

Dr Fi István

ÚTTERVEZÉS

Jegyzeterv

Budapest, 1999

1. Az úttervezés tárgya

1.1 Az úthálózat felépítése

Az úttervezés tárgya közutak létesítése és a meglévők korszerűsítése. Közutakon állami és önkormányzati utakat egyaránt értünk.

Az utak nem önállóan, hanem hálózatban működnek, a településhálózat településeit kapcsolják össze. A közúthálózatban a hierarchia elve érvényesül. Minden úthálózati elem a tervezési kategóriájában érvényesülő ranggal rendelkezik. A hierarchia elve azt jelenti, hogy a szabályos hálózatban csak azonos rangú vagy legfeljebb csak egyvel alacsonyabb rangú úthálózati elemek csatlakoznak egymáshoz. A közutak tervezési kategorizálása két fő csoportot, a külterületi és a belterületi közutakat különböztet meg. A külterületi közutak az állami vagy országos közúthálózat részei, míg a belterületen főként belterületi vagy más néven az önkormányzati, illetve a helyi közutak alkotnak hálózatot. Kivételt képeznek az országos közutak települési átkelési szakaszai, amelyek az állami közúthálózat részei. Ezeknek az átkelési szakaszoknak a kiváltása folyamatosan történik, e művelet során a volt átkelési szakaszok a település önkormányzatának tulajdonába kerülnek, a korábbi átkelő forgalom pedig az állami tulajdonú település-elkerülő szakaszokon folytatódik. Ennek a nagy jelentőségű programnak a legfőbb eredménye a települési forgalom mérséklődése, a káros hatások (baleset, zaj-levegőszennyezés) minimalizálódása.

A közutak tervezési kategóriái, vagyis az azokban alkalmazható paramétereket a környezeti körülmények, illetve az azokhoz tartozó tervezési sebességértékek határozzák meg. A környezeti körülmények definíciója és a közutak osztályba sorolása (1.1. - 1.2. táblázat) az alábbiakban tekinthető át.

1.2 A környezeti körülmények meghatározása

Külterületi közutak esetén a környezeti körülmények három kategóriába sorolandók be:

„A” jelű környezet

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

„B” jelű környezet

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

„C” jelű környezet

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

Közutak tervezési kategóriái		Tervezési oszt. jele	Környezeti körülmény	Tervezési sebesség (v _t)
Gyorsforgalmi utak	Autópálya	K.I.	A B	120 100
	Autóút	K.II.	A B,C	100 80
Főutak	I. r. főút	K.III.	A B,C	100 80
	II. r. főút	K.IV.	A B C	80 70 60
Mellékutak	Összekötő	K.V.	A	80
			B	70
			C	50
	Bekötő	K.VI.	A	80
			B	70
			C	50
Állomási hozzávezető út	K.VII.	A	80	
		B C	70 50	
Egyéb közút	K.VIII.	A	60	
		B C	50 30	
Kerékpárút	K.IX.	-	-	
Gyalogút	K.X.	-	-	

1.1. táblázat: Közutak tervezési osztályba sorolása
Külterületi közutak

Belterületen a környezeti körülmények négy csoportba oszthatók be:

„A” jelű környezet

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

„B” jelű környezet

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

„C” jelű környezet

- sűrűn beépített terület,
- nem érzékeny környezet.

„D” jelű környezet

- sűrűn beépített terület
- érzékeny környezet.

Közutak tervezési kategóriái		Tervezési		Környezeti körülmeny	Tervezési sebesség
		oszt. jele	kategória		
Gyorsforgalmi utak	Autópálya	BI.		A	100
				B	80
	Autóút	BII.		A	90
				B, C	70
Főutak	I. r. főút	BIII.	a	A	80
				B	70
				C	60
				A	70
	II. r. főút	BIV.	b	B	60
				C	50
				D	40*
				A	60
			c	B	50
Mellékutak	Gyűjtőút	BV.		C	40
				D	40** -30
	Kiszolgáló út	BVI.	d	B	40
				C	30
				D	-

1.2. táblázat: Közutak tervezési osztályba sorolása
Belterületi közutak

1.3 Az útvonal helyzetét befolyásoló szempontok

Az útvonal elhelyezését befolyásoló szempontok az alábbiak:

- az úthálózat-fejlesztési terv hálózati szempontjai, a települések és a régió fejlesztési elképzelései, a meglévő hálózat elvi használhatósága,
- a forgalom,
- a terep és a térszín formái,
- hidrológiai, meteorológiai szempontok,

* I. rendű főút „D” környezeti kategóriában nem tervezhető

Új II. rendű főút „D” környezeti kategóriában nem tervezhető (meglévő II. rendű főút esetén alkalmazható).

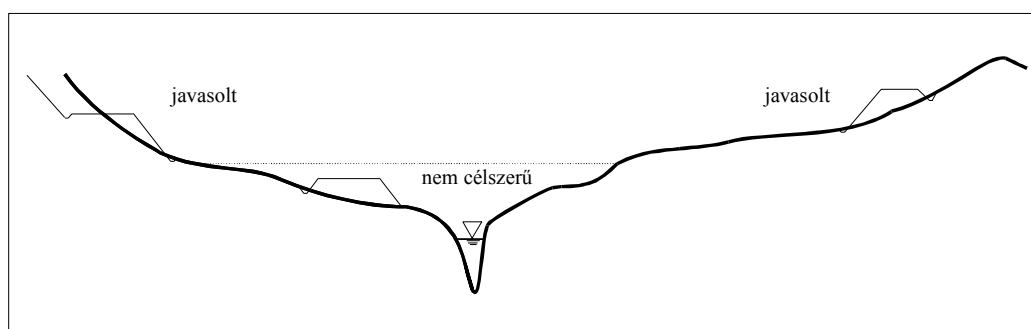
** II. rendű főút „D” környezeti kategóriában vt=40 km/ó, gyűjtőút esetén 30 km/ó.

- az altalaj minőségi, helyi anyagok felhasználási lehetőségei,
- közösségi igények, sorrendiség
- környezeti szempontok,
- műszaki előírások,
- költségek.

Síkvidéken általában nincsenek vonalvezetési gondok. A terepből a mértékadó talajvízszint figyelembevételével célszerű 0,7-1,0 m-re az utat kiemelni és vízszintes vagy ahhoz közeli magassági helyzetben vezetni. A vízfolyások, vasutak keresztezését minél kevesebbszer indokolt megfelelően körültekintően megtervezett műtárgyakkal megoldani. A vonalvezetést a mezőgazdasági úthálózathoz, illetve az ottani művelési feladatokhoz is igazítani kell.

Dombvidéki területeken fő feladat a vízszintes és magassági vonalvezetés összehangolása. Gondosan kell ügyelni a csúszásra, suvadásra, mozgásra hajlamos domboldalak elkerülésére.

Hegyvidékek széles völgyeiben gyakran jó lehetőség adódik a vonal elhelyezésére, de itt ügyelni kell a mértékadó árvízszint fölötti pályaszint kialakítására (lásd 1.1. ábra).



1.1. ábra

Hágókon történő átkelésnél a legalacsonyabb hágóponton kell végighaladni. Két hegyoldal között az északi oldal kerülendő, itt kevésbé süt a nap, a víz, hó nehezen tűnik el. Kedvezőbbek a déli és nyugati hegyoldalak, amelyek gyorsan kiszáradnak és ezért az előzőeknél állékonyabbak.

