összefüggés az  $f_1$  és a  $b$  fékezési lassulás között:

$$M \cdot b = \frac{Q}{g} b = Q \cdot f_1, \quad \text{ebből } b \approx 10 \cdot f_1$$

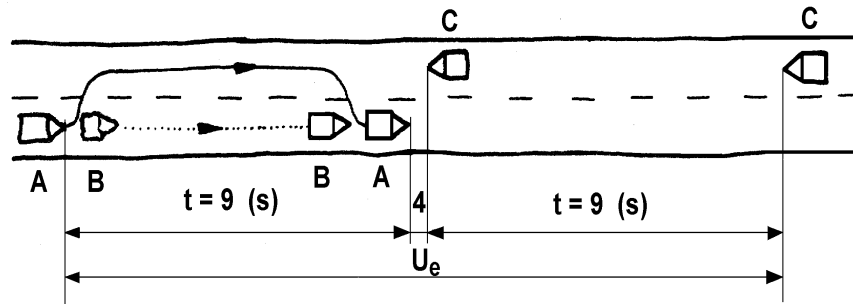
A műszaki fékút meghatározása a fékezési lassulásból:

$$\frac{Ms^2}{2} = \frac{Mv^2}{2 \cdot 3,6^2} = M \cdot b \cdot U''; \quad U'' = \frac{v^2}{26 \cdot b}$$

A megállási látótávolság tehát:

$$U = 0,28 \cdot v \cdot t_R + 0,0039 \frac{v^2}{f_1 \pm \frac{e}{100}}$$

**Előzési látótávolság:**  $U_e$  [m] (2.12 ábra) az az előzéshez szükséges úthossz, amelyet a gépjármű vezetőjének az előzés biztonságos végrehajtásához be kell látnia.

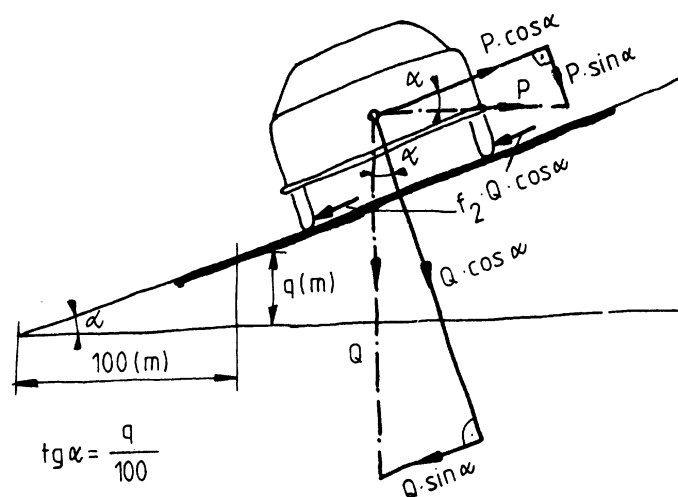


2.12 ábra: Az előzés folyamata

Az előzés végrehajtásához biztonságosan kb.  $t=11$  s szükséges, amely időhöz a szemből érkező jármű azonos idejét még hozzá kell adni (hiszen a manőver alatt az egyre közelebb kerül az előzés színteréhez). Így a vezetőnek összesen 22 s alatt megteendő útnyira kell előrelátnia.

## A gépjárművek mozgása íves pályán

A 2.13 ábrán tülemelt (azaz egyoldali esésű) pályájú ívben haladó gépjárműre ható erők láthatók.



A felírható egyensúlyi egyenlet:

$$P = M \cdot \frac{s^2}{R} = \frac{Q \cdot v^2}{g \cdot 3,6^2 \cdot R} = \frac{Q \cdot v^2}{127 \cdot R},$$

ahol:

- $M$  a jármű tömege (kg);
- $Q$  a súlyerő (kN);
- $g$  a nehézségi gyorsulás ( $m/s^2$ );
- $s$  ill.  $v$  a sebesség (m/s ill. km/h);
- $R$  a pálya ívének sugara.

2.13 ábra: Ívben haladó gépjárműre ható erők

A körívben haladó gépjármű biztonságát az oldalirányú kicsúszás veszélyezteti. Az útpálya síkjára ill. arra merőlegesen felírt vetületek alapján fejezhető ki a kicsúszási határegyensúly:

$$P \cdot \cos \alpha = f_2 \cdot Q \cdot \cos \alpha + f_2 \cdot P \cdot \sin \alpha + Q \cdot \sin \alpha$$

ahol  $f_2$  a keresztirányú csúszósurlódási tényező. Értéke 0,05 és 0,15 között változik, átlagosan 0,1-el számolunk. Az  $f_2 \cdot P \sin \alpha$  értéket elhanyagolva, osztva  $\cos \alpha$ -val, bevezetve a  $\operatorname{tg} \alpha$  jelölést és az előbb ismertetett  $P$  értékét,  $Q$ -val egyszerűsítve a

