



KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

57. ÉVFOLYAM 6. SZÁM

2007. JÚNIUS

tartalom

1 DR. VÖRÖS ATTILA – BARNA ZSOLT

A Nyugat-Dunántúli régió észak-déli közlekedési tengelyének javasolt korszerűsítése az egyes szakaszok és csomópontok többkritériumos értékelése alapján

11 FEHÉRVÁRI SÁNDOR

A füstgázok keletkezése és kezelése alagúttüzek esetén

16 DR. BOROMISZA TIBOR – DETRE GYULA – LAZÁNYI ISTVÁN – DR. SZALAI SÁNDOR

Az útépítési fagyhatárházónák pontosítása

22 TAKÁCS MIKLÓS – TÓSAKI ZOLTÁN

A forgalomszimulációs modellezés metodikai vizsgálata I. rész

28 DR. RIGÓ MIHÁLY

A svéd sebességszabályozás

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 fotókat az e hónapban megnyíló pozsonyi Sitina autópálya-alagútban készítette a felelős szerkesztő.

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.

A NYUGAT-DUNÁNTÚLI RÉGIÓ ÉSZAK-DÉLI KÖZLEKEDÉSI TENGELYÉNEK JAVASOLT KORSZERŰSÍTÉSE AZ EGYES SZAKASZOK ÉS CSOMÓPONTOK TÖBBKRITÉRIUMOS ÉRTÉKELÉSE ALAPJÁN¹

DR. VÖRÖS ATTILA² – BARNA ZSOLT³

A cikk előzménye a nevezett tengely egyes szakaszainak és csomópontjainak értékelését tartalmazta a helyszíni felmérések és az előre kialakított értékelési rendszer alapján. Jelen cikk a szóban forgó közúti tengely elemeinek összehasonlító értékelését mutatja be, megadva egyúttal egy módszertant is, amely a lehetséges beavatkozások közül kiválasztja a leghatékonyabbat. A cikk befejező részében a leghatékonyabb műszaki tartalmú beavatkozások sorrendjét is közöljük, amelyet az értékelési módszer alkalmazásával állítottunk össze. A javasolt beavatkozásokat térképen is közöljük.

1. Hatékonyság számítás és annak eredményei (Módszertani kérdések)

1.1. Nyíltvonali szakaszok

A korábbiakban megjelent előzmény cikkben bemutattuk az értékelési szempontokat, amik a

- sávszám,
- sáv szélesség,
- vonalvezetés,
- útkörnyezet,
- útállapot,
- közlekedésbiztonság,
- forgalom és a
- környezetterhelés

kérdéseit ölelték fel. A szempontok legnagyobb részében 10 fokozatú skálán helyeztük el a paraméterek értékeit.

Az 1. táblázatban összefoglaltuk az egyes beavatkozások műszaki tartalmát (oszlopok) illetve a beavatkozások jellegét és léptékét (sorok). A közölt táblázat – terjedelmi okokból – csak egy részletet mutatja a teljes táblázatnak. A táblázatban a beavatkozások előkalkulált, bruttó egységköltségei is szerepelnek (millió forintban kifejezve, 2003. évi átlagos, becsült árszinten). Vannak azonban olyan beruházások, beavatkozások, amelyeknél nemigen értelmezhető a km-re vetített egységköltség. Ezek döntően csomópontépítések, csomóponti beavatkozások, esetleg rövidebb távolságot felölölő építések (vasúti átjáró korszerűsítése, vasúti felüljáró stb.).

A 2. táblázat rövidített példa-szerűen bemutatja azt, hogy az egyes beavatkozási típusok milyen értékelési tényezők számára, milyen mértékű javulást, esetleg romlást eredményeznek. A táblázatban megadott értékek közül, ahol az indokolható volt, nem a változást, hanem a beavatkozással elérhető, legmagasabb jósaági értéket tüntettük fel. Olyan beavatkozás is létezik, amely a felsorolt értékelési tényezők közül néhányra nézve nem releváns. Az is előfordul, amikor a mutató értéke a beavatkozás következtében nem változik. Ekkor a táblázatban egy x betű található.