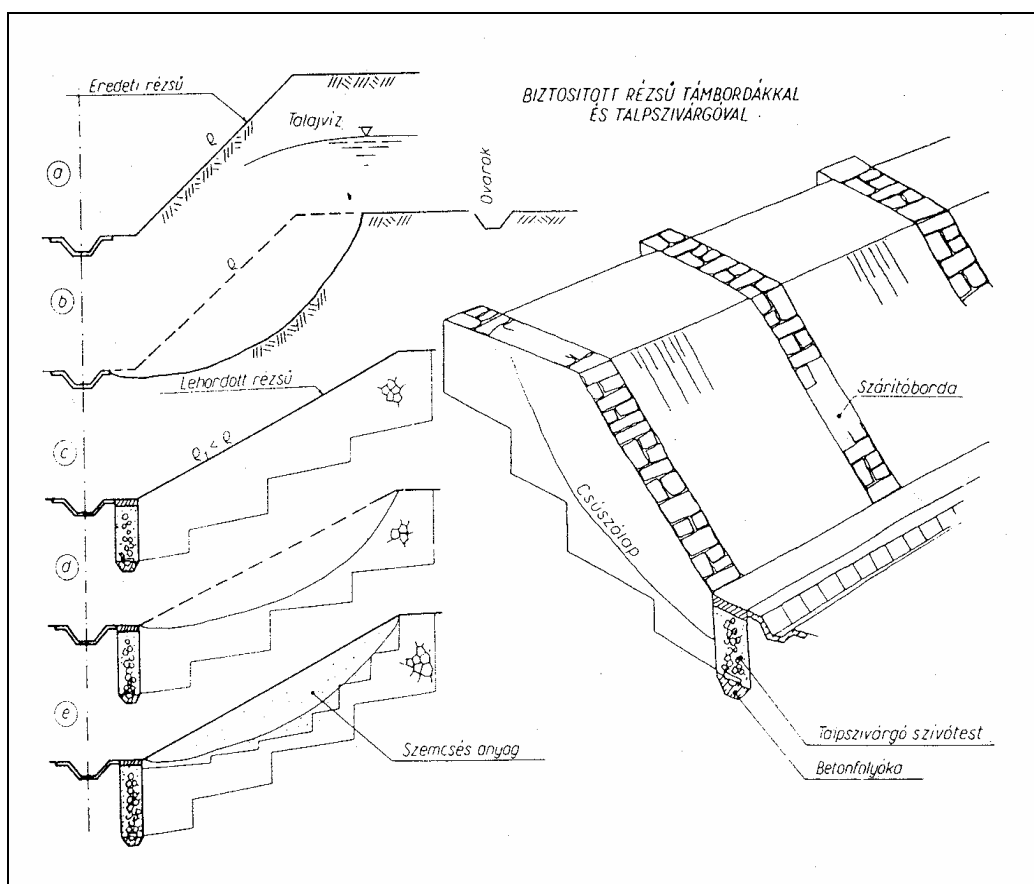
A mellékvölgyek szerepe lehet előnyös, mivel ezekben, ha szükséges, a vonal szerpentinszerű kifejtéssel jól meghosszabbítható, illetve lehet hátrányos, ha azokban kismértékben belekényszerülő vonal költséges magas műtárgyait meg kell valósítani.

A földmunka tervezésénél szem előtt tartandó a mélyebb, magas talajvízes, tőzeges, mocsaras területek elkerülése, ahol az állékony földmű létesítése csak igen nagy költséggel lehetséges.

Hasonlóan gondos előtervezés szükséges a kötött olvadási kárra veszélyes altalajok esetében is, ahol ha más mód nincs, 1,0-méterre ki kell emelni a pályaszintet.

A földmű anyagának megtervezésénél különösen fontos, hogy a felső 80-100 cm-es töltésfej szemcsés töltésépítésre alkalmas anyagból készüljön.

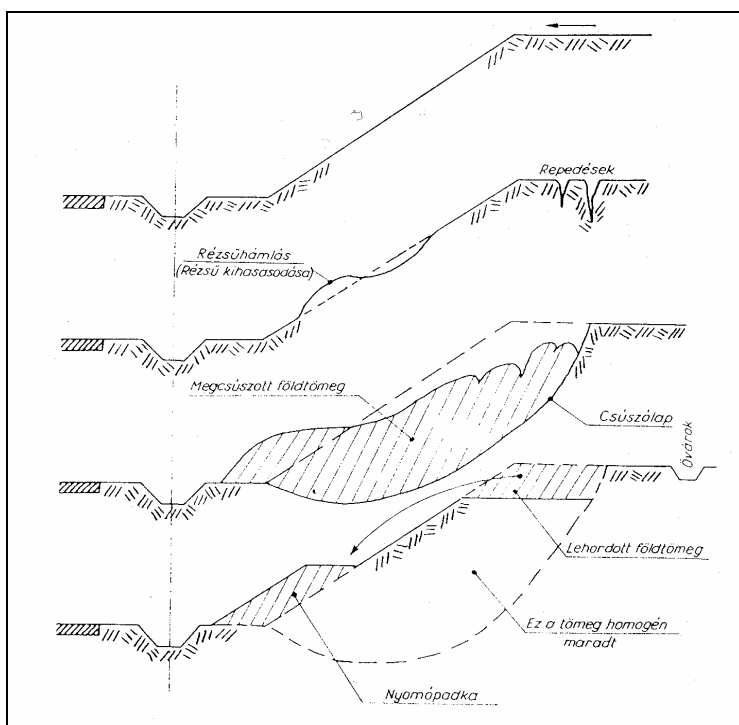
A csúszásra veszélyes és nem elkerülhető hegyoldalakat szivárgókkal tám- és bélésfalakkal meg kell erősíteni (lásd 1.2.-1.3.ábra)



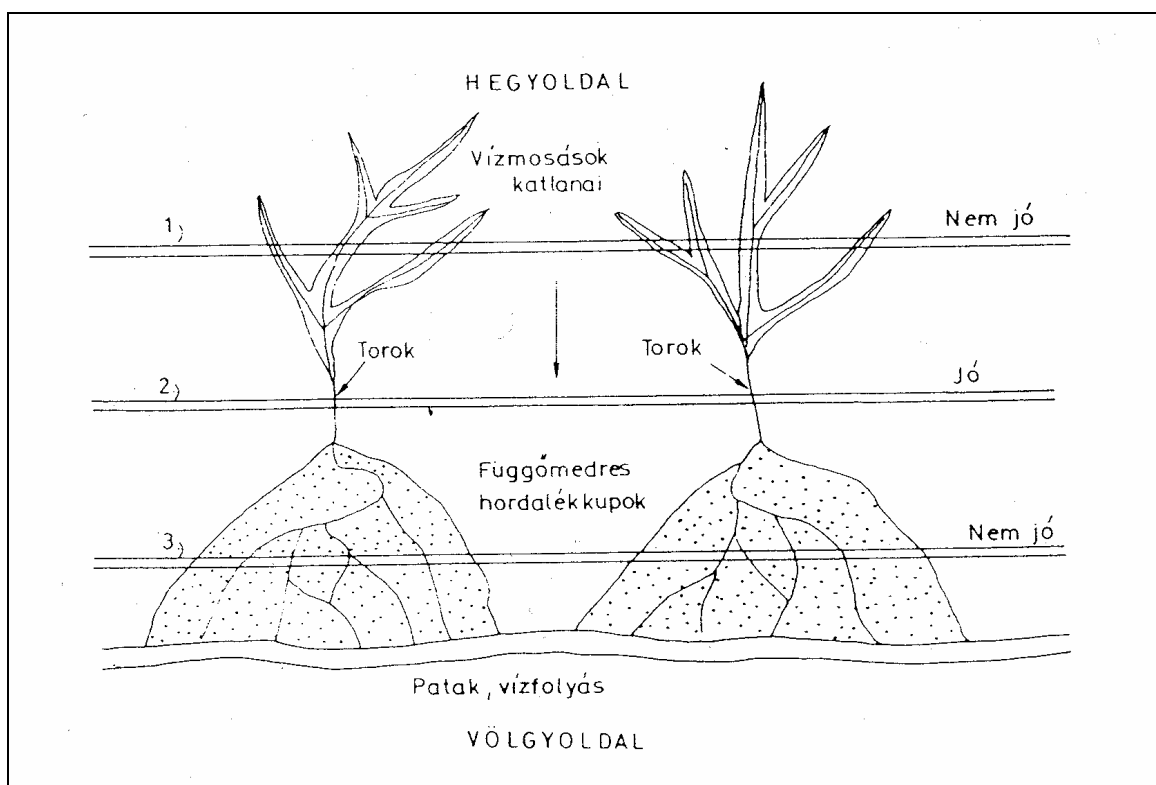
1.2.ábra

Az egyes variánsok értékelését befolyásolhatják a helyi építőanyag-nyerőhelyek elhelyezkedései.

Különös gonddal kell elhelyezni az úttengelyt vízmosások által szabdalta hegyoldalon, ahol arra kell törekedni, hogy a nyomvonal minimálisan essék a levonuló vizek útjába (1.4. ábra)



1.3.ábra



1.4.ábra

Fontos kérdés a környezeti hatások mértéke, azaz annak tisztázása, hogy hogyan hat a létesítmény a környezetre, terhelhetjük-e azt még a létesítménnyel vagy sem. Ezt hivatott eldönteni a környezeti hatásvizsgálat. Ebben le kell írni a kiinduló állapotot és mérésekkel dokumentálni a környezet állapotát. Ezek után el kell készíteni a valamennyi szóba jövő variáció műszaki terveit a környezetvédelmi létesítmények terveivel együtt, amelyekben mind a normális üzem, mind a havária szempontjait figyelembe kell venni. Rögzíteni kell, hogy levegőszennyezési, zaj- és rezgésterhelésre vonatkozó határértékek védelemmel alatta maradnak a megengedettnek és ezért a környezetben semmilyen károsodás, ne keletkezik. Fontos, hogy a közútfejlesztés kapcsán minél több hatásvizsgálat készüljön, és ezek dokumentálása minden tervező számára a későbbiekben hozzáférhetően történjék.

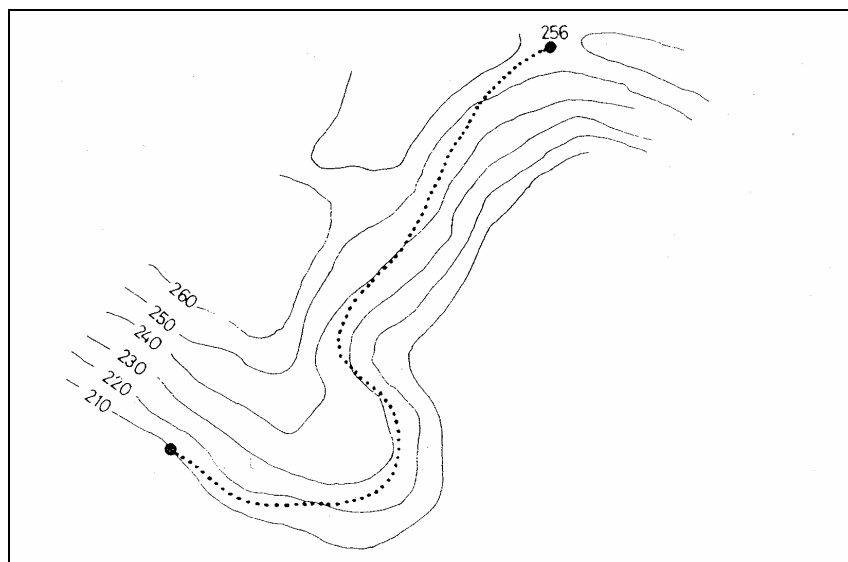
A műszaki előírások érvényesítése alapkövetelmény az út műszaki tervei elkészítésénél. Itt döntő, hogy az előírt tervezési sebesség nagyságával meghatározott helyszínrajz és hossz-szelvényi sugarak, megállási és előzési látótávolságok indokolt esetekben kerüljenek alkalmazásra, illetőleg kihasználásra. Igyekezzünk elkerülni azokat a szituációkat, amikor a minimális értékek csak egy-egy helyen kivételesen fordulnak elő és a vonal hosszában, pedig egyébként nagyvonalú vonalvezetés valósul meg.

Végezetül fontos a költségek figyelembe vétele, mégpedig mind a beruházási, mind az üzemköltségek megjelenítése lényeges, mivel az előbbi a létesítés, az utóbbi a folyamatos úthasználat szempontjából jelentős. Jóllehet, az üzemeltetés költsége jelentős részben a használónál jelentkezik, ennek mértéke azonban a nemzetgazdaság egésze szempontjából egyáltalán nem közömbös.

A fentiek ismeretében ezután az első feladat az útvonal lehetséges variációnak megkeresése, amelyhez domb- vagy hegyvidéki terepen jó segítséget adhat a semleges vonal nyomozása, amellyel egy-egy adott emelkedőjű vonal pontos geometriai helyzete az alaptérképen fellelhető. Itt az osztóköz (k) mértékét a leküzdendő M szintkülönbség és kifejtett hossz (H) alapján lehet számítani a szintvonal-különbség (Δm) ismeretében (1.5. ábra)

$$k = \frac{\Delta m \cdot H}{M}$$

A nyomozásnál a legnagyobb emelkedőt 80-85 százalékban érdemes csak kihasználni, hiszen a jelenlegi vonaltól szükségszerűen eltérő tényleges vonal ekkor még felvehető a maximális emelkedő értékét. Arra is célszerű ügyelni, hogy az azonos emelkedőjű szakaszok hossza egy minimális értéket (~1km) elérjen és túlságosan hullámos vonal ne jöjjön létre.



1.5.ábra

2. Az úttervezés távlatai, terműveletek

2.1 A tervezés időtávlatai

A forgalmi tervezést a létesítmény várható élettartamára kell elvégezni.

a) Nagy távlat

A tervezés idején érvényes gépjármű-ellátottság 3 év alatti fejlődési értékéhez tartozó időpont.

A nagytávra előrebecsült mértékadó forgalom alapján kell tervezni:

- a közutak kategóriáit, helybiztosítását, csomópontjainak területigényét;
- a vonalvezetést az ütemezett tervezés szabályainak figyelembevételével;
- a csomópontok és műtárgyak műszaki kialakítását az ütemezett tervezés szabályainak figyelembevételével.

b) Tervezési időtáv

A tervezési időtávot a létesítmény mértékadó részeinek (pld. pályaszerkezet) élettartama határozza meg. Ha ezt nem lehet egyértelműen megállapítani, akkor az üzembe helyezéstől számított 15 évet kell tervezési időtávnak tekinteni.

A tervezési időtávra előrebecsült mértékadó forgalom alapulvételével kell megtervezni a közutak keresztmetszvényét (forgalmi sávok számát) a későbbi fejlesztés lehetőségeinek figyelembevételével.

2.2 Tervezési forgalmak

A közúti forgalom jellemzésére - a forgalom időbeli lefolyásának figyelembevétele céljából - alapvetően két tervezési forgalmat kell használni:

átlagos napi forgalom (ÁNF; E/nap vagy jármű/nap)

mértékadó óraforgalom (MOF; E/h vagy jármű/h)

Az útpálya burkolatának, pályaszerkezetének tervezéséhez a forgalmat a várható élettartam alatti nehéztengely áthaladások számával (F100) kell megadni.

Megengedett forgalomnagyságok

Forgalmi tervezésnél két szolgáltatási szintet

- a megfelelőt és
- az eltűrhetőt

kell figyelembe venni.

Tervezésnél az adott kategóriájú út *tervezési időtávra* (15 év) előrebecsült mértékadó forgalmát kell összehasonlítani az útkategória megfelelő szolgáltatási szinthez tartozó megengedett - illetve a körülményeknek megfelelően megválasztott csökkentő tényezővel módosított - forgalomnagyságaival annak eldöntésére, hogy milyen keresztmetszetet (és csomóponti megoldást) kell - esetleg ütemeztetten - kiépíteni.

Mielőtt a forgalom növekedése következtében a forgalom az „eltűrhető” szolgáltatási szinthez tartozó nagyságot eléri, a kapacitásbővítést végre kell hajtani.

Az eltűrhető szolgáltatási szinthez tartozó forgalomnagyságok figyelembe vétele csak ütemezett kiépítésnél, valamint nagytávra és különleges esetekben –részletes műszaki, gazdasági és környezeti vizsgálat alapján indokolt. A megengedett forgalomnagyságok értékeit az *2.1. táblázat* tartalmazza

Ezen optimális értékeket - általában valamilyen külső adottság következtében - módosítani szükséges. Ilyen korlátozó körülmények:

- csökkentett keresztmetszeti méretek (forgalmi sáv-szélesség, kapaszkodósáv hiánya);
- elégtelen előzési látótávolság;
- elégtelen oldalakadály-távolság;
- a forgalomáramlás egyenletességét akadályozó hatások.

A módosító tényezők értékei a további szakfejezetekben találhatóak meg.

		Megfelelő Fm	Eltűrhető szolgáltatási szinthez tartozó Fe
		Forgalomnagyság (E/h)	
KÜLTERÜLET			
Autópályák, forgalmi sávonként		1200	1700
Autóút	egy forgalmi sáv	1100	1600
	2 x 1 forgalmi sáv kétirányú forgalommal	1200	1700
Egy irányban 2 vagy több forgalmi sávú utak forgalmi sávonként		1000	1400
Két forgalmi sávú utak kétirányú forgalommal		1200	1700
BELTERÜLET			
Autópályák forgalmi sávonként		1400	1800
Autóút	egy forgalmi sáv (egy irányban legalább 2 forgalmi sáv)	1200	1600
	2 x 1 forgalmi sáv kétirányú forgalommal	1300	1700
Egy irányban 2 vagy több forgalmi sávú utak forgalmi sávonként		1200	1600
Két forgalmi sávú utak kétirányú forgalommal		1400	1800

2.1. táblázat: Megengedett forgalomnagyságok folyópályán optimális keresztmetszeti kialakítás és vonalvezetés mellett

2.3 Tervfázisok és munkarészeik

A közutak műszaki tervezésének tervfázisai:

- előtervek (megvalósíthatósági tanulmány, műszaki tanulmányterv, diszpozíciós terv...),
- engedélyezési terv,
- ajánlati terv (ajánlatkérési műszaki dokumentáció, tenderterv),
- építési terv (kiviteli, kivitelezési terv).ü

A műszaki tervek egyes tervfázisai egymásra épülnek, és egyre részletesebbek. Figyelembe veszik a korábbi tervek véleményezése (elfogadása) során a hatóságok és egyéb érdekeltek által adott kötelező jellegű, vagy mérlegelésre javasolt szempontokat.

Egyszerűbb feladat esetén az előterv elhagyható, illetve az engedélyezési és az építési terv összevonható. Ez utóbbi esetben az engedélyezési eljárás az építési (kiviteli) terv alapján is lefolytatható azzal a kikötéssel, hogy a tartalmi és a formai szempontok megfeleljenek a jogszabályban rögzített előírásoknak.

A tervek tartalmi követelményeit a tervfázissal szemben támasztott célhoz igazítva kell meghatározni. Ha valamely tervfázis tartalmi követelményeit jogszabály rögzíti, ott a jogszabály szerint kell eljárni.

A közutak megvalósításának előkészítése során - a műszaki tervezést megelőzően - a közút helyét, hálózati szerepét a területfejlesztési és területrendezési tervek, illetve a településfejlesztési és településrendezési tervek jelölik ki, amelyeknek kötelező tartalmi eleme a közlekedési munkarész. A közutak megvalósításának befejezése során - a műszaki tervezést követően - az elkészült közút jellemzőit a megvalósulási terv és az út törzskönyve rögzíti.

2.3.1 Előtervek

Az előtervek célja a közút építésére vonatkozó döntés-előkészítés. Az előtervek a hálózati tervezés során kijelölt közüti elem egyes lehetséges építési megoldásait, változatait tárják fel. Az előterv tárgya lehet az építésre szánt közút egésze, vagy egy kitüntetett szakasza. Az előterv a nyomvonalvezetés, a vízszintes és magassági kialakítás, a keresztmetszet, a kapcsolódó létesítmények, a környezetre gyakorolt hatások, az építési költségek és az építési ütemezés lehetséges változataira kell, hogy megoldást javasoljon.

Az előtervek készítése során külterületen a nyomvonalvezetésre és a természeti környezettel való összhangra, belterületen a keresztmetszeti kialakításra és az épített környezettel való összhangra kell hangsúlyt helyezni. Az előtervek közül a legkomplexebb tervfajta a megvalósíthatósági tanulmány. Bármely más előterv ennél szűkebb tartalmú.

2.3.1.1. Megvalósíthatósági tanulmány

A megvalósíthatósági tanulmány készítésének célja, hogy a beruházás előkészítése időszakában feltárjon minden olyan szempontot, amely a közút létesítésére vonatkozó döntés szempontjából lényeges lehet. A megvalósíthatósági tanulmány általános tartalmi követelményei figyelembevételével, esetenkénti mérlegelést igényel, hogy melyek azok a kiemelési igénylő tényezők, amelyek az adott közút létesítése szempontjából meghatározóak. E kiemelt tényezők részletesebb elemzése mellett minden esetben szükséges a beruházás gazdasági szempontjainak és hatásainak vizsgálata. Megvalósíthatósági tanulmányt elsősorban jelentős költségigényű és/vagy kiterjedt hatásokat eredményező beruházások esetén indokolt készíteni.

Általános tartalmi követelmények

A megvalósíthatósági tanulmány legfőbb munkarésze a leíró munkarész, amelynek a rajzi munkarészei általában szemléltető, szövegtközi ábrák vagy mellékletek.

A leíró munkarész (műszaki leírás) tartalma

- a közúti megvalósításának célja,
- a megelőző koncepciók,
- forgalmi, hálózati, területszerkezeti jellemzők,
- megvalósítás előtti állapot jellemzése (jelenlegi helyzet),
 - természetföldrajzi adottságok,
 - területszerkezeti, településszerkezeti adottságok,
 - természeti és/vagy épített környezet adottságai
 - társadalmi, gazdasági környezet adottságai
 - a forgalmi, közlekedési környezet adottságai,
- a közút megvalósításának körülményei
 - tervezési alapadatok (útkategória, keresztmetszet, kiépítés jellege),
 - tervezett terület-felhasználás, terület-igénybevétel,
 - tulajdonosi vizsgálat, jogi kööttségek
 - meghatározó közművek,
 - meghatározó műtárgyak,
 - egyéb meghatározó létesítmények,
 - lehetséges kiépítési változatok,
 - kiépítés ütemezése,
 - megvalósítás hozzávetőleges forrásigénye,
 - üzemeltetés hozzávetőleges költségigénye,
- közút megvalósításának hatásai
 - természetföldrajzi, környezetterhelési hatások,
 - területszerkezeti, településszerkezeti hatások,
 - természeti és/vagy épített környezeti hatások,
 - társadalmi, gazdasági hatások,
 - forgalmi, közlekedési hatások.

A rajzi munkarész tartalma

- áttekintő térképek (lépték egyedi mérlegelés),
- átnézeti helyszínrajz (lépték egyedi mérlegelés),
- átnézeti hossz-szelvény (lépték egyedi mérlegelés),
- nyomvonal (változatok) ábrázolása (M=1:20000 - M=1:4000),

- közúti mintakeresztmetszelvények,
- meghatározó közművek nyomvonalrajzai,
- meghatározó műtárgyak mintakeresztmetszelvényei,
- kapcsolódó, kiegészítő létesítmények szemléltető ábrái,
- hálózatterhelési, forgalmi ábrák,
- hálózati beágyazottságok szemléltető ábrák,
- környezeti terhelést szemléltető ábrák.

Különlegesen kritikus környezetben (pl. bonyolult tulajdonosi, környezeti viszonyok...) a nyomvonal (változatok) ábrázolása az M=1:1000-es léptéket is szükségessé teheti.

2.3.1.2. Műszaki tanulmányterv

A műszaki tanulmányterv a közút építési változatainak lehetőségeit tárja fel.

A műszaki tanulmányterv kötelező munkarészei:

- Műszaki leírás
- Áttekintő térkép
- Átnézeti helyszínrajz
- Átnézeti hossz-szelvény
- Mintakeresztmetszelvény(ek)
- Forgalmi vizsgálat és tervezés
- Környezeti vizsgálatok¹ (környezeti hatásvizsgálat, környezetvédelmi terv)
- Költségbecslés
- Műszaki-gazdasági (hatékonysági) vizsgálat

Esetenként kötelező további önálló munkarészek:

- Geotechnikai szakvélemény²
- Területrendezési szakvélemény
- Vízügyi szakvélemény
- Hidak tanulmánya
- Közművezetékek keresztezésének, átépítésének szakvéleménye
- Egyéb építmények átépítésének szakvéleménye

¹ 1995: LIII. tv. „A környezet védelmének általános szabályairól” és a 152/1995. (XII.12.) Korm.r. „A környezeti hatásvizsgálat elvégzéséhez kötött tevékenységek köréről és az ezzel kapcsolatos hatósági eljárás részletes szabályairól” szerint.

² Autópálya, autótűt és főút tervezésénél kötelező.

2.3.1.3. Egyéb lehetséges előtervek

A beruházási döntéseket előkészítő megvalósíthatósági tanulmányon és az építési változatok feltárására vonatkozó műszaki tanulmányterven kívül gyakrabban előforduló egyéb előtervek:

- előtanulmányterv, az illető közútnak az úthálózat-fejlesztési, illetve a területrendezési - településfejlesztési tervekkel való összehangolására. Kötelező a gyorsforgalmi utak ütemezett építése esetén a „teljes útvonal” bemutatása,³
- a döntés-előkészítés időszakában közösségi részvétel biztosítására készült előterv,
- valamely részletesebb feladat-meghatározást előkészítő diszpozíciós terv.

2.3.2 Engedélyezési terv

Az engedélyezési tervet a jóváhagyott előterv(ek) vagy a megrendelő által kiadott tervezési diszpozíció alapján kell készíteni. Célja, a közút létesítésének hatósági engedélyeztetése, tehát tervi alapot teremt ahhoz, hogy az engedélyező hatóság, illetve a közreműködő szakhatóságok rögzítsék azokat a szakági, biztonsági, műszaki és egyéb követelményeket, amelyeket a megvalósítás és üzemeltetés során a beruházó, kivitelező, üzemeltető (kezelő, tulajdonos) betartani köteles.

Az útépités engedélyezéséhez általában több kapcsolódó szakági engedélyezési eljárás lefolytatására is szükség van (pl. vízjogi létesítési engedélyezési eljárás a avillamos és távfűtő vezetésekre stb.) Ezen engedélyezési eljárásokkal kapcsolatban készülő tervek tartalmi és formai követelményeit külön jogszabályok rögzítik. Általános irányelv, hogy az engedélyezési terv készítése során a szakági terveket olyan tartalommal kell kidolgozni, hogy a közút építésének engedélyezéséhez előfeltételt jelentő szakhatósági engedélyek beszerzésére alkalmasak legyenek.

Az útépitéshez szükséges engedélyezési terv tartalmi előírásait jelenleg az utak építésének és a forgalom részére való átadásának hatósági engedélyezéséről szóló – többször módosított – 8/1970. (XI. 13.) KPM-ÉVM együttes rendelet 2. számú melléklete rögzíti. A környezetvédelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény, valamint „A környezeti hatásvizsgálat elvégzéséhez kötött tevékenységek köréről és az ezzel kapcsolatos hatósági eljárás részletes szabályairól szóló – többször módosított – 152/1995. (XII. 12.)

³ A 152/1995. (XII.12.)

Korm. r. A környezeti hatásvizsgálat elvégzéséhez kötött tevékenysége köréről és az ezzel kapcsolatos, hatósági eljárás részletes szabályai szerint.

Korm. rendelet” szerint kell eljárni akkor, ha az adott létesítmény létesítése környezetvédelmi engedélyhez kötött, mivel a környezetvédelmi engedély hiányában az elsőfokú hatóság az útépitési engedélyezési eljárást nem indíthatja meg.

A hivatkozott együttes rendeletben részletesen kifejtett tartalmi előírások betartásával

- az engedélyezési tervek kötelező munkarészei:
 - Műszaki leírás,
 - Átnézeti térkép,
 - Általános helyszínrajz
 - Általános hossz-szelvény,
 - Pályaszerkezet méretezése,
 - Geotechnikai szakvélemény,
 - Forgalomtechnikai terv,
 - Környezeti vizsgálatok (környezeti hatásvizsgálat, környezetvédelmi terv),
 - Az engedélyezési eljárásban közreműködők név- és címjegyzéke.
- Esetenként kötelező további önálló munkarészek:
 - Műtárgyak (hidak, támfalak, alagutak stb.) vázlattevé és műszaki leírása,⁴
 - Művelés alóli kivonás és a terület-felhasználás engedélyezéséhez szükséges tervek⁵,
 - Elvi vízjogi engedélyezési terv,
 - Közművezetékek keresztesésének tanulmánytervé,
 - Növénytelepítési engedélyezési terv,
 - Jellemző kereszt-szelvények,
 - Területrendezési tanulmány, telekalakítási terv,
 - Vasútépitési tanulmány, szükség esetén engedélyezési terv,
 - Üzemeltető és szolgáltató létesítmények,
 - Üzemeltetési terv,
 - Általános organizációs műszaki terv,
 - Költségbecslés,
 - Építés alatti forgalomterhelések, fő építési állapotok tervei.

⁴ Autópálya és autóút tervezésénél kötelező.

⁵ Idegen terület igénybevétele esetén kötelező.

2.3.3 Ajánlati terv

Az ajánlati terv a kivitelezési „vállalatba adást” (tendereztetést) készíti elő. Célja, hogy lehetővé tegye a kivitelezők ajánlatát az adott építési feladatra. Az ajánlati terv az építési engedély(ek) figyelembevételével készül el, és minden olyan feladatot, létesítményt stb. pontos mennyiségi meghatározás szerint tartalmaznia kell, amelyet a beruházó az ajánlatra jelentkező vállalkozóval kíván elvégeztetni, illetve megvalósíttatni.

A közbeszerzésről szóló 1995. évi XL. törvény szerint lefolytatott közbeszerzési eljárások esetén az ajánlatkérési műszaki dokumentációt a közbeszerzés keretében megvalósuló építési beruházásra vonatkozó ajánlati műszaki felhívás dokumentációjának részletes műszaki tartalmáról szóló 1/1996. (II.7.) KTM rendelet melléklete szerint kell összeállítani.

az ajánlatkérési műszaki dokumentáción túlmenően a „vállalatba adás” (tendereztetés) folyamatához kötve (általában külön kötetben) az alábbi munkarészeket kell elkészíteni:

- útmutató,
- általános és különleges szerződéses feltételek,
- információs táblázatok,
- minőségbiztosítási követelmények,
- gazdasági információk,
- referenciák,
- személyi és műszaki feltételek,
- szavatosság,
- próbaüzem,
- biztosítás,
- teljesítési garanciák.

A tendereztetőnek biztosítania kell:

- helyszíni szemle lehetőségét,
- kérdésfeltevés lehetőségét.

Meg kell határozni

- az ajánlatok beadását,
- az ajánlatok felbontását,
- az ajánlatok kiértékelésének módját.

2.3.4 Építési (kiviteli) terv

az építési (kiviteli, kivitelezési) terv olyan iratok és tervrajzok összessége, amelyek alapján a tervezett közút és létesítményei megépíthetők, az elkészült beruházás minősíthető és üzembe helyezhető. Az építési tervnek minden olyan részletet, méretet, adatot és anyagminőséget stb. tartalmaznia kell, amelyek alapján a munka- és anyagmennyiségek egyértelműen meghatározhatók.

Az útépítési terv tartalma általában a következő:

- Műszaki leírás,
- Átnézeti helyszínrajz ($M = 1:1000 - 1:100000$),
- Helyszínrajz ($M = 1:200 - 1:1000$, de általában $M = 1:500$),
- Hossz-szelvény ($M = 1:50 - 1:100$ $M_h = 1:200 - 1:1000$, célszerűen megegyezik a helyszínrajz méretarányával),
- Mintakereszt-szelvény,
- Kereszt-szelvények
- Forgalomtechnikai terv,
- Kitérés terv (egyszerűbb esetben a helyszínrajzon),
- Méret- és mennyiség-számítás,
- Költségvetési kiírás (szükség esetén),
- Geoteknikai szakvélemény.

Az útépítési és kapcsolódó egyéb szakági tervek mellett szükség lehet – többek között – a megvalósítás térbeli és időbeli összehangolását (organizáció, forgalomterelés, ideiglenes melléklétesítmények stb.) bemutató tervekre, a létesítmény terület-megszerzéséhez kötődő jogi munkát alátámasztó tervekre (kisajátítási vázrajz, telekosztási rajz, szolgalmi jog bejegyzéséhez szükséges vázrajz stb.)

Esetenként kötelező további önálló munkarészek:

- Műtárgyak (hidak, támfalak, alagutak stb.) terve⁶,
- Környezetvédelmi létesítmények terve,
- Növénytelepítési terv,
- Vízvezetési terv (vízjogi engedélyezési terv),
- Közművek és egyéb vezetékek terve,
- Közműgenplán

⁶ Autópálya és autópálya tervezésénél kötelező.

- Ideiglenes forgalomszabályozási terv (keresztezett utakhoz),
- Terület-megszerzési (kisajátítási) terv⁷
- A közúti környezet rendezésének terve, felhagyott utak bontási vagy hasznosítási terve, rekultivációs terv,
- Anyagnyerő és depónia helyek tervei, rekultivációs tervekkel együtt,
- Humuszgazdálkodási terv,
- Vasútépítési tervek és mellékletei,
- Egyéb építmények építésének vagy átépítésének tervei
- Vezérterv
- Építési állapottervek, forgalomterelési terv.