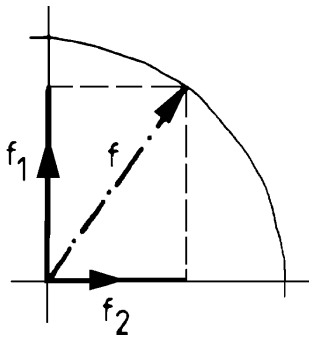
$$\frac{v^2}{127R} = f_2 + \frac{q}{100} \text{ összefüggést kapjuk.}$$

Ebből a megengedett határsebesség

$$v_{\max} = \sqrt{127R(f_2 + \frac{q}{100})} \text{ [km/h]},$$

a megengedett legkisebb körívsugár pedig

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127 \cdot f_2 + \frac{q}{100}} \text{ [m]}$$



2.14 ábra: A csúszósúrlódási tényező és komponenseinek összefüggése

Az összefüggés az  $f$  csúszósúrlódási tényező és komponensei között a 2.14 ábrán látható:

$$f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$$

Ívben tehát azért veszélyes fékezni, mert a fékezés során nagy  $f_1$ -et (pályairányú komponens) használunk fel, így  $f_2$ -re (a pályára merőleges komponens) esetleg kevés marad, aminek következtében — bár megérezéseinknek és beidegződéseinknek ez ellentmond — nő a kicsúszási veszély.

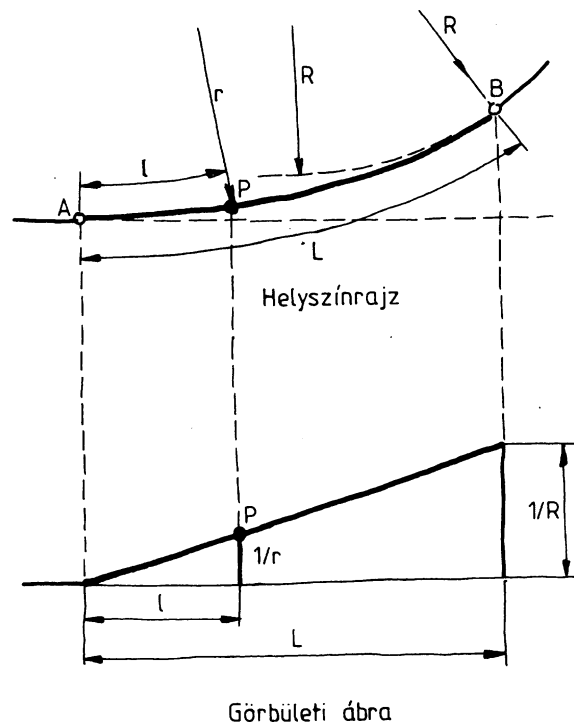
## Az ívbe forduló gépjármű pályája

Ha a gépkocsi egyenletes sebességgel halad és a kormányt egyenletes szögsebességgel forgatjuk el, akkor a gépjármű pályája a **klotoid** átmeneti ív. A 2.15 ábrán a klotoid helyszínrajza és görbületi ábrája látható.

A görbületi ábrán látható két hasonló háromszögből felírható a klotoid természetes egyenlete:

$$\frac{l}{L} = \frac{r}{R}; \quad r \cdot l = R \cdot L \text{ (állandó)},$$

ahol:  $L$  az átmeneti ív hossza [m];  
 $R$  a körív sugara [m];  
 $r$  a tetszőleges P ponthoz tartozó sugár a klotoidon [m];  
 $l$  a klotoid elejétől a P pontig a távolság [m];



2.15 ábra: A klotoid

$P = \sqrt{R \cdot L}$  [m] a klotoid **paramétere**. Matematikailag ez a paraméter jellemzi egyértelműen a klotoidot.

A főbb adatok a 2.16 ábrán láthatók. Az értékek kiszámítva az Ívkitűző Zsebkönyvben találhatóak.

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \cdot R}$$

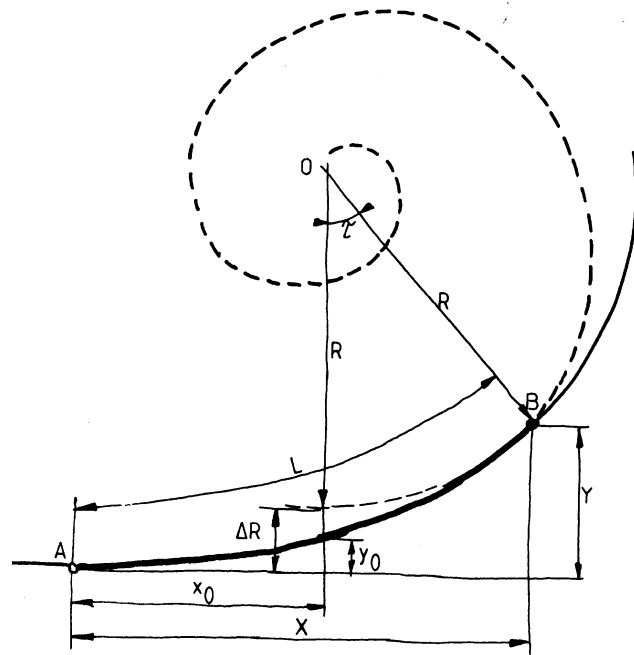
$$x_0 = \frac{L}{2}$$

$$y_0 = \frac{\Delta R}{2}$$

$$L = \frac{P^2}{R}$$

$$X = L$$

$$Y = 4 \cdot \Delta R$$



2.16 ábra: A klotoidhoz tartozó egyes kitűzési adatok

### A legrövidebb klotoid hosszának meghatározása dinamikai alapon

A túlemelés által ki nem egyenlített oldalgyorsulás változásának a klotoid teljes hosszában egyenletesnek és egy előírt értéknél kisebbnek kell lennie.

A ki nem egyenlített oldalgyorsulás a 2.17 ábra szerint (vetületi egyenlet a pálya síkjára):

$$M \cdot a \cdot \cos \alpha = P \cdot \cos \alpha - Q \cdot \sin \alpha$$

Osztva  $\cos \alpha$ -val, behelyettesítve az  $M = Q/g$ , a  $\tan \alpha = q/100$  és a 2.13 ábra kapcsán az ívben P-re levezetett értéket, kapjuk:

$$\frac{Q}{g} a = \frac{Q v^2}{127 R} - Q \frac{q}{100}$$

Ebből Q-val osztva adódik, hogy

$$a = \frac{g \cdot v^2}{127 R} - \frac{g \cdot q}{100} = \frac{v^2}{13 R} - \frac{q}{10,2} \text{ [m/s}^2\text{]}.$$

Az oldalgyorsulás időbeli változásának sebessége kötött érték, nevezetesen

$$k = \frac{a}{t} = 0,4 \text{ m/s}^3.$$

Néhány jellemző oldalgyorsulási érték: az oldalgyorsulás nem észrevehető  $1,5 - 1,8 \text{ m/s}^2$  körüli értékig,  $2 - 2,5 \text{ m/s}^2$  normálisnak hat.  $3 \text{ m/s}^2$  észrevehető,  $3,3-3,8 \text{ m/s}^2$  erős, mondhatni kissé kényelmetlen (a jármű és az utasok már „dőlnék”),  $4 - 5 \text{ m/s}^2$  pedig az eltűrhető határ, ezt elérve egy átlagos gépjármű kisodródik.

Ebből:

$$t = \frac{a}{k} = \frac{v^2}{13 \cdot R \cdot k} - \frac{q}{10,2 \cdot k}$$

A klotoid teljes hosszában az oldalgyorsulás változása egyenletes kell, hogy legyen

$$L = t \cdot s = t \frac{v}{3,6} = \frac{v^3}{3,6 \cdot 13 \cdot R \cdot k} - \frac{q \cdot v}{3,6 \cdot 10,2 \cdot k},$$

így

$$L_{\min} = \frac{v^3}{46,8 \cdot R \cdot k} - \frac{q \cdot v}{37 \cdot k}.$$

(A második tagot a biztonság javára elhanyagoljuk.)

Az alkalmazható legkisebb paraméter így:

$$P_{\min} = \sqrt{R \cdot L_{\min}}$$



### 3. A VONALVEZETÉS TERVEZÉSE

Az út vonalvezetésének olyannak kell lennie, hogy **dinamikai szempontból biztonságos**, a vonal térbeli hatását (látványát **esztétikai szempontból**) tekintve pedig **kedvező legyen**.

A vonalvezetést (az út térbeli elhelyezkedése) **két síkvetülete** határozza meg egyértelműen, amelyekkel külön-külön és együtt is szükséges foglalkozni. Az egyik vetület a **vízszintes vonalvezetés**, amely a *helyszínrajz*on kerül ábrázolásra, és amelynek elemei az egyenes, az átmenetiív és a körív. A másik vetület a **magassági vonalvezetés**, amelyet a *hossz-szelvényben* ábrázolunk. Ennek elemei az emelkedők és a lejtők (egyenesek), valamint a köztük lévő felülről nézve domború és homorú lekerekítések (körívek).

Az úttervek része még a *kereszt-szelvény* (tulajdonképpen a harmadik vetület), amely az útnak a tengelyre merőleges metszete, és amely alapján a burkolatszélek vonalvezetésének hossz-szelvénye készül (ez utóbbi a hossz-szelvényben kerül ábrázolásra).

#### A vízszintes vonalvezetés elemei

Az **egyenesek** a vonal legértékesebb elemei, mert ezeken a szakaszokon lehetséges az előzés, valamint ezekre kell tervezni a csomópontokat is. Hátrányos tulajdonságuk, hogy — esztétikailag — a vonalvezetés merev elemei, továbbá hogy éjszakai közlekedés esetén a fényszórók vakító hatása zavaró, ebből kifolyólag veszélyes lehet.

Az egyenesek hossza nem haladhatja meg a  $20 \cdot v_t$  [km/h] értéket (ahol  $v_t$  a tervezési sebesség).

A **körívek** alkalmazásának egyik korláta (a 21-22. oldalon, a 2. fejezetben levezetettek szerint) az alkalmazható legkisebb körív sugara ( $R_{\min}$ ) [m].

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127 \cdot \left( f_2 + \frac{q}{100} \right)},$$

ahol  $f_2 \approx 0,1$ .

Ebből az összefüggésből a tervezési sebességre a 3.1 táblázatban látható értéksor adódik:

$v_t$ [km/h]	$R_{\min}$ [m]
120	750
100	500
80	300
70	200
60	150
50	100
40	60
30	30

**3.1 táblázat:** A minimális körívsugár értékei a sebesség függvényében

$R_{\min}$  érték csak indokolt esetben alkalmazható, minden esetben törekedni kell nagyobb sugarú ívek alkalmazására. Az egymás után következő ívek sugara lehetőleg ne nagyon térjen el egymástól, azaz a szomszédos ívek sugarainak aránya 1:2 (indokolt esetben 1:3) alatt kell, hogy maradjon ( $2 \leq R_1/R_2 \leq 1/2$ , esetleg  $3 \leq R_1/R_2 \leq 1/3$ ).

Azonos irányú ívek (ábra) közötti rövid egyenesek kerülendők (min. 500 m).

**Az átmenetiív** (klotoid) hosszának ( $L$  [m]) megválasztása az alábbi szempontok szerint történik:

- A *dinamikai* okok miatt szükséges *legrövidebb* átmenetiív hossza ( $L_{\min}$  [m]) az előzőek (2. előadás, 21-22. oldal) szerint

$$L_{\min} \geq \frac{v^3}{23,3 \cdot R} \text{ [m]}.$$

( $k = 0,4 \text{ m/sec}^3$  érték figyelembevételével)

- A túlemlés-kifuttatás az átmenetiívben elhelyezhető legyen,
- az észrevehetőségi határ az alábbi reláció alsó küszöbértéke:

$$R \geq L \geq 0,1 \cdot R \text{ [m]},$$

az ehhez tartozó  $p$  paraméter pedig

$$p = \sqrt{R \cdot L} = \sqrt{R \cdot 0,1 \cdot R} \cong 0,3R \text{ [m]}.$$

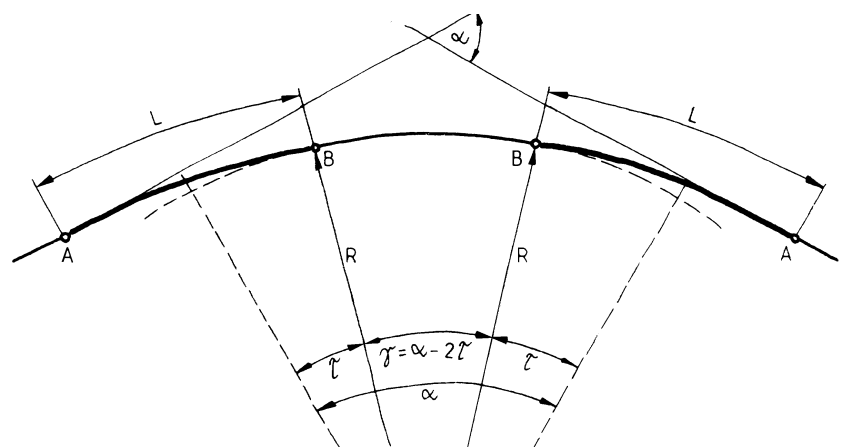
A vonatkozó előírások szerint alkalmazható legkisebb paraméter ( $p_{\min}$  [m]) a tervezési sebesség ( $v_t$  [km/h]) függvénye, értékei a 3.2 táblázatban olvashatók. A táblázat harmadik oszlopában az a körívsugar-érték olvasható, amelyiknél (vagy annál nagyobb sugárnál) már nem szükséges átmenetiívet alkalmazni.

$v_t$ [km/h]	$p_{\min}$ [m]	$R$ [m] $\geq$
100	175	3 000
80	130	1 500
70	85	1 200
60	64	1 000

**3.2 táblázat:** Átmenetiívek alkalmazásának korlátai

**Az átmenetiíves körív** szimmetrikus, ha a körívhez két oldalról csatlakozó átmenetiívek paramétere azonos.

Szimmetrikus átmenetiíves körív látható a 3.1 ábrán. Törekedni kell szimmetrikus átmenetiíves körívek alkalmazására, ez ugyanis mind utazáskényelmi, mind tervezési szempontból előnyösebb.



**3.1 ábra:** Szimmetrikus átmenetiíves körív

Csak klotoidból álló ív akkor keletkezik, ha  $\gamma = 0^\circ$ , vagyis  $\alpha = 2\tau$ .

Kis irányeltérésű ívek ( $\alpha < 6^\circ$ ) lehetőség szerint kerülendők. Ha alkalmazásuk elkerülhetetlen, akkor az ívhossz ( $I_h$  [m]) legyen

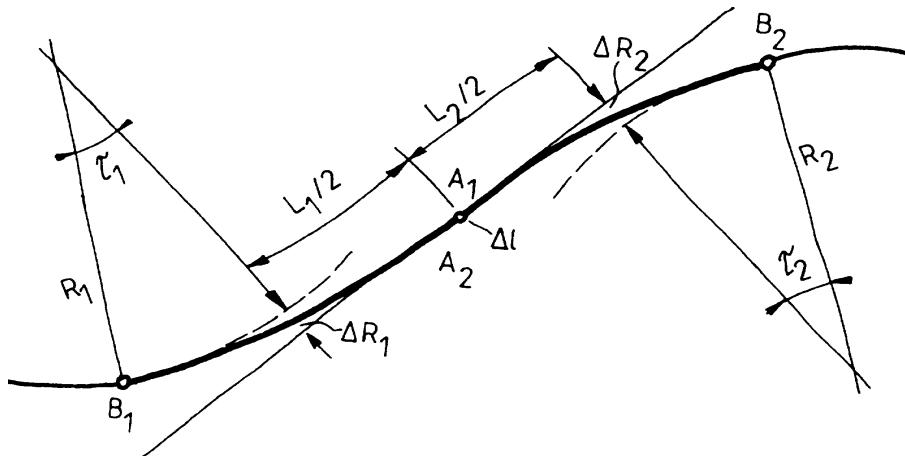
$$I_h = R \cdot \arccos \alpha \geq 500 \text{ m.}$$

Az összetett ívek lehetnek

- *inflexiósan csatlakozó ellenívek* (3.2 ábra). Ebben az esetben megengedhető, hogy

$$\Delta l \leq 0,03 (p_1 + p_2) \text{ [m]}$$

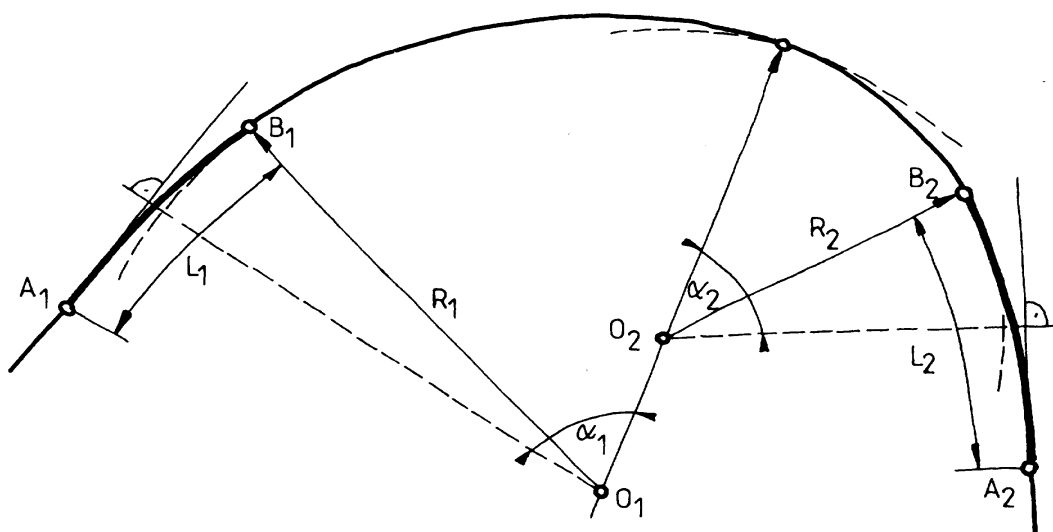
legyen; szükséges azonban, hogy a két egymáshoz csatlakozó átmenetiív paramétere közötti eltérés a 2-szeresnél kisebb legyen.



3.2 ábra: Inflexiósan csatlakozó ellenívek

- *kosárirévek* (3.3 ábra) alkalmazhatóságának feltétele, hogy a kisebbik sugár ( $R_2$ ) 250 m-nél nagyobb legyen és

$$R_1/R_2 < 2 \text{ legyen.}$$



3.3 ábra: Kosárirévek

## A magassági vonalvezetés elemei

A vonatkozó előírások szerint a megengedett **legnagyobb emelkedő** ( $e_{\max}$  [%]) a tervezési sebesség ( $v_t$  [km/h]) függvényében a 3.3 táblázat szerint alakul.

$v_t$ [km/h]	$e_{\max}$ [%]
100	4,5
80	6
60	8

**3.3 táblázat:** A megengedett legnagyobb emelkedő értékei

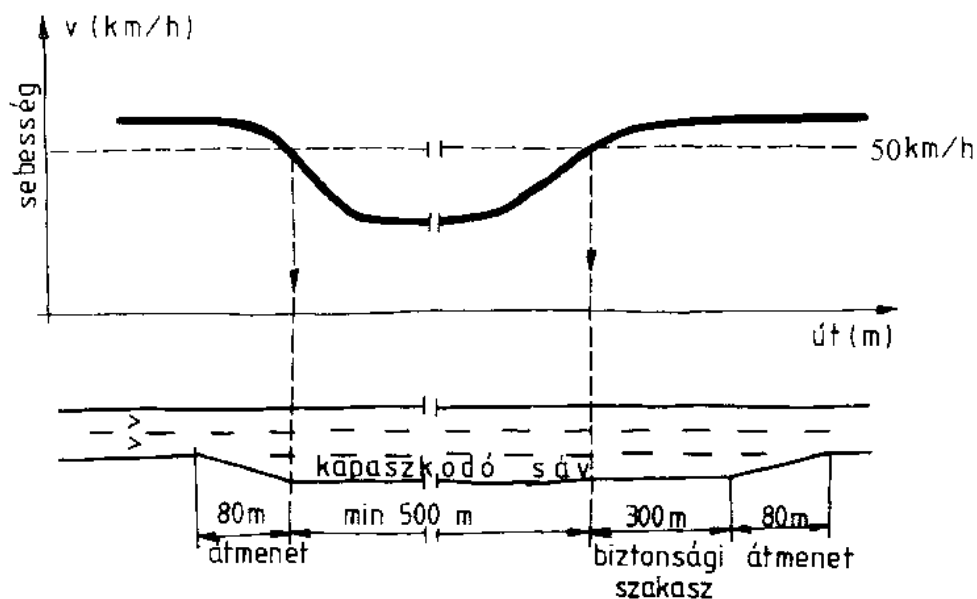
Az  $e_{\max}$  (%) csak kivételesen alkalmazható, törekedni kell enyhébb emelkedők alkalmazására. Hegyvidéki terepen, kis sugarú vízszintes ívekben (ha az ív sugara  $R < 100$  m)  $e_{\max}$ -ot 25 %-kal csökkenteni kell. Mellékutakon  $e_{\max}$  akár 15 % is lehet.

A **legkisebb emelkedő** ( $e_{\min}$ ) vízelvezetési okok miatt 0,3 %-nál nagyobb kell, hogy legyen ( $e - \Delta e_r = 0,2$  feltétel mellett).

3 %-nál meredekebb emelkedők esetén a **kapaszkodósáv** szükségességét meg kell vizsgálni. Létesítésének feltételei:

- menetdinamikai szempontból:
  - az érkezési sebesség 70 km/h;
  - az emelkedő hossza legalább 300 m;
  - a kritikus sebesség (300 m-nél a jellemző nehéz tehergépjármű sebessége) 50 km/h alá csökken.
- forgalmi szempontból: a mértékadó óraforgalom nagyobb, mint az eltűrhető forgalomnagyság.

Kapaszkodósáv kialakítására példa (az előbb ismertetettől eltérő adatokkal) a 3.4 ábrán látható.



**3.4 ábra:** Kapaszkodósáv kialakítása

**Hossz-szelvényi lekerekítések** esetén a minimális sugarú lekerekítő ív meghatározásánál az előrelátás, az esztétika és az utazáskényelem szempontjait kell figyelembe venni.

### Az előrelátás szempontja

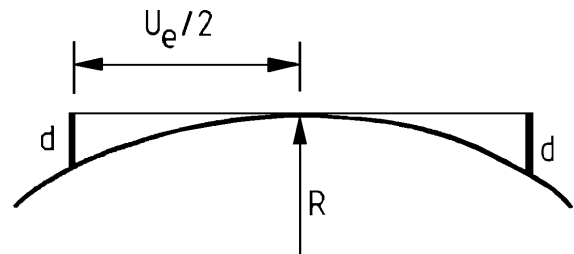
Az előrelátás egyik szempontja domború lekerekítésnél a 3.5 ábrán látható. Ekkor az előzési látótávolságra ( $U_e$ ) kell  $d$  magasságra előrelátni.

$$U_e = 6 \cdot v_t; \quad d = 1,0$$

$$d = \frac{\left(\frac{U_e}{2}\right)^2}{2r} \quad (\text{a „parabolaképlet”-ből}),$$

ebből

$$R = \frac{9 \cdot v_t^2}{2 \cdot d} \quad [\text{m}]$$



3.5 ábra: Előrelátás az előzési látótávolságra

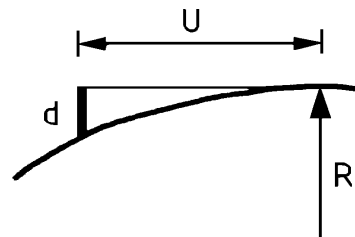
Az előrelátás másik szempontja domború lekerekítésnél a 3.6 ábrán látható. Ekkor a megállási látótávolságra ( $U$ ) kell  $d$  magasságra előrelátni.

$$d = \frac{U^2}{2R}$$

(a „parabolaképlet”-ből),

így

$$R = \frac{U^2}{2 \cdot d}$$



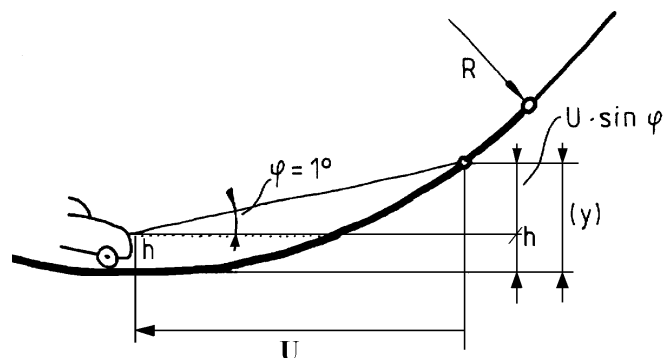
3.6 ábra: Előrelátás az előzési látótávolságra

Az előrelátás szempontja homorú lekerekítésnél az, hogy a gépjármű fényszórója a megállási látótávolságra ( $U$ ) megvilágítsa előre a pályát (3.7 ábra).

A  $z = x^2/2R$  „parabolaképlet”-nek megfelelően felírható, hogy

$$h + U \sin \varphi = \frac{U^2}{2R},$$

ahol  $h$  a fényszórómagasság (értéke  $\approx 0,6$  m)  
 $\varphi$  a távolsági fény csóvájának nyílásszöge.



3.7 ábra: Előrelátás homorú lekerekítésnél

$$R = \frac{U^2}{2(0,75 + 0,017 \cdot U)} \quad [\text{m}]$$

**Esztétikai szempont**

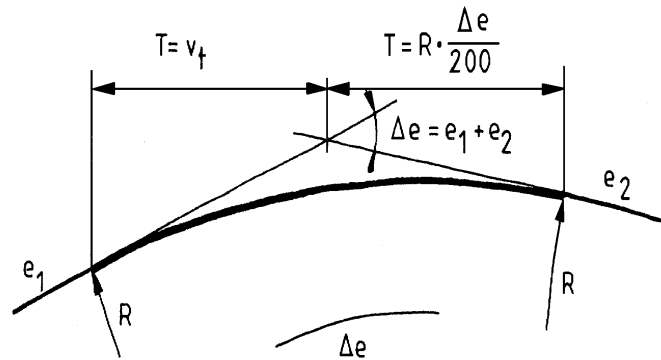
Ebben az esetben a feltétel: a lekerekítőív tangenshossza ( $T$  [m]) legyen egyenlő a tervezési sebességgel ( $v_t$  [km/h]) (3.8 ábra).

Az ábrából

$$T = v_t = R \frac{\Delta e}{200},$$

ebből

$$R = \frac{200 \cdot v_t}{\Delta e}.$$



3.8 ábra: Lekerekítés esztétikai szempontja

**Utazáskényelmi – dinamikai szempontok**

A feltétel az, hogy a lekerekítőívben haladva a függőleges irányú gyorsulás ( $a_v$  [ $\text{m/s}^2$ ]) ne haladjon meg egy — kényelmi szempontból fontos — megengedett értéket ( $0,5 \text{ m/s}^2$ ). Felhasználjuk itt a már ismert

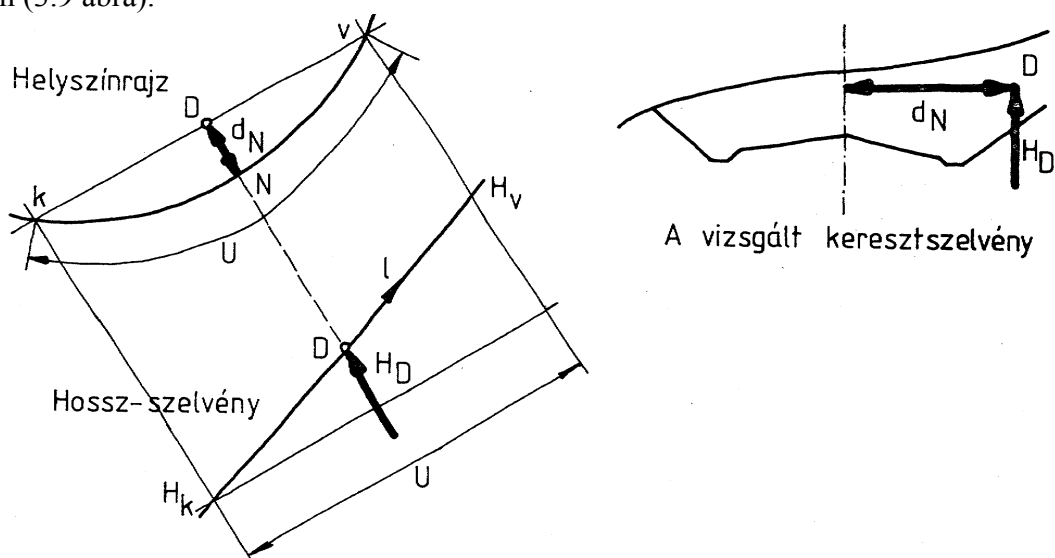
$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2}{3,6^2 \cdot R} \text{ [m/s}^2\text{]}$$

összefüggést. A  $v$  helyére  $v_t$  tervezési sebességet írva, ebből

$$R = \frac{v_t^2}{13 \cdot 0,5} = 0,15 v_t^2 \text{ [m]}$$

**A látótávolság ellenőrzése**

A látótávolság ellenőrzésének lényege, hogy a helyszínrajz és a hossz-szelvény alapján (figyelembe véve a gépkocsivezető szemmagasságát) meg kell szerkeszteni a vizsgált kereszt-szelvényben az  $l$  látóvonal  $D$  töréspontját (a jármű vezetőjének a  $k$  pontból  $U$  [m] távolságra kell előrelátni!). A hossz-szelvényben  $H_k$  a tengely magasságának és a rendszerint 1,20 m-es szemmagasságnak az összegét jelenti.  $H_v$  a tengely magassága a hossz-szelvényben  $v$  pontban (3.9 ábra).



3.9 ábra: A látótávolság ellenőrzése

## A térbeli vonalvezetés

Az út tengelye egy térben elhelyezkedő vonal. Ábrázolása a helyszínrajzon és a hossz-szelvényben történik. A kívánatos hatások (biztonság, esztétika) elérése érdekében a helyszínrajzot és hossz-szelvényt együtt (összehangoltan) kell tervezni. A legfontosabb szabályok:

- vízszintes és függőleges ívek a vonal azonos szakaszain lehetőleg egybe essenek;
- helyszínrajzi egyenesbe domború hossz-szelvényi lekerekítés nem eshet (ha így lenne, akkor az út „eltűnne” a gépkocsivezető elől);
- homorú hossz-szelvényi lekerekítés eshet helyszínrajzi egyenesbe, de sugara legyen viszonylag nagy (pl. az alkalmazható minimális sugárnál egy nagyságrenddel nagyobb).

Belterületi közutaknál a felsoroltaktól el lehet tekinteni.

A térbeli vonalvezetés ellenőrzése perspektív kép szerkesztésével oldható meg.

## Az útmenti fásítás

A szakszerűen végzett, előre megtervezett *útmenti fásítás* eredménye nem kizárólag esztétikai élményt nyújt, hanem a forgalombiztonságot is növeli. *Hóvédő erdősávokat* hófúvásos helyekre telepítenek. A *kétoldali sorfásítás* megfelelő, ha a fasorok a pályától megfelelő távolságra kerülnek. A *ligetszerű fásítás* nagyon szép lehet (ez a vonalvezetéssel együtt tervezendő), míg a helyszínrajzi *ívek külső oldalán* elhelyezett fák az útkanyar veszélyességére hívják fel a figyelmet.

Nagy bevágások rézsűire cserjék, facsoportok telepíthetők, ez is nagyon kellemes látványt nyújthat. Pihenő-parkolóhelyek esetében a fásításra mindig gondolni kell.

A tervezés folyamata állandóan különböző (jórészt geometriai és forgalmi) paraméterek szélsőértékeinek ismeretét követeli. Ezeket a szélsőértékeket a folyamatosan megújuló **Közutak Tervezése Szabvány** (KTSZ) különböző tervezési peremfeltételek (elsősorban a tervezési sebesség) mellett rögzíti. A szabvány által előírt minimális tervezési paraméterek csak indokolt esetben használhatók, törekedni kell minél harmonikusabb és nagyvonalúbb nyomvonalak tervezésére (részletesen lásd a gyakorlati jegyzetben). A jelenleg elfogadás és megjelenés alatt lévő új KTSZ 2000 néhány jellemző paraméter-táblázatát a *Melléklet* tartalmazza.