

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

57. ÉVFOLYAM 1. SZÁM

2007. JANUÁR

tartalom

1 DR. PÁLFALVI JÓZSEF

Közúti beruházások prioritási sorrendjének meghatározása

11 DR. VÖRÖS ATTILA

Sebességválasztási szokások vizsgálata Csongrád megye közúthálózatának néhány kiemelt szakaszán az emelt sebesség bevezethetőségének megalapozására

18 DR. SZEPESHÁZI RÓBERT

Hidak cölöpalapozásának tervezése az Eurocode 7 szerint II.rész:Az Eurocode 7 szerinti cölöptervezés megbízhatóságának értékelése

TANÁCSADÓ TESTÜLET:

Apáthy Endre, Dr. Boromisza Tibor, Csordás Mihály

Dr. Farkas József, Dr. Fi István, Dr. Gáspár László

Hórvölgyi Lajos, Huszár János, Jaczó Győző

Dr. Keleti Imre, Dr. Mecsi József, Molnár László Aurél

Pallay Tibor, Dr. Pallós Imre, Regős Szilveszter

Dr. Rósa Dezső, Schulek János, Schulz Margit,

Dr. Schváb János, Dr. Szakos Pál, Dr. Szalai Kálmán,

Tombor Sándor, Dr. Tóth Ernő, Varga Csaba,

Veress Tibor

A cikkekben szereplő megállapítások és adatok a szerzők véleményét és ismereteit fejezik ki és nem feltétlenül azonosak a szerkesztők véleményével és ismereteivel.

FELELŐS KIADÓ László Sándor (Magyar Közút Kht.)

FELELŐS SZERKESZTŐ Dr. Koren Csaba

SZERKESZTŐK Dr. Gulyás András

Rétháti András

Szőnyi Zsolt

Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

A címlapon és a borító 2. oldalán megjelent fotók

Gyukics Péter felvételei.

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

Az újság elérhető a web.kozut.hu honlapon is.

Ha a hazai országos közúthálózatot egységes rendszernek tekintjük, akkor az üzemeltetés, fenntartás és fejlesztés hármának olyan egyensúlyban kellene lennie, amelyik a folyamatos üzem és javuló állapotú úthálózat mellett megteremti a fejlesztés lehetőségét is. A rendelkezésre álló összegek azonban gyakorta a fenntartáshoz sem elegendőek, és a hiányos források az utak állapotának a leromlását „eredményezik”. Az előbbiekből logikusan következik az a tény, hogy a közúthálózat fejlesztésére fordítható összegek általában alacsonyabbak a beruházások elvégzéséhez szükséges források nagyságánál. A döntéshozó tehát minden fejlesztési elképzelés realizálásakor állandó dilemma előtt áll: a szűkös forrásokból melyik beruházást kellene úgy megvalósítani úgy, hogy az a lehető legnagyobb eredményt hozza.

Természetesen az eredmény meghatározása sem egyszerű, és egy adott mérőszám (vagy mérőszámok) kiválasztása már eleve megszabja a döntéshez felhasználható eredmények terjedelmét, tartalmát vagy másképpen: jószágfokát. A beruházások, projektek összehasonlítására számos módszer ismeretes, mint például a költséghaszon-elemzés vagy a többkritériumos elemzések, amelyeknek megvannak a maguk előnyei és hátrányai.

1. A különféle hatékonyságmérési módszerek összehasonlítása

A közlekedési beruházások értékelése során többféle módszer lehet alkalmazni adatgyűjtésre, az összegyűjtött adatok elemzésére és értékelésére. Ennek az lehet a következménye, hogy a kívánatos eredményt el lehet érni a megfelelő módszerek kiválasztásával, de ha a különböző tanulmányok, elemzések eredményeit kívánjuk összehasonlítani, akkor először meg kell állapítani, hogy a vizsgálatok tárgya, részletezettsége ugyanolyan, esetleg hasonló módon volt-e meghatározva. Másodszor fontos megvizsgálni azt is, hogy az adatgyűjtés, adatelemzés és azok értékelésének módszerei konzisztensek-e.

Amennyiben a szükséges adatok rendelkezésre állnak, akkor a beruházások értékelésére többféle módszer is választható, például a két „klasszikus” módszer a közlekedési infrastrukturális beruházások hatékonyságának értékelésénél a költséghaszon-elemzés (cost-benefit analysis, CBA) és a többkritériumos elemzés (multicriteria analysis, MCA). Használhatók még a költséghaszon-elemzésre épülő egyéb számítási eljárások, mint a nettó jelenérték, a belső megtérülési ráta, a megtérülési időtartam vagy a haszon-költség hányados.

Az Európai Unióban, illetve a tagállamokban is léteznek közlekedés-specifikus értékelési módszerek. Ezeket legtöbbször a megvalósítás előtt használják a projektek rangsorolása és a fázisok sorrendjének meghatározása céljából. Ezek az eljárások az esetek többségében a költséghaszon-elemzésen és a többkritériumos elemzésen alapulnak. A közúti fejlesztési lehetőségeket általában költséghaszon-elemzéssel értékelik, és általában csak a közvetlen hatásokat veszik figyelembe. A zaj- és a helyi légszennyezési hatásokat vizsgálják, de csak a tagállamok körülbelül felében monetarizálják is.

A tagállamokban a CBA-n és az MCA-n kívül az alábbi módszereket használják még:

- mennyiségi mérőszámok (quantitative measurements, QM): a hatásokat kardinális skálán fizikai egységekben vagy számokban becslik, de az MCA-val ellentétben nem adnak hozzájuk súlyokat, hogy egy kritérium alapján összegezzék azokat;
- minőségi értékelés (qualitative assessments, QA): a hatásokat sorrendi skálán egy kategóriába osztályozzák egy jól definiált kritérium alapján, amely konzisztens projektről projektre;
- van olyan eset is, hogy nincsen rendszeresen használt módszer.

A HEATCO projektben készített összehasonlítások szerint országonként és módonként nagyon eltérőek az értékelési módszerek. A közúti beruházások értékelésénél nyolc országban használnak PC szoftvert, ötben hivatalos követelményeket, tizenegyben hivatalos ajánlásokat, egyben pedig semmilyen. Szoftvert csak közutak esetében használnak, így a következő tagállamokban: Finnország, Svédország, Svájc, Egyesült Királyság, Csehország, Észtország, Szlovákia (az utóbbi háromban HDM-4-et), míg Lengyelországban az Európai Unió által társfinanszírozott SIMIC-et. Az elemzés arra is rámutatott, hogy az új tagállamok nagy része a Guide [5] alapján készítette el értékelési módszerét.

Módszertanilag mindegyik ország a CBA-t használja a közúti beruházások értékelésére, viszont 15 közülük más módszerrel (MCA, QM, QA) kiegészítve. Az új tagállamokban jellemzőbb a CBA-val történő értékelés, leginkább az EU társfinanszírozás miatt.

Az értékelésbe vett hatásokat vizsgálva arra a következtetésre lehet jutni, hogy elméletileg minden költséget és hasznot figyelembe kellene venni, azonban gyakorlatilag ez kivitelezhetetlen, mivel:

- nehézségekbe ütközik néhány hatásnak megfelelő monetáris értéket adni;
- számos hatást nem lehet értékelni;
- kis jelentőséget tulajdonítanak bizonyos hatásoknak.

A különböző élettartamú beruházások összehasonlítására megfelelő módszer az éves költség-egyenértékes kiszámítása: ezen mutató felfogható úgy, mint egy olyan évjáradék, amelynek élettartama és jelenértéke megegyezik egy objektum jelenértékével. Az értékét úgy számoljuk, hogy az adott beruházás nettó jelenértékét elosztjuk az élettartamra vonatkozó annuitástényezővel. (1988 [2]) A járadék vagy annuitás (annuity) eredetileg az azonos összegű befizetések sorozatát jelenti minden időszak végén. Kiszámítható a (felhalmozódott) jövőbeni érték vagy a jövőbeni értékből levezetve a jelenérték. Az előbbi a járadék összetett értéke vagy kamatos kamata (Compound Value of Annuity), az utóbbi pedig a járadék diszkontált vagy jelenértéke (Present Value of Annuity).

A pénzügyi elemzés is megfelelő módszer lehet, azonban csak a készpénzmozgásokat (cash-flow) veszi figyelembe. Általában a vállalatok értékelik ilyen, üzleti alapon a befektetéseket, és a pénzügyi megvalósíthatóságot, az elérhető profitot állapítják meg. Nyugat-Európában azonban ilyen számítások alapján dön-

¹ Okl. közgazda, tudományos igazgató, Közlekedéstudományi Intézet Kht. palfalvi@kti.hu

töttek már csomóponti központok fejlesztéséről, vasúti befektetésekről, illetve olyan projektek megvalósításáról, amelyet a magántőke bevonásával finanszíroztak (PPP).

A módszer a beruházásból származó profitot becsüli meg oly módon, hogy a projektből származó bevételt hasonlítja össze a kiadásokkal. A pénzügyi elemzés arra irányul, hogy a beruházás termel-e majd olyan mértékű profitot, amely megfelel az elvárásoknak. A módszer előnye, hogy a beruházás profitabilitásáról tájékoztat. Hátránya viszont, hogy a közvetett hatásokat nem veszi számításba, ezért a közszolgáltatási kötelezettségek miatti beruházásokat nem lehet értékelni ilyen módon.

Az 1. táblázat a felsorolt legfontosabb értékelési módszerek előnyeit és hátrányait hasonlítja és foglalja össze.

A különféle számítási módszereket összehasonlítva leszűrhető az a következtetés, hogy nincs tökéletes értékelési módszer, egy olyan, amely objektív, minden hatást figyelembe vesz, és amelynek segítségével megfelelő prioritási sorrendet lehetne felállítani a közlekedési beruházásokra az alágazatok között vagy akár egy adott alágazaton belül.

Lényegében a hazai és külföldi szakirodalom is többnyire csak ezeket a felsorolt módszereket említi, így az irodalmi forrásokra támaszkodva nem lehetett fellelni olyan módszert vagy mutatószámot, amely pontosan értékelné egy közlekedési beruházás hasznosságát, hatékonyságát abból a szempontból, hogy a különféle beruházástípusok vagy konkrét beruházások közül ki lehessen választani az első, a második, a harmadik stb. legkedvezőbbet.

1. táblázat: A legfontosabb értékelési módszerek előnyei, hátrányai

Módszer	Előnyei	Előnyei	Mire használható?
CBA	-összehasonlíthatóvá válnak az alternatív beruházások egy mérőszám segítségével; társadalmi megfontolásokat vesz alapul; elméletileg a projekt során felmerülő összes hasznot és költséget figyelembe veszi; megmutatja, hogy a forrásokat hatékonyan használják-e fel össz-társadalmi szinten.	-egy beruházás költségei és hasznai nem egy időben jelennek meg, ezért nehéz az összehasonlítás; -a beruházásoknak csak a pénzben kifejezhető hatásait vizsgálja; -vannak olyan hatások, amelyeket nem lehet számszerűsíteni; -néha az adatok összegyűjtése túlságosan költséges, emiatt kisebb projektek kárt szenvedhetnek; olyan hatásoknak ad pénzben kifejezett értékeket, amelyeknek nincs is piaca.	-a társadalmi-gazdasági szempontból legelőnyösebbnek vélt megoldás kiválasztása; -az összehasonlítható beruházások társadalmi-gazdasági szempont szerinti sorbarendezeése.
MCA	nem számszerűsíthető hatások figyelembe vétele; mennyiségi és minőségi adatokat képes kombinálni; több célt (pl. pénzügyit és környezetvédelmit) tud egyszerre kezelni.	-szubjektív; -a súlyok meghatározása nem egységes: néhol döntéshozók, néhol szakértők végzik; -fennáll az önkényesség veszélye; -előfordulhat az, hogy egy hatást többször vesznek figyelembe, mivel nehéz őket szétválasztani; -egy beruházást nem költségvetési szempontból értékeli.	A költség-hasznonelemzés által nem értékelhető hatásokat is figyelembe vesz, ezáltal elfogadhatóbb eredményt ad.
Éves költség-egyenértékes	Segítségével a különböző élettartamú közlekedési beruházások hasonlíthatóak össze.	Mivel a nettó jelenértéket használja fel, ugyanazok a hátrányai, mint a CBA-nak.	A különböző élettartamú beruházások összehasonlítása.
Pénzügyi elemzés	-üzleti alapon vizsgálja befektetéseket; -a pénzügyi megvalósíthatóságot állapítja meg.	-csak a készpénzmozgásokat veszi figyelembe; -a közvetett hatásokat nem veszi számításba, ezért a közszolgáltatási kötelezettségek miatti beruházásokat nem lehet értékelni ilyen módon.	Megállapítja, hogy a beruházás termel-e majd olyan mértékű profitot, amely megfelel az elvárásoknak.

Próbaképpen különböző módszerekkel hasonlítottunk össze két projektet annak érdekében, hogy megvizsgálhassuk a prioritási sorrend alakulását! A két projekt két útrehabilitáció, mindkettő a 4. számú főút megerősítése (1. projekt a 102-104, míg a 2. projekt a 99-101 km-szelvény között), ezért hasonló adatokkal rendelkezik, illetve a helyszín és így a körülmények is közel azonosak. A két projekt legfontosabb jellemzőit és eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: A 4. számú főút két útrehabilitációs projektjének összehasonlítása

Jellemzők és eredmények	1. projekt	2. projekt
Beruházás bruttó értéke (mrd Ft)	0,178	0,127
Szakasz hossza (km)	2,675	1,7
NPV (milliárd Ft)	0,111	0,07
BMR (%)	26,8	26,8
Első üzemelési évi megtérülési ráta (%)	43,4	45,6
Megtérülési időtartam (év)	3	3
Haszon-költség hányados	1,7	1,7

Az eredmények alapján az 1. projekt magasabb nettó jelenértékkel rendelkezik, míg a 2. számú esetben az első üzemelési évi megtérülési ráta a kedvezőbb.

Ha az éves költségegyenértékes módszerrel hasonlítjuk össze, akkor az 1. projekt esetében az érték: $NPV/annuitástényező = 0,178/14,09 = 0,0126$ milliárd Ft, míg a 2. projekt esetében az érték: $NPV/annuitástényező = 0,127/14,09 = 0,009$ milliárd Ft, azaz a 2. projekt a kedvezőbb, mert az alacsonyabb érték a kedvezőbb.

A MCA-val történő összehasonlítás nem lehetséges, mivel nem rendelkezünk megfelelő információval, másrészt vannak olyan szakterületek, amelyek esetében nem tudjuk megítélni a beruházásoknál a pontértékeket.

Ha költséghatékonyság-elemzés segítségével szeretnénk összevetni a két beruházást, akkor talán a legmegfelelőbb viszonyítási alap a szakasz hossza lehetne. Az érték az 1. projekt esetében 178 M Ft/ 2,675 km, azaz 66,54 M Ft/km, a 2. projektnél pedig 127 M Ft/ 1,7 km, azaz 74,7 M Ft/km. Ilyen értékelés esetén az 1. projekt a kedvezőbb, mivel az adott forrást hatékonyabban lehet elkölteni, de érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy ez a módszer nagyon leegyszerűsítő jellegű. Általánosságban is megállapítható, hogy különböző módszerek használata esetén a kapott eredmények is eltérőek, gyakran annyira, hogy magát az összehasonlítást is megghiúsítják.

A Gördülő Infrastruktúra-fejlesztési Tervben szereplő beruházási költségek összevetéséből arra az eredményre lehet jutni, hogy a beruházások költségeinek nagy részét (53%) a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztése teszi ki. Ezen fejlesztések nagy területeket, a lakosság legszélesebb rétegét érintik, és nemcsak a ráfordítási, hanem a gazdasági és a társadalmi pozitív externális (életminőségi) hatások is kimagasló értékeket mutatnak. A gyorsforgalmi utak közelében azonban a környezetet terhelő negatív externális hatások jelentkeznek. Ezek a hatások azonban sokkal kedvezőtlenebbek lennének a versenyképes gazdaság igényei miatt kialakuló motorizációs, mobilitási növekedés hatására, amennyiben ezen beruházások elmaradnának.

Magyarországon a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium Közúti Közlekedési Főosztály által kiadott „Útmutató a külterületi közúthálózati fejlesztések költség-haszon vizsgálatához” című ajánlás (továbbiakban: Útmutató (2003 [15]) adja meg a hatékonyságvizsgálathoz szükséges eljárást. Segítségével a gyorsforgalmi-, fő-, elkerülő-, tehermentesítő-, összekötő- és bekötőutak fejlesztésének hatékonysága elemezhető. Az Útmutató szerint számított hatékonysági eredmények, illetve a többkritériumú elemzések eredményei a tanulmánytervi értékelés és javaslatok fontos kiindulási alapját képezik.

Az Útmutató segítségével lehetséges:

- a tervezési változatok összehasonlító értékelése,
- a beruházások hatékonysági megfelelőségének vizsgálata,
- a beruházások rangsorolása.

Az Útmutatóban közölt eljárás elvét a 3. táblázat részletezi.

A vizsgálat során minden környezeti, természeti, társadalmi és gazdasági hatásra és költségre figyelemmel kell lenni, és a rangsorolást a vizsgálatok eredményei alapján kell elvégezni. Az Útmutatóban közölt eljárás komplex, mivel a belső és külső hatásokat is vizsgálja, és a végső eredménynek egyik bemenő adata a költséghaszon-elemzés.

Az Útmutató szerint egy közúti beruházás hatékonyságvizsgálatát olyan módon kell elvégezni, hogy a hatások egy részét költséghaszon-elemzéssel (integrált költség-haszon mutató), másik részét pedig többkritériumos elemzéssel kell értékelni.

Az „Útmutató a külterületi közúthálózati fejlesztések költség-haszon vizsgálatához” című kiadvány (2003 [15]) létrehozása azért fontos és kiemelendő, mert Magyarországon is létrejött ezáltal egy olyan közúti beruházásokat vizsgáló módszertan, amely egyrészt objektív, másrészt megfelel az Európai Unió követelményeinek. Azonban az Útmutatóban található még olyan kijavítható hibák, amelyek a számítási eredményeket torzíthatják, ilyenek a következők:

- az Útmutató több hatást kétszer is elemez, emiatt aránytalanságok jöhetnek létre;
- a hatások súlyának meghatározása miatt nem objektív;
- aránytalanságok a súlyozásban, pl. felvethető, hogy miért fontosabb 22-szer a hálózati szerep, mint az idegenforgalom vagy az élő- és állatvilág védelme.

Az 2003 óta az említett Útmutató felhasználásával számos közlekedési beruházás vizsgálata, tervezése, elemzése történt. Ezek igen nagy előnye a korábbiakkal szemben az, hogy a kapott adatok egymással összehasonlíthatóak, tehát elvileg lehetőséget adnak valamilyen prioritási sorrend felállítására, ha valamilyen módon, valamilyen eljárással a sorrend kialakítható. A következőkben leírtak kísérletet tesznek arra, hogy bemutassanak egy ilyen eljárást. A módszer nem tekinthető lezártnak, még tovább finomítható, alakítható.

2. A prioritási sorrend meghatározása

A KTI-ben 2005-ben végzett kutatás [10] célja egy olyan módszer kidolgozása volt, amely az országos közúthálózat fejlesztésére fordítható korlátos összeget úgy osztja szét a „korlátlan” számú projekt között, hogy az össztársadalmi haszon a lehető legnagyobb mértékű legyen. További cél volt, hogy a módszer segítségével összehasonlíthatóvá váljanak a különféle projekt-típusok (pl. elkerülő út, új sávok építése, új utak építése, hídbővítés stb.).

A kutatási célból kiindulva a módszerrel szemben támasztott követelmények közül az alábbi három különösen fontos:

- legyen egyszerű (azaz a lehetőségekhez mérten ne túlságosan bonyolult), emellett

3. táblázat: Közúti beruházások értékelése

Belső hatások	beruházási	integrált költség-haszon mutató	naturális értékek ↓ eredmény-mutató	összegző pontérték
	karbantartási			
	járműüzemi			
	idő			
	baleseti költség			
Külső hatások	zaj- és levegőtisztaság a humán környezetben	többkritériumú értékelés	becslések v. érték-kategóriák ↓ súlyozott pontszámok	
	gazdaságélénkítő hatás, munkanélküliség csökkenése			
	egyéb környezeti következmény, vagy kockázat (pl. természet-, vízvédalom)			
	nemzetközi kapcsolatok fejlesztése			
	országos térszerkezet javítása			
	sajátos regionális szempontok (pl. helyi támogatottság)			
sajátos ágazati szempontok (pl. honvédelem, vízgazdálkodás)				

- lehetőleg objektív legyen, azaz kerülje a szubjektív értékelési szempontokat, mint például a szakértői becslésen alapuló pontozásos rendszert, és
- állapítson meg egy prioritási sorrendet (vagy rangsort) a különféle beruházások között, azok jellegétől függetlenül (akár fenntartásról, bővítésről vagy burkolat-megerősítésről stb. van szó).

A megoldási lehetőségek, illetve a konkrét módszer bemutatása előtt mindenképpen hasznosnak látszik néhány elméleti összefüggést, fogalmat tisztázni. Mindenekelőtt le kell szögezni, hogy önmagában semmi sem értékelhető, a közlekedési beruházások esetében mindig van valamilyen összehasonlítás; nincs jó, csak jobb, és nincs önmagában hatékony, csak hatékonyabb. Ez a relativitás létezik akár a költségek oldaláról (költség-hatékony-ság), akár például az energiafelhasználás (energia-hatékony-ság) vagy a munkaerő oldaláról (élőmunka hatékonysága). Ha két változatot vetünk össze, akkor már megállapítható, hogy melyik változat a hatékonyabb, például az, amelyik egységnyi ráfordítással nagyobb hasznot (vagy eredményt, profitot) hoz.

2.1. A probléma lehatárolása

Zoltayné Paprika Z. nyomán (2005 [16]) a pszichológia fogalmai szerint problémának nevezzük a legáltalánosabb értelemben azt a helyzetet, amelyben bizonyos célt akarunk elérni, de a cél elérésének útja számunkra rejtve van. A közlekedési projektek prioritási sorrendjének megállapítása egy olyan probléma, ahol a rendelkezésre álló beruházási keret véges, ezen keret maximális értékéhez viszonyítva a realizálni kívánt projektek összege nagyobb. Olyan döntési helyzet előtt állunk tehát, amikor ki kell választani azokat a projekteket (beruházásokat) a megvalósítani kívánt projektek halmazából, amelyek valamilyen szempontból a legnagyobb haszonnal járnak, de még „beleférnek” a rendelkezésre álló beruházási keretbe. Más szavakkal ez úgy is megfogalmazható, hogy a rendelkezésünkre álló keret felülről korlátos, hiszen a keret bővítésére vagy nincs lehetőség, vagy pedig a bővítés csak minimális mértékű lehet. Ezzel szemben a műszaki és közgazdasági szempontból indokolt beruházások sora (ahol pl. az adott út felújítása már nem halogatható vagy a beruházás megtérülése még elfogadható szintű) az előbbinél sokkal nagyobb mértékben bővíthető.

Már a hetvenes évek elején Kornai J. felvetette a közgazdaságilag egzakt módon mindmáig nem definiált halasztás vagy mulasztás problematikáját (Kornai, 1972 [8]). A kettő közötti különbség úgy érzékelhető, hogy egy gazdaság infrastruktúra-fejlesztés iránti „éhsége” egy ideig időben „eltolható” úgy, hogy annak különösebb káros következménye lenne. Mivel az infrastrukturális beruházások kivitelezése és főleg a megtérülési ideje az átlagosnál lényegesen nagyobb (hiszen azok több generáció számára épülnek), a hálózat bizonyos részei, elemei megépítésének időbeni elhalasztása alig észrevehető vagy esetleg észre sem vehető károkat okoz.

Egy út (vagy egy vasútvonal, illetve hajózó út, kikötő stb.) átbocsátóképessége is bizonyos fokig rugalmas, legfőlegb a forgalom növekedésével eleinte valamelyest emelkedik az eljutási (vagy a kiszolgálási) idő. A torlódások egyre gyakoribbá válásával az időráfordítás vagy idővesztés már annyira elviselhetetlen méreteket ölthet, hogy vagy az út kapacitásának a bővítése vagy egy párhuzamos út építése indokoltá válhat. A kapacitásbővítés például

végrehajtható az első észleléstől számított egy-két, de akár öt év múlva is. A közlekedés szemszögéből úgy is meg lehet fogalmazni, hogy a halasztásból akkor lesz mulasztás, ha a felhalmozódott károk semlegesítése meghaladja a kapacitásbővítő beruházás értékét. Ez az országos közúthálózat állapotára „lefordítva” azt jelenti, hogy mulasztás akkor következik be, amikor már teljes útrehabilitációra van szükség, és annak aggregált összege már nagyobb, mint a folyamatos fenntartás összege.

Milyen filozófia választható az (autópályák nélküli) országos közutak fejlesztésének és fenntartásának finanszírozására? Először is szemléletváltásra (paradigmaváltásra) lenne szükség. Szinte napjainkig a hazai közlekedési infrastruktúra fejlesztése és fenntartása az úgynevezett maradékulven „nyugszik”, és ez akár szó szerint is érthető, hiszen szinte évtizedek óta (néhány rövid periódustól eltekintve) nem mozdul el erről a pontról. A maradékulví fejlesztés és fenntartás esetén abból indulunk ki, hogy mekkora a különféle költségvetési tételek, igények kielégítése után fennmaradó összeg, és az mire, mekkora mértékű közúti fejlesztésre, fenntartásra elegendő, függetlenül a valós igényektől.

A fejlesztési és fenntartási szükségletekre épülő „igényelv” esetében a kiinduló pont – az esetleges halasztások figyelembevételével – a mulasztások kategóriájába eső fejlesztések és fenntartások realizálása, és ehhez igazítandó a források megfelelő nagysága. Erősebb érvanyag lenne a kezünkben, ha ismernénk a már említett, az államháztartásnak a közlekedésből és külön a közúti közlekedésből befolyó összes bevételét. Ekkor a bevételüket már szembe lehetne állítani azzal, hogy a fejlesztési és fenntartási munkálatok időbeni eltolása nagyobb károkat okoz-e, mint amennyibe e munkálatok elvégzése kerül.

A KTI-ben 2005-ben lezárt, a „Korszerű közlekedési hálózat fenntartási, üzemeltetési és finanszírozási egyensúlyának kutatása” című projekt (2005 [9]) eredményeiből kiindulva a 2003. évi adatok alapján az állapítható meg, hogy a közúti közlekedés az állami költségvetés pénzforgalmi megközelítése szempontjából nyereséget „termel”. Ahogyan a 4. táblázat soraiból is kitűnik, az összes, közúti közlekedésből származó bevétel (beleértve valamennyit, tehát nemcsak az üzemanyagból, hanem a járműértékesítésből, karbantartásból, útpítésből stb. befolyó adókat, járulékokat és í. t.) kétszeresét teszi ki a közúti közlekedést érintő összes kiadásnak (számításba véve az útpítésre, fenntartásra stb. fordított kiadásokon kívül az externális költségeket is, így a balesetekből származó veszteségeket, a környezeti károkozás

4. táblázat: A közlekedésből származó bevételek és a közlekedésre fordított kiadások államháztartási egyenlege 2003-ban (Mrd Ft, illetve

S. sz.	Megnevezés	Közút	Vasút	Légi közl.	Vízi közl.	Összesen
1.	Közlekedésre fordított kiadások	516,0	163,2	31,5	3,6	714,3
2.	Közlekedésből származó bevételek	1038,7	76,4	23,7	5,1	1143,9
3.	Egyenleg	522,7	-86,8	-7,8	1,5	429,6
4.=2./1.	Bevételek a kiadások %-ában	201,3%	46,8%	75,2%	141,7%	160,1%
5.	A közlekedési módokra fordított kiadások az összesen %-ában	72,2%	22,8%	4,4%	0,5%	100,0%
6.	A közlekedési módoktól származó bevételek az összesen %-ában	90,8%	6,7%	2,1%	0,4%	100,0%

helyreállítási költségeit és í. t.). A maradékelv megszüntetésének és az „igényelv” érvényre juttatásának ilyen formán megvan a közgazdasági alapja, végül is az „igényelvű” működést szolgálta az 1998-ig (a megszünt) Útalap, és erre szolgálta a megvalósítási tervezett Útpénztár is.

A feladat, illetve a megoldandó probléma – az előbbieken leírtakat is figyelembe véve – a következőképpen fogalmazható meg: egy korlátos beruházási keretet meghaladó végösszegű projektlista esetén milyen szempontok szerint állapítható meg a különféle projektek prioritási sorrendje úgy, hogy az ne lépje túl a rendelkezésre álló keretet (források összegét), és társadalmi-gazdasági-környezetvédelmi szempontból a legnagyobb hasznossággal bírjon ?

A prioritási sorrend meghatározásához többféle megoldás is rendelkezésre áll:

- az 1. pontban bemutatott módszerek valamelyikét kiválasztva (vagy önkényesen vagy a feladathoz igazítva) összehasonlíthatók a kapott eredmények, és annak alapján dönthető el a prioritási sorrend – tudomásul véve a felhasznált módszer előnyeit és hátrányait;
- olyan módszer is választható, amelyik a monetáris értékeken kívül pénzben nem mérhető hatásokat is figyelembe vesz (pl. a költségtérkép vagy költségelemzés), de tartalmaz pontozásos rendszeren alapuló, szakértői becslésre támaszkodó szubjektív elemeket;
- kialakítható egy – a többféle módszer eredményeit tömörítő – globális mutató, amelyik lehetőleg a minimális mértékben szubjektív;
- a döntésméletre támaszkodva, amennyiben a létezőnek ilyen adatok – valószínűségi értékekkel operáló döntés-sorozat alakítható ki, ahol minden egyes lépést számítások vagy összehasonlítások előznek meg.

A felsorolt megoldások nem válnak el élesen egymástól, a különféle megközelítési módusok kombinálhatóak, összerendezhetőek, így például a döntésméletre támaszkodva (d.), de a monetáris értékeken kívül a pénzben nem mérhető hatások is figyelembe vehetők (b.). A megfelelő eljárás kiválasztása is már egy döntés. A prioritási sorrendre vonatkozó eljárás első lépése annak eldöntése, hogy mi legyen a kiválasztás első kritériuma, melyeknek legyen primátusa a többivel szemben: 1) a politikai, 2) a gazdasági, 3) a területi (területfejlesztési) vagy a 4) környezeti (környezetvédelmi) szempontoknak. Már itt érdemes rögzíteni, hogy a módszerben a **politikai szempontokat nem vettük figyelembe** – abból kiindulva, hogy bármelyik projektet csak gazdasági és társadalmi szempontból érdemes értékelni. A prioritási sorrend meghatározása elsősorban gazdasági kérdés, a következő (politikai) döntés már nem az üzleti szakma feladata, mivel a sorrendet a későbbiek során a politika a saját szempontjai szerint „rendezi át”.

2.2. A módszer kiválasztása

A döntési feladat, amelyik előtt állunk, egyik sajátos vonása az, hogy a különféle értékelési szempontok gyakran egymásnak ellentmondóak, például a leggyorsabb építési technológia vagy a topográfiailag legkedvezőbb vonalvezetés egyúttal a legdrágább is. További nehézséget okoz a szubjektív szempontok kezelése. Általában döntési helyzetben nem egyetlen szempont, tényező vagy cél alapján döntünk, hanem figyelembe vesszünk más szempontokat is. Az ún. többszemponatos (vagy többszemponatú) döntések elmélete (a Multi Attribute Utility Theory) arra épül [16], hogy a hasznosság (utility) alapján külön-

böztetjük meg a „rossz” dolgokat a „jó” dolgoktól. A hasznosság az emberi döntések alapja, így teljesen objektív sohasem lehet, mert a döntéshozó értékítéletére, ismereteire, preferenciáira támaszkodik. Az utilitás meghatározása a döntésméletben és a döntés-előkészítésben alapvető jelentőségű, a többszemponatos döntések esetében is az egyes alternatívák hasznosságának a meghatározására törekszünk, ezért az egyik célunkat, mely szerint a prioritási sorrend előállítására alkalmas módszer objektív legyen, maradéktalanul nem lehet teljesíteni. E feltétel azonban olyan formában kielégíthető, hogy lehetőleg minél kevésbé legyen szubjektív.

A többszemponatú döntési feladatok megoldása lépéseinek sorrendje a következő (Rapcsák T. 2004 [13], p. 19):

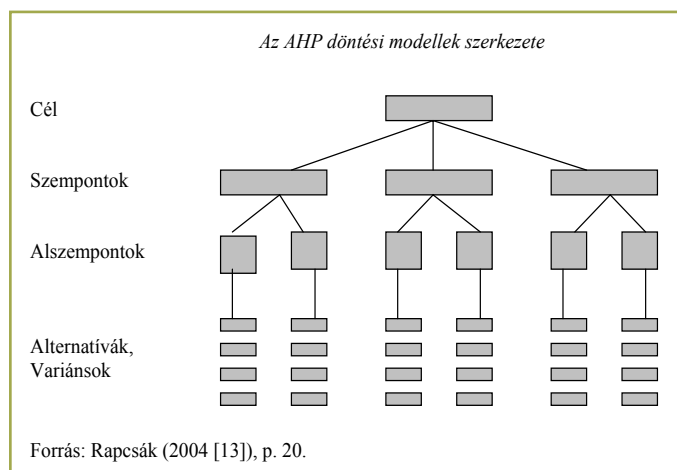
- a cél megfogalmazása,
- az alternatívák kiválasztása,
- a szempontok meghatározása.

Elsőként a döntési feladat felépítését célszerű rögzíteni a következő lépésenként:

- minden alternatíva, variáns kiértékelése minden szempont szerint;
- a szempontok súlyainak a meghatározása (a szubjektivitás itt elkerülhetetlen);
- az értékek és a súlyozás összegzése.

A többszemponatú döntési problémák megoldására alkalmas egyik eljárás lehet az ún. AHP (Analytic Hierarchy Process), ami lehetővé teszi a döntési feladatok logikus rendszerbe foglalását. Az előzőekben leírtakra támaszkodva a döntési feladatok megoldásának első lépése a döntési feladat felépítése, ami a cél megfogalmazásából, az alternatívák kiválasztásából és a szempontok meghatározásából áll. A következő idézet tömören ismerteti az analitikus hierarchikus folyamat felépítését.

„Az AHP-ben a döntési probléma az áttekinthetőség érdekében egy többszintű fastruktúráként van ábrázolva, amelynek legfelső szintjén a cél, az alatta levő szinteken a szempontok, az alszempontok stb., a legalsó szinten pedig az alternatívák helyezkednek el. A legalacsonyabb szinten levő szempontokat levélszempontoknak nevezzük.” (Rapcsák T. 2004 [13], p. 20.) Az AHP döntési modellek szerkezetét az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: Az AHP döntési modellek szerkezte

A teljesség érdekében megemlíthető, hogy a legelterjedtebb, AHP módszertanra épülő döntéstámogató szoftver az Expert Choice (EC). Ahogyan az 1. ábrán is látható, hogy az EC modellekben a grafikus ábrázolásban az alternatívák nincsenek megkülönböztetve a szempontoktól. Az egyedüli különbség

az, hogy az alternatívák helyezkednek el a szempontfa legalsó szintjén. Az EC által kezelt fák legfeljebb 5 szint mélységűek, és egy szempontnak legfeljebb 9 alszempontja lehet, így – mivel az utolsó szinten az alternatívák vannak – elvileg $7380 = (9 + 92 + 93 + 94)$ szempont kezelhető; ezekből 6561 levélszempont. Az AHP döntési modellekben a cél mindig az adott alternatívák rangsorának a meghatározása. Az értékelési szempontok fastruktúrába vannak rendezve, ezért a szempontok közötti összefüggéseket is figyelembe lehet venni.

Vizsgáljuk meg először a prioritási sorrend meghatározásánál a d. felsorolás alatt említett módszert, ahol valamilyen valószínűségi értékre építve alakítjuk ki a döntési sorozatot! Ez a módszer többféle is lehet, ide sorolhatók a döntési fák módszere és az ún. Promethee módszerek.

A döntési fák módszere egy olyan döntésméleti keret, amelyik megmutatja az adott döntés anatómiáját [16]. A döntési fa sajátos struktúrába rendezett pontokból és ágakból áll, ahol az ágak az alternatív cselekvési lehetőséget reprezentálják. Ha úgy állítjuk össze, akkor a fa megmutatja azt az utat, amelyik elvezet a lehetséges következményekhez, de ezen kívül általában leírja az egyes utakkal járó kifizetéseket és a különféle véletlen eseményekhez tartozó valószínűségeket.

Newman szerint (1971 [11]) bár nincs egyetlen legjobb módszer a döntési fa felépítéséhez, néhány szempontot érdemes szem előtt tartani. A döntési fának olyan döntésekre és eseményekre kell korlátozódnia, amelyek hatással vannak azokra a következményekre, amelyeket a döntéshozónak össze kell hasonlítania. A részletesség is igen fontos szempont (azaz annyi adatnak kell a birtokunkban lenni, hogy legyen lehetőség a döntés mérlegelésére, de ne vesszünk el a részletekben!). Megemlítendő még, hogy a döntési fa ugyanolyan jól használható, ha csupán ceruzával és számológéppel dolgozunk, mintha a legkorszerűbb informatikai módszerekre támaszkodunk.

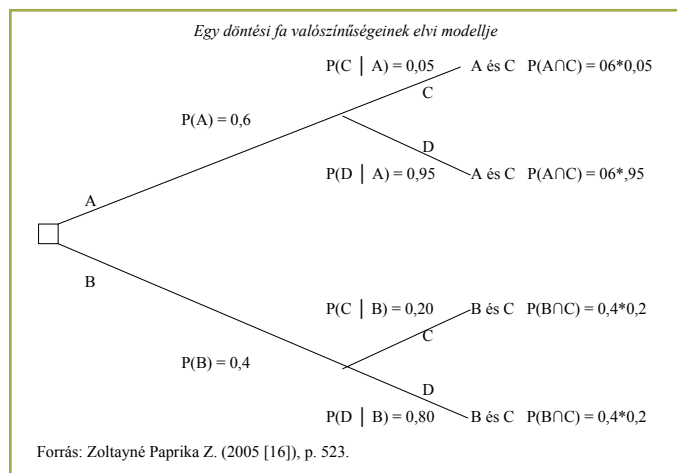
Annak érdekében, hogy egy döntéshozó döntési fát állítson össze, az alábbi feladatokat kell elvégeznie (Zoltayné Paprika Z. nyomán, 2005 [16]):

1. A döntési pontok és a különböző pontoknál szóba jöhető alternatívák azonosítása.
2. A bizonytalansági pontok és minden egyes pontnál a lehetséges történések, események típusának vagy besorolásának az azonosítása.
3. Az elemzéshez szükséges értékek, mindenekelőtt a különféle események valószínűségének a becslése, a cselekvések eseményeinek feltárása, valamint az események és cselekvések költségeinek és hasznainak a becslése.
4. Az alternatív értékek elemzése a cselekvéssorozat kiválasztásához.

A döntési fa valószínűségi értékeinek megállapítására tapasztalati adatokra van szükség, az elméleti alapok a feltételes valószínűség elvére támaszkodnak. Egy illusztratív megoldás a 2. ábrán látható.

A feltételes valószínűségi értékek a következőképpen értelmezhetők: az A ágon megadott esemény bekövetkezésének feltétel nélküli valószínűsége 0,6 (vagy 60%), az A ághoz kapcsolódó C eseményéé, feltéve, hogy A bekövetkezik: 0,05 (vagy 5%); az A és C együttes bekövetkezésnek valószínűsége pedig a kettő szorzata: 0,03 (vagy 3%).

A módszer egyszerűen és jól használható dichotom vizsgálatok esetén (amikor valamilyen esetben két változatot hasonlítunk össze), de alkalmazásához nagyon sok tapasztalati adatra,



2. ábra: Egy döntési fa valószínűségeinek elvi modellje

valószínűségi értékekre van szükség, ezért annak használata – bármennyire előnyös és kézenfekvő lenne – egyelőre nem javasolt.

Az AHP módszer szintén páros összehasonlítások esetén alkalmazható. E módszernél azonban nem kerülhető meg a szempontok súlyainak meghatározása és az alternatívák megadott szempontok szerinti értékelése, ami bizonyos fokú szubjektivitást „visz” a számításokba. Mivel a döntési feladatok megoldása során keletkező tapasztalati páros összehasonlítás mátrixai sok esetben nem konzisztensek, ezért e módszer igénybevétele szintén nem javasolt.

A költséganalízis segítségével összevethetők a különféle utépítési projektek, de a módszer pontozásos eljárásra épül, az inputokat a számításokhoz felhasználható formában rendszerezni kell, mégpedig olyan formában, hogy lehetőség legyen a két- vagy több változat összehasonlítására. A pénzügyi, nem pénzügyi bemenő adatokhoz, az externális hatásokhoz és minőségi tényezőkhöz egységes súlyokat kell megadni – szakértői becslés segítségével. Ugyanígy a kockázati tényezők nagyságának megállapítására is súlyokat kell megadni, de azokat már változatonként. Magától értetődően az eljárás két vagy több utépítési projekt összevetésére is alkalmas, de nem nélkülözi a már többször említett szubjektivitást, hiszen a pontok (vagy súlyok) megadása csak szakértői becsléssel történhet.

A Promethee módszerek felépítése [13] hasonló a többi többszempontú döntési eljáráséhoz. A feladat felépítése a már ismert sémát követi: 1) a cél megfogalmazása; 2) az alternatívák kiválasztása; 3) a szempontok meghatározása.

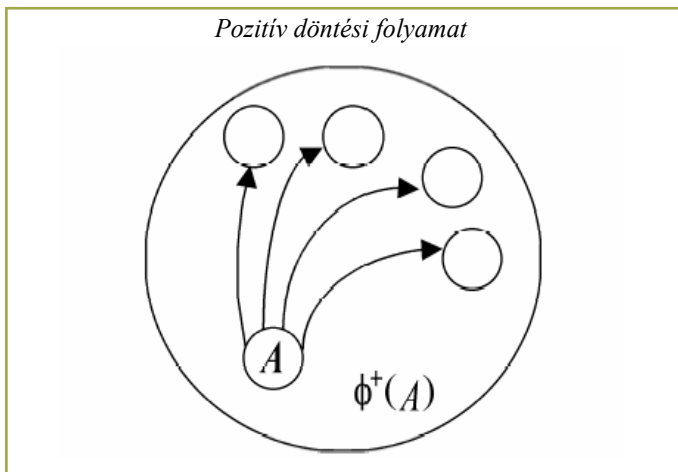
A döntési feladat szintén tartalmaz súlyozást:

- 1) a szempontok súlyainak meghatározását, valamint
- 2) minden alternatíva kiértékelést minden szempont szerint,
- 3) az értékelések és súlyozás összegzését.

Ha van arra lehetőség, akkor a szempontok súlyozása mellett az is meghatározható, hogy melyik értéket tekintjük kedvezőbbnek: a nagyobbat vagy a kisebbet. Ezen kívül a tapasztalati adatokat felhasználva meghatározható az ún. preferencia függvény típusa is. A részletes ismertetést mellőzve annyit érdemes megjegyezni, hogy ezek a függvények egy kivétellel küszöbértéket tartalmaznak, és azt jelentik, hogy pl. az A változat nem jobb B-nél, vagy csak kevéssel jobb, vagy előnye jelentős mértékű (szignifikáns), esetleg egyértelműen jobb. A következők a Promethee módszer leegyszerűsített változatára tesznek javaslatot.

A Promethee módszerekben annak érdekében, hogy teljes rangsort lehessen felállítani – ami a gyakorlati esetekben nagymértékben függ a súlyozás megváltoztatásától – bevezetik a döntési folyam (outranking) fogalmát [13]. A módszerben használatos definíció szerint, n számú alternatíva esetén a pozitív döntési folyam

$$\phi^+(A) = \frac{1}{n-1} \sum_{X \in A} P(A, X).$$

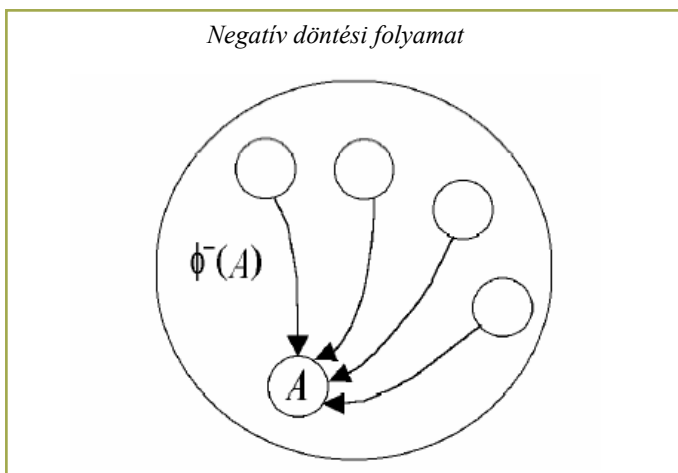


3. ábra: Pozitív döntési folyamat

A pozitív döntési folyam értéke azt mutatja meg, hogy egy adott, A variáns mennyivel jobb az összes többinél, vagy mennyire erős a többihez képest. Ezt szemlélteti a 3. ábra.

A módszerben használatos definíció szerint, n számú alternatíva esetén a negatív döntési folyam

$$\phi^-(A) = \frac{1}{n-1} \sum_{X \in A} P(A, X).$$



4. ábra: Negatív döntési folyamat

A negatív döntési folyam értéke azt mutatja meg, hogy egy adott, A variánsnál mennyivel jobb a többi változat, vagy mennyire gyenge A a többihez képest (lásd: 4. ábra).

A fenti kétféle megoldás közül a pozitív döntési folyamatot használjuk, hiszen arra vagyunk kíváncsiak, hogy melyek azok a projektek, amelyek jobbak a többinél, nem pedig fordítva (melyek a gyengébbek a többihez viszonyítva).

A módszer leírása és tesztelése előtt néhány össze-

függést tisztázni kell. Mik legyenek a kiválasztás szempontjai, mit használhatunk a projektekből? Az a jó, ha valamennyi mutató rendelkezésre áll, amennyiben nem, akkor az ún. banki eljárás-hoz folyamodhatunk. Ez azt jelenti, hogy a hiányzó adatot valamilyen formában, valamilyen értékkel kipótoljuk. A pénzügyi szférában ennek az az alapelve, hogy ha egy adatot nem ismerünk, akkor arról feltesszük, hogy értéke kedvezőtlen (a lehető legalacsonyabb). Ennek az eljárásnak azonban az a feltétele, hogy a hiányzó adatok száma ne legyen túlságosan nagy. A legalacsonyabb értékeket illetően mi annyira nem leszünk szigorúak, mint a pénzügyi szféra, hanem annyit engedünk meg, hogy a kedvező értékek közül a még elfogadható legalacsonyabbat vesszük (például ha a belső megtérülési ráta értékét nem ismerjük, akkor 0-nak tekintjük, nem pedig negatívnak).

Már a döntési sorozat összeállítását is döntéssel kell kezdeni. Az első döntés az, hogy a módszerben politikai szempontokat nem veszünk figyelembe. A következő annak eldöntése, hogy mit tekintünk lényegesnek. Ha a fenntartási tevékenység beruházási igényét hasonlítjuk össze a fejlesztésével, akkor a már említett halasztás vagy mulasztás problematikájára alapozhatunk. Mulasztásról beszélhetünk akkor, ha egy út felújítása meghaladja a korábbi évekre tervezett kapacitásbővítő beruházás értékét, vagy egy másik példával élve akkor, ha egy elkerülő út projektjének kivitelezését forráshiány miatt több éven keresztül halogatjuk, majd az – addig az átmenő forgalomra igénybevett – útszakasz jelen idejű felújítási értékének és az elkerülő szakasz korábbi évekre tervezett diszkontált beruházási értékének az összege meghaladja az új (elkerülő) út jelen idejű forrásszükségletét:

$$[I_n^f + I_0^e \cdot (1+r)^n] > I_n^u ;$$

ahol I_n^f = az átmenő szakasz felújítási költsége az n -edik évben,

I_0^e = az eredetileg tervezett elkerülő szakasz építési költsége a 0-dik évben,

I_n^u = az újonnan tervezett elkerülő szakasz építési költsége az n -edik évben,

r = megtérülési ráta (rate of return),

n = az eredetileg tervezett kivitelezéstől eltelt idő.

Az egyszerűsített módszernél (éppen az egyszerűsített végett) valamennyi súlyt 1-nek vesszük (azaz nem részesítjük előnyben egyik hatékonysági mutatót sem), valamint nem határozzuk meg a preferencia függvény típusát és paramétereit. A kiszámított hatékonysági mutatók legkedvezőbb, illetve legkedvezőtlenebb értékei viszont megadhatók az 1. pontban bemutatott mutatók közötti összefüggések alapján. A határértékek felhasználása a pénzügyi elemzés módszerét követi.

A pénzügyi elemzés a kiválasztott cég egészségi állapotának a vizsgálata, amelynek során – segédeszközként – arányszámokat használunk fel. Gyakorlatilag egy olyan hányadost határozzunk meg, ahol a számlálóban és a nevezőben szereplő adatok a vizsgált vállalat mérlegéből származnak, a hányados konkrét értéke már összehasonlítható egy ideális értékkel, vagy viszonyítható egy elméleti maximumhoz, illetve minimumhoz. A diagnózis az eltérések elemzésére épül. Egy adott vállalat esetében az egymás után következő évek összehasonlítása idősoros elemzésre, az egy éven belül különféle vállalkozások összevetése keresztmetszeti elemzésre alkalmas, ahol azt is figyelembe kell venni, hogy csak hasonló dolgok mérhetőek össze. Ugyanez a logika

alkalmazható a projektek prioritási sorrendjének a meghatározásakor is.

A pénzügyi elemzési mutatók analógiájára a különböző hatékonysági mutatók határértékei (a zárójelben a legkisebb, minimum vagy legnagyobb, maximum azt jelzi, hogy melyik a legkedvezőbb érték), amelyekhez a döntési feladatban viszonyítunk, az alábbiak:

- az első üzemelési év megtérülési hányada akkor kedvező, ha értéke legalább 10%, azaz $t_1 \rightarrow \max.$, de nagyobb 0,1-nél;
- a megtérülési időtartam esetében a minél alacsonyabb érték a jó (ekkor egyenlő a várható haszon a felmerülő költségekkel = költségfedezeti pont), azaz $t_m \rightarrow \min$;
- nettó jelenérték: ha az előnyök meghaladják a költségeket (miután mindkettőt időértékének megfelelően módosítottuk), a nettó jelen érték pozitív, tehát a beruházási terv elfogadható, ellenkező esetben a beruházás kedvezőtlen, ezért annak tervét el kell utasítani, azaz NPV $\rightarrow \max.$, de nagyobb 0-nál;
- a haszon/költség hányados alapján egy beruházás akkor kedvező, ha értéke legalább 1, vagy két projekt közül az a kedvezőbb, amelyiknek a hányadosa nagyobb, azaz HKH $\rightarrow \max.$, de nagyobb 1-nél;
- ha a belső megtérülési ráta magasabb az alternatív költségnél, akkor beruházás elfogadható, több változat összehasonlítása esetén pedig a legmagasabb érték a legkedvezőbb, azaz BMR $\rightarrow \max.$, de nagyobb, mint az alternatív költség;
- az – Útmutató (2003 [15]) szerint számított – externális hatások eredője nyilvánvalóan csak akkor fogadható el, ha az pozitív (számított értékek esetén a magasabb), azaz $h_e \rightarrow \max.$, de legalább pozitív előjelű;
- az – Útmutató szerint számított – gazdaságélénkítő hatások értékelése azonos az externális hatásoknál leírtakkal, azaz $h_g \rightarrow \max.$, de legalább pozitív előjelű;
- a beruházás nettó költsége olyan szempontból játszik szerepet, hogy mekkora a rendelkezésre álló források összege.

Az egyszerűsített Promethee módszerrel sorba vesszük valamennyi mutatót, és azt határozzuk meg, hogy az adott beruházás kiszámított hatékonysági mutatójának konkrét értéke a megadott határértékhez képest hányadik a többi projekt adatával összehasonlítva. A bemenő adatok egy olyan mátrixot alkotnak, amelyiknek nyolc oszlopa van (a projekt sorszáma vagy kódja és a hét hatékonysági mutató) és annyi sora, ahány projektet vizsgálunk. A hatékonysági mutatókat oszloponként rakjuk sorrendbe; a sorrend attól függ, hogy a főttebb megadott határértékekhez képest egy adott projekt konkrét értéke mennyivel kedvezőbb (pozitív döntési folyamat).

A rangsor (n számú projekt esetén) kétféleképpen állítható össze:

- a legjobb helyezést elért projektek az összes projektszám alapján annyiszor (a megadott lista szerint) n pontot kapnak, ahányszor az első helyen szerepelnek, a második helyen már csak n-1-et és így tovább. Ennek az az előnye, hogy a legkedvezőbb értékekkel rendelkező beruházások maximális pontszámot érnek el, tehát a döntés viszonylag egyszerű;
- b. a legjobb helyezést elért projekt(ek) 1-es, a második legjobb(ak) 2-es értéket kap(nak) stb. Ez az eljárás egysze-

rűbb, mint az előző, hátránya viszont az, hogy ha valamelyik beruházásra nincs adat, akkor annak lesz a legalacsonyabb pontszáma, azaz a valóságosnál jobb helyezést ér el.

Ahogy már említettem, a döntési fa módszere ugyanolyan jól használható, ha ceruzával és számológéppel dolgozunk, mintha a legbonyolultabb modellekre építünk. Ez a megállapítás a Promethee módszerre is igaz. A feladat megoldható Microsoft Access segítségével, de megoldható Excel táblázattal is, makrók nélkül. Ebben az esetben az Excel táblázatban a soraiba (vízszintesen: B1, C1, ...) írjuk a felhasználandó mutatókat (megtérülési hányad az első üzemeltetési évre, megtérülési időtartam, azaz t_1 , t_m , NPV, HKH, BMR, h_e , h_g), míg a függőlegesbe (A2, A3, ...) a projektek sorszámát vagy nevét. Ezután a táblázat megfelelő helyeire írjuk a különféle projektekhez tartozó konkrét értékeket. Ekkor létrejön a sorrend. Kimásolás után a visszavonás gombbal visszaállítjuk az eredeti táblát, és a többi mutatóval is végrehajtjuk a feladatot. A manuális eljárásnál a sorrendekbe behelyettesítjük (felülről lefelé haladva) az n, n-1, n-2 stb. értékeket, majd projektenként azokat összeadva állítjuk elő a rangsort (a legnagyobb értékű lesz az első, a következő a második és így tovább).

2.3. A módszer tesztelése

Az Útmutató (2003 [15]) segítségével valamennyi esetben (valamennyi projektre) kiszámítjuk a megtérülési időt, a belső megtérülési rátát és az externális hatásokat. Ha a számítások megfelelően részletesek, akkor a területfejlesztési hatások is ismertek. A kutatás során 34 projektet vizsgáltuk meg (ebből az egyiknek két változatát külön-külön) a különféle megtérülési, hatékonysági mutatók segítségével. Ezek közül 14 elkerülő út, hat négy-sávósítás (az egyik két változattal), 10 útrahabilitáció és négy új út építése. Az 5. táblázat a 34 projektekből tizenkettőt tartalmaz a leírás sorrendjében (azaz pl. ha a sorszám 1.3., akkor az első számjegy az elkerülő utakat jelöli, a második pedig a harmadikként vizsgált beruházást. Ez a megoldás abból a szempontból kedvező, hogy – a szubjektivitás csökkentése érdekében – a döntéshozót ne befolyásolja az adott beruházás olyan adata, amelyik bármilyen formában is utalna konkrétan magára a projektre).

Az első üzemelési évre számított megtérülési hányad alapján a legkedvezőbb 3.7 számmal jelölt, a második a 3.6 számmal jelölt projekt. A megtérülési időtartam szempontjából a legjobb az 1.12 számmal, a második 2.5 számmal ellátott beruházás. Ugyanígy módon a nettó jelenérték esetében az 1.14, a haszon/költség hányados és a belső megtérülési ráta esetében egyaránt az 1.4, az externális hatásokat és gazdaság-élénkítő hatást tekintve az 1.9 sorszámú projekt a legkedvezőbb. Mivel a módszer tesztelésébe összesen 33+2 projektet vontunk be (az egyikre két eltérő változat is készült), értelemszerűen az $n = 35$. Ebből következően az első üzemelési évre számított megtérülési hányad esetében a 3.7 számú projekt értéke, a megtérülési időtartam esetében az 1.12 projekt értéke egyenlő 35-tel stb. Az első üzemelési évre számított megtérülési hányad esetében a 3.6 számú projekt értéke, a megtérülési időtartam esetében az 1.12 projekt értéke egyenlő 34-gyel, stb. A kapott részlet-eredmények, valamint a prioritási sorrend a 6. táblázatban találhatóak, azokat a kiválasztott, az 5. táblázatban szereplő projektek sorszáma szerinti rendben tartalmazza.

A 6. táblázatban csupán kódszámokkal leírt sorrendet a kutatásban vizsgált projektekre természetesen nevesítettük.

5. táblázat: A vizsgált projektek hatékonysági mutatói

Sorszám	Megtérülési hányad az első üzemelt. évre	Megtérülési időtartam (év)	Nettó jelenérték (Mrd Ft)	Haszon / költség hányados	Belső megtérülési ráta (%)	Externális hatások eredője	Gazdaság-élénkítő hatás	Beruházás nettó költsége (Mrd Ft)
1.1	35,00	3	25,20	6,10	34,0	+	0	...
1.3	...	...	13,02	6,64	36,0	+	?	...
1.4	24,68	4	19,9	8,71	38,0	+	0,016	...
1.6	...	...	0,46	1,33	7,5	1,904	0	1,36
1.7	7,80	13	6,03	2,31	12,2	?	0	5,13
1.10	7,16	14	1,74	2,14	11,2	2,101	0,017	1,62
1.13	2,00	16	8,04	2,16	9,2	?	?	...
2.1	2,90	15	5,27	1,93	9,9	+	...	...
2.2/A	6,00	0	-0,51	0,87	3,3	+	...	...
2.2/B	6,00	11	6,80	2,73	14,0	+	...	...
3.3	18,60	4	0,32	1,32	12,2	+	—	0,96
4.1	29,00	4	14,28	...	30,8	+	...	...

6. táblázat: A kiválasztott projektek prioritási sorrendje

Projekt sorszáma	Pontszámok								Összpont-szám	Rangsor
1.1	33	33	33	32	31	28	17		207	2.
1.3	34	34	30	29	26	26	25	24	228	1.
1.4	32	32	30	29	24	22	20		189	3.
1.6	32	30	29	15	15	14	12		147	8.
1.7	30	29	28	25	23	23			158	6.
1.10	33	33	28	25	24	19	6		168	4.
1.13	31	27	26	26	17	15			142	9.
2.1	30	29	23	22	21	18	17		160	5.
2.2/A	26	23	12	3	2	2			68	27.
2.2/B	31	25	25	25	24	22			152	7.
3.3	28	22	19	14	11	10			104	19.
4.1	32	31	30	18					111	16.

A prioritási sorrend úgy jön létre, hogy a rangsorolás nem tesz különbséget a projekt jellege szerint (nem differenciál aszerint, hogy elkerülő útról, négyasóvitásról, rehabilitációról vagy új út építéséről van-e szó), hanem pusztán aszerint, hogy a különféle mutatók összevonásával (szintézisével) kapott eredmények közül melyik a jobb.

Amennyiben a beruházások költsége éves ütemezésben rendelkezésre áll, akkor az előbbi sorrend mellé állítva a halmozott összegeket megállapítható, hogy az összes forrás felülről

lefelé haladva hány projekt realizálását teszi lehetővé.

Végezetül összefoglalva a kapott eredményeket érdemes felidézni, hogy a kutatás célja egy olyan módszer kidolgozása volt, amely az országos közúthálózat fejlesztésére fordítható korlátos összeget úgy osztja szét a „korlátlan” számú projekt között, hogy az osztásadalmi haszon a lehető legnagyobb mértékű legyen, és e módszer segítségével összehasonlíthatóvá válnak a különféle projekt-típusok. Emellett a módszer lehetőleg a minimális mértékben legyen szubjektív, valamint ne legyen

túlsgósan bonyolult vagy legyen egyszerűen kezelhető.

A szerző úgy véli, hogy a kidolgozott és letesztelt eljárás megfelel ezeknek a kritériumoknak: sorrendet képez, az azonos tartalmú mutatószámok szintetizálásával a különböző beruházásokat rangsorba állítja. Mivel mellőzi az ún. szakértői pontozásos rendszert, ezért objektívnek tekinthető, valamint a prioritási sorrend egyszerűen meghatározható, sokkal könnyebben számítható, mint más hasonló döntési eljárások. Mindenképpen megemlítenő azonban a módszer hátrányos tulajdonsága, mégpedig az, hogy a prioritási sorrend csak azonos tartalmú vagy másképpen fogalmazva: az azonos módszerrel kiszámított, megállapított mutatószámokból képzett aggregált mérőszámmal alakítható ki. Bár az ún. banki értékelési szempont (hiányzó adat esetén a legrosszabb értékkel számolunk) kevés számú hiányzó adatnál célravezető lehet, a nagyszámú hiányzó adat viszont a rangsor, a prioritási sorrend meghatározását lehetetlenné teszi. Természetesen a módszer nem tekinthető teljesen lezártnak, a szakértői észrevételek segítségével tovább javítható, finomítható.

Felhasznált irodalom

- [1] Bauer A; Berács J.: Marketing. Aula Kiadó, Budapest, 1999.
- [2] Brealey, R. A.; Myers, S. C.: Principles of Corporate Finance. McGraw-Hill International Editions, New York, 1988.
- [3] De Quiros, B. F.; Faller, P.; Quinet, R.: Evaluating Investment in Transport Infrastructure. ECMT Economic Research Centre, Párizs, 1992.
- [4] Gazdasági és Közlekedési Minisztérium: Magyar közlekedéspolitikai 2003-2015. Budapest, 2003. szeptember.
- [5] Guide to cost-benefit analysis of investments projects. EC. É. sz. nélkül.
- [6] IP3: Infrastructure Investment and Financial Analysis: Effective Analytical Techniques for Financing Public and Private Infrastructure Projects for the 21st Century. IP3 the Institute for Public-Private Partnership. Washington D.C., 1999. március-április.
- [7] Jászberényi M.; Pálfalvi J.: Közlekedés a gazdaságban. Aula Könyvkiadó, Budapest, 2006.
- [8] Kornai J.: Erőltetett vagy harmonikus növekedés. Gondolatok a gazdasági növekedés elméletéről és politikájáról. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972.
- [9] KTI: Korszerű közlekedési hálózat fenntartási, üzemeltetési és finanszírozási egyensúlyának kutatása. Témavezető: dr. Pálfalvi J. OM pályázati azonosító: KOZ-00028/03.
- [10] KTI: Közúthálózat-fejlesztési projektek prioritási sorrendjének meghatározása. KTI kutatási jelentés. Témavezető: dr. Pálfalvi J., közreműködött: Horváth P. UKIG konzulens: Felméri Béla. Budapest, 2005. november.
- [11] Newman, J. W.: Management applications of decision theory. Harper & Row, New York, 1971.
- [12] Ostrenga, M. R.; Ozan, T. R.; McIlhatten, R. D.; Harwood, M., D.: Kézikönyv az ABC-költségelemzésről. Ernst & Young. CO-NEX Könyvkiadó Kft. Budapest, 1999.
- [13] Rapcsák T.: Többszemponutú döntési problémák. Egyetemi oktatáshoz segédanyag, BKÁE, Budapest, 2004.
- [14] Samuelson, P. A.: Közgazdaságtan című könyvében (Közgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 1976.)
- [15] Útmutató a külterületi közúthálózati fejlesztések költség-haszon vizsgálatához. Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, Közúti Közlekedési Főosztály, 2003. november.
- [16] Zoltayné Paprika Z.: Döntéelmélet. Alinea Könyvkiadó, Budapest, 2005.

Summary

Ranking of road infrastructure projects

The paper describes the various methods used for the evaluation of various road projects (cost-benefit analysis, cost-efficiency analysis, multi-criteria analysis, etc.). The method proposed by the author is based on 8 indicators (first year rate of return, period of return, net present value, benefit-cost ratio, internal

rate of return, external impacts, impacts on economic development and net project costs). The final ranks of the projects are calculated as the sum of their ranks according to the 8 different indicators. The method was tested by the ranking of 35 road projects in Hungary.

Summary

Mileage-Based Road User Charges

David J. Forkenbrock, Paul F. Hanley

Public Roads Vol. 69. No. 5. March/April 2006.

<http://www.tfhrc.gov/pubbrds/06mar/02.htm> á:12, t:3, h:23.

A közúti kiadások finanszírozásának fő forrása az USA-ban csaknem egy évszázada az üzemanyag adója. A gépjárművek fogyasztásának csökkenése és az alternatív hajtóanyagok várható elterjedése miatt a meglévő finanszírozást alapjaiban kell megváltoztatni. Az útdíj szedés jelenleg alkalmazott díjkapus módszere azonban nem hatékony, és még elektronikus díjszedés esetén is képes torlódásokat okozni. A jövőbeni finanszírozási lehetőségek közül a legígéretesebb a távolság-alapú, a megtett úttal arányos díjszedés bevezetése. A Szövetségi Útügyi Hivatal és 15 állam közös kutatása vizsgálta a távolság-alapú díjszedést, és azt egyértelműen kedvezőnek találta. A GPS technológia alkalmazásával megoldható a megtett úttal arányos díjnak az egyes területi közigazgatási egységek közötti szétosztása. A tervezett rendszer nem sérti a személyiségi jogokat, mert csak a díjösszeg kerülne anonim módon tárolásra. A kutatók megállapították, hogy a meglévő járműpark fedélzeti egységgel és GPS vevővel történő felszerelése nem gazdaságos és nehezen kivitelezhető. A javaslat ezért az új járművekbe történő kötelező beépítést támogatja, amely tömeges kivitelezésben csak mintegy 50 dollár többletköltséget jelentene járművenként. 10 év múlva a járműpark kétharmada, 20 év múlva már 95%-a alkalmas lenne az új díjszedés működtetésére. A tehergépkocsik esetén az ellátottsági értékek kissé alacsonyabbak. Az átmeneti időszakban megmaradó üzemanyag adó azonban a kétszeres fizetés problémáját veti fel az új rendszerrel felszerelt járművek esetén. Ez a probléma egy tankolást figyelő elektronika díjszedési rendszerbe kapcsolásával megoldható. A távolság-alapú díjszedés számos további előnyt hordoz magában. A nehéz tehergépkocsik esetén a díj a használt út állapotától, kategóriájától függő lehet. A torlódások csökkentése az időszakok szerint változó díjszinttel érhető el. Környezetbarát járművek kedvezőbb tarifával üzemelhetnek. A távolság-alapú díjszedés melléktermékeként a járművek mozgásáról összegyűjtendő honnan-hová célforgalmi és útvonal-használati adatok a hatékonyabb közlekedéstervezést segíthetik.

G. A.

SEBESSÉGVÁLASZTÁSI SZOKÁSOK VIZSGÁLATA CSONGRÁD MEGYE KÖZÚTHÁLÓZATÁNAK NÉHÁNY KIEMELT SZAKASZÁN AZ EMELT SEBESSÉG BEVEZETHETŐSÉGÉNEK MEGALAPOZÁSÁRA¹

DR. VÖRÖS ATTILA²

1. Általános bevezető és a feladat ismertetése

Csongrád megye megközelíthetőségét az ország nyugati és északi régióiból – az M5 autópálya kivételével - a közeli években a gyorsforgalmi úthálózat-fejlesztési program nem segíti elő megfelelően, így szükség van a megközelíthetőség javítása érdekében egyéb módok, lehetőségek keresésére.

Az emelt sebesség alkalmazhatóságát vizsgáló feladat a megye főhálózatát alkotó országos fő- és mellékutak külterületi szakaszaira terjedt ki, amelyek a következők: 5. és 43. számú I. rendű főút, 45., 47., 451. és 55. számú II. rendű főút, 4519. jelű összekötő út. Terjedelmi okokból a vizsgálatba bevont útszakaszokból itt csak a 47., az 55. és a 451 sz. főutakra vonatkozó vizsgálat eredményeit ismertetem.

A döntés-előkészítő tanulmány keretében vizsgálat készült a megjelölt fő- és mellékutak forgalmi viszonyairól, kiépítési paramétereiről, baleseti helyzetéről, környezeti körülményeiről, illetve arról, hogy ezek mennyiben felelnek meg (vagy feleltethetők meg kisebb-nagyobb átalakítással) az alábbi cikk szerzője által vezetett munkacsoport 1999-2000-ben készített, az emelt sebesség bevezetésének szükséges, általános feltételeit részletesen ismertető tanulmányában leírtaknak.

Jelen cikkben e tanulmánynak a sebességválasztási szokásokról készült részét emeli ki és elemzi.

Hangsúlyozni kell, hogy az ajánlott paraméterek megléte szükséges, ám nem elégséges feltétel. A bevezetés csak akkor valósítható meg a gyakorlatban, ha ennek jogi alapja biztosítottá válik. A KRESZ módosításának 2001. májusától érvényes előírásai értelmében, elviekben a 90 km/óra sebességhatár az országos úthálózat minden külsőségi szakaszán bevezethető. Valójában ez egy lehetőség csupán, amelynek alkalmazhatósága útszakaszonként egyedileg vizsgálandó.

A tanulmány abban is segíteni kívánt a közútkezelőnek, hogy Csongrád megye hálózati kapcsolatok szempontjából legjelentősebb hét útvonalán megvizsgálja az emelt sebességek bevezethetőségi feltételeinek teljesülését. Akár azt az esetet is feltételezve, hogy a differenciális rövid- vagy középtávon szükségessé válik, és lehetőség nyílik arra, hogy kifejezetten kedvező kiépítésű, vegyesforgalmú utakon az egyéb körülmények kedvező alakulásával személygépkocsik esetén a 100/110 km/órás, tehergépkocsik esetén pedig a 80 km/órás sebességhatár bevezetésére is lehetőség legyen.

2. A vizsgálat módszere

A vizsgálat többféle, különböző módszert alkalmazott. Ezek a következők voltak:

2.1. Lokális sebességválasztási szokások vizsgálata

A vizsgált útszakaszok adott keresztmetszetén áthaladó valamennyi jármű sebességét Nu-Metrics NC-97 mérőberendezéssel mértük.

A vizsgált keresztmetszeteket úgy választottuk ki, hogy mindegyik vizsgálatra kijelölt úton, a helyszíni bejárás tapasztaltak és a videofelvételek alapján egy, az útparaméterek és a kör-

nyezeti feltételek alapján egyaránt kedvező (a továbbiakban: JÓ), illetve egyaránt kedvezőtlen (a továbbiakban: ROSSZ) útszakasz adatait lehessen elemezni. A JÓ és ROSSZ útszakaszokat egymástól lehetőleg a legkisebb távolságra választottuk ki, hogy a forgalom összetétele és szerencsés esetben még a vizsgálat alanyai is ugyanazok legyenek mindkét keresztmetszetben

A mérés eredményeképpen megállapítható volt az adott keresztmetszeten áthaladó forgalom jármű-darabszáma, átlagsebessége, a szabályos sebességhatárt átlépők aránya a teljes forgalom nagyság %-ában, és a forgalom 85%-a által túl nem lépett sebesség (v85) járműkategóriánként.

A mérések minden esetben száraz burkolaton, eső-, pára- és ködmentes időben, nappali órákban történtek.

2.2. Szakaszra jellemző sebességválasztás vizsgálata

A vizsgált utak kiválasztott 2-3 kilométeres szakaszain úszókocsis sebességmérés történt a közlekedők szabad sebességválasztásának megállapítása céljából

A szakaszok kiválasztása úgy történt, hogy azok – lehetőség szerint - tartalmazzák a keresztmetszeti sebességmérésre kijelölt szelvényeket. Így tehát az adott úton a szakaszok között mindig volt egy kedvező forgalmi és környezeti adottságokkal rendelkező (JÓ), illetve egy kedvezőtlen adottságú (ROSSZ) szakasz, hogy a szabad sebességválasztás összehasonlítható legyen.

A mérés során a mérést végző gépkocsi személyzete egy-egy szabadon futó gépkocsi nyomába szegődve, annak sebességét felvéve, távolság- illetve időegységenként sebességleválasztást végzett az előzetesen kalibrált sebességmérővel.

A sebességmérést kizárólag szabadon haladó járművekre végeztük el, hogy a járművezetők saját sebességválasztását vizsgálhassuk. Oszlopban haladó, azt utolérő, előző, vagy a forgalom más körülményei miatt akadályoztatott jármű adatait elvetettük.

A fő cél tehát annak megállapítása volt, hogy a járművezetők különböző körülmények között, akadályoztatás nélkül, szabad akaratukból milyen sebességet választanak.

A vizsgálat eredményeképpen összehasonlítható a JÓ illetve a ROSSZ szakaszokon mért, szakaszra jellemző sebesség, és ellenőrizhető a különböző környezeti feltételek változásának a sebességválasztásra gyakorolt hatása.

2.3. Útparaméterek vizsgálata

A kijelölt utak geometriai és környezeti paramétereit helyszíni bejárás és a bejárás során készített videofelvétel feldolgozásával állapítottuk meg. Ezen vizsgálatban a vizsgálatra kijelölt útszakaszokon a sebesség megválasztásában szerepet játszó tényezők számbavételére és osztályozására került sor. A bejárás során készített videofelvételek feldolgozása alkalmával pedig a helyszínen tapasztalt feltételek és az emelt sebességek bevezethetőségéhez szükséges paraméterek összehasonlítását végeztük el.

¹ Az alapozó méréseket és az elsődleges adatfeldolgozást a szerző irányításával a KTI Rt. munkacsoportja végezte

² Okl. építőmérnök, tudományos főmunkatárs, BME Út és Vasútépítési Tanszék, KTI Rt. voros@uvt.bme.hu

Ennek megfelelően az útparaméterek és a környezeti feltételek három csoportját jelöltük ki:

- a sebességkorlátozást igénylő feltételekkel rendelkező (a sebességhatár felemelése kizárt)
- a sebességkorlátozás megfontolását igénylő és (a sebességhatár felemelése kérdéses)
- a kisebb beavatkozással elkerülhető sebességkorlátozások (a sebességhatár felemelésére van lehetőség) szakaszait.

A sebességkorlátozást igénylő szakaszok esetében megjelöltük azokat a hosszabb-rövidebb rész-szakaszokat, amelyeken – igaz, jelentős költséggel – átépítéssel megszüntethetők a sebességkorlátozásra okot adó, kedvezőtlen feltételek (pl.: veszélyes ív átépítése).

Ezek a szakaszok átfedésben lehetnek-vannak egymással, ezért minden szakasz egyedi elbírálást igényel.

A feldolgozás során figyelembe vett paraméterek a következők voltak:

- sávszélesség
- padkaszélesség és leállóság
- vonalvezetés
- gyalogosok előfordulása
- jelöletlen lakott területek előfordulása
- csomópontok és útcsatlakozások kiépítettsége
- lassú járművek fel-lehajtási lehetőségei és előfordulása
- burkolatminőség
- oldalakadályok (pl. faszor) távolsága
- látótávolság
- vízvezetés
- vasúti átjárók
- tömegközlekedési megállók
- acél-szalagkorlát alkalmazása
- optikai vezetés

3. A sebességmérések eredményei

3.1. A 47. számú II. rendű főút

3.1.1 A ROSSZ útszakasz

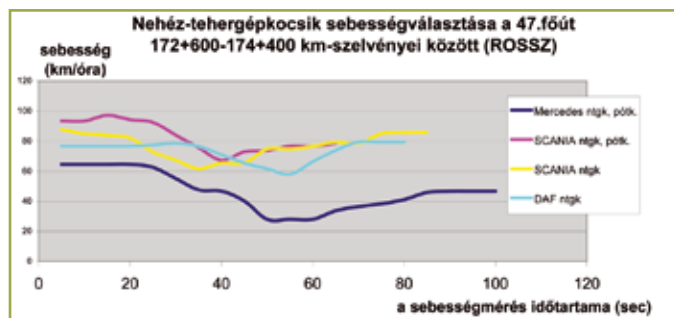
A kiválasztott ROSSZ útszakasz a főút 174+000 km-szelvényébe esett. A szakaszra jellemző sebesség vizsgálata a 172+600 és 174+400 km-szelvények közé eső szakaszon folyt. Ezen a vonalszakaszon sűrűn fordulnak elő kedvezőtlen közlekedési feltételek: egy rendkívül veszélyes ívkombináció, vasúti átjáró, jelöletlen lakott terület, valamint autóbusz-megállók és egy csomópont. A szakasz egy részén vadveszély van, és hosszú szakaszon úthoz közeli fák is előfordulnak. Elmondható tehát, hogy a szakasz „ideálisan rossz”, ami a szakasz hosszán történő sebességválasztás görbéit nagyon jellegzetessé és jellemzővé teszi.



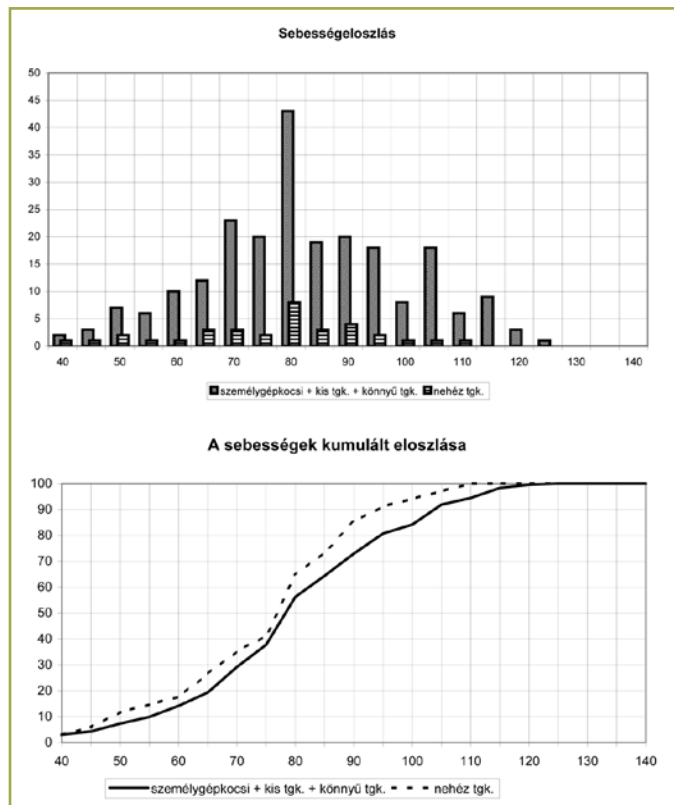
1. ábra.: Személygépkocsik sebességválasztása a 47.főút 172+600-174+400 km-szelvényei között (ROSSZ)

Az 1.-3. ábrákból kiolvasható, hogy

- a személygépkocsik sebessége széles sebességtartományban mozog kb. 50 és 120 km/óra között, és a szakasz hos-



2. ábra: Nehéz-tehergépkocsik sebességválasztása a 47.főút 172+600-174+400 km-szelvényei között (ROSSZ)



3. ábra: Sebességeloszlás és a sebességek kumulált eloszlása a 47. sz.főút 174+400 kmsz „rossz” szelvényében

szán jelentős mértékű egyenetlenséget mutat. Az átlagsebesség a választott keresztmetszetben a növekvő szelvényszámok irányában $v_{n\text{átl}}=79$ km/óra, a csökkenő szelvényszámok irányában pedig $v_{cs\text{átl}}=84$ km/óra. A v85 a növekvő szelvényszámok irányában $v_{85n}=101$ km/óra, a csökkenő szelvényszámok irányában pedig $v_{85cs}=102$ km/óra.

A mérés idején megengedett 80 km/órás sebességhatárt a járművek 44, illetve 58%-a lépte túl. A sebesség-eloszlási görbe csúcsa mindkét irányban jellegzetesen meghatározott, és 80 km/óránál található.

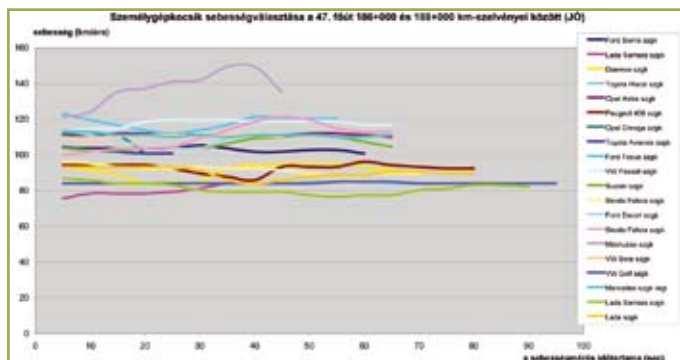
– A nehéz-tehergépkocsik többségének 40 km/óra és 90 km/óra között ingadozik a sebessége a szakasz hosszán. Az átlagsebesség a választott keresztmetszetben a növekvő szelvényszámok irányában $v_{n\text{átl}}=75$ km/óra, a csökkenő szelvényszámok irányában pedig $v_{cs\text{átl}}=83$ km/óra. A v85 a növekvő szelvényszámok irányában $v_{85n}=90$ km/óra, a csökkenő szelvényszámok irányában pedig $v_{85cs}=93$ km/óra.

A mérés idején érvényben lévő 70 km/óra maximális megengedett sebességet a járművek 65, illetve 89%-a lépte túl. A sebesség-eloszlási görbe csúcsa mindkét irányban 80 km/óránál van, hajlása a személygépkocsik görbéjének hajlását követi.

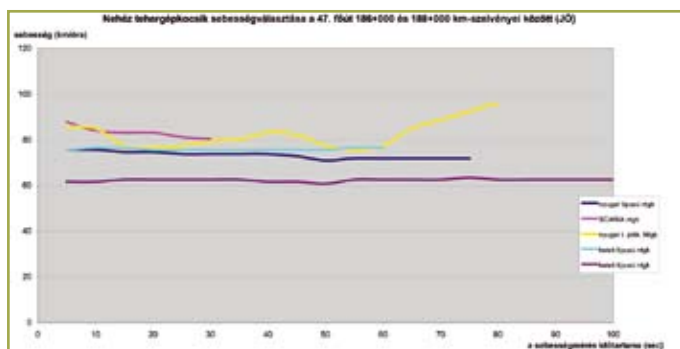
A kis-tehergépkocsik sebességválasztása szakasz hosszán jellemzően 50-110 km/óra között ingadozott.

3.1.2 A JÓ szakasz

A JÓ szakasz a főút 187+000 km-szelvénye térségébe, a szakaszra jellemző sebességek vizsgálata a 186+000 és 188+000 km-szelvény közé esett. Ezen a vonalszakaszon nem sűrűn fordulnak elő ingatlan- és mezőgazdasági földút-csatlakozások, valamint egyéb, a szabad sebességválasztást kedvezőtlenül befolyásoló tényezők. A szakasz nem ideális, de az összes kijelölt szakasz közül az egyik legzavartalanabb. Keresztmetszeti sebességmérés csak a növekvő szelvénytávok irányában történt. A jellemző sebességválasztási szokásokat a 4-6. ábrák szemléltetik.

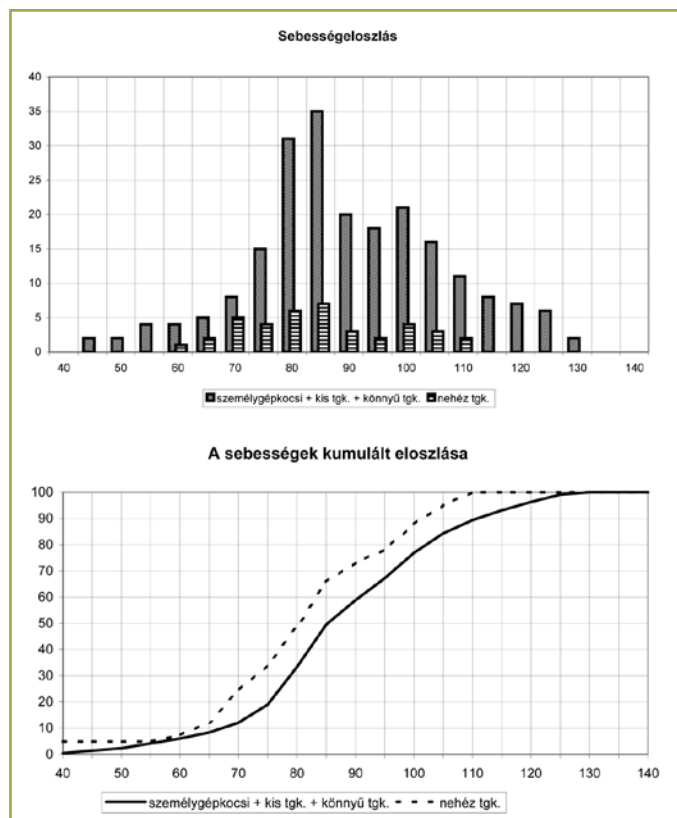


4. ábra: Személygépkocsik sebességválasztása a 47. főút 186+000 és 188+000 km-szelvényei között (JÓ)



5. ábra: Nehéz tehergépkocsik sebességválasztása a 47. főút 186+000 és 188+000 km-szelvényei között (JÓ)

- A személygépkocsik legnagyobb többségének sebessége kb. 80 és 120 km/óra közé esik, és a szakasz hosszán egyenletes, aminek oka a feltűnően ritkán előforduló zavaró körülmények. Az átlagsebesség a választott keresztmetszetben $v_{n\hat{a}tl}=88$ km/óra, a v85 pedig a növekvő szelvénytávok irányában $v_{85n}=106$ km/óra. A mérés idején megengedett 80 km/órás sebességhatárt a járművek 67%-a lépte túl. A sebesség-eloszlási görbe jellemző csúcsot mutat 85 km/óra sebességnél.
- A nehéz-tehergépkocsik többsége 60 km/óra és 80 km/óra közötti sebességet választott. A sebesség egyenletes a szakasz hosszán. Az átlagsebesség a választott keresztmetszetben a növekvő szelvénytávok irányában $v_{n\hat{a}tl}=81$ km/óra. A v85 a növekvő szelvénytávok irányában $v_{85n}=100$ km/óra. A mérés idején érvényben lévő 70 km/óra maximális megengedett sebességet a járművek 76%-a lépte túl. A növekvő szelvénytávok irányában a sebesség-eloszlási görbe csúcsa 85 km/óránál van. Nyilvánvaló azonban, hogy a tehergépjárművek sebességválasztása lényegesen eltér a megengedettől.
- A kis-tehergépkocsik sebessége 100 km/óra környékére esett.



6. ábra: Sebességeloszlás és a sebességek kumulált eloszlása a 47. sz.főút 187+000 kmsz „jó” szelvényében

3.2..A 451. számú II. rendű főút

3.2.1. A ROSSZ szakasz

A kiválasztott ROSSZ szakasz a főút 20+800 km-szelvénye térségébe, a szakaszra jellemző sebességválasztás vizsgálata a 20+000 és 22+000 km-szelvények közé esett. Ezen a vonalszakaszon sűrűn fordulnak elő ingatlan- és mezőgazdasági útcsatlakozások, de itt csak egy rövid, mérsékeltlen veszélyes ív található, valamint autóbusszmegálló és egy csomópont, ez utóbbi azonban éppen az ívben van. A szakasz egy részén mély az árok és rossz a padka.

A szakaszon megállapítható, hogy

- a személygépkocsik legnagyobb többségének sebessége kb. 70 és 110 km/óra közé esik, és a szakasz hosszán nagymértékű egyenletlenséget mutat. Az átlagsebesség a választott keresztmetszetben a növekvő szelvénytávok irányában $v_{n\hat{a}tl}=66$ km/óra, a csökkenő szelvénytávok irányában pedig $v_{cs\hat{a}tl}=70$ km/óra. A v85 a növekvő szelvénytávok irányában $v_{85n}=87$ km/óra, a csökkenő szelvénytávok irányában pedig $v_{85cs}=86$ km/óra. A mérés idején megengedett 80 km/órás sebességhatárt a járművek 23, illetve 22%-a, azaz feltűnően kevés jármű lépte túl. A sebesség-eloszlási görbe csúcsa itt inkább „fenszík”, és a növekvő szelvénytávok irányában 50 és 80 km/óra között húzódik. A csökkenő szelvénytávok irányában a csúcs jobban kirajzolódik, de a jellemző sebességek szintén az 50-80 km/óra sebességtartományban találhatóak. Ez a szakasz tipikusan olyan, ahol néhány száz méteren pl. 70 km/órás sebességkorlátozás lenne indokolt, éppen a gépjárművezetőket segítő, tájékoztató jelzésrendszer értelmében. Itt nem szabadna megelégedni azzal az általános érvényű KRESZ-gumiszabállyal, hogy a sebességet a gépjárművezetőknek az útviszonyoknak megfelelően kell megválasztaniuk.

- A nehéz-tehergépkocsi többsége 60 km/óra és 75 km/óra közötti sebességet választott a szakasz hosszán. A sebességgörbe ingadozó értékeket mutat. Az átlagsebesség a választott keresztmetszetben a növekvő szelvénytávolságok irányában $v_{n\Delta t}=66$ km/óra, a csökkenő szelvénytávolságok irányában pedig $v_{cs\Delta t}=69$ km/óra. A v85 a növekvő szelvénytávolságok irányában $v_{85n}=82$ km/óra, a csökkenő szelvénytávolságok irányában pedig szintén $v_{85cs}=82$ km/óra.

A mérés idején érvényben lévő 70 km/óra maximális megengedett sebességet a járművek 46, illetve 54%-a lépte túl. A sebesség-eloszlási görbe csúcsa a növekvő szelvénytávolságok irányában 70-80, illetve a csökkenő szelvénytávolságok irányában 75-85 km/óra sebességnél helyezkedik el.

A kis-tehergépkocsi sebessége a szakasz hosszán 60 és 100 km/óra között erősen ingadozott.

3.2.2. A JÓ szakasz

A JÓ szakasz a főút 19+800 km-szelvénye térségébe, a szakaszra jellemző sebességek vizsgálata a 15+000 és 20+000 km-szelvény közé esett. Ezen a vonalszakaszon sűrűn fordulnak elő ingatlan- és mezőgazdasági földút-csatlakozások, de vonalvezetése egyenes, belátható, a környezetben kevés zavaró hatás van. A szakaszra jellemző sebességválasztási szokások a következők.

- A személygépkocsi legnagyobb többségének sebessége kb. 80 és 140 km/óra közé esik, és a szakasz hosszán egyenletes. Az átlagsebesség a választott keresztmetszetben a növekvő szelvénytávolságok irányában $v_{n\Delta t}=94$ km/óra, a csökkenő szelvénytávolságok irányában pedig szintén $v_{cs\Delta t}=94$ km/óra. A v85 a növekvő szelvénytávolságok irányában $v_{85n}=108$ km/óra, a csökkenő szelvénytávolságok irányában pedig $v_{85cs}=111$ km/óra.

A mérés idején megengedett 80 km/órás sebességhatárt a járművek 79, illetve 81%-a lépte túl, ami azt jelenti, hogy döntő többségük a megengedettnél gyorsabban haladt. A sebesség-eloszlási görbe csúcsa a növekvő szelvénytávolságok irányában 100 km/óránál van, a csökkenő irányban 90-100 km/óra sebességnél kettős csúcsot mutat.

- A nehéz-tehergépkocsi többsége 65 km/óra és 95 km/óra közötti sebességet választott. Az átlagsebesség a választott keresztmetszetben a növekvő szelvénytávolságok irányában $v_{n\Delta t}=83$ km/óra, a csökkenő szelvénytávolságok irányában pedig $v_{cs\Delta t}=89$ km/óra. A v85 a növekvő szelvénytávolságok irányában $v_{85n}=99$ km/óra, a csökkenő szelvénytávolságok irányában pedig $v_{85cs}=102$ km/óra.

A mérés idején érvényben lévő 70 km/óra maximális megengedett sebességet a járművek 100, illetve 93%-a lépte túl. A növekvő szelvénytávolságok irányában a sebesség-eloszlási görbe csúcsa 80 km/óránál, a másik irányban kettős csúcsa 85, illetve 95 km/óránál található. Nyilvánvaló, hogy a tehergépjárművek sebességválasztása lényegesen eltér a megengedetttől.

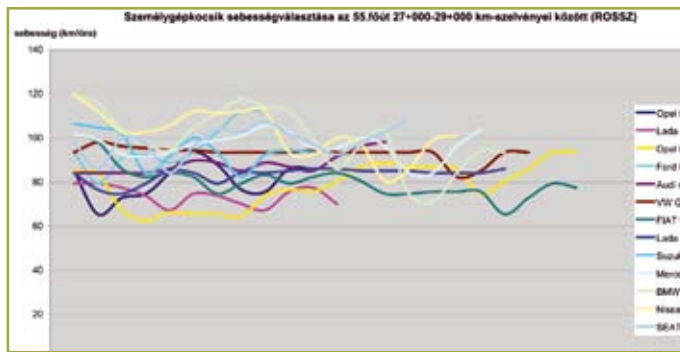
A kis-tehergépkocsi sebessége többségében 60-100 km/óra tartományba esett.

3.3. Az 55. számú II. rendű főút

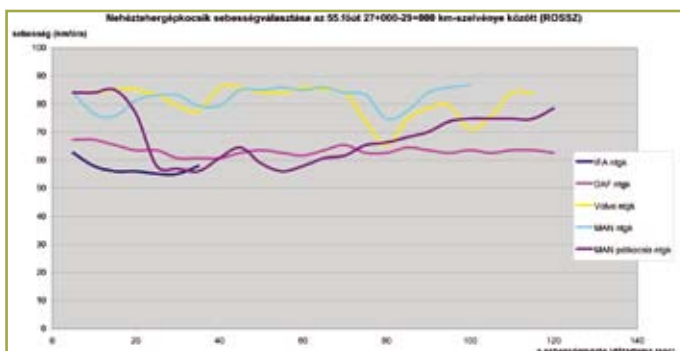
3.3.1. A ROSSZ szakasz

Az 55. számú főúton keresztmetszeti sebességmérés nem történt a mérési időszak időjárásának rendkívüli változékonysága miatt. A kiválasztott ROSSZ szakaszon az úszókocsi sebességmérés a 27+000 és 29+000 km-szelvények közé esett. Ezen a

vonalszakaszon sűrűn fordulnak elő ingatlan- és mezőgazdasági útsatlakozások, több veszélyes ív található, valamint autóbussz-megállók és egy csomópont. A szakasz egy részén rossz a padka. A 7-8. ábrából kiolvasható, hogy



7. ábra: Személygépkocsi sebességválasztása az 55.főút 27+000-29+000 km-szelvényei között (ROSSZ)

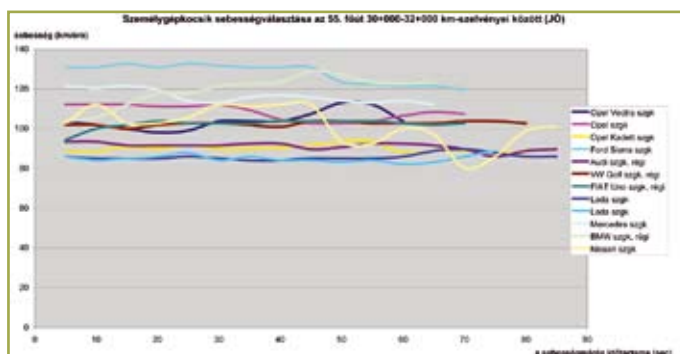


8. ábra: Nehéztehergépkocsi sebességválasztása az 55.főút 27+000-29+000 km-szelvényei között (ROSSZ)

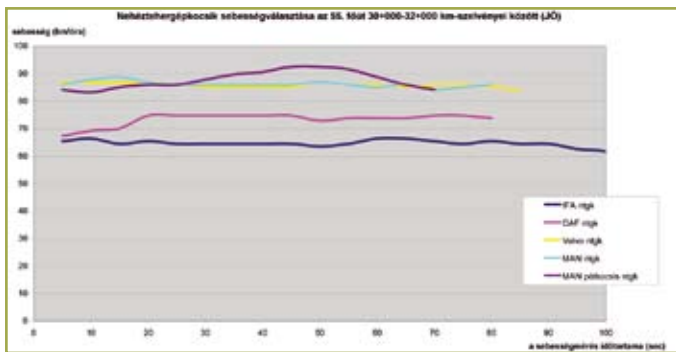
- A személygépkocsi legnagyobb többségének sebessége kb. 60 és 120 km/óra között ingadozik, és a szakasz hosszán nagymértékű egyenetlenséget mutat.
- A nehéz-tehergépkocsi többsége 55 km/óra és 85 km/óra közötti sebességet választott a szakasz hosszán. A sebességgörbe itt is ingadozó értékeket mutat. A kis-tehergépkocsi sebessége a szakasz hosszán 60 és 100 km/óra között erősen ingadozott.

3.3.2 A JÓ szakasz

A JÓ szakaszra jellemző sebességválasztás vizsgálata a 30+000 és 32+000 km-szelvény közé esett. Ezen a vonalszakaszon előfordul néhány ingatlan- és mezőgazdasági földút-csatlakozás és egy buszmegálló-pár, de vonalvezetése jó, és a környezetben kevés zavaró hatás van. A jellemző sebességválasztási szokásokat a 9-10. ábrák szemléltetik.



9. ábra: Személygépkocsi sebességválasztása az 55. főút 30+000-32+000 km-szelvényei között (JÓ)



10. ábra: Nehéztehergépkocsik sebességválasztása az 55. főút 30+000-32+000 km-szelvényei között (JÓ)

- A személygépkocsik döntő többségének sebessége kb. 85 és 130 km/óra közé esik, és a szakasz hosszán többnyire egyenletes.
- A nehéz-tehergépkocsik többsége 65 km/óra és 90 km/óra közötti sebességet választott a szakasz hosszán
A kis-tehergépkocsik sebessége többségében 90 km/óra környékén volt.

Megállapítható, hogy a sebességek minden járműkategóriában lényegesen a megengedett sebességhatár felett vannak.

4. A sebességmérések elemzésének összefoglalása

4.1. Átlagsebességek

4.1.1. Személygépkocsik

A személygépkocsik átlagsebessége a JÓ keresztmetszetekben a 90 km/óra érték körül ingadozik. Ahol a keresztmetszetet úgy sikerült megválasztani, hogy környezeti és paraméterbeli feltételei az ideálshoz közeli (pl. 451. sz. főút), ott még ennél is magasabb érték adódott. A ROSSZ keresztmetszetekben mért átlagsebesség általában csak kevéssé, mintegy 5-10 km/órával marad el az előbbi értékektől. A jellemző sebességek 80-85 km/óra körül vannak. Ahol a sebességválasztást befolyásoló feltételek nagyon kedvezőtlenek (pl. 451. sz. főút), ott ennél lényegesen alacsonyabb az átlagsebesség.

Az úszókocsis sebességmérés tapasztalataiból egyértelműen levonható az a következtetés, hogy a járművezetők csak kevés körülmény hatására hajlandók sebességüket csökkenteni. (Most tekintsünk el az olyan nyilvánvaló lassítási kényszerűktől, mint a parkoló jármű kikerülése, stb.) Ezek a következők:

1. vasúti átjáró
2. veszélyes ív vagy ívkombináció
3. csomópont

Megjegyezzük, hogy a 47. sz. út ROSSZ keresztmetszetében lévő és kettős ívben elhelyezkedő vasúti átjáróban a járművezetők általában 20-40 km/órával is mérsékeltek a sebességüket, de a fennálló, a külsőségi útszakaszokat keresztező vasúti átjárókra vonatkozó 40 km/órás sebességhatárt csak elenyésző számban tartották be.

A JÓ és a ROSSZ szakaszokon a szabadon választott sebességek, feltéve, hogy a fenti felsorolásban szereplő feltételek nem állnak fenn, alig különböznek egymástól, azonban a sebesség-elfolyás görbéin megfigyelhető, hogy míg a JÓ szakaszon a sebesség a szakasz hosszán egyenletes, addig a ROSSZ szakaszokon nagy – helyenként egészen rendkívüli – ingadozást mutat. Ez azt jelenti, hogy a járművezetők csak rövid ideig és csak kényszerítő körülmények hatására hajlandók lemondani a saját akaratuk-

ból választott sebességről, de minden esetben és egyértelműen reagálnak a kedvezőtlen útparaméterekre, illetve környezeti hatásokra. Ez is igazolja – a néhány %-os, kirívó esetektől eltekintve – a gépjárművezetők általános felelős viselkedését, a körülmények mérlegelését és az aktív cselekvést.

Ugyanakkor a ROSSZ keresztmetszetek jelentősebb sebesség-ingadozása magában hordozza az eltérő viselkedés miatt előálló sebességkülönbségek gyakori előfordulását. Ez azért veszélyes, mert mint ismeretes, a jelentős sebességkülönbségek számos baleset, illetve veszélyes helyzet okozói.

A fenti három sebességcsökkentő körülmény minden esetben a gépjárművezetőt és saját járművét veszélyezteti, így az észlelhető óvatossága érthető. Egyéb, számára kevéssé veszélyes körülményekre sebességcsökkentéssel alig-alig reagál.

A V85 (azaz a közlekedők 85 %-a által túl nem lépett, és így mértékadó, vagy méltányolt sebességnek elfogadott érték) a vizsgált JÓ keresztmetszetek mindegyikében meghaladta a 100 km/óra értéket, és legtöbb esetben a 110 km/órához volt közelebb! A ROSSZ keresztmetszetek esetén is a jellemző érték a 90 km/óra volt. Ez megfontolásra készítheti a szakembereket mind az emelt (pl. 100 km/óra) sebességhatár és a differenciált sebességszabályozás gyakorlati alkalmazására, de arra is, hogy a veszélyes helyeken (ROSSZ keresztmetszetekben) 80, illetve 70 km/órás sebességkorlátozást vezessenek be, és itt valóban folyamatos és szigorú rendőri ellenőrzés történjék az előírt sebességhatár betartása tekintetében.

A sebességhatárt túllépők aránya rendkívül magas. A JÓ keresztmetszetekben mindenütt 70% közelében van, de előfordult 80%-os érték is. A ROSSZ keresztmetszetek is jellemzően meghaladják az 50%-os értéket, csak néhány nagyon kedvezőtlen adottságú helyen maradnak el ettől (pl. a 451. sz. főút esetében).

4.1.2. Nehéz-tehergépkocsik

A nehéz-tehergépkocsik átlagsebessége a JÓ keresztmetszetekben mindenütt meghaladta a 80km/óra értéket. Ahol a keresztmetszetet úgy sikerült megválasztani, hogy a környezeti és paraméterbeli feltételek az ideálshoz közeli (pl. 451. sz. főút), ott az átlagsebesség elérte a 86 km/órárt.

A ROSSZ keresztmetszetekben mért átlagsebesség alig marad el az előbbi értékektől. A jellemző sebességek 75-80 km/óra körül vannak. Ahol a sebességválasztást befolyásoló feltételek nagyon kedvezőtlenek (pl. 451. sz. főút), ott ennél – nem számottevően, de – alacsonyabb az átlagsebesség.

Az úszókocsis sebességmérés tapasztalataiból kiderül, hogy a járművezetők - a személy-gépkocsik vezetőihez hasonlóan - csak kevés körülmény hatására hajlandók sebességüket csökkenteni. Ezeket a körülményeket a személygépkocsiknál már felsoroltuk.

A JÓ és a ROSSZ szakaszokon a szabadon választott sebességek, feltéve, hogy a fenti felsorolásban szereplő feltételek nem állnak fenn, alig különböznek egymástól, azonban a sebesség-elfolyás görbéin megfigyelhető, hogy míg a JÓ szakaszon a sebesség a szakasz hosszán egyenletes, addig a ROSSZ szakaszokon nagy amplitúdójú ingadozást mutat, ugyanúgy, mint a másik járműkategóriában.

A nehéz-tehergépkocsik vezetőinek fegyelmezettsége némileg nagyobb, mint a személygépkocsi-vezetőké, ez vélhetően a járművek egy részében működő menetírónak köszönhető.

A V85 (azaz a közlekedők 85 %-a által túl nem lépett, és így mértékadó, vagy méltányolt sebességnek elfogadott érték)

a vizsgált JÓ keresztmetszetek mindegyikében meghaladta a 90 km/óra értéket, és több esetben elérte a 100 km/órát. A ROSSZ keresztmetszetek esetén is a jellemző érték a 90 km/óra volt. A feltűnően rossz paraméterek esetén előfordult alacsonyabb érték, de ez is 80 km/óra fölött volt.

A sebességhatárt túllépők aránya rendkívül magas. A JÓ keresztmetszetekben mindenütt 80% közelében van, de előfordult 96,5%-os érték is. A ROSSZ keresztmetszetek is jellemzően meghaladják az 60%-os értéket, csak néhány nagyon kedvezőtlen adottságú helyen maradnak el ettől (pl. a 451. sz. főút és a 4519. jelű út esetében).

5. összefoglaló következtetések, megállapítások, javaslatok

A fenti mérésorozat eredményei alapján az alábbi, főbb megállapítások, következtetések és javaslatok tehetők:

– a megvizsgált Csongrád megyei főúthálózaton (kiegészítve a 4519. jelű, hálózati jelentőségű mellékúttal) az országos főúthálózaton tapasztalható sebességekkel azonos sebességválasztást érzékeltünk. Ennek értelmében a személygépkocsikra érvényben lévő sebességkorlátozást mindenütt és tömegesen lépték túl a személygépkocsi-vezetők. Hasonló tapasztalatunk volt az ezen útkategórián közlekedő tehergépkocsikra érvényes 70km/óra sebességhatár betartása tekintetében is.

– A megvizsgált Csongrád megyei közúthálózaton nem, vagy csak elvétve akadtak olyan szakaszok, amelyekben a 100/110 km/órás sebességhatár bevezetését javasolnánk, az általában érvényben lévő sebességkorlátozással szemben. Mint ismeretes a sebességhatár felemelhetőségének kritérium rendszerét a Közlekedéstudományi Intézet Rt. Közlekedési Rendszerkutatói és Hálózattervezési tagozata dolgozta ki, 1999-ben. Ez a tanulmány mintegy 25 kritérium vizsgálata során és annak alapján határozta meg a sebességhatár felemelhetőségét, és ezt a szakmai ajánlásként el is fogadta.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a méréseket megelőzően érvényes 80 km/órás sebességhatár már a 90-es évek közepén is teljes anakronizmus volt, figyelembe véve az elérhetőség gyorsaságának és minőségének ugrásszerű felértékelődését, valamint a hazai személygépkocsi-állományban bekövetkezett igen gyors korszerűsödést, illetve a nemzetközi cél és tranzit-forgalom elvárásait. A cikk hátterül szolgáló tanulmány tehát sokkal inkább azt vizsgálta, van-e a Csongrád megyei főúthálózaton műszaki, közlekedésbiztonsági lehetőség arra, hogy a vegyesforgalmú utakon, arra alkalmas helyeken a személygépkocsik számára a 100/110 km/órás sebességhatár, a tehergépkocsik számára pedig a 80 km/órás sebességhatár kerüljön alkalmazásra. Az alkalmazáshoz természetesen mielőbb a jogi háttér is megteremtendő.

Vizsgálataink tehát olyan szemmel történtek, hogy vajon egy ilyen jellegű differenciált sebességszabályozásra van-e lehetőség Csongrád megye főúthálózatán. Ugyanakkor az elemzéseink arra is felhasználhatóak, hogy a differenciált sebességszabályozás elvének alkalmazásával mely szakaszokon válhat szükségessé a jelenleg általánosan érvényes 90 km/óra sebességhatár 10-30 km/órával történő mérséklése, a külsőségi szakaszok azon helyein, ahol ezt az útparaméterek, a forgalmi viszonyok, illetve a környezeti adottságok szükségessé teszik.

- Az egyes utakra vonatkozó részletes felmérés azt is elemezte, hogy hol, és milyen jellegű beavatkozásokkal lehetne, illetve kellene alkalmassá tenni a Csongrád megyei főúthálózat egyes elemeit az emelt sebességhatár bevezetésére. Összegezve megállapítható, hogy a hálózat túlnyomó többségén csak igen jelentős, mintegy 60-180 millió forint/km-es fajlagos költségű beruházásokkal, illetve beavatkozásokkal lenne lehetőség arra, hogy a KRESZ esetleges közép-távú újabb módosítása esetén a megye vegyesforgalmú útjain helyenként a 100 km/órás (személygépkocsi), illetve a 80 km/órás sebességhatár (tehergépkocsi) bevezethető legyen. A 110 km/órás sebességkorlátozású autópályák kialakításának költségei még ezeket az összegeket is meghaladnák.
- A gépjárművezetők sebességválasztási szokásait vizsgálva megállapíthatjuk, hogy – keresztmetszettől függően – a személygépkocsik esetében a 90 km/órás sebességhatár túllépése is igen gyakori, az esetek 30-60%-ára jellemző. Az ún. V85 általában 96 és 108 km/órára adódik személygépkocsik esetén, tehergépkocsik esetén pedig sokszor megközelíti a 90 km/órát.
- A fenti bekezdésből az következik, hogy a gépjárművezetők az út vonalvezetése és környezete által kínált kedvező lehetőségektől befolyásolva, sokszor választanak 100-110 km/órás sebességet. Ez a gépjárművezető szempontjából érthető, hiszen a sebességválasztása döntően a saját veszélyeztetettségének érzésétől függ. Ugyanakkor azonban nem vagy csak kevésbé tudatosul benne a közlekedés egyéb, alkalmi résztvevőinek érdeke és veszélyeztetettsége.
- Az előbbi bekezdésben leírt jelenség tehát arra inti a szakmát és a döntéshozókat, valamint a jogalkotókat, hogy ne kizárólag a gépjárművezetők szubjektív érzése alapján tömegesen választott, jellemző sebességek képezzék a sebességszabályozás alapját. A Csongrád megyei vizsgálatok rámutattak arra, hogy a megyében az utak környezete rendkívül heterogén, számos zavaró tényezőt tartalmaz és olyan, véletlen közlekedési események és helyzetek spontán kialakulásának lehetőségét hordozza magában, amely indokolja az alacsonyabb sebességhatárok megállapítását.
- A vizsgálatok alapján Csongrád megyében kifejezetten kívánatos helyi sebességkorlátozások (80, 70, 60 km/óra) alkalmazása olyan helyeken, ahol sűrű egymásutánban követik egymást közvetlen ingatlan csatlakozások, ipari és mezőgazdasági létesítményekhez jól kiépített utak, jelöletlen lakott területek, veszélyes ívkombinációk, ívekben elhelyezett, nehezen felismerhető és járható csomópontok stb.
- Elemzéseink és méréseink általános tapasztalata az is, hogy a gépjárművezetők alig-alig hagyják magukat befolyásolni az olyan tényezőktől, amelyek az ő biztonságukat nem vagy nemigen veszélyeztetik. Ugyanakkor a vasúti átvjárókat, a veszélyes íveket és ívkombinációkat, valamint a kiépített csomópontokat észlelve a gépjárművezetők általában 5-15 (vasúti átvjáró esetén 20-40) km/órával csökkentik a sebességüket.
- Az ún. rossz keresztmetszetekben az úszókocsis mérések egyértelműen és minden vizsgált helyszínre vonatkozóan igazolták, hogy a mérés alapjául szolgáló, mintegy 1500-2500 m hosszban a sebességek jelentős, helyenként 10-20 km/órás vagy még ezt is meghaladó ingadozásokat mutatnak. Ennek következtében jelentősnek mondható longitudinális és az egyes járművek között mérhető relatív sebesség-

különbségek alakulnak ki. A közlekedésméleti kutatások és a gyakorlati vizsgálatok minden alkalommal bizonyítják, hogy az egyik legnagyobb baleseti veszélyforrás a gépjárművek egymás közötti viszonylagos sebességkülönbsége, illetve a választott sebességek jelentős ingadozása.

Ez rámutat annak a szükségességére, hogy az ún. veszélyes helyeken, illetve rossz keresztmetszetekben a veszélyforrásokat és a negatív befolyásoló tényezőket számottevően csökkenteni, mérsékelni szükséges a sebességek egyenletesebbé tétele és végső soron a baleseti kockázat csökkentése érdekében.

- Az előírt sebességhatárhoz képesti sebességcsökkentés alkalmazására elsősorban a gépjárművezető tájékoztatása céljából van szükség. A veszélyes helyeken az ún. komplex tájékoztató és korlátozó típusú rendszer alkalmazása célszerű. Ezért javasoltam, hogy a Csongrád megyei főúthálózaton – mintegy mintarendszer szerűen – kerüljön bevezetésre ez a tájékoztató-korlátozó rendszer. Ennek értelmében kerüljenek kihelyezésre a veszélyes íveket, helyeket, csomópontokat, útszakaszokat stb. jelző táblák, azok szöveges, vagy piktogrammos kiegészítésével együtt. A szöveges kiegészítés – a gépjárművezetőt partnerként tekintve – adjon frappáns tájékoztatást a veszély, a korlátozás mibenlétéről. Ezt kövesse a korlátozó, tiltó jelzés kihelyezése, egy olyan kiegészítéssel, hogy a korlátozás tartama milyen mértékű. Tudományos, pszichológiai tapasztalat az, hogy a jól tájékoztatott gépjárművezető sokkal kiszámíthatóbban, türelmesebben viselkedik, mint az ilyen információk hiányában szenvedő gépjárművezető. A partnernek tekintett és informált gépjárművezető viselkedése a fentiek értelmében sokkal kiszámíthatóbb és veszélymentesebb.

Figyelembe véve azt, hogy a megye főúthálózatának nagy részén jelentős nemzetközi forgalom van, a kiírásokat adott esetben idegen nyelveken is szükséges feltüntetni.

A komplex intézkedésrendszerhez az is hozzá tartozik, hogy a veszélyes helyekre kihelyezett korlátozásokat a rendvédelmi szervek folyamatosan, illetve rendszeresen ellenőrzik.

Bizonyos, hogy a javasolt rendszer – ami valós újdonságot nem jelent, inkább csak a következetes és szakszerű alkalmazást tűzi ki célul – a jelenlegihez képest bizonyos többletköltségekkel jár (tábla kihelyezések, az ebből adódó többlet karbantartási feladatok, az állandó rendőri jelenlét költségei stb.). Ugyanakkor a közlekedéstudományban és a közgazdaságtudományban elismert értékelési rendszerek alapján tudható, hogy egy, közúti baleset során elhunyt állampolgár mintegy 120-150 millió forintos nemzetgazdasági veszteséget jelent. Amennyiben a javasolt intézkedés csomaggal évente csak egy halálos balesetet sikerül elkerülni, a nemzetgazdasági szintű megtérülés adott.

Ugyanakkor kérdéses, hogy a rendszer bevezetésének költségviselője részesedik-e ebből a nemzetgazdasági előnyből. A jelenlegi finanszírozási gyakorlatot tekintve ez sajnos nem megoldott. Ugyanakkor bizonyos, hogy a közlekedésbiztonságot befolyásoló komplex mintarendszer bevezetése és következetes alkalmazása adott célpályázatokon jó eséllyel nyerhet támogatást.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy a javasolt rendszer kizárólag a KRESZ által lehetővé tett keretek között alkalmazható, illetve az esetleges módosító, kiegészítő intézkedéseket a szakhatóságokkal jóvá kell hagyatni.

- A tanulmányban közölt ábrák igazolják az úszókocsis, illetve a műszeres sebességmérések megbízhatóságát, mert azok között ellentmondás nem fedezhető fel. A két, egymástól független mérési módszer eredményhalmaza alátámasztja egymást.
- Az egyes szakaszokra tett megállapításainkat a korábbiakban ismertettük. Az alábbiakban csak néhány konkrét megállapítást ismételünk meg:
 - az 5. sz. főúton a megyei szakasz teljes hosszában a 90 km/órát meghaladó sebességhatár alkalmazására gazdaságos beruházásokkal nincs lehetőség;
 - a 43. sz. főúton csak korlátozott számú és csak 1-2 km-es szakaszokon lenne kialakítható emelt sebességű szakasz. A szükséges ráfordítás azonban messze nem állna arányban a ráfordításokkal;
 - a 45. sz. főúton javaslatot tettünk a paraméterjavításra és a bevezethetőségre a vizsgálatok eredményeképpen;
 - a 47. sz. főúton sűrűn találhatók kizáró okok, így az emelt sebességű szakaszok kijelölésére a teljes megyei hosszon nincs lehetőség;
 - a 451. sz. főúton 4-5 ugyancsak igen rövid szakasz lenne alkalmassá tehető az emelt sebességre, de a ráfordítás és az elérhető haszon mértéke nem áll arányban egymással;
 - az 55. sz. főúton kijelöltük a beavatkozások után emelhető sebességű szakaszt;
 - a 4519. jelű alsóbbrendű úton a 90 km/órás sebességhatár jól szolgálja az igényeket.

Így tehát valós szolgáltatási színvonal-javulás csak a 45. sz. és az 55. sz. főúton érhető el.

Summary

Analysis of speed choice habit on certain sections of the public road network at Csongrad County in order to assess the possibilities for applying increased speed limit

Increased speed limits on certain road sections may enhance accessibility. The article describes an assessment of the possibilities based on the analysis of speed choice habit. Speed measurements were performed in cross-sections by magnetic device and on sections by floating car. Geometric and environmental conditions of road sections have been evaluated as well. Speed characteristics of road sections with unfavourable conditions are compared with those of road sections with favourable conditions. Speeds of personal cars and trucks are generally higher on road sections with better conditions. A very high proportion of speeds are above the posted limit but this is not a good reason for increasing the speed limit where road conditions are not favourable. Applying increased speed limit would require considerable cost in the majority of assessed sections. Application of local speed reductions in some cases would provide better results in terms of traffic safety.

4. A cölöpök talajtöréssel szembeni biztonsága a megbízhatósági eljárás szerint

4.1. A cölöpök talajtörési ellenállása

A cölöpök ellenállása statikus vagy dinamikus próbaterheléssel, illetve statikus szondázással (CPT) nyert vagy hagyományos talajszilárdsági paraméterekre épülő képletekkel határozható meg ([11], [15], [16], [17], [18] és [19]). Az utóbbiak általában vitatható megbízhatóságú elméleti modelleken alapulnak, de próbaterhelések segítségével pontosították őket. Jelen elemzésünkhöz a talajszilárdsági paraméterekre épülő képletek legelfogadottabb változatait használjuk, mert az a célunk, hogy a teherbírást befolyásoló tényezőknek, különösen a talajparamétereknek a biztonságra gyakorolt hatását mérjük fel. Erre pedig ezek a képletek alkalmasabbak, még ha a próbaterhelés és a CPT-re épülő eljárás egy konkrét tervezési feladatban pontosabb eredményt is ad.

A cölöpök talajtörési ellenállása a következő elvi képlettel számítható

$$R_c = R_s + R_b = D \cdot \pi \cdot H \cdot \tau + \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sigma \quad (39)$$

ahol

- R_c a cölöp talajtörési ellenállása (törőereje),
- R_s a palástellenállás (köpenysúrlódás),
- R_b a talpellenállás (csúcsellenállás),
- D a cölöpátmérő,
- H a cölöpphossz,
- τ az átlagos palástellenállás fajlagos értéke,
- σ a talpellenállás fajlagos értéke.

E számítás kulcsa a két fajlagos cölöpellenállás, melyekre a következőkben adunk becslést. Ezekben a készítés módját valamilyen K_1 technológiai szorzóval vesszük figyelembe, melyeknek a tapasztalat alapján felvett értékeit és relatív szórásait a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat. A cölöpteherbírás technológiai szorzói és relatív szórásuk

talajtípus	cölöpellenállási összetevő	technológiai szorzó és relatív szórásának jele	cölöptípus		
			vert	CFA	fúrt
kötött talaj	palástellenállás	$K_{\tau cm} / v_{\tau c}$	1,00 / 0,000	0,85 / 0,025	0,75 / 0,050
	talpellenállás	$K_{\sigma cm} / v_{\sigma c}$	1,00 / 0,000	0,90 / 0,050	0,85 / 0,075
szemcsés talaj	palástellenállás	$K_{\tau gm} / v_{\tau g}$	2,00 / 0,000	1,00 / 0,050	0,85 / 0,075
	talpellenállás	$K_{\sigma gm} / v_{\sigma g}$	1,00 / 0,000	0,80 / 0,075	0,65 / 0,075

Kötött talaj esetén ma általában a drénezetlen nyírószilárdság c_u [MPa] értékéből indulunk ki:

- a fajlagos palástellenállás a nemzetközi gyakorlatban ([15] és [16]) α -módszerként ismert, a [17]-ben átalakított képlete szerint $\tau_0 \approx 0,18$ MPa alapértékkel és $c_u = 1$ MPa konstanssal

$$\tau = K_{\tau cm} \cdot \alpha(c_u) \cdot c_u = K_{\tau cm} \cdot \tau_0 \cdot \sqrt{\frac{c_u}{c_1}} \quad (40)$$

- a fajlagos talpellenállás az általánosan elfogadott

$$\sigma = K_{\sigma cm} \cdot N_c \cdot c_u \quad (41)$$

képlettel és az $N_c = 9$ elméleti teherbírási tényezővel számítható.

Szemcsés talaj esetén a φ belső súrlódási szöggel és a $\sigma'_z = H \cdot \rho \cdot g$ hatékony függőleges feszültséggel (ρ a H mélységre jellemző átlagos térfogatsűrűség a nedves és/vagy a víz alatti térfogatsűrűségekből, míg g a nehézségi gyorsulás)

- a fajlagos palástellenállás az ún. β -módszer szerint ([15] és [16])

$$\tau = K_{\tau pm} \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \text{tg} \varphi \cdot \sigma'_z = K_{\tau pm} \cdot \beta \cdot H \cdot \rho \cdot g \quad (42)$$

- a fajlagos talpellenállás az N_φ teherbírási tényezővel

$$\sigma = K_{\sigma pm} \cdot N_\varphi \cdot \sigma'_z = K_{\sigma pm} \cdot N_\varphi \cdot H \cdot \rho \cdot g \quad (43)$$

s ajánlatos a Berezancev-féle N_φ tényezővel (lásd [20]-ban) számolni, mely a $\varphi > 27,5^\circ = 0,48$ radián tartományban jól leírható a következő képlettel (melybe φ radiánban helyettesítendő):

$$N_\varphi = 17595 \cdot \varphi^3 - 27040 \cdot \varphi^2 + 14095 \cdot \varphi + 2460 \quad (44)$$

Hangsúlyozzuk, a (40)...(44) képletek itt csak azt mérik, mitől és miként függ a talajtörési ellenállás, elemzésünk következtetéseit a bennük szereplő konstansok (pl. K_1 és τ_0) nem befolyásolják. Már említettük és a következőkben számszerűsítjük is, hogy a próbaterheléseket, illetve a CPT-szondázáson alapuló módszereket ezeknél megbízhatóbbnak tartjuk. Valójában azonban, ha ilyen módszert alkalmazunk, akkor is olyan cölöpellenállásokat határozunk meg, melyek kb. úgy függenek a talajszilárdságtól, mint ahogy azt a használt képletek mutatják, csak e függés rejtve marad, illetve áttételesen kerül be a számításba, pl. a CPT-szonda csúcsellenállása által.

4.2. A cölöpök talajtörési ellenállásának relatív szórása

A cölöpellenállások előbbi képleteit elfogadva a (19) alapján és Varga [21] nyomán levezethető a cölöpellenállás v_R relatív szórása:

- kötött talaj esetére

$$v_{Rc} = \sqrt{\left(\frac{1+B}{2}\right)^2 \cdot v_{cu}^2 + (1+B)^2 \cdot v_D^2 + (1-B)^2 \cdot v_H^2 + (1-B)^2 \cdot v_{\tau c}^2 + B^2 \cdot v_{\sigma c}^2 + v_{Rmo}^2} \quad (45)$$

- szemcsés talaj esetére

$$v_{R\varphi} = \sqrt{(6 \cdot B)^2 \cdot v_\varphi^2 + (1+B)^2 \cdot v_D^2 + (2-B)^2 \cdot v_H^2 + (1-B)^2 \cdot v_{\tau c}^2 + B^2 \cdot v_{\sigma c}^2 + v_{Rmo}^2} \quad (46)$$

A képletekben a korábbi jelölések és a következőkben tárgyalandó relatív szórások mellett

- $B = R_b / R_c$ a talpellenállás és a teljes cölöpellenállás hányadosa, mely „tisztán” lebegő cölöp esetén $B=0$, „tisztán” álló cölöp esetén $B=1$.

¹ A cikk a szerző lapunk decemberi számában megjelent cikkének folytatása.
² Okl. mérnök, egyetemi oktató, Széchenyi István Egyetem, Szerkezetépítési Tanszék, Magyar Szabványügyi Testület, Különleges alapozások Műszaki Bizottság e-mail: szepesr@sze.hu

A bemenő adatok relatív szórásainak (45) és (46) képletbeli szorzóit a (19) szerinti parciális differenciálás nyomán egzakt levezetéssel kaptuk, kivételt képez a v_{φ} szorzója. Ezt csak úgy állapíthattuk meg, hogy a φ szerinti deriválás után a $27,5 < \varphi < 40^\circ$ tartományra kiszámítottuk a (19)-ben levő emeletes tört értékeit, s ezek elemzése után vehettük fel a 6-B szorzót, mert a B szorzója e tartományra 6-tól alig különbözött. A számítási modell bizonytalanságának súlyozását (a v_{Rm} érték szorzóját) – a korábbiakkal összhangban – egységnyire vettük.

Érdemes említeni, hogy a palástellenállásnak c_u -tól való (40) szerinti függése azt eredményezi, hogy a „tisztán” lebegő cölöp teherbírásának relatív szórásában c_u (mint látni fogjuk egyébként) kedvezőtlenül nagy relatív szórásának csak a fele jelenik meg. E tekintetben még kedvezőbb a szemcsés talajokban fellépő palástellenállás, mert a (42) szerint az kevésbé függ a belső súrlódási szögtől, így ennek relatív szórása alig növeli a palástellenállását. Ugyanakkor a szemcsés talajban működő (egyébként persze kedvezően nagy) talpellenállás esetében a megállapított 6-B szorzó felnagyítja v_{φ} hatását. (Ez tulajdonképpen a matematikai megjelenése annak az alapok esetében hangoztatott intelemnek, hogy $\varphi > 30^\circ$ esetén óvatosan vegyük fel az N teherbírási tényezőket.)

A (45) és (46) számításához tehát ismernünk kell a bemenő adatok relatív szórásait, s ebben irodalmi ajánlásokra ([10], [11], [13], [14] és [22]), továbbá intuitív megfontolásokra és becslésekre támaszkodhatunk. Gondolnunk kell arra, hogy ezek függhetnek a cölöp típusától, a talajjellemzőktől, a tervező és a kivitelező szakszerűségétől és a tervezésre fordítható költségektől, s így a tervezés idejétől és helyétől is. Amennyire módunkban van, törekednünk kell e relatív szórások csökkentésére, mert miként a 2. táblázat mutatja, túlzottan nagy v_R relatív szórások rendkívül nagy v_{Rm} és v_{em} biztonsági tényezőket kívánának meg. Ezt a gyakorlatban leginkább azzal lehet elérni, hogy az egyben kezelt talajzóna méretét csökkentjük a tervezési terület és/vagy a rétegek megosztásával (pl. egy híd minden alátámasztását külön feladatként vizsgáljuk, vagy pl. egy 10 m vastag szemcsés folyami hordalékréteget 3-5 részre bontunk.)

A drénezetlen nyírószilárdság v_{cu} relatív szórása a szakirodalom szerint 0,20...0,40 között van, a mérnöki gyakorlatban előforduló anyagjellemzőkhöz tartozó értékek közül talán ez az egyik legnagyobb. A gyakorlatban homogénnek minősített rétegekre vonatkozóan $v_{cu} = 0,30$ érték számításba vételét szokták javasolni. Ismeretes, hogy c_u a mélységgel (a konszolidáló függőleges hatékony feszültséggel) nő, s ezt általában úgy vesszük figyelembe, hogy egy-egy réteget több részre osztunk. Erre alapozva elegendőnek gondolható $v_{cu} = 0,20$.

A belső súrlódási szög v_{φ} relatív szórása a tapasztalat szerint kisebb. A gyakorlatban homogénnek minősített rétegekre 0,05...0,15 értékeket ajánl a szakirodalom. Ha azonban pusztán szemcsés talajokról, a $27,5 < \varphi < 40^\circ$ tartományról van szó, akkor véleményünk szerint $v_{\varphi} = 0,05$ figyelembe vétele elegendő. Ez ugyanis azt jelenti, hogy pl. az előbbi tartomány közepét jelentő $\varphi = 34^\circ$ esetén 5 % alatt van annak a valószínűsége, hogy $\varphi < 31^\circ$, márpedig 3° -ot megfelelő tapasztalatú talajmechanikus még vizsgálat nélkül sem téved.

A geometriai adatok relatív szórását illetően a cölöpök méreteinek, illetve a talajrétegek helyzetének bizonytalanságát

kell mérlegelnünk. A teherbírasi képletekben a D cölöpátmérő és a H hossz szerepel, mely utóbbi természetesen a cölöp menti rétegek vastagságát is szimbolizálja.

A cölöpátmérő v_D relatív szórása előregyártott vert cölöp esetén $v_D = 0,000$ -ra vehető, de a helyben készült cölöpök esetén sem látszik indokoltnak $v_D = 0,025$ -nél nagyobb érték figyelembe vétele. Ezt különösen azért tarthatjuk elegendőnek, mert inkább az átmérő növekedése valószínű, márpedig a méretezéskor a cölöpszerszám méreteiből adódó névleges átmérővel szokás számolni. Igaz, a CFA- és a fúrt cölöpöknél esetleg előfordulhat, hogy a fúrószerszám kopása és a környező talajnak a friss betonra való rányomódása miatt valamelyest csökken az átmérő.

A cölöphossz (illetve a palást menti rétegvastagságok) v_H relatív szórása nagyobb lehet. Részben a cölöpözési pontatlanságok is okozhatnak némi bizonytalanságot, bár ez a ma elvárható minőségbiztosítás mellett talán kevésbé veszélyes, inkább a talajrétegek helyzetének változása és ennek feltáratlansága lehet kritikus. Véleményünk szerint $v_H = 0,050$ relatív szórás lehet jellemző, ami persze több feltárással csökkenthető. Itt is ki kell emelni, hogy ez a relatív szórás egy alapjában véve egyértelmű, azonosnak ítéltető réteggeometria változékonyságát (is) jellemzi, s nem egy nagyobb műtárgy teljes talajkörnyezetének bármely geomorfológiai változását.

A technológiai szorzók v_{ki} relatív szórása a technológiák jellemzőiből fakad, de természetesen a munkafegyelemtől, a cölöpözők szakértelmétől is függ. Jellemzőnek gondolható értékeit a 7. táblázat tartalmazza. (Hozzátesszük: ezeknek az adatoknak egyezményes pontosítása segítheti tanulmányunk hasznosítását.)

A számítási, kísérleti modell v_{Rmo} szórását nem könnyű felvenni, bár az ellenállás meghatározására használatos módszereket eléggé azonosan ítéli meg a szakma. A statikus próbaterhelés a legmegbízhatóbb, a CPT-n alapuló módszerek alkalmazása – nyilván beválásuknak köszönhetően – egyre terjed, a szemempírikus formulákat, (mint pl. a (40)...(44) képleteket) sokkal jobbnak tartjuk a „tisztán” elméleti képleteknél. Nagyon bizonytalannak tartjuk a régen kedvelt verési képleteket, de a modern mérés technika hasznosításával, lényegében ezek javításaként megjelent dinamikus próbaterhelést – megfelelő kalibrálással – mindinkább elfogadjuk a statikus próbaterhelés helyett. E gondolatokkal összhangban a következők v_{Rmo} relatív szórásokat vettük fel:

– statikus próbaterhelés	$v_{Rmo} = 0,100$
– CPT-eredményeken alapuló képletek	$v_{Rmo} = 0,125$
– dinamikus próbaterhelés	$v_{Rmo} = 0,125$
– szemempírikus képletek	$v_{Rmo} = 0,150$
– verési képletek	$v_{Rmo} = 0,200$

Az előbbi értékvételt természetesen joggal illetheti az önkényesség vádja, de a relatív szórások egymáshoz viszonyított arányai talán ésszerűnek tekinthetők. A számértékeket lehetne finomítani, de a jobb áttekinthetőség érdekében a viszonylag kerekesebb értékeknél maradtunk.

A felvett v_i értékekkel a (45) és (46) alapján a 8. táblázatban szereplő értékeket kapjuk a cölöpellenállások v_R relatív szórására. Ebben a teljes ellenálláshoz tartozó értékeket a cölöpellenállás összetevőinek 50 %-os arányával ($B = 0,5$) számítottuk. Megemlítjük, hogy a v_R értékek alig változnak, ha a bemenő v_i értékeket módosítjuk, s még akkor is csekély a romlás, ha a c_u relatív szórását 0,30-ra vesszük. Csak a szemcsés talajbeli talp- és talpellenállások relatív szórása nő meg nagyon, ha φ szórását 0,1-re vesszük (pl. a legkedvezőtlenebb 0,351 érték 0,627 lesz).

A 8. táblázat önmagában is sok hasznos útmutatást adhat a tervezéshez, a választandó cölöptípust, a méretezési módszert, a talajokba való „befogást” illetően. Ezek közül emeljük ki, hogy az ellenállás v_R relatív szórása kb. a 0,15...0,35 tartományban van, az egyik szélső értéket a kötött talajba vert lebegő cölöp jelenti, ha annak teherbírását (ráadásul) próbaterheléssel mérjük, a másikat a szemcsés talajba (zagyos vagy béléscsöves) fúrással készített álló cölöp, ha azt szemi-empirikus képlettel méretezzük. Az adatok úgy is értelmezhetők, mint a palást- és a talpellenállás, illetve egy „átlagos” cölöp teljes talajtörési ellenállásának szórásai.

8. táblázat. A cölöpök R_c talajtörési ellenállásának jellemző v_R relatív szórásai

cölöp-típus	méretezési módszer	kötött talaj			szemcsés talaj		
		lebegő cölöp	álló cölöp	kombinált cölöp	lebegő cölöp	álló cölöp	kombinált cölöp
vert	statikus próbaterhelés	0,150	0,230	0,186	0,144	0,324	0,199
	CPT-képletek dinamikus próbaterhelés	0,170	0,242	0,201	0,162	0,333	0,213
	szemiempirikus képletek	0,189	0,256	0,217	0,182	0,343	0,228
CFA	statikus próbaterhelés	0,154	0,235	0,188	0,152	0,333	0,204
	CPT-képletek dinamikus próbaterhelés	0,171	0,246	0,202	0,170	0,341	0,217
	szemiempirikus képletek	0,190	0,260	0,219	0,189	0,351	0,233
fúrt	statikus próbaterhelés	0,160	0,241	0,191	0,162	0,333	0,206
	CPT-képletek dinamikus próbaterhelés	0,177	0,252	0,205	0,179	0,341	0,219
	szemiempirikus képletek	0,195	0,266	0,222	0,197	0,351	0,234

4. 3. A talajtöréssel szembeni biztonsági tényezők a megbízhatósági eljárás szerint

A cölöppenállások értékelése után becsüljük meg az igénybevételi oldal bizonytalanságát. Mivel ez esetben az igénybevétel és a hatás nem különbözik (mindkettő függőleges erő), ezt egy lépcsőben megtehetjük. Az adatok, a számítási modell és a technológia bizonytalanságától függően három esetet vizsgálunk a (22) képlettel és a szakirodalomból ([7]) vett szórásokkal számolva:

- nagy bizonytalanság:
($v_{E_f}; v_{E_{mo}}; v_{E_g}$)=(0,150; 0,050; 0,050) → $v_E=0,165$
- átlagos bizonytalanság:
($v_{E_f}; v_{E_{mo}}; v_{E_g}$)=(0,100; 0,025; 0,025)→ $v_E=0,105$
- kicsi bizonytalanság:
($v_{E_f}; v_{E_{mo}}; v_{E_g}$)=(0,050; 0,000; 0,000)→ $v_E=0,050$

Az igénybevételek e relatív szórásaiból, valamint az ellenállásokra jellemző 8. táblázatbeli értékekből a (15)...(17) képletekkel számítható γ_{fm} és γ_{em} osztott, ill. v_{RE} globális biztonsági tényezőket a 9. táblázatban adtuk meg. (Az utóbbiak vannak a sötétített mezőkben.)

A γ_{RE} adatokat a 7. fejezetben fogjuk részletesebben elemezni, itt csak azt emeljük ki, hogy

- 1,8 és 4,1 között változnak az értékek, de nem „nagy” v_E esetén 3,5 feletti érték alig kell,
- a méretezési módszerek megbízhatósága 0,1...0,2 különbséget okoz,

- a palást- és a talpellenálláshoz lényegesen különböző biztonsági tényezőt kell rendelni, a különbség kötött talaj esetén 0,5 körüli, szemcsés talaj esetén viszont kb. 1,5.

(Megemlítjük, hogy a szemiempirikus képletekhez kb. 0,1-del, a verési képletekhez kb. 0,4-del nagyobb v_{RE} értékek tartoznak, mint a CPT-képletek és a dinamikus próbaterhelések esetében.)

Tekintsünk még egy olyan esetet, mely az előbbieket szerint is kritikus (szemcsés talajban álló fúrt cölöp), továbbá a hatás is nagyban függ a geotechnikai jellemzőktől (pl. magas hídfő), s a geotechnikai tevékenységek színvonala gyenge (pl. hiányos talajvizsgálat). Ezek miatt a belső súrlódási szög relatív szórása legyen $v_{\varphi}=0,100$, a számítási modell bizonytalansága $v_{Rmo}=0,200$: A geometria, ill. a technológia bizonytalanságát fejezze ki $v_{K_{top}}=v_{K_{qp}}=0,100$, ill. $v_D=0,050$ és $v_H=0,075$. A határoláson is számoljunk nagyobb, $v_{E_f}=0,200$ és $v_{E_{mo}}=v_{E_g}=0,050$ relatív szórásokkal. Ezekből a (46) és a (22) képletekkel a nagyon kedvezőtlen $v_R=0,40$ és $v_E=0,20$ relatív szórásokat kapjuk. Legyen szó továbbá nagyforgalmú hídról, melynek károsodása súlyos közvetett többletköltségeket okoz, ezért még a $K_{Fi}=1,10$ értéket is kelljen számításba venni. A relatív szórásokhoz a 3. táblázatból 5,17 globális biztonsági tényező vehető ki, melyet 1,1-del szorozva $\gamma_{RE}=5,9$ globális biztonsági tényezőt kapunk. Ennek hatása az építési költségekre nyilván elfogadhatatlan lenne, tehát mindent meg kellene tenni, hogy a relatív szórások kisebbek maradjanak, s így 2,5...3,0 biztonsági tényezővel megoldható legyen a feladat.

5.A cölöpteherbírás vizsgálata az MSZ 15005 szerint

5. 1. A méretezés rendje

A hagyományos geotechnikai tervezés szerint a teherbírás követelménye akkor teljesül, ha az

$$F_M \leq F_H \quad (47)$$

feltétel teljesül, ahol

- F_M a mértékadó cölöpteher, az új fogalomrendszerben a hatás F_{σ} , ill. a cölöp esetében a vele azonos igénybevétel E_d tervezési értéke,
- F_H a cölöp határereje, az új fogalomrendszerben a talajtörési ellenállás R_d tervezési értéke.

A mértékadó erőt (az igénybevételt) „Közúti Hídszabályzat” [23] szerint az alapozások méretezéséhez a következőképpen kell felvenni:

$$F_M = \gamma_g \cdot \Sigma G_{mi} + \gamma_q \cdot (Q_{m1} + \Sigma \psi_i \cdot Q_{mi}) =$$

$$= 1,1 \cdot \Sigma G_{mi} + 1,3 \cdot (Q_{m1} + 0,8 \cdot Q_{m2} + 0,6 \cdot \Sigma Q_{mi}) \quad (48)$$

- 2. teherkombináció:

$$F_M = \gamma_g \cdot \Sigma G_{mi} \approx 1,3 \cdot \Sigma G_{mi} \quad (49)$$

Elemzéseink céljának megfelel, mert bizonyosan elhanyagolható hibát okoz, ha a továbbiakban az összes erő várható értékének összegével és $\gamma_{fm}=\gamma_{em}=1,2$ biztonsági tényezővel számolunk:

$$F_M = \gamma_{fm} \cdot (G_m + Q_m) = 1,2 \cdot F_m = F_d = E_d \quad (50)$$

9. táblázat. Az osztott és a globális biztonsági tényezők szükséges értékei a megbízhatósági eljárás szerint különböző cölöpterhelési esetekre

globális biztonsági tényező a megbízhatósági eljárás szerint γ_{RE}			statikus próbaterhelés		az igénybevétel bizonytalansága			CPT-képletek és dinamikus próbaterhelés		az igénybevétel bizonytalansága		
					nagy	átlagos	kicsi			nagy	átlagos	kicsi
					V_E					V_E		
					0,165	0,105	0,05			0,165	0,105	0,05
az ellenállás jellemzői			V_R	γ_{Rm}	γ_{em}			V_R	γ_{Rm}	γ_{em}		
cölöp-típus	talaj-típus	cölöp-ellenállás			1,44	1,28	1,13			1,44	1,28	1,13
vert	kötött	teljes	0,18	1,74	2,50	2,22	1,97	0,20	1,82	2,62	2,33	2,06
		palást	0,15	1,58	2,27	2,02	1,79	0,17	1,66	2,40	2,13	1,89
		talp	0,22	1,97	2,84	2,52	2,24	0,24	2,05	2,95	2,62	2,32
	szemcsés	teljes	0,20	1,81	2,60	2,32	2,05	0,21	1,89	2,72	2,42	2,14
		palást	0,14	1,54	2,21	1,97	1,74	0,16	1,63	2,34	2,08	1,84
		talp	0,32	2,65	3,81	3,39	3,00	0,33	2,72	3,91	3,48	3,08
CFA	kötött	teljes	0,19	1,77	2,55	2,26	2,01	0,20	1,85	2,66	2,37	2,10
		palást	0,15	1,60	2,30	2,04	1,81	0,17	1,68	2,42	2,15	1,91
		talp	0,23	2,04	2,94	2,61	2,31	0,25	2,11	3,04	2,70	2,39
	szemcsés	teljes	0,20	1,86	2,67	2,38	2,11	0,22	1,94	2,78	2,48	2,19
		palást	0,15	1,59	2,28	2,03	1,80	0,17	1,67	2,41	2,14	1,90
		talp	0,33	2,75	3,95	3,52	3,11	0,34	2,82	4,06	3,61	3,19
fűrt	kötött	teljes	0,19	1,79	2,57	2,29	2,03	0,21	1,87	2,69	2,39	2,12
		palást	0,16	1,63	2,34	2,08	1,84	0,18	1,71	2,46	2,19	1,94
		talp	0,24	2,08	2,99	2,66	2,36	0,25	2,15	3,10	2,76	2,44
	szemcsés	teljes	0,21	1,87	2,69	2,39	2,12	0,22	1,95	2,80	2,49	2,20
		palást	0,16	1,64	2,35	2,09	1,85	0,18	1,72	2,48	2,20	1,95
		talp	0,33	2,75	3,95	3,52	3,11	0,34	2,82	4,06	3,61	3,19

A határerőt (ellenállást) a cölöpök esetében az MSZ 15005-1 szabvány [9] szerint az

$$F_H = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot R_c = \alpha \cdot R_c \approx \alpha \cdot R_m = R_m / \gamma_{Rm} = R_d \quad (51)$$

képlettel számítjuk, ahol a három csökkentő tényező a szorzatának értéke legfeljebb 0,7 lehet és

- α_1 a törőerő (ellenállás) várható értékének meghatározási módjától függ:
 $\alpha_1 = 0,90 \dots 0,75$, ha próbaterheléssel határozzák meg a törőerőt, azt elérve vagy csak megközelítve,
 $\alpha_1 = 0,75 \dots 0,50$, ha próbaterhelés nélkül, különböző képletekkel, „számítással” határozzák meg a törőerőt,
- α_2 a károsodás okozta gazdasági veszteség és életveszély súlyosságával összefüggő tényező:
 $\alpha_2 = 0,90 \dots 0,50$, ha a „kicsi” illetve „nagy” a gazdasági veszteség és az életveszély,
- α_3 a talajadottságok változékonyságát, bizonytalanságát figyelembe vevő szorzó:
 $\alpha_3 = 0,90 \dots 1,00$, kedvezőtlen, illetve kedvező esetben.

Az α tényezők rendszere 40 éve (!) korszerű szemléletben fogant, tiszteleghetünk készítői előtt. Érzékelhető, hogy sokat figyelembe vesz azokól, amelyeket a 3. fejezetben bizonytalansági forrásként jelöltünk. Érte ugyanakkor kifogás is a rendszert, mondván: nem eléggé egzakt, túlzottan tág teret enged a szub-

jektivitásnak. Ez azonban valójában nem a „rendszer bűne”, ha konkrét esetben ésszerű megfontolásokkal és felelősséggel járunk el, akkor valójában eléggé egyértelmű az alkalmazása. Hiányossága viszont, hogy nem számol a technológiák különböző bizonytalanságával, s az α_2 túlzott spektrumával aránytalanul megnövelte a „kárhányad” jelentőségét.

Az (51)-ben R_c és R_m hozzávetőlegesen egyenlősége szerepel, azt kifejezendő, hogy az eddig értelmezett törőerő nem feltétlenül azonos az ellenállás átlag-értékével. Az eddigi gyakorlat nem foglalkozott kellő alapossgal azzal, hogy a próbaterheléssel vagy számítással megállapított törőerő a tervezett híd (vagy annak egy tervezési egysége) szempontjából minek minősül: átlagos, minimális vagy a kettő közötti érték-e? Az óvatosabb tervezők a legkedvezőtlenebbet talajszelvényeket vették figyelembe, illetve a leggyengébb talaj-környezetű helyre írták elő a próbaterhelést. A kevés-

bé óvatosak talán inkább az átlagos talajkörnyezetre terveztek, arra számítva, hogy a csökkentő tényezők fedezik az átlagosnál gyengébb környezet káros hatását. Az α_3 tényezőben levő 0,1 különbség azonban erre gyakran nem lehet elég, alighanem az általában túlzottan óvatosan felvett α_2 tényező „segített be”. Erre sokszor szükség is lehet(ett), mert a hidakhoz készülő talajvizsgálatok – tapasztalataink szerint – gyakran nem tárják fel eléggé a talajkörnyezet változásait. E kérdés valójában az EC-7 karakterisztikus értékének értelmezésével rokon, de MSZ 15005-1 ezt nem hangsúlyozza ki olyan markánsan, mint ahogy az az EC-7-ben a karakterisztikus érték bevezetésével megjelent. A geotechnikus tervezőnek természetesen mindig szembe kellett néznie e problémával, de a kérdés és a rá adott válasz általában nem fogalmazódott meg kellő hangsúllyal, illetve az MSZ 15005-1 nem adott ehhez elegendő segítséget. Ezen igyekszik javítani az a két megjegyzés, mely a 12. táblázat megjegyzések rovatába bekerült.

5. 2.A csökkentő tényezők javítása

A közúti hidak tervezési szabályzatát néhány éve már az EC-okhoz igazították, ezért és az említett kifogások miatt szükségessé vált, hogy az MSZ 15005 α -tényezőit a hidak tervezéséhez átdolgozzuk. 2004-ben, a hídtervezők és a geotechnikusok egyeztetése után alakítottuk ki a 10-12. táblázatot, s az autópályák műtárgyaihoz 2004 óta már általában ezt használjuk. Ezek részben már követik az EC-7 ajánlásait, a törőerő különböző meghatározási módszereire és a cölöpözési technológiákra adott értékrendet. Összeállításában már támaszkodtunk a jelen dolgozathoz készült elemzésekre is. Úgy tekinthető, hogy e táblázatok az MSZ 15005-1 pontosított értelmezései.

10. táblázat. Az MSZ 15005-1 α_1 tényezői a közúti hidak cölöpalapozásának tervezéséhez

a törőerő meghatározásának		α_1	
módszere	részletezése		
helyszíni statikus próbaterhelés	Pt törőerő elérése estén		
	ha az extrapolált P_t törőerő és az elért P_{max} erő hányadosa	1,10	0,85
		1,25	0,80
		1,50	0,75
		1,80	0,70
		2,25	0,65
típus, méret és talaj vonatkozásában összehasonlítható cölöp próbaterhelési eredményének átvétele	ha az egyezés	teljes	0,85
		számottevő	0,75
		viszonylag jó	0,65
dinamikus próbaterhelés gyorsulás- és erőmérésel	ha a statikus próbaterheléssel végzett kalibráció módja	helyszínen, azonos cölöpön	0,75
		összehasonlítható cölöpökön	0,65
		ált. elméleti v. tapasztalati úton	0,55
statikus szondázáson alapuló számítás	helyszíni statikus próbaterheléssel kalibrálva		0,75
	általános átszámítási képletekkel	szemcsés talaj	0,70
		kötött talaj	0,65
tapasztalati cölöppenállásokból labor- vagy terepi vizsgálatok alapján	dokumentált összefüggésekkel	nyírószilárdságból	0,60
		index-jellemzőkből	0,55
	becsléssel		0,50

Megjegyzések

- a táblázat szorzói vert cölöpökre vonatkoznak, a CFA-cölöpök esetében 0,95-, más típusú fúrt cölöpök esetében 0,90 szorzóval kell csökkenteni a táblázatban szereplő értékeket;
- ha a cölöpök elkészítése előtt próbaterheléssel igazolható a másként megállapított (számított) törőerő, akkor a próbaterhelésre vonatkozó tényezővel számítható határerővel kell tervezni;
- önlehorgonyzós próbaterhelés esetében a statikus próbaterhelésre megadott értékek 0,95-szöröse alkalmazható;
- a maradó behatoláson alapuló verési képlet esetében a dinamikus próbaterhelésre adott szorzók 0,85-szöröse használható;

11. táblázat. Az MSZ 15005-1 α_3 tényezői a közúti hidak cölöpalapozásának tervezéséhez

a terület talajviszonyainak jellemzése, feltártsága	α_3
jól ismertek, egyenletesek, nem bizonytalanok	1,00
jól ismertek, kissé változékonyak, nem bizonytalanok	0,95
nem jól ismertek, változékonyak, kissé bizonytalanok	0,90

Megjegyzések:

- nagyon változékony talajviszonyok esetén a műtárgy több tervezési egységre bontandó;
- bizonytalanok itélt talajviszonyok esetében további feltárásokkal kell tisztázni az adottságokat;

5.3. Jellemző példák

Tekintsünk néhány esetet a csökkentő tényezők felvételére, melyekhez az előbbiek szerint az igénybevételek oldalán a $\gamma_{em}=1,20$ biztonsági tényezőt kapcsolhatjuk.

1. példa: folyami híd (az életveszély közepes-kicsi, a gazdasági kár nagy lehet), alapozás nagytérű, fúrt cölöpökkel, megfelelő geotechnikai tervezéssel (a törőerőt két osztott-cölöpös statikus próbaterheléssel, minimális extrapolációval határozzák meg), a talajadottságok a jó feltárás révén ismertek, de a folyóparton kissé változékonyak:

$$\alpha = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 = (0,95 \cdot 0,90 \cdot 0,85) \cdot 0,70 \cdot 0,95 = 0,483$$

$$\gamma_{em} = 1/\alpha = 2,08$$

$$\gamma_{fm} = 1,20$$

$$\gamma_{RE} = 2,50$$

Ez a tervezési mód ésszerű: az α_1 és α_3 tényezők lehető legnagyobb értékét kell biztosítani, mert a műtárgy jelentősége miatt α_2 eleve kicsi. Próba-terhelés és megfelelő feltárás nélkül (a CPT mélysége korlátozott) a legkisebb α_1 és α_3 tényezőkkel $\gamma_{RE}=4,25$ adódna, ami a bizonyosan eleve magas alapozási költségeket még 70 %-kal növelné.

2. példa: autópálya felüljáró (az életveszély kicsi, a gazdasági kár közepes-nagy lehet), alapozás CFA-cölöpökkel, átlagos geotechnikai tervezéssel (a törőerőt hagyományos próbaterheléssel pontosan állapítják meg), a talajadottságok nem eléggé ismertek:

$$\alpha = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 = (0,95 \cdot 0,90) \cdot 0,80 \cdot 0,90 = 0,615$$

$$\gamma_{em} = 1/\alpha = 1,62$$

$$\gamma_{fm} = 1,20$$

$$\gamma_{RE} = 1,95$$

Sok cölöp esetén ez a tervezési mód is gazdaságos, hiszen viszonylag kicsi, de elfogadható globális biztonsággal szolgáltatta a megoldást. Kevés cölöp esetén viszont ésszerű lehet, hogy a próbaterhelés helyett CPT-szondázáson alapuljon a tervezés. Így ugyan az α_1 0,9-ről 0,7-re csökkentendő, viszont a többletfeltárással

elérhető, hogy az α_3 0,9 helyett 1,0 lehessen. Így $\gamma_{RE}=2,25$ adódik, ami ugyan 15 % többletköltséget okoz a szerkezeti cölöpökben, viszont elmaradhat a próbaterhelés, s így összességében gazdaságosabb és ténylegesen teherbíróbb lehet az alapozás.

3. példa: közúti híd kis feszítéssel (az életveszély kicsi, a gazdasági kár kicsi-közepes lehet), vert cölöpalapozás szegényes geotechnikai előkészítéssel (a törőerőt indexjellemzők alapján becsülik), a talajadottságok nem (eléggé) ismertek, de ennek pótlását a tervezők reménye szerint a cölöpverés jegyzőkönyvezése végül is biztosítja:

$$\alpha = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 = 0,55 \cdot 0,85 \cdot 0,90 = 0,421$$

$$\gamma_{em} = 1/\alpha = 2,38$$

$$\gamma_{fm} = 1,20$$

$$\gamma_{RE} = 2,85$$

A gyenge előkészítés miatt nagy globális biztonsági tényező adódott, aminek költségkihatása sok cölöp esetén elfogadhatatlan. Hasznosabb lehet kellő számú dinamikus próbaterhelés, mert azzal a 0,55 szorzó legalább 0,65-re, a 0,9 pedig 1,0-ra növelhető. Ezzel $\gamma_{RE}=2,17$ lenne, ami 25% megtakarítást jelent a szerkezeti cölöpökben, s mivel veréssel hajtják le a őket, a csak a mérés-technika felvonultatását igénylő, viszonylag olcsó dinamikus próbaterheléssel maradna némi haszon.

Említendő még, hogy a csökkentő tényezők szorzatának maximuma $\alpha=0,7$, minimuma $\alpha=0,284$. Ezekből $\gamma_{em}=1/0,7=1,428$,

12. táblázat. Az MSZ 15005-1 α_2 tényezői a közúti hidak cölöpalapozásának tervezéséhez

hídalapozás jelentősége	geotechnikai kategória	hídajták példák	gazdasági kár	életveszély	α_2
különleges	III.	folyami hidak, magas, hosszú, nagyfeszítávú völgyhidak	nagy	közepes	0,70
nagy	II.	nagyvízfolyásokat átszelő hidak autópálya felüljárók 30 m feszítáv felett városi nagyműtárgyak hidjai	közepes kicsi	közepes – kicsi	0,85
közepes	II.	autópálya felüljárók 30 m feszítáv alatt autópálya-aluljáró közúti műtárgyak 30 m feszítáv fölött	közepes	kicsi	0,80
kis	II.	közúti műtárgyak 30 m feszítáv alatt	közepes – kicsi	kicsi	0,85
alárendelt	I.	közúti műtárgyak 30 m feszítáv alatt	kicsi	kicsi	0,90

13. táblázat. A γ_{Ri} parciális tényezők értéke EC-7 magyar nemzeti mellékletében

cölöp-típus	nyomóigénybevétel			húzóigénybevétel
	talpellenállás	palástellenállás	teljes ellenállás	palástellenállás
	γ_b	γ_s	γ_t	γ_{st}
vert	1,10	1,10	1,10	1,25
CFA	1,20	1,10	1,15	1,25
fúrt	1,25	1,10	1,20	1,25

illetve $\gamma_{rm}=1/0,284=3,52$ „ellenállásoldali”, valamint $\gamma_{rm}=1,20$ értékkel $\gamma_{RE}=1,428 \cdot 1,20=1,71$, illetve $\gamma_{RE}=3,52 \cdot 1,20=4,22$ globális biztonsági tényező adódik.

6. A cölöpök méretezése az MSZ EN 1997-1:2006 szerint

6.1. A parciális tényezők és a globális biztonsági tényező alapértéke

A nyomott cölöpök talajtörésre való méretezésekor az általános érvényű (11) képlet

$$E_{cd} \leq R_{cd} \quad (52)$$

alakot kap. A bal oldalon most közvetlenül a hatással azonos igénybevételként a cölöp jutó nyomóerő tervezési értéke szerepel, mely a (25) képlet és a 4. táblázatból választható parciális tényezők alkalmazásával a következő:

$$E_{cd} = F_{cd} = \gamma_F \cdot F_{ck} = \gamma_F \cdot F_{cm} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = \gamma_G \cdot G_m + \gamma_Q \cdot Q_m \quad (53)$$

Az ellenállást a korábbiak szerint a 2. tervezési módszer szerint célszerű meghatározni az

$$R_{cd} = R_{sk} / \gamma_s + R_{bk} / \gamma_b = R_{ck} / \gamma_t \quad (54)$$

képlettel, melyben

- R_{sk} , R_{bk} és R_{ck} a palást-, talp- és teljes talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke,
- γ_s , γ_b és γ_t a palást-, talp- és teljes ellenállás parciális tényezői a 13. táblázat szerint.

A 13. táblázat értékeit az EC-7 4. táblázata alapján vettük fel, oly módon, hogy az ott, a 2. tervezési módszerre ajánlott értékeket a cölöptípustól függően az 1. módszerre adott értékek arányában módosítottuk. A 4. fejezetből kitűnt, s tapasztalataink is bizonyítják, hogy ez indokolt, s ezért is vezették be az EC-7 1.

módszeréhez a típustól való függést, melyet azonban végül általában mégsem használ majd a szakma. A várhatóan minenütt alkalmazandó 2. módszerhez ajánlott EC-7-beli értékekben viszont nem jelent meg a cölöptípus, mert – mint azt az EC-7 készítőitől a prágai workshop-on megtudtuk – a 2. módszert javasló német szakértők erre nem tettek javaslatot. Mint megtudtuk, ennek az volt az oka, hogy Németországban a jövőben is a DIN eddig ajánlott fajlagos cölöpenállásait kívánják alkalmazni, melyeket már úgy állapítottak meg, hogy figyelembe vették a cölöptípus különbözőségeinek nemcsak az ellenállás nagyságára, hanem a bizonytalanságára gyakorolt hatását is. „Beismerték” viszont, hogy az utóbbi évtizedben dominánssá vált CFA-cölöpökre

nincsenek ilyen javaslataik, azokat a fúrt cölöpökével azonosra veszik. A fajlagos ellenállások és a biztonság eme „összemosását” elvi okok miatt nem helyeshetjük, mert így alig hasznosíthatók az újabb cölöptípusok, így pl. a CFA-cölöp teherbírásának pontosabb meghatározására irányuló kutatások eredményei. A workshop-on többek egyet értettek azzal, hogy a 2. módszert alkalmazva is helyes különbséget tenni a cölöptípusok között.

Az (53) szerint az igénybevétel tervezési értékét a várható, az (54) szerint viszont az ellenállást a karakterisztikus értékből kell megállapítani. Ezért ha a globális biztonság értékeléséhez a szokásos módon képezzük az igénybevételek (=hatások) γ_F és az ellenállások γ_{Ri} (γ_s , vagy γ_b vagy γ_t) parciális tényezőinek szorzatát, akkor csak a globális biztonsági tényező alapértékének nevezhető

$$\gamma_{REa} = \gamma_{Ri} \cdot \gamma_F = \frac{R_{ck}}{F_m} \quad (55)$$

értékre jutunk. A 4. táblázat szerinti $\gamma_F=1,40$ parciális tényezővel számított értékeket tartalmazza 14. táblázat, s érzékelhető, hogy az 1,54...1,75 értékek kisebbek, mint amekkorát eddig a csökkentő tényezők biztosítottak, illetve amennyi a 9. táblázat szerint kívánatos. A 3. fejezetben viszont láthattuk, hogy ezeket még növeli az ellenállás R_{cm} várható és R_{ck} karakterisztikus értékének különbözőségében rejlő biztonság, melyet a ξ korrelációs tényező fejez ki, illetve érvényesít.

14. táblázat. A globális biztonsági tényező γ_{RE} a alapértéke az MSZ EN 1997 szerinti tervezéskor

cölöp-típus	nyomóigénybevétel			húzóigénybevétel
	talpellenállás	palástellenállás	teljes ellenállás	palástellenállás
	γ_b	γ_s	γ_t	γ_{st}
vert	1,54	1,54	1,54	1,75
CFA	1,68	1,54	1,61	1,75
fúrt	1,75	1,54	1,68	1,75

6.2. A cölöpenállás karakterisztikus értéke

A talajparaméterek karakterisztikus értékét a 3.4-ben tárgyaltuk. Ott bemutattuk, hogy az egész problematika a (34)-ben szereplő k_n statisztikai paraméter felvételében összegezhető.

A következőket kell még megfontolnunk:

- a palástellenállást illetően inkább az átlag a jellemző, főleg a

hosszabb és a vert cölöpök esetében, mert a nagyobb hossz és a verési technológia bizonyos kiegyenlítődest eredményezhet,

- a talpellenállás esetében nagyobb a szerepe a szélső értékeknek, egy-egy gyenge talajzónának, bár valójában azt is egy nagyobb, a talp alatti 4-D és az afeletti 8-D zóna befolyásolja,
- a cölöpöket összefogó szerkezet általában képes kiegyenlíteni az egyes cölöpök közvetlen talajkörnyezetének változásaiból eredő különbségeket, ami az átlag számbavétele felé irányít,
- a szokványos autópályahidak esetében a statikus próbatelhelések száma általában 1, legfeljebb 2, a terepi vagy laboratóriumi vizsgálattal értékelt talajszelvények száma általában 2...6.

A talajparaméterek (és más adatok) karakterisztikus értékének bizonytalansága természetesen megjelenik a cölöpellenállásban. A cölöpellenállást a (39)...(44) képletek szerint lehet számítani, s ha ezekbe az X_m várható értéke helyett a (34) szerint értelmezett X_k karakterisztikus értéket vezetjük be, akkor a cölöpellenállások karakterisztikus értékét kapjuk.

Kötött talaj esetén az

$$R_{sk} = \pi \cdot [D_m \cdot (1 - k_n \cdot v_D)] \cdot [H_m \cdot (1 - k_n \cdot v_H)] \cdot [K_{\tau cm} \cdot (1 - k_n \cdot v_{K\tau c})] \cdot \tau_0 \cdot \sqrt{\frac{c_{um} \cdot (1 - k_n \cdot v_{cu})}{c_1}} \quad (56)$$

$$R_{bk} = \frac{\pi}{4} \cdot [D_m^2 \cdot (1 - k_n \cdot v_D)^2] \cdot [K_{\sigma cm} \cdot (1 - k_n \cdot v_{K\sigma c})] \cdot N_c \cdot [c_{um} \cdot (1 - k_n \cdot v_{cu})] \quad (57)$$

Ezeket elosztva az ellenállások várható értékével a következőket kapjuk:

$$R_{sk}/R_{sm} = (1 - k_n \cdot v_D) \cdot (1 - k_n \cdot v_H) \cdot (1 - k_n \cdot v_{K\tau c}) \cdot \sqrt{(1 - k_n \cdot v_{cu})} \quad (58)$$

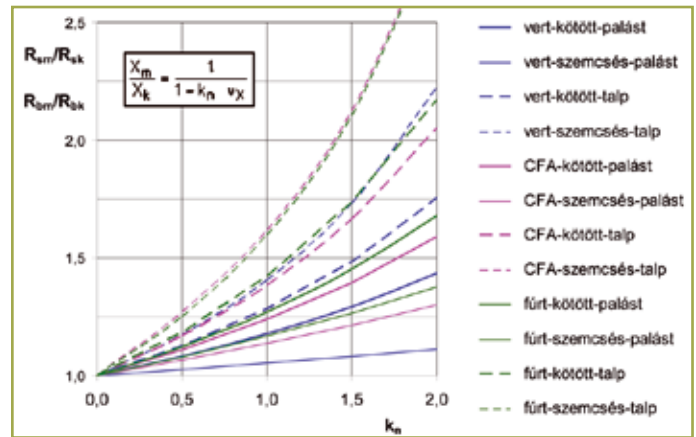
$$R_{bk}/R_{bm} = (1 - k_n \cdot v_D)^2 \cdot (1 - k_n \cdot v_{K\sigma c}) \cdot (1 - k_n \cdot v_{cu}) \quad (59)$$

A szemcsés talajok esetében a palástellenállás képletéből – mivel $(1 - \sin\varphi) \cdot \text{tg}\varphi \approx \text{const.}$ – kiesik a belső súrlódási szög relatív szórása. A talpellenállás esetében viszont megint külön elemzés volt szükséges, mivel a (44) képlet szerint az N_φ teherbírási tényező φ -nek magasabb hatványú függvénye. Ebből megállapítható volt, hogy a $30 < \varphi < 40^\circ$ tartományban a teherbírási tényező karakterisztikus értékét a várható értékből az $(1 - 0,25 \cdot k_n)$ szorzó jó közelítéssel szolgáltatja. Ezt is figyelembe véve a szemcsés talajokra a következő képletek tekinthetők érvényesnek:

$$R_{sk}/R_{sm} = (1 - k_n \cdot v_D) \cdot (1 - k_n \cdot v_H) \cdot (1 - k_n \cdot v_{K\tau\varphi}) \quad (60)$$

$$R_{bk}/R_{bm} = (1 - k_n \cdot v_D)^2 \cdot (1 - k_n \cdot v_H) \cdot (1 - k_n \cdot v_{K\sigma c}) \cdot (1 - 0,25 \cdot k_n) \quad (61)$$

Az (56)...(61) képletekbe bevezetve a cölöptípusra és a talajra, valamint a geometriai adatokra jellemző relatív szórásokat, továbbá a szóbajövő k_n értékeket, számítható a várható és a karakterisztikus értékek aránya. A 2. ábrán ezeket ábrázoltuk.



2. ábra. A palást- és talpellenállás R_m várható és R_k karakterisztikus értékének viszonya a k_n statisztikai paraméter, valamint a cölöp- és talajtípus függvényében

Az ábráról megállapítható, hogy

- nagy a különbség a palást-, illetve a talpellenállások esetében szükséges, kisebb a cölöptípus és a talajfajta különbözősége miatt kívánatos arányszámban,
- ha kevés vizsgálat van, és a korlátozott cölöpösszefogás miatt az alsó szélső értékre kell tervezni, akkor a $k_n=1,5...2,0$ körüli értékek megfelelően, főleg a szemcsés talajok talpellenállásának karakterisztikus értéket kell nagyon óvatosan, kb. az átlag felére-harmadára felvenni,
- ha elég nagy a vizsgálatszám, s a merev cölöpösszefogás okán szabad az átlagra tervezni, akkor a $k_n=0,5...1,0$ értékek megfelelően a karakterisztikus érték kb. az átlag 80 %-a lehet.

A 3.5-ben bemutatott, hogy a cölöpökre vonatkozóan az EC-7 megadja, hogy a mért-számított értékekből miként kell a 6. táblázatbeli ξ korrelációs tényezővel a karakterisztikus értéket meghatározni. A ξ_{mean} tényező fogalmilag azonos a 2. ábrán szereplő R_{cm}/R_{ck} hányadosokkal, de számszerűen csak elég sok vizsgálat esetén kell azonosnak lenniük, mikor is a ξ_{mean} már „igazi” átlaghoz kapcsolódik. A tételes összevetés éppen ezért is nehéz, mert a reális vizsgálatszámok esetén ξ_{mean} még nem „igazi” átlagokhoz rendelendő. A nagyobb vizsgálatszámokhoz ajánlott értékek viszont főként a palástellenállásra vonatkozóan már illeszkednek a 2. ábrán, a $1,0 < k_n < 1,5$ tartományban leolvasható R_{cm}/R_{ck} értékekhez. Látható viszont az is, hogy a talpellenállásokat illetően és különösen a szemcsés talajok esetén a 2. ábra szerint nagyobb ξ_{mean} tényező volna indokolt.

A 6. táblázat és a 2. ábra összehasonlítása rámutat arra, hogy mennyire fontos az EC-7 azon előírása, hogy egyetlen (illetve kevés) vizsgálat esetén, az (illetve az egyik) a legkedvezőtlenebb talajú helyen legyen. Ha ugyanis csak átlagos helyet vizsgálnánk, akkor a 2. ábra szerint 2,0 körüli ξ -tényező kellene, ami gazdaságtalan lenne. Kevés vizsgálat esetén tehát nem a biztonság növelése célszerű, hanem az, hogy a kedvezőtlen helyeket felkutadjuk, és ott végzett vizsgálatokkal ténylegesen értékeljük őket, amire főleg a CPT szondázás lehet alkalmas.

6.3. A cölöpalapok globális biztonsága az MSZ EN 1997-1:2006 szerint

Hogy az EC-7 szerinti összesített biztonságot a 2. és 3. fejezet szerinti értelmezéssel összevethessük, az ellenállások és az

15. táblázat. Az EC-7 szerinti tervezést jellemző γ_{RE} globális biztonsági tényezők

γ_{RE} globális biztonsági tényező az EC-7 szerint			méretezési módszer														
			statikus próbaterhelés					dinamikus próbaterhelés					talajvizsgálat (CPT) alapján $\gamma_{Rd}=1,10$ modelltényezővel				
cölöp- típus	cölöp- ellenállás	globális biztonsági tényező alapértéke	mintaszám n					mintaszám n					mintaszám n				
			1	2	3	4	≥5	≥2	≥5	≥10	≥15	≥20	1	2	3	5	10
			korrelációs tényező ξ					korrelációs tényező ξ					korrelációs tényező ξ				
			1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	1,60	1,50	1,45	1,42	1,40	1,40	1,35	1,33	1,29	1,25
			átlagosító szorzó λ					átlagosító szorzó λ					átlagosító szorzó λ				
γ_{REa}	1,15	1,10	1,05	1,00	1,00	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,10	1,05	1,00	1,00		
vert	teljes	1,54	2,48	2,20	1,94	1,69	1,54	2,59	2,31	2,23	2,19	2,16	2,73	2,52	2,37	2,19	2,12
	palást	1,54	2,48	2,20	1,94	1,69	1,54	2,59	2,31	2,23	2,19	2,16	2,73	2,52	2,37	2,19	2,12
	talp	1,54	2,48	2,20	1,94	1,69	1,54	2,59	2,31	2,23	2,19	2,16	2,73	2,52	2,37	2,19	2,12
CFA	teljes	1,61	2,59	2,30	2,03	1,77	1,61	2,70	2,42	2,33	2,29	2,25	2,85	2,63	2,47	2,28	2,21
	palást	1,54	2,48	2,20	1,94	1,69	1,54	2,59	2,31	2,23	2,19	2,16	2,73	2,52	2,37	2,19	2,12
	talp	1,68	2,70	2,40	2,12	1,85	1,68	2,82	2,52	2,44	2,39	2,35	2,98	2,74	2,58	2,38	2,31
fúrt	teljes	1,68	2,70	2,40	2,12	1,85	1,68	2,82	2,52	2,44	2,39	2,35	2,98	2,74	2,58	2,38	2,31
	palást	1,54	2,48	2,20	1,94	1,69	1,54	2,59	2,31	2,23	2,19	2,16	2,73	2,52	2,37	2,19	2,12
	talp	1,75	2,82	2,50	2,21	1,93	1,75	2,94	2,63	2,54	2,49	2,45	3,10	2,86	2,69	2,48	2,41

igénybevételek várható értékeire vonatkozó globális biztonsági tényezőt kell számítanunk. Ezt alapvetően a γ_{REa} és ξ_{mean} tényezők szorzata adja, de ha reális képet akarunk kapni, akkor az előbbieken említett további biztonsági elemeket is figyelembe kell venni. Ezek számszerűsítése nem egyszerű, de célunknak megfelelő lehetnek a következő megfontolások.

Mint láttuk, kevés vizsgálat esetén az átlagos ellenállást gyengíti a legkedvezőtlenebb helyre megállapított érték. A valódi átlagra vonatkozóan tehát még egy további $\lambda \geq 1,0$ „átlagosító szorzót” kell figyelembe venni. Ennek nagyságát abból becsülhetjük meg, hogy négy vizsgálathoz, amikor az átlag már csaknem „igazi” lehet, a 6. táblázat $\xi_{mean}/\xi_{min} \approx 1,1$ arányt ajánl. Ebből kiindulva a mintaszámtól függően $\lambda(1)=1,15$, $\lambda(2)=1,10$, $\lambda(3)=1,05$ és $\lambda(4)=1,00$ tényezők látszanak ésszerűnek. A dinamikus próbaterhelés esetében hasonló módon az $n \leq 2,0$ vizsgálat esetében indokolt kb. $\lambda(2)=1,05$ szorzót alkalmazni.

A talajvizsgálatok alapján számított ellenállásokra vonatkozóan a magyar nemzeti melléklet még bevezeti a $\gamma_{Rd} \geq 1,0$ modelltényezőt is, azt kompenzálendő, hogy jelenleg nincsenek egyezményesen elfogadott, a talajvizsgálatokra épülő számítási módszereink. Ha az alkalmazott eljárás kidolgozásakor és alkalmazásakor is a talajjellemzőket az átlagértékükkel vettük figyelembe, akkor γ_{Rd}

- CPT-szondázás csúcscölöppellenállásból származtatott fajlagos cölöppellenállások esetén 1,1,
- laborvizsgálattal mért nyírószilárdságból származtatott fajlagos cölöppellenállások esetén 1,2,
- tapasztalatai alapon felvett nyírószilárdsági paraméterek vagy azonosító és állapotjellemzők alapján megállapított fajlagos cölöppellenállások esetén 1,3.

Ha a számításokhoz alkalmazott képletek karakterisztikus értékek alapján készültek és a felhasznált aktuális paraméterek is azoknak tekinthető, akkor nem kell modelltényezővel számolni.

Ha tehát a globális biztonsági tényezőt kívánjuk számítani, akkor még ezt is figyelembe kell vennünk. Másként úgy

tekinthetjük, hogy a γ_{Rd} modelltényező fejezi ki talajvizsgálatok alapján való tervezéskor a talajparaméterek karakterisztikus és átlagértéke közötti különbség hatását. Számoljunk a következőkben a ma már leginkább használatos CPT-szondázásra javasolt 1,10 értékkel.

A γ_{REa} , ξ_{mean} , λ és γ_{Rd} szorzataként számított globális biztonsági tényezőket a 14. táblázat mutatja. (A dinamikus próbaterhelésre vonatkozóak a módszer minőségétől függően 0,85...1,20 szorzóval módosulnak.) A táblázat γ_{RE} értékeivel kapcsolatban itt a következőket érdemes kiemelni:

- a szélső értékek: $\gamma_{RE}=1,54$ (vert cölöp ötnél több statikus próbaterhelésekor) illetve $\gamma_{RE}=2,94 \cdot 1,20=3,52$ (álló, fúrt cölöp 2 gyenge minőségű dinamikus próbaterhelésekor),
- a palástellenálláshoz tartozó biztonság nem függ a cölöptípustól, a talpellenállást illetően viszont van változás: a vert cölöpök esetén ez is a palástellenállással azonos biztonságot kap, a fúrt cölöpök esetén a többletbiztonság $\Delta_{\gamma_{RE}}=0,2 \dots 0,4$, a CFA-cölöpök esetén ennek a fele,
- a méretezési módszerek közti különbséget illetően megállapítható, hogy egy statikus próbaterhelés és két CPT-szondázás kb. azonos értékű, s ezeknél valamivel „hasznosabb” két-három magas színvonalú dinamikus próbaterhelés (a figyelembe vehető 0,85 szorzó révén),
- a vizsgálatszám növelésének hatása változó: eggyel több vizsgálat révén a statikus próbaterhelés esetén a globális biztonság $\Delta_{\gamma_{RE}} \approx 0,25$ értékkel csökkenthető, a másik két módszer esetében viszont a reális tartományban csak $\Delta_{\gamma_{RE}} < 0,1$ érhető el,
- egyetlen statikus próbaterhelés esetén, ami jellemző a hazai gyakorlatra, s amelyet az EC-7 szerint a legkedvezőtlenebb helyen kell végrehajtani, a palástellenálláshoz $\gamma_{RE}=2,3$, a talpellenálláshoz $\gamma_{RE}=2,5 \dots 2,8$ biztonság tartozik.

Kiemelendő, hogy az EC-7 az eddigi értékrendünkhöz képest „lefokozza” a statikus próbaterhelést, különösen, ha arra is gon-

dolunk, hogy azt a legkedvezőtlenebb talajkörnyezetű helyre rendeli. Tegyük azonban hozzá, hogy a „felértékelt” másik két módszerként az EC-7 csak olyanokat fogad el, melyek alkalmasságát „hasonló cölöpön hasonló talajkörnyezetben végzett statikus próbaterhelésekkel igazolták”.

7. Összehasonlító értékelés

A dolgozat egyik fő célja az EC-7 szerint, valamint a megbízhatósági elmélet, illetve az eddigi magyar szabvány szerint szükséges globális biztonsági tényezők összevetése volt.

Elsőként rögzítsük, hogy elvi különbség van a figyelembe vett szempontokban, mert az EC-7

- nem tesz különbséget a talajfajták között, ami pedig a megbízhatósági módszer szerint különösen a talpellenállás tekintetében indokolt lenne,
- fontosnak tartja a vizsgálatszámot, amit a megbízhatósági eljárás nem tud figyelembe venni.

A számértékek összehasonlítása éppen ezen elvi különbségek miatt nehéz. Talán a hazai gyakorlatot tekintve a leginkább reális képet a 9. táblázat $\gamma_{em}=1,28$ igénybevétel-oldali biztonsági tényezőjére, illetve a 15. táblázat 1 cölöppróbaterhelésre vagy 2 talajvizsgálatra számított globális biztonsági tényezőinek összehasonlítása szolgáltat. Ebből a következők állapíthatók meg:

- a teljes ellenállásokra az EC-7 mindig több biztonságot szolgáltat, a különbség $\Delta_{vre} \approx 0,25$,
- a palástellenállásokra vonatkozóan a cölöptípust és a méretezési módszert tekintve tekintve nincs nagy különbség az adatsorok közt, az EC-7 kb $\Delta_{vre} \approx 0,4$ értékkel nagyobb biztonságot ad,
- a talpellenállásokra vonatkozóan kötött talajra az EC-7 kevesebb nagyobb biztonságot nyújt, a szemcsés talajok esetében viszont az EC-7 szerinti biztonság nem látszik elégségesnek, a hiány $\Delta_{vre} = 0,7 \dots 1,0$, s a vert cölöp esetében nagyobb, mint a fúrtban, s a CFA a kettő közt van,
- alig van különbség a két táblázat arányaiban attól függően, hogy statikus próbaterheléssel vagy CPT-képlettel dolgozunk-e.

Az MSZ 15005 és az EC-7 globális biztonságait még nehezebb szisztematikusan összehasonlítani. Az elvi kérdéseket tekintve megállapítható, hogy

- az ellenállás komponenseit az MSZ 15005 nem különbözteti meg, míg az EC-7 igen,
- a cölöptípust az MSZ 15005 csak az utóbbi időben bevezetett javítással veszi figyelembe, míg az EC-7 a vert cölöpökre kb. 15 %-kal kisebbet tart elegendőnek a fúrt cölöpökhöz képest,
- a vizsgálatok számát az MSZ 15005 az α_3 -tényezővel csak közvetve és kisebb mértékben mérlegeli az EC-7-hez képest.
- a talajvizsgálaton és a dinamikus próbaterhelésen alapuló tervezés megbízhatóságát a statikus próbaterheléshez képest az MSZ 15005 az EC-7-nél sokkal kisebbre értékeli.

Az MSZ 15005 és az EC-7 globális biztonsági tényezőinek számszerű összehasonlítását illetően a 4. fejezetben ismertetett három példa értékelésével nyerhetünk hasznos tájékoztatást:

- 1. példa: az EC-7 szerint 2,46 szükséges, mely csaknem azonos az MSZ szerinti 2,50-nel,
- 2. példa: az EC-7 szerint 2,59 szükséges, mely 32 %-kal nagyobb az MSZ szerinti 1,95-nél,

- 3. példa: az EC-7 szerint 3,00 szükséges, amely közel van az MSZ szerinti 2,85-höz.

(Az előbbieket akkor igazak, ha a cölöppenállásban azonos a két komponens aránya. A megadottaknál az EC-7 a lebegő cölöpökre kisebb, az állókra nagyobb biztonságot kíván, míg az MSZ szerinti nem változik. A 3. példabeli 3,00-t az $n=2$ esetre és $\gamma_{rd}=1,3$ modelltényezővel kaptuk.)

Az előbbi értékpárok alapján azt kell megállapítanunk, hogy éppen a leggyakrabban előforduló esetekben az EC-7 szerint méretezés óvatosabb, ami a többletköltséggel jár.

Összességében kimondható, hogy az EC-7 a nemzeti mellékletben ajánlásaival a legfontosabb bizonytalansági forrásokat elkülönítve kezelő, ésszerű biztonsági rendszert kínál, melynek számértékei – arányait és abszolút értéküket tekintve is – alapvetően elfogadhatónak látszanak. Az a tény, hogy a talajfajtából adódó különbségeket a rendszer nem tudja figyelembe venni, a szemcsés talajok talpellenállásában jelenthet kockázatot, amit az eddig is megszokott módon, ezek szilárdsági paramétereinek óvatosabb számításba vételével lehet kezelni. Az EC-7 által ajánlott parciális tényezők valamelyest nagyobb biztonságot szolgáltatnak, mint ami az „elmélet” és az eddigi hazai gyakorlat szerint szükségesnek látszik. Különösen az egyetlen statikus próbaterhelésre épülő tervezést tartja kevesebbire az EC-7, mint ahogy azt eddig tekintettük.

A költségemésztő többletbiztonság felveti azt, amire a 3.1-ben már utaltunk, t.i. hogy a hidak esetében – bízva a cölöpösszefogó szerkezet kiegyenlítő hatásában – éljünk a 3. táblázatbeli $KFI=0,9$ tényező alkalmazásával. Közvetlenebb lehetőséget is kínál azonban az EC-7: 6. táblázatunk 4. megjegyzése (lásd az előző számban) szerint a teherelosztást szavatoló cölöpösszefogás esetén a ξ kor-relációs tényezőket 1,1-gyel osztva használhatjuk.

8. Összefoglalás

Bevezetésként az 1. fejezetben áttekintést adtunk az európai geotechnikai szabványosításról. Érzékeltettük, az európai munka 2007-re befejeződhet, s a teljes körű magyar nyelvű honosítás – bár szakterületünk jól áll – nagy feladat lesz. A 2. fejezetben a későbbiek megértését segítő biztonsági tényezők értelmezését, az Eurocode-k alapját is képező megbízhatósági eljárást, valamint a bemenő tervezési paraméterek szórásának terjedését mutattuk be.

A 3. fejezetben ismertettük az EC-k új EN-változatainak a tervezési és karakterisztikus értékekkel, valamint a parciális tényezőkkel dolgozó biztonsági rendszerét, érzékeltetve az általános érvényű EC-0 és a geotechnikai tervezést szabályozó EC-7 kapcsolatát. Bemutattuk, hogy az EC-7 három tervezési módszere közül a magyar nemzeti melléklet – más országokhoz hasonlóan – a geotechnikai feladatok többségére a 2. tervezési módszer használatát írja elő, s csak az állékonyságvizsgálathoz ajánlja a 3. módszert. Rámutattunk, hogy az EC-7-ben az EC-0 nyomán az ellenállások olyan alacsony parciális tényezőt kapnak, melyek – a hatás oldal korábbiaknál nagyobb biztonsága ellenére is – csak akkor nyújtanak megnyugtató biztonságot, ha óvatosan vesszük fel a talajszilárdság és/vagy a talajellenállás karakterisztikus értékét. Ezt segítő részletekbe menően elemeztük ezek értelmezését, megmutatva, hogy általában mennyi körülményt kell felvételükkor mérlegelni, viszont a cölöpök esetében mennyire megkönnyíti ezt az a tény, hogy az EC-7 a korrelációs tényezők bevezetésével közvetlen módszert kínál a cölöppenállások karakterisztikus értékének a mért és/vagy számított értékekből való meghatározására.

A 4. fejezetben bemutattuk azokat a képleteket, melyek a jelenlegi ismereteink szerint a leghívebben leírják, hogy a cölöpellállás mely jellemzőktől és azoktól miként függ. Ezekre támaszkodva, a bemenő adatok relatív szórását megbecsülve és a megbízhatósági eljárás 2. fejezetben bemutatott összefüggéseit alkalmazva, meghatároztuk, mekkora osztott és globális biztonsági tényezőket kell teljesíteni a cölöpök esetében, hogy a tönkremenetel valószínűsége 10^{-4} alatt maradjon. Az ezeket mutató 8. táblázatban a legtöbb szám a 2,0...3,0 tartományban van.

Az 5. fejezetben értékeltük a cölöptervezés jelenlegi szabványának (MSZ 15005) az α csökkentő tényezőkben megtestesülő biztonsági rendszerét, rámutatva értékeire és hiányosságaira is. Pozitívumként elsősorban az osztott biztonság elvének alkalmazását, a teherbírás meghatározási módszerének és a kockázatnak a figyelembevételét emelhetjük ki. Negatívumként a kárhányad jelentőségének eltúlozását, s azt kellett „beismernünk”, hogy e szabvány nem tisztázta eléggé, hogy a számítással vagy próbaterheléssel megállapított ellenállás (törőerő) átlagos, karakterisztikus vagy minimális értéként kezelendő-e. Az α -tényezők rendszerét az itt (is) közölt elemzés, valamint a geotechnikai és a hídszerkezeti tervezők egyeztetési nyomán 2004-ben már „félhivatalosan” korszerűsítettük, beemelve az EC-7-ben megjelent szempontokat. Az itt a 10-12. táblázatban közölt ajánlás úgy tekintendő, mint az MSZ 15005 pontosítása, értelmezése a hidak alapozástervezéséhez. Ezeket az autópályák tervezésében azóta már alkalmaztuk, s ez segíthet abban, hogy az EC-7-re való áttérés ne okozzon majd váratlan helyzeteket. A fejezet végén vizsgáltunk néhány jellemzőnek gondolható esetet.

A 6. fejezetben az EC-7 magyar nemzeti melléklettel kiegészített változata szerinti cölöpméretezést ismertetük. Ez a 2. tervezési módszerhez az EC-7 eredeti javaslatától kissé eltérve a cölöptípustól is függő parciális tényezőket ad. Ezekből és a hatásokhoz rendelhető parciális tényezőkből számítottuk a globális biztonság alapértékeit, melyek 1,54...1,75 értékekre adódtak. Az EC-7 szerinti globális biztonság azonban ennél nagyobb, mert a karakterisztikus érték is magában hordoz valamennyi biztonságot. Ez a cölöpök esetében főleg az EC-7 által számszerűen is megadott korrelációs tényezőben fejeződik ki, melyek nagyságát elemzésünk szerint egészében el lehet fogadni. A rendszer további biztonságtöbbletei származnak abból, hogy próbaterhelést alkalmazva egyet a legkedvezőtlenebb helyen kell elvégezni, illetve hogy a talajvizsgálatok alapján való méretezésbe a magyar nemzeti melléklet még egy modelltényezőt is bevezet. Mindezeket figyelembe véve számítottuk az EC-7 szerinti cölöptervezést jellemző globális biztonsági tényezőket.

A 7. fejezetben végül összehasonlítottuk az EC-7 által nyújtott globális biztonsági tényezőket a megbízható eljárás szerint szükségességekkel, illetve az eddigi (jelenlegi) magyar szabványéival. Ez egyebek mellett azt mutatta, hogy az EC-7 ezeknél valamelyest nagyobb biztonságot szolgáltat. Ezért indokoltnak látszik, hogy a hidak esetében a korrelációs tényező EC-7-ben megadott és a nemzeti melléklet által is elfogadott táblázatában szereplő értékeket, a táblázatban javasolt 1,1-es osztással alkalmazzuk.

9. Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészítéséhez sok segítséget kaptam Szalai Kálmán professzor emeritustól, különösen az elméleti alapok kidolgozásához, valamint az EC-0 és az EC-7 viszonyának tisztázásához. Hasonló támogatás adott – életének utolsó hónapjaiban is – Varga László professzor, főként az EC-7 értelmezéséhez, az elemzés során alkalmazott geotechnikai paraméterek felvételéhez. Fontos részük van a dolgozatban azoknak a kollégáknak, akik a Magyar Szabványügyi Testület Különleges Alapozások Bizottsá-

gában a geotechnikai európai szabványok honosításával régóta foglalkoznak, különösen Lazányi István, Párdányi Jenő, Balázs Béla bizottsági tagoknak és Kenderessy Györgyi titkárnak. Mindnyájukat megillető hálás köszönetemet itt, nyilvánosan is megismétlem.

Köszönet jár továbbá a Hídépítő Zrt-nek, személy szerint Zsigmondi András vezérigazgató-helyettesnek, a Széchenyi István Egyetem Kooperációs Kutatói Központjának adott innovációs támogatásért, mely segítette, hogy figyelmünket e munkára fordíthattuk.

Irodalom

- [1] EN 1997-1:2004 Eurocode 7: Geotechnical design. Part 1: General rules. European Committee for Standardization, Brüsszel, 2004. (honosítás alatt)
- [2] MSZ EN 1997-1:2006 Eurocode 7: Geotechnical tervezés. 1. rész: Általános szabályok. Nemzeti melléklet. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 2006. (megjelenés előtt)
- [3] MSZ EN 1990:2000 Eurocode 0: A tervezés alapjai. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 2004.
- [4] EN 1997-1:2006 Eurocode 7: Geotechnical design. Part 2: Geotechnical Investigation. European Committee for Standardization, Brüsszel, 2006.
- [5] MSZ 14043-2:2006 Talajmechanikai vizsgálatok. Talajok megnevezése talajmechanikai szempontból. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 2006.
- [6] ÚT 2-1.222-2006. Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai. Magyar Útügyi Társaság, Budapest, 2006. (megjelenés alatt)
- [7] Szalai, K.: Vasbetonszerkezetek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1998.
- [8] Mistéthy, E: Méretezéselmélet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001.
- [9] MSZ 15005-1: 1989 Alapozások tervezése. A cölöpalapozás tervezési előírásai. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 1989.
- [10] Frank, R. – Baudruin, C. – Driscoll, R. – Kavvas, M. – Krebs Ovesen, N. – Orr, T. – Schuppener, B.: Designer's Guide to EN 1997-1. Eurocode 7: Geotechnical Design - General Rules. Thomas Telford, London, 2004.
- [11] Paikowsky, S.G.: Load and resistance factor design (LRFD) for deep foundation. Proc. of the Conference on Foundation Design Codes and Soil Investigation in view of International Harmonization and Performance, IWS Kamakura, Japán, 2002.
- [12] Vogt, N. – Schuppener, B. – Weißenbach, A.: Az Eurocode 7-1 Németországban használatos tervezési módszerei a geotechnikai vizsgálatokban. Mélyépítés, 2006/3, Budapest, 2006.
- [13] Schneider, H.R.: Definition and determination of characteristic soil parameters. Proc. of the 14th International Conf. on Geotechnical and Foundation Engineering, Hamburg, 1997.
- [14] Rétháti, L.: Valószínűségelméleti megoldások a geotechnikában. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985.
- [15] Poulos, H.G. – Carter, J.P. – Small, J.C.: Foundation and retaining structures – Research and practice. Proc. of the 15th International Conference on Geotechnical and Foundation Engineering, Isztambul, 2001.
- [16] De Cock, F. – Legrand, C. – Huybrechts, N.: Overview design methods of axially loaded piles in Europe. Report of ERTC-3-Piles, ISSMGE Subcommittee. Proc. of the 13th European Conference on Geotechnical and Foundation Engineering, Prága, 2003.
- [17] MI 15005-2: 1989 Alapozások tervezése. A cölöpalapozás tervezési előírásai. A cölöpalapozás erőtani tervezésének becslési módszerei. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 1989.
- [18] Szepesházi, R.: Geotechnikai példatár. Tankönyvkiadó, Budapest, 2000.
- [19] Szepesházi, R.: A CFA-cölöpök hazai bevezetésének módszerei és tapasztalatai. Közlekedési és Mélyépítési Szemle, 51. évf. 5. szám, Budapest, 2001.
- [20] Kézdi, Á.: Talajmechanika II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
- [21] Varga, L.: A biztonság síkalapok teherbírásának számításában. Mélyépítés-tudományi Szemle, XV. évf. 7. szám, Budapest, 1965.
- [22] Orr, T.L. – Farrell, E.: Geotechnical Design to Eurocode 7. Springer Verlag, London, 1999.
- [23] ÚT 2-3.401-2004. Közúti hidak tervezése. Általános Előírások. Magyar Útügyi Társaság, Budapest, 2004.
- [24] Workshop k EUROKÓDU EC7 konaný v rámci Pražských geotechnických dní 23. květen 2006. www.cgts.cz

Diplomamunka pályadíjasok 2006-ban

A Közlekedéstudományi Egyesület 2006-ban is meghirdette a diplomamunka pályázatát az Egyesület szakmai területeihez kapcsolódó felsőoktatási intézményekben. A pályázati felhívás a KTE Hírlevelében is megjelent, így feltehetően minden érdeklődőhöz eljutott.

A pályázati felhívásra összesen 24 diplomamunka érkezett, a következő intézmények végzős hallgatóitól:

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem	12db
Széchenyi István Egyetem	8db
Szent István Egyetem	2db
Miskolci Egyetem	1db
Nyugat-Magyarországi Egyetem	1db

A Diplomamunka Pályázati Bizottság a pályázatokat értékelte, rangsorolta és javaslatát az országos Elnökség elé terjesztette.

Az Országos Elnökség döntése alapján a következő pályázók, illetve diplomamunkák részesültek díjazásban.

I. díj (50 000 Ft)

Bencze Zsolt: Az M6-os autópálya salaktöltéseinek végzett minősítő vizsgálatok elemzése. (Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar)

Kovács Gábor: Elektronikus piactér kialakítása a Magyar Közúti Fuvarozók Egyesülete számára. (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedés- mérnöki Kar)

II. díj (30 000 Ft)

Benkó Ottilia Judit: A pályamesteri szakma bemutatása. (Szent István Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar)

Schvanner Norbert: A tömegközlekedés előnyben részesítésének vizsgálata forgalomszimuláció segítségével jelzőlámpás csomópontokban. (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar)

Szabó József: Ágyazatragasztási technológia elméleti és gyakorlati vizsgálata. (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar)

Tóth Gergely Zoltán: Rugalmas közlekedési rendszerek megvalósíthatósága Budapesten. (Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar)

Török Árpád: A budapesti 5-ös számú Észak- Dél irányú gyorsvasúti vonal intermodalitásának és interoperabilitásának értékelése hálózati és gazdasági megfontolások alapján. (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar)

III. díj (25 000 Ft)

Borsos Attila: A marketing lehetőségei a közúti közlekedésbiztonság javításában. (Széchenyi István Egyetem, Jog- és Gazdaságtudományi Kar)

Rozsnyai Enikő: A Borsod Volán miskolci autóbusz közlekedésének intenzifikálása, különös tekintettel a pályaudvarok elhelyezésére. (Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar)

Dr. Prezenszki József

a Diplomamunka Pályázati Bizottság alelnöke

A KTE irodalmi díjasai 2006-ban

A KTE szaklapjaiban megjelent legszínvonalasabb cikkeket évenként Irodalmi Díjjal jutalmazza az Országos Elnökség. Az Irodalmi Díj odaítélésére a szaklapok szerkesztőbizottságai, valamint a területi és tagozati elnökök tesznek javaslatot. A beérkezett javaslatokat az Irodalmi Díj Állandó Bizottság értékeli, rangsorolja, és döntésre az Országos Elnökség elé terjeszti.

2006-ban, a beérkezett 9 tanulmány értékelése, és az Országos Elnökség döntése alapján, a következő cikkek szerzői kaptak irodalmi díjat.

1. Bán Lajos-Bodor Jenő-Dr. Farkas János-Kocsis Ildikó-Németh Imre: Nagyszilárdságú – nagyteljesítményű betonok alkalmazása az M7 autópálya S65-ös jelű aluljárója felszerkezetének építésénél. Közúti és Mélyépítési Szemle, 2006. 3. sz. p. 2-13.

2. Holló Péter: A különböző közúti közlekedésbiztonsági intézkedésekkel kapcsolatos költségek és elérhető hasznok becslése. Közlekedéstudományi Szemle, 2005. 10. sz. p. 362-373.

3. Dr. Jankó Domokos – Jákli Zoltán – Siska Tamás: Forgalmobiztonsági vizsgálat a 6. és a 65. sz. főút csomópontjában. Közúti és Mélyépítési Szemle, 2005. 7. sz. p. 17-25.

4. Köller László: A MÁV Rt. szerepvállalási lehetősége a budapesti elővárosi közlekedésben – A vasúti fejlesztési projektek városszerkezeti, ingatlanhasznosítási összefüggései. Városi Közlekedés, 2005. 4. sz. p. 202-216.

5. Pintér László: Közlekedésfejlesztés szubjektív alapon? Városi Közlekedés, 2006. 1. sz. p. 2-7.

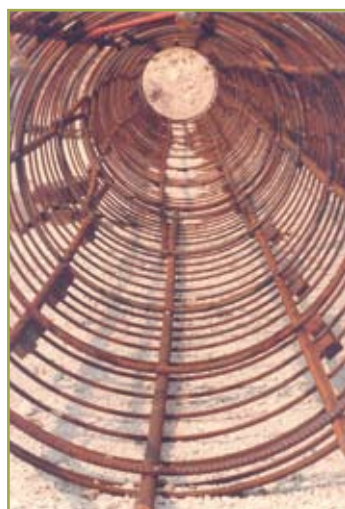
6. Nagy Zoltán-Dr. Tanczos Lászlóné: A hazai intermodális szállítási láncok bekapcsolása a nemzetközi logisztikai rendszerekbe. Közlekedéstudományi Szemle, 2006. 4. sz. p. 122-126; 2006. 5. sz. p. 162-170.

Dr. Prezenszki József

Az Irodalmi Díj Állandó Bizottság vezetője



I. helyezés Hazafi Judit: Harmóniában a tájjal 1-3.



II. helyezett Mátyus Károly: Mélyépítők 1-4.

Közúti fotópályázat nyertesei

Januári lapszámunkban a 2006. évi közúti fotópályázat „Sorozat” kategória első és harmadik helyezettjét mutatjuk be.

ÁRA | 400 FT

REVUE OF ROADS AND CIVIL ENGINEERING

HUNGARIAN MONTHLY REVUE OF ROADS
AND CIVIL ENGINEERING
BUDAPEST

A SZERKESZTÉSÉRT FELELŐS: DR. KOREN CSABA

SZERKESZTŐSÉG: SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM,

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI ÉS TELEPÜLÉSMÉRNÖKI TANSZÉK

UNIVERSITAS-GYŐR KHT.

9026 GYŐR, EGYETEM TÉR 1.; TEL.: 96 503 452; FAX: 96 503 451;

E-MAIL: KOREN@SZE.HU, TOTHZS@SZE.HU

KIADJA: MAGYAR KÖZÚT KHT. 1024 BUDAPEST, FÉNYES ELEK U. 7–13.

DESIGN ÉS NYOMDAI MUNKA: INSOMNIA REKLÁMÜGYNÖKSÉG KFT.

ELŐFIZETÉSBEN TERJESZTI A MAGYAR POSTA RT. HÍRLAP ÜZLETÁGA
1008 BUDAPEST, ORCZY TÉR 1.

ELŐFIZETHETŐ VALAMENNYI POSTÁN, KÉZBESÍTŐKNÉL,

E-MAILEN: HIRLAPELOFIZETES@POSTA.HU, FAXON: 303 3440.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: 06 80 444 444.

MEGJELENIK HAVONTA **600** PÉLDÁNYBAN.

KÜLFÖLDÖN TERJESZTI A „KULTÚRA” KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT
(BUDAPEST 62, POSTAFIÓK 149).

INDEX 25 572 ISSN 1419 0702