3. Mozgó járművek mechanikája

Az útpályán haladó járműre különböző erők hatnak, amelyek az előrehaladást segítik vagy gátolják. Ezek az alábbiakban kerülnek összefoglalásra:

3.1 Mozgási ellenállások és külső ellenállások

A mozgási ellenállásokat, mivel keletkezésük a jármű szerkezetétől, fenntartásától függ belső ellenállásoknak is nevezik. Közvetlen hatásuk a nehéz járművektől eltekintve nincs az úttervezési elemekre. Ezeket inkább a külső ellenállások befolyásolják, amelyek:

Csúszási ellenállás E_{cs}

Gördülési ellenállás E_g

Emelkedési ellenállás E_e

Légellenállás E_l

Szél befolyásoló hatása E_{sz}

Az ellenállásokat a motor teljesítményétől függő vonóerőnek kell legyőzni, amely a meghajtott kerekeken keresztül gyorsítva (ha a meghajtó erő nagyobb, mint az ellenállások), illetve egyenletes sebességgel (erőegyensúly) mozgatják a járművet.

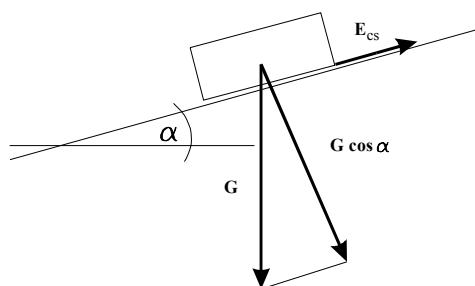
A vonóerőt még a járműsúly is befolyásolja, amely a jármű tömegének tehetetlenségével fejezhető ki.

⁷ Idegen terület igénybevétele esetén kötelező, a Szabályzat kiadásakor a 11/1977. (III. 11.) MÉM sz. rendelet szerint.

3.1.1 Az egyes külső ellenállásfajták

Csúszási ellenállás

Akkor hat, ha a jármű egy ferde tetejű síkban (lejtő, túlemelés) mozog, vagy nyugalmi állapotban van (blokkolt kerekek). Ez a helyzet szélső esetben a jármű lecsúzásához vezethet. A működő erők a 3.1.ábrán láthatóak.



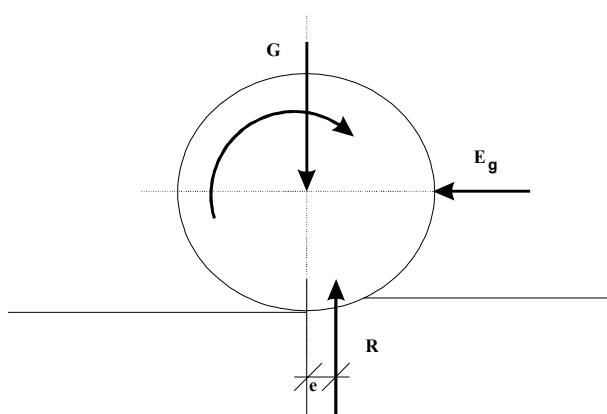
3.1.ábra

$$E_{cs} = \mu_{cs} \cdot G \cdot \cos \alpha \text{ (N)}$$

Ahol: G: tömegerő (N)
 μ_{cs} : csúszósúrlódási tényező, értéke száraz úton 0,6 jeges úton 0,1

Gördülési ellenállás

A gördülési ellenállás oka a jármű kerekének és az útpályának az ábra szerinti deformációja. Az ellenállás a feltámaszkodás reakcióerejének a haladási irányban történő elmozdulásából jön létre, amely a kerék forgása ebben hat. Nagysága arányos a jármű súlyával. A sebességgel értéke növekszik, amely a mozgás során az abroncsokon súrlódási hőre alakul.



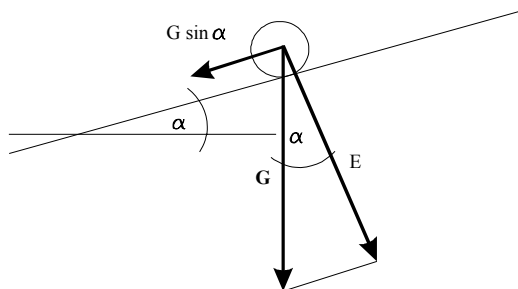
3.2.ábra

$$E_g = \mu_g G \text{ (N)}$$

Ahol: G : tömegerő (N)
 u_g : gördülő ellenállási tényező, értéke rossz földúton 0,16 és beton útpályán 0,01 értékek között változik.

Emelkedési ellenállás

A járművek súlyából a lejtőn keletkező erőkomponens (3.3. ábra), amely a járművek felfelé haladását akadályozza, lefelé haladását segíti.



3.3.ábra

Értéke: $E_e = \pm G \cdot \sin \alpha$ (N)

Légellenállás

A légellenállás a járművek homlokfelületén fellépő nyomásból az oldalfelületeken keletkező örvényerőkből és a hátoldalon jelentkező szívásból tevődik össze.

Nagysága jelentős, mértéke függ az előrevetített felület kiterjedésétől és a jármű alakjától.

Számítása:

$$E_l = c_w \cdot A \cdot p \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 3,6} \text{ (N)}$$

Ahol: c_w a jármű légellenállási tényezője, értéke
 – szgk: 0,34-0,5;
 – busz: 0,6;
 – tgg: 0,85
 A a járműnek a haladásra merőleges síkra vetített felülete (m²)
 p a levegő sűrűsége (kg/m³)
 v a jármű sebessége (km/h)

A szél befolyásoló hatása

A fentiekben részletezettekén kívül még az időjárási körülményektől függő szélerők is felléphetnek, amelyek a legkülönbözőbb irányokból hathatnak a járművekre. A szél megnövelheti a járművekre ható felhajtóerőt lecsökkentve a súrlódást, továbbá létrehozhat

különösen nagy sebességeknél egy olyan eltérítő nyomatékot, amely a járműveket haladási irányukból kimozdítja, végül az oldalszélnél a szélhatás a hossz tengely körüli billenéshez vezethet.

3.2 Mozgatóerők

Egy jármű csak akkor indulhat el, illetve akkor tartható mozgásban, ha a mozgató erők a külső mozgási ellenállásokat legyőzik.

Vonóerők

Az erők között elsőként említendő a V vonóerő, amely a motor által előállított forgatónyomatéknak a hajtott kerékre gyakorolt hatásaként keletkezik.

Tömegeerő

A tömegeerő a jármű tömegének a súlyból adódó tehetetlenségét fejezi ki. Értéke:

$$F_m = m a \text{ (N)}$$

ahol m a jármű tömege (kg)
 a a jármű gyorsulása (m/s^2)

Így gyorsuló mozgásnál

$$V = \Sigma E + F_m \text{ (N)}$$

lassuló mozgásnál

$$V = \Sigma E - F_m \text{ (N)}$$

Tapadási súrlódás

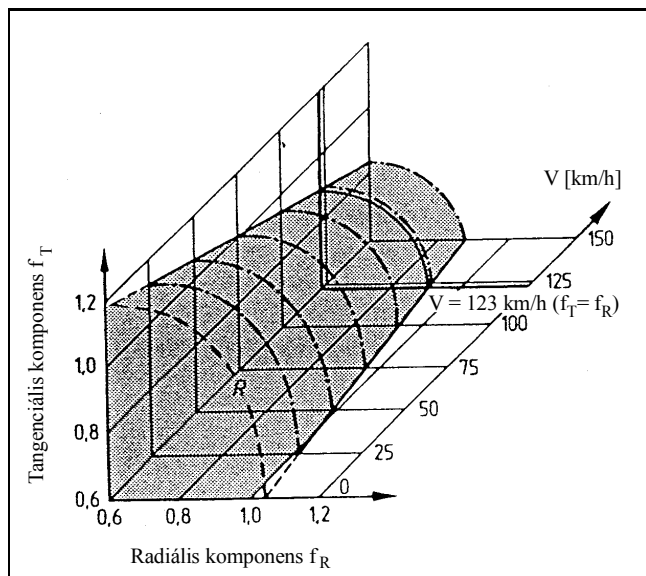
A jármű mozgásához a hajtott kerekek és az útpálya között súrlódás szükséges. Ez mindaddig megvan, amíg a tapadási súrlódás nagyobb, mint a mozgatóerő.

$$G \cdot f + E_1 \geq V$$

Ahol:

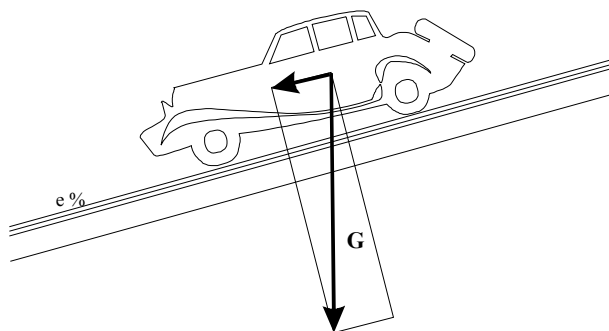
G súlyerő
 f erőátadási tényező
 V vonóerő

Az erőátadási tényező egy tangenciális $f_T(v)$ és egy radiális $f_R(v)$ komponensre bontható. A komponensek a sebességtől függenek az ábra szerint



3.4.ábra

Csúszás egyenesben mindaddig nem lép fel, ameddig a tartóerők nagyobbak mint a mozgatóerők (3.5.ábra)



3.5.ábra

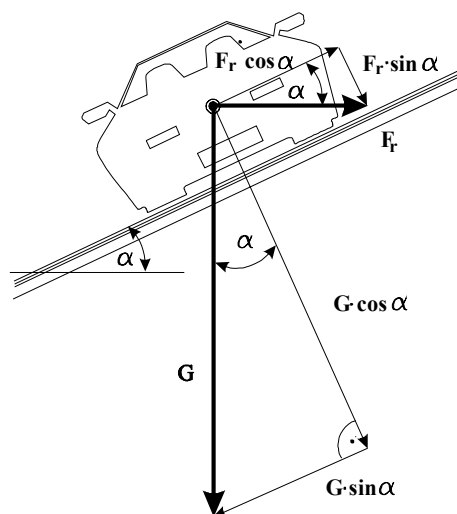
$$G \cdot f_T(v) + E_L \geq \frac{G \cdot a}{g} \pm G \cdot e$$

$$f_T(v) = \frac{a}{g} \pm e - \frac{E_L}{G}$$

Ahol:

- a: a gyorsulás m/s^2
- g: nehézségi gyorsulás
- e: emelkedés %-ában
- G: súlyerő (N)

Ívben az erőátadási tényező komponense az alábbi ábrán feltüntetett erőegyensúly figyelembevételével írható fel.



3.6.ábra

A kicsúszás feltétele:

$$G \sin \alpha + f_R(v)(G \cos \alpha + F_r \sin \alpha) \geq F_r \cdot \cos \alpha$$

$$/: \cos \alpha$$

$$G \tan \alpha + f_R(v)G + f_R(v) \cdot F_r \cdot \tan \alpha \geq F_r$$

$\tan \alpha = q$, ahol q a túlemelés %-ban kifejezett értékének századrésze

$$G \cdot q + f_R(v) \cdot G + f_R(v) \cdot \frac{G \cdot v^2}{R \cdot g} \cdot q \geq \frac{Gv^2}{Rg}$$

$$q + f_R(v) \geq \frac{v^2}{R \cdot g} (1 - f_R(v) \cdot q)$$

$$q + f_R(v) \geq \frac{v^2}{Rq}$$

mivel a $(1 - f_R(v)q)$ értéke ~ 1

ahol	v	a sebesség m/s-ban
	g	a nehézségi gyorsulás (9,81 m/s ²)
	R	a körívsugár m-ben
	$f_R(v)$	az erőátadási tényező radiális komponense
	q	a túlemelés %/100-ban
	F_r	a radiális v. centrifugális erő, amely a körpályán mozgó járműre hat.

Az erőátadás a jármű és az útpálya felület között nem adható meg zárt alakban, mert a nagyságában számos, egymást is befolyásoló tényező játszik szerepet.

Ezek az útpálya felületének anyagai, a pályafelület épsége a klimatikus viszonyok, a jármű felépítése és a vezetés módja.

Az erőátadást blokkolt kerekek mellett mérik. A csúszósúrlódási tényező mért értékei a sebességtől függően az alábbi táblázat szerint.

v (km/h)	40	60	80
μ_{cs} csúszósúrlódási tényező	0,42	0,33	0,26

3.1.táblázat

A csúszósúrlódási tényező és az erőátadási tényező között az alábbi összefüggést állították fel Németországban:

$$\mu_{cs} = \max f_T(v) = 0,214 \left(\frac{v}{100}\right)^2 - 0,721 \frac{v}{100} + 0,708$$

Néhány kiszámított érték:

v (km/h)	40	50	60	80	100	120	140
$\mu_{cs} = \max f_T(v)$	0,454	0,401	0,352	0,268	0,201	0,151	0,118

3.2.táblázat

Ezek az értékek mintegy 35 %-os tartalékot tartalmaznak. Az erőátadási tényező két komponense közötti összefüggést mutató ábra alapján az erőátadási tényező radiális komponense kisebb, mint a horizontális.

$$\max f_R(v) = 0,928 \max f_T(v)$$

A két komponens 123 km/h-nál egyenlő. Ahhoz, hogy a fékezéshez elegendő nagyságú tangenciális erőátadási komponens álljon rendelkezésre, a megengedett radiális komponens értékét korlátozni javasolt mintegy 40 %-ra.

$$\text{megengedett } f_R(v) = 0,37 \max f_T(v)$$

3.3 Járűűvek mozgása az útpályán

3.3.1 Mozgás egyenes pályán

Egyenes vonalú egyenletes mozgásnál a járűű v (km/h) sebességgel haladva t (s) idő alatt s (m) utat tesz meg:

$$v = \frac{3,6 \cdot s}{t}$$

Ha a járűű sebessége v_1 -ről v_2 -re változik, akkor a járűű gyorsít vagy lassít, a gyorsulás számítása:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{3,6 \cdot t} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Ha v_1 vagy v_2 nulla, akkor

$$\pm a = \frac{v}{3,6 \cdot t}$$

A gyorsításhoz vagy lassításhoz tartozó szakasz hossza:

$$s = \frac{v_1 \cdot t}{3,6} \pm \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{(v_1 + v_2)}{2} \cdot \frac{t}{3,6} \quad (\text{m})$$

A gyorsítási vagy lassítási folyamat időtartama:

$$t = \frac{v_2 - v_1}{3,6 \cdot a} = \frac{2 \cdot 3,6 \cdot (s_2 - s_1)}{v_2} \quad (\text{s})$$

Az elért sebességek értéke

$$v = v_1 + 3,6 \cdot a \cdot t = \sqrt{v_1^2 \pm 2 \cdot 3,6^2 \cdot a \cdot s} \quad (\text{km/h})$$

Példák:

1. A rendűűrség egy 500 m-es tesztszakaszon méri egy gépkocsi áthaladási idejét. Mennyivel haladt át ezen a szakaszon az a gépkocsi, amelyik az 500 m-t 10 s alatt tette meg?

Válasz:

$$v = \frac{3,6 \cdot 500}{10} = 180 \text{ km/h}$$

2. Hogyan kell egy 100 km/h megengedett sebességű úton egy csomóponti sebességkorlátozást 50 km/h-ra elrendelni, ha az adott sebességet a csomópont előtt 50 méterrel biztosítani kell.

A rendelkezésre álló sebességkorlátozó táblák 70 km/h és 50 km/h, a fékezési lassulás 2,5 m/s².

Megoldás:

$$t_1 = \frac{100 - 70}{3,6 \cdot 2,5} = 3,3 \text{ s}$$

$$s_1 = \frac{100 \cdot 3,3}{3,6} = 78,5 \text{ m}$$

$$t_2 = \frac{70 - 50}{3,6 \cdot 2,5} = 2,2 \text{ s}$$

$$s_2 = \frac{70 - 2,2}{3,6} = 36,73 \text{ s}$$

Első tábla: 78,5 + 36,73 + 50 = 165 m

(Megjegyzés: a vezető a fékezést a táblánál kezdi el.)

Milyen messziről kezd fékezni?

$$t_3 = \frac{3,6 \cdot 50}{50} = 3,6 \text{ s}$$

$$t = 3,3 + 2,2 + 3,6 = 9,1 \text{ s}$$

3.3.2 Mozgás egyenes, de lejtős pályán

Lejtős pályán a jármű mozgását még egy lejtő menti súlyerő-komponens is befolyásolja.

Ennek nagysága

$$G \cdot \sin \alpha = \frac{G}{g} \cdot a_e \text{ (N)}$$

Ahol:

G a súlyerő (N)

α a lejtő hajlása

a_e az emelkedési gyorsulás, ill. lassulás (m/s²)

$$a_e = 9,81 \cdot \sin \alpha$$

A teljes gyorsulás lejtő esetén egy emelkedési (a_e) és egy horizontális gyorsulásból (a_h) tevődik össze:

$$a = a_h + a_e$$

Fékezés és fékút

A fékezésnél a jármű fékberendezéseinek az erőátadást lehetőleg teljesen ki kell használnia, azaz a fékeknek nem szabad blokkolniuk (ABS) és csúszásnak nem szabad kialakulnia (így az aquaplaning, ill. jégen csúszás is kizárható). A szokásos fékezési lassulás értéke 3-6 m/s² közötti. Minimális követelmény a 2,5 m/s² nagyságú lassulás. A fékút számítása a mozgási energia átalakulásának elve alapján:

$$\frac{Gv^2}{g \cdot 3,6^2} = s_2 \cdot G(f_T(v) \pm \frac{e}{100})$$

G-vel osztva és s₂ -t kifejezve:

$$s_2 = \frac{v^2}{2g \cdot 3,6^2 (f_T(v) \pm \frac{e}{100})}$$

Ahol: v a sebesség km/h-ban
 g a nehézségi gyorsulás
 f_T(v) az erőátadási tényező tangenciális komponense
 e a hosszesés %-ban, emelkedő esetén +, lejtő esetén -.

A fékezés teljes folyamata alatt megtett úthosszban még a reakcióidő alatt megtett és fékezés nélkül befutott útszakasz hossza is beleértendő

$$s_1 = \frac{v}{3,6} \cdot t_R = \frac{v}{1,8} \quad (\text{m})$$

A teljes fékút:

$$s = s_1 + s_2 \quad (\text{m})$$

A gördülési és a légellenállások a számításánál elhanyagolhatók, mivel az erőátadási tényező tangenciális komponenséhez viszonyítva elhanyagolható nagyságúak.

Példa: v = 100 m/h f_T(v) = 0,189 e = +4% emelkedő

Mennyi a fékút: s = ?

$$s = \frac{100}{1,8} + \frac{100^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,6^2 (0,189 + 0,04)} = 227,2 \text{ m}$$

A fékútra vonatkozóan lehetséges még egy pontosabb számítási mód is az alábbi kinematikai összefüggés alapján:

$$s = s_0 + \int_{v_1}^{v_2} \frac{v}{a(v)} dv$$

Ahol: $a(v) = g \left(f_T(v) \pm \left(\frac{e}{100} + \frac{w_L}{G} \right) \right)$

$v_1 = 0$

$$s = \frac{v_2}{3,6} \cdot t_R + \frac{1}{3,6^2 g} \int_0^{v_2} \frac{v}{f_T(v) \pm \frac{e}{100} + \frac{w_L}{G}} dv$$

Ahol: s a teljes fékút

t_R a reakcióidő (2s)

w_L a gépkocsi légellenállása (N)

G a gépkocsi súlya (N)

$$\frac{w_L}{G} = 0,327 \cdot 10^{-4} \left(\frac{v}{3,6} \right)^2$$

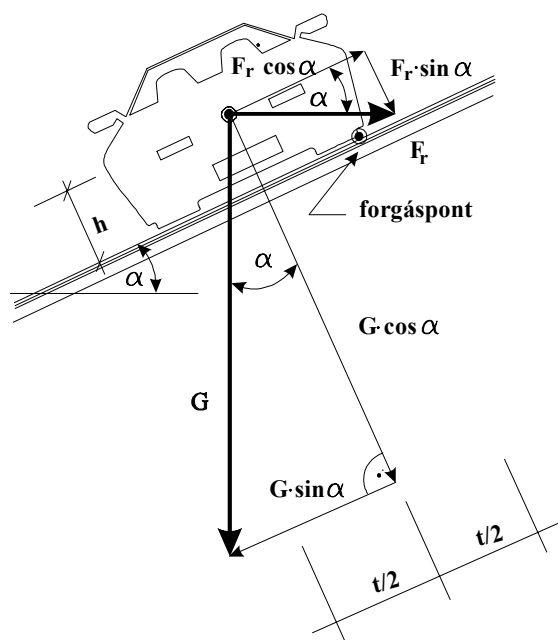
$$f_T(v) = 0,241 \left(\frac{v}{100} \right)^2 - 0,721 \left(\frac{v}{100} \right) + 0,708$$

e az útpálya lejtése %-ban

3.3.3 Mozgás íves pályán

Íves pályán történő mozgásnál a járműre a körpálya sugarával fordítottan arányos kifelé ható F_r erő hat, amelyek értéke:

$$F_r = \frac{mv^2}{9,81 \cdot R \cdot 3,6^2}$$



3.7.ábra

A kicsúszás elleni biztonság összefüggése

$$G \cdot \sin\alpha + f_{R(v)}(G \cos\alpha + F_r \cdot \sin\alpha) - F_r \cdot \cos\alpha = 0$$

A kiborulás elleni biztonság összefüggése

$$(F_r \cdot \cos\alpha - G \cdot \sin\alpha) \cdot h \left(F_r \cdot \sin\alpha \cdot \frac{t}{2} - G \cos\alpha \frac{t}{2} \right)$$

Ahol: G a tömegerő (N)

F_r a centrifugális erő (N)

R a sugár (m)

m a jármű tömege (kg)

α az útpálya hajlása túlemelés esetén

$f_{R(v)}$ az erőátadási tényező radiális komponense

h a súlypont magassága

$\frac{t}{2}$ a súlypont távolsága a külső kerékeltől

A kicsúszással kapcsolatos egyenletet részletezve, $\cos\alpha$ -val osztva és a $\tan\alpha = q = q\%/100$ helyettesítést elvégezve:

$$q \geq \frac{v^2}{g \cdot 3,6^2 R} - f_r(v) \text{ alakra vezet.}$$

A minimális körívsugár értékének számításánál korlátozzuk az erőátadási tényező radiális komponensének kihasználását azért, hogy sebességtúllépések esetén se következzen be kicsúszás.

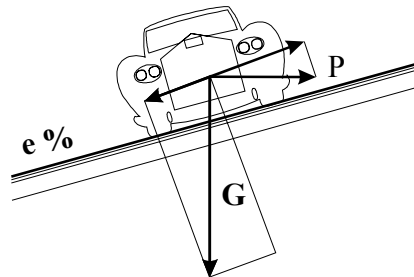
$$\min R = \frac{v^2}{3,6^2 \cdot g(\max f_r \cdot n + q)}$$

A n biztonsági tényező értéke 50 és 10 % között váltakozik ($q=7\%$ -nál 50 %, $q=2,5\%$ esetén 10 %, $q=-2,5\%$ -nál 30 százalék)

3.3.4 Átmeneti ív

az egyenes útszakasz és a körív között a kormányelfordítás ideje alatt egy közbenső útszakasz beiktatása szükséges, amelynek görbülete az egyenes $\frac{1}{\infty}$ és a körív $\frac{1}{R}$ görbülete között lineárisan változik a 0 és $\frac{1}{R}$ érték között. Ezt a feltételt a klotoid teljesíti, amelynek alapképlete $p = \sqrt{R \cdot L}$, ahol a p a paraméter, L az átmeneti ív hossza.

Az átmeneti ív dinamikai funkciója, hogy a körívben fellépő szabad oldalgyorsulás csak fokozatosan alakuljon ki, a kialakulás sebessége korlátozott, $k=1,5 \text{ m/s}^3$.



3.8.ábra

A szabad oldalgyorsulás számítása:

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

$$/\cdot \cos \alpha$$

$$\frac{G}{g} \cdot a = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot 3,6^2 R} - G \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$/\cdot \frac{q}{G}, \quad \operatorname{tg} \alpha = q$$

$$a = \frac{v^2}{3,6^2 R} - q \cdot g$$

Az alkalmazandó átmeneti ív lefutásához szükséges idő

$$t_a = \frac{a}{k} = \frac{v^2}{13R \cdot k} - \frac{q \cdot g}{k} = \frac{v^2}{6,5 \cdot R} - 5q$$

Az átmeneti ív hossza:

$$L_a = t_a \cdot \frac{v}{3,6} = \frac{v^3}{23,4R} - 1,39 \cdot vq$$

A második tagot a biztonság javára elhanyagolva:

$$L_a = \frac{v^3}{23,4R}$$

A paramétert kifejezve

$$\frac{p^2}{R} = \frac{v^3}{23,4R}$$

$$p = 0,21 \sqrt{v^3}$$