E két táblázat segítségével megállapítható tehát, hogy egy adott beavatkozás milyen egységköltségű, és az milyen változást (általában javulást) hoz a vizsgált szakasz érintett paraméterértékei vonatkozásában.

Könnyen belátható, hogy az egyes változásoknak, az egyes értékelési tényezőknek különböző fontosságuk, súlyuk van. Így pl. a közlekedésbiztonság helyzetének egy osztályzattal való javulása

sokkal fontosabb tényező az ember és a környezet számára, mint pl. az útkörnyezet kedvezőbbé válása. Ezért a különböző értékelési tényezőket súllyal kellett ellátni. Ehhez nyújt segítséget a 3. táblázat, amely négy fő ismervre való hatást, mint fő súlytényezőt emel ki. Ennek megfelelően a következő kérdést tesszük fel minden egyes súlyozás elvégzésekor, négy különböző szempontból:

- milyen súllyal befolyásolja az eljutási időt csökkentő beavatkozás az adott tényezőt (választott súlysúlyszám 0,35);
- milyen súllyal befolyásolja a járműüzemi költségeket csökkentő beavatkozás az adott tényezőt (választott súlysúlyszám 0,15);
- milyen súllyal befolyásolja a környezetet javító beavatkozás az adott tényezőt (választott súlysúlyszám 0,30);
- milyen súllyal befolyásolja a közlekedésbiztonságot javító beavatkozás az adott tényezőt (választott súlysúlyszám 0,20)?

Minden egyes kérdés, amely a négy említett terület fő súlyát képezi alsúly-tényezőkre van szétosztva. Ezeknek az alsúlyoknak az összege 1,0. Ez az érték van felosztva a sávszám, sáv szélesség, burkolatszélesség, padkaszélesség, stb., légszennyezés, zajterhelés értékelési szempontok között.

Ha tehát egy beavatkozást eszközölünk, akkor a következőképpen alakul az értékelés menete. Először az 1. táblázatból kikeressük a beavatkozás műszaki tartalmát (függőleges oszlopok) és annak léptékét (vízszintes sorok). Ezt a beavatkozási esetet az oszlop és a sor számával (pl. 8/15, vagy 18/32 stb.) számával jellemezzük. Az így kapott, két számból történő azonosítót használjuk fel a 2. táblázatban való eligazodáshoz. A 2. táblázat fejléce ugyanis úgy van felépítve, hogy az oszlopok és sorok megnevezése által egy-egy beavatkozási típust, illetve beavatkozási mértéket tudunk azonosítani. Az ilyen módon azonosított beavatkozás hatásait pedig oszloponként a különböző értékelési tényezők tekintetében meg tudjuk állapítani. A 3. táblázat segítségével pedig a 2. táblázat által megállapított eltéréseket súlyozzuk. A súlyozást követően alakul ki egy adott beavatkozás, súlyozott relatív hatékonysági mutatója.

A hatékonyság számítások korábbi tapasztalatai bebizonyították, hogy a viszonylag kisebb költségigényű beavatkozások néha sokszorosan hatékonyabbak, mint a nagy volumenű, nagyköltségű építések, beruházások. Ebből azt a hamis következtetést lehetne levonni, hogy a rendelkezésünkre álló pénzalapok minden esetben akkor kerülnek leghatékonyabban felhasználásra, ha csak kisebb léptékű, olcsóbb beavatkozásokat teszünk. Ez nyilvánvalóan abból a tényből következik, hogy a hatékonyság haszonelemeinek figyelembevétele nem teljes körű, illetve az időben nem dinamizált.

A kutatók és tervezők az elmúlt évtizedekben jelentős erőfeszítéseket tettek azért, hogy – lehetőség szerint – minden haszonelemet számszerűsítve is figyelembe vegyenek a hatékonyság-szá-

¹ Jelen cikk folytatása a májusi számban közreadott cikknek

² Okl. építőmérnök, egyetemi docens, BME Út- és Vasútéptézési Tanszék voros@uvt.bme.hu

³ Okl. építőmérnök, egyetemi tanársegéd, BME Út- és Vasútéptézési Tanszék barna@uvt.bme.hu

1. táblázat: A beavatkozások bruttó, előkalkulált egységköltségei [részlet](2004. éveleji árszint)

teljes különbszintű csp 2x2	24						1000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
-----------------------------	----	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

mítások során. E törekvés tükröződik a jelenleg bemutatandó értékelési módszer összeállításakor is.

Az alábbi gondolat azonban arra is megoldást ad, hogy miként lehetne az időtényezőt is minél korrektebben, a valóságnak minél megfelelőbben figyelembe venni. Az eddig használt érté-

kelési módszerekben a nagy értékű és ezért szükségképpen igen drága beruházások számára kifejezetten előnytelen diszkontálási módszert használunk. Az általában 12%-ban megállapított diszkonttényezők azt eredményezik, hogy egy adott beruházás nettó jelenértéke, tehát a jelenre átvértékelt hasznossága a min-

2. táblázat: Az egyes beavatkozásokkal elérhető javulás, változás, illetve a legjobb állapot, értékelési tényezőnként (részlet)

OSZLOP		1	1	2	2	3	3		6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8
SOR		1	2	1	2	1	2		1	2	3	4	8	9	10	11		15	16	17	18	22	23
sávszám	1	2	2	2	2	1	1		2	2	2	2	2	2	2	x		x	x	x	x	x	x
padkaszélesség	4	10	10	7	7	10	10		7	7	7	7	7	7	7	x		x	x	x	x	x	x
vízszintes vonalvez	5	10	10	10	10	10	10		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
függőleges vonalvez.	6	10	10	10	10	10	10		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
előzési látótáv.	7	10	10	10	10	9	9		10	10	x	10	10	10	x	1+		1+	1+	1+	1+	1+	1+
útkörnyezet	8	10	10	10	10	10	10		9	9	9	9	9	9	9	x		x	x	x	x	x	x
nyomvályú	9	10	10	10	10	10	10		9	9	9	8	8	8	8	8		8	8	8	8	8	8
felületállapot	10	10	10	10	10	10	10		9	9	9	8	8	8	8	8		8	8	8	8	8	8
relatív baleseti mutató	12	10	9	9	8	8	7		9	8	7	9	9	8	7	1+		1+	1+	1+	1+	1+	1
védttelen résztvevők veszélyeztetettsége	13	5	5	5	5	5	5		4	4	4	4	4	4	4	1+		1+	1+	1+	1+	1+	+
légszennyezés	14	5	5	5	5	5	5		5	4	4	5	5	4	4	x		x	x	x	x	x	x
zajterhelés	15	10	10	10	10	9	9		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	x		x	x	x	x	x	x
elválasztó hatás	16	10	10	10	10	9	9		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	x		x	x	x	x	x	x
Teherbírás	17	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x

dennapi józan megítéléshez képest igen alacsony. A diszkontálás alapgondolata ugyanis az, hogy ha 100 Ft értéket kívánunk beruházni 20 év múlva, annak lényegében a mai napra átéértékelt értéke elhanyagolhatóan csekély. Ha azonban ugyanezt a 100 Ft-ot a mai napon akarjuk elkölteni a beruházásra, akkor annak az értéke valóságban is 100 Ft.

Ez kifejezetten és szinte kizárólagosan a pénzügyi szemléletet tükrözi, és igen távol áll attól a valóságtól, hogy a nagy értékű és nagyléptékű beruházások hosszú távra (gyakran évtizedekre, 1-2

évszázadra) széles körűen és az optimálishoz közel állóan oldják meg a fennálló gondokat.

Ezt a helyzetet kívánta javítani az értékelés egységesen alkalmazandó irányelveit és paramétereit előírni kívánó, a Gazdasági és Közlekedési Minisztériumban, 2003-ban kelt előírás is. Ebben a dokumentumban a diszkonttényező korábban alkalmazott 12%-os értékét 5%-ra szállította le. Ez kétségtelenül jelentős előrelépés, ugyanakkor még mindig a kizárólagos pénzügyi megtérülési szemléletet tükrözi.

3. táblázat: Az értékelési tényezők súlyozásának rendszere

		milyen súllyal befolyásolja az eljutási időt csökkentő beavatkozást az adott tényező		milyen súllyal befolyásolja a járműüzemi költségeket csökkentő beavatkozást az adott tényező		milyen súllyal befolyásolja a környezetet javító beavatkozást az adott tényező		milyen súllyal befolyásolja a közlekedésbiztonságot javító beavatkozást az adott tényező		A 4 résztényező összegzett értéke
		alsúly	súlyozott ért.	alsúly	súlyozott ért	alsúly	súlyozott ért	alsúly	súlyozott ért	
Geometria	padka	0,050	1,750	0,050	0,750	0,020	0,600	0,100	2,000	5,100
	vízszintes vonalvez	0,150	5,250	0,130	1,950	0,090	2,700	0,100	2,000	11,900
	függőleges vonalvez.	0,130	4,550	0,200	3,000	0,120	3,600	0,120	2,400	13,550
	látótávolság	0,050	1,750	0,030	0,450	0,010	0,300	0,100	2,000	4,500
	útkörnyezet	0,010	0,350	0,010	0,150	0,010	0,300	0,050	1,000	1,800
Burkolatállapot	nyomvályú	0,080	2,800	0,080	1,200	0,030	0,900	0,080	1,600	6,500
	felületállapot	0,070	2,450	0,090	1,350	0,030	0,900	0,050	1,000	5,700
forgalmi terhelések	kapacitáskihasználás	0,360	12,600	0,300	4,500	0,100	3,000	0,100	2,000	22,100
Közlekedés-biztonsági mutatók	relatív baleseti mutató	0,010	0,350	0,010	0,150	0,010	0,300	0,150	3,000	3,800
Környezet-védelmi terhelés értékei	védttelen résztvevők veszélyeztetettsége	0,050	1,750	0,030	0,450	0,030	0,900	0,100	2,000	5,100
	légszennyezés	0,010	0,350	0,040	0,600	0,250	7,500	0,010	0,200	8,650
	zajterhelés	0,010	0,350	0,010	0,150	0,280	8,400	0,010	0,200	9,100
	elválasztó hatás	0,010	0,350	0,010	0,150	0,010	0,300	0,020	0,400	1,200
	Teherbírás	0,010	0,350	0,010	0,150	0,010	0,300	0,010	0,200	1,000
Szempontok súlytényezője		1,000	35,000	1,000	15,000	1,000	30,000	1,000	20,000	100,000
			35		15		30		20	100

4. táblázat: A súlyozott hatékonyságot tovább differenciáló, időben dinamizáló szorzótényezők

Beavatkozás	értékszám (évekkel kifejezve az, hogy a beavatkozás hány évig nyújt elfogadható, vagy annál jobb színvonalú kínálatot)
2x2 sáv autótú+leállósáv	120
2x2 sáv autótú	110
2x1 sáv autótú+ kétoldali leállósáv	80
4 sáv új főút	60
2 sáv új főút autótú paraméterekkel	50
négysávítás+ régi sáv profilozás, szőnyegezés	60
kapaszkodó,előző sáv ép.	25
sáv szélesítés 0,5 m/sáv	20
burkolatszélesítés 1,00 m	20
padkaszélesítés1,50 m	20
kerékpársáv burkolaton	10
önálló kerékpárút ép.	30
járdaépítés egyoldali	30
járdaépítés kétoldali	30
2x1vissz vonalvez korsz 500m/km	25
2x1vissz vonalvez korsz 3-500m/km	25
2x1vissz vonalvez korsz 1-300m/km	15
Függ vonalvez korsz. 500- m/km	25
Függ vonalvez korsz. 3-500- m/km	25
Függ vonalvez korsz. 1-300- m/km	15
burkolatmegerősítés, 2 új réteg	12
nyomvályúmentesítés marás +1 réteg	6
felületi bevonat 1 réteg	5
teljes különszintű csp 2x2	120
teljes különszintű csp 2x1	80
részleges különszintű csp 2x2	50
részleges különszintű csp 2x1	35
új jelzőlámpás csp 2x2	20
új jelzőlámpás csp 2x1	15
új körforgalmi csp nagy	25
új körforgalmi csp közepes	20
új körforgalmi csp kicsi	15
csomópont bővítés lassító gyorsító sávokkal	25
csomóponton felálló sávok építése	20
forgalomtechnikai korszerűsítés	12
különszintű vasúti átgáz	120
vasúti átgázban csapórúd felszerelése	25
átkelési szakasz kisebb fokú korszerűsítése	10
átkelési szakasz jelentős korszerűsítése	20
átkelési szakasz négysávítás	30
átkelési szakasz jelentős forgalomcsillapítása	25
növényzetkezelés, útmenti létesítmények	5

Ezzel szemben a jelen módszer egy ennél egyszerűbb, áttekinthetőbb, a valósághoz lényegesen közelebb álló megoldást javasol és alkalmaz. Tudatában vagyunk annak, hogy a kidolgozott és itt bemutatandó módszer még további finomítást igényel. Ennek ellenére, a korábbiakhoz képest lényegesen előrelépést képvisel abban a tekintetben, hogy a nagyléptékű, nagy értékű beavatkozások megítélését valószerűbbé teszi.

Ennek érzékeltetésére mutatjuk be a 4. táblázatot. Ebben a táblázatban az 1. és a 2. táblázat esetében alkalmazott beavatkozási típusokra vonatkozóan, a probléma-megoldás időbeni

tartósságát tüntettük fel. Vegyük példaként egy meglévő főút négysávítását. A 4. táblázatban ez 60-as értékszámot kap, azaz abból a feltételezésből indul ki, hogy a beavatkozás 60 évig nyújt elfogadható, vagy annál jobb színvonalú szolgáltatási színvonal-kínálatot. Ennek értelmében a jelenleg mérhető és az előrebecsült forgalomnagyságot, forgalom-összetételt, környezeti tényezőket és egyéb, igen széles körű szempontrendszert tekintve egy négysávú út sok évtizedig nyújt a feltárt térség számára ebben a kiépítési formában jó, illetve elfogadható kínálatot.

Egy 2x2 sávú, leálló sávval ellátott autótú esetében ezt 120 évre vettük fel. Ebben benne foglaltatik az a feltételezés, hogy egy megépült teljes értékű gyorsforgalmi út, akár 1-2 évszázadig is ugyanazon a helyen – műszaki tartalmát tekintve –, ugyanolyan kiépítésben üzemel. Az eredetileg 150 éves időtartamra tervezett figyelembevétel azért csökkentettük 120 évre, mert érzékeltetni akartuk a 20-30 évenként szükséges, nagyarányú korszerűsítés költségeit és érték-visszafogó hatásait.

A fentiekkel szemben vizsgáljunk meg egy kisebb léptékű beavatkozást, pl. a fennálló forgalomtechnikai jelzések rendszerének korszerűsítését. A 4. táblázatban ez a beavatkozás 12-es számmal szerepel, azaz egy komplex forgalomtechnikai korszerűsítés kb. 12 évig szolgálja változatlan formában a jelenleg fennálló problémák jó színvonalú megoldását. Itt is a 15 éves futamidőt tekintettük alapnak, és a 3 éves csökkentést a jelzések és a jelzések időközi felújításának (megrongálódott, eltűnt táblák, széljelző oszlopok cseréje, útburkolati jelek újra festése stb.) figyelembevétele miatt alkalmaztuk.

A fentiekben elvégzett, súlyozott hatékonyság számításnak az egyes szakaszokra vonatkozó értékeit tehát meg kell szorozni (időben dinamizálni kell) a 4. táblázatban található értékszám-mal. Az ilyen módon meghatározott beruházási hatékonyságokat kell azután sorrendbe állítani, eldöntendő a leghatékonyabb beavatkozás mibenlétét és volumenét.

1.2 Csomópontok

A csomópontok értékelésére a szakaszoknál követett eljáráshoz képest alapvetően eltérő módszert alkalmaztuk. Ennek oka abban állt, hogy a csomóponti beavatkozások költségének normatívák alapján történő megadása lényegesen pontatlanabb, mint az a szakaszok esetében lehetséges. Előfordulhat, hogy egy csomópont fizikai kialakítását egy néhány százezer forintos beavatkozással lényegesen javítani lehet. Ugyanakkor egy fizikai kialakításában kedvezőtlen csomópont átépítése akár 30-50 millió forintba is belekerülhet.

Ezért csak az alábbi tényezőket vettük figyelembe az értékelés során:

- a balesetek kimenetelének súlyosságával súlyozott balesetszám;
- a csomópont szerep szerinti kialakítása (0,15-szoros súly);
- a csomópont fizikai kialakítása (0,50-szoros súly);
- a csomópont forgalomtechnikai kialakítása (0,35-szoros súly);
- a csomóponton áthaladó átlagos napi forgalom mértéke.

A csomópontok értékelése során külön választottuk azokat a csomópontokat, amelyekben az 1998-2002 közötti időszak 5 évében legalább 1 személysérüléssel baleset történt. E csomópontok – az ún. balesetes csomópontok – között, a baleset kimenetelével súlyozott balesetszám alapján állítottuk fel a szükséges beavatkozási sorrendet.

A másik csoportot a baleset nélküli csomópontok képezték. Ezek jóságát úgy állapítottuk meg, hogy a fenti 5 tényezőtől a csomópont szerep szerinti kialakítását, a fizikai kialakítását és a forgalomtechnikai kialakítását tekintettük kiindulási alapnak. A fentiekben feltüntetett súlytényezőkkel megszorozva az egyes szempontokat kapjuk meg a csomópont kialakítási jóságának mérőszámát. Nem mellékes azonban, hogy egy adott csomópont jósága, szolgáltatási színvonala hány, a csomóponton keresztül haladó gépjárművet érint. Ezért a csomóponton az átlagos napon keresztül haladó gépjárművek számát is figyelembe vettem. Ez úgy történt, hogy a jósági mérőszámot elosztottuk a forgalom nagyságával, majd az értéket egy 10000-es szorzóval megszoroztuk, azért, hogy könnyen kezelhető számokat kapjunk.

2. Az elvégzett hatékonyság számítások eredményeinek bemutatása

2.1 A szakaszi értékelés eredményei

Az alábbiakban – néhány példa és a legfőbb eredmények alapján – ismertetjük a számítások eredményeit. Ennek során bemutatjuk, hogy az egyes szakaszokra tervezett, különböző műszaki tartalmú és volumenű beavatkozások szakaszonkénti hatékonysága hogyan alakul. Az 5. táblázat – példaként – bemutatja a 86. sz. főút vizsgált szakaszain az egyes lehetséges és célszerű műszaki tartalommal bíró intézkedések dinamikus, súlyozott és relatív hatékonyságát, továbbá a megvalósítás előkalkulált egységkosztásai alapjánuló pénzráfordításait. A táblázat a leghatékonyabb első 15 projektet ismerteti. A 74. és a 76. sz. főút részletes adatait terjedelmi okokból nem közöljük.

A táblázat értelmében a 350-es értékszámot meghaladó a dinamikus, súlyozott, relatív hatékonysága (a továbbiakban DH) a bekerülési költsége pedig 2176,0 mFt a Vát és Zanat közötti

szakasz négy-sávú-sításának, amivel az az első helyre került.

Második helyen következik az Egyházásrádóc és Kisunym közötti szakasz négy-sávú-sítása 336 DH értékkel, 1600,0 mFt költség mellett. A harmadik leghatékonyabbnak bizonyuló beavatkozás pedig a 86. sz. főúton a 88. sz. főúttal alkotott csomóponttól a Szeleste község kezdetéig terjedő, külsőségi útszakasz vízszintes vonalvezetésének kisebb mértékű korrekciója. Itt a DH értéke 289-re, a beruházási költség pedig 245 mFt-ra adódik. Az ötödik helyen a 86. sz. főút 7405. j. út csomóponttól Kálócfa településig terjedő külsőségi szakasz vízszintes vonalvezetésének kisebb korrekciója található.

A nyolcadik helyen találunk először kisebb léptékű beavatkozással, ez pedig a 7426. j. úttól a 7405. j. útig terjedő szakaszon elvégzendő padkaépítés és padkakorszerűsítés.

A Csorna várost délkelet, délről elkerülő új, 2x2 sávós autópút a hatékonysági sorrendben a 9. helyre került, kerekén 200 DH értékkel, mintegy 4,1 milliárd Ft költséggel. (Feltételezhető, hogy a hidak és felüljárók miatt az építés költsége az egységkosztások alapján számított értéket meg fogja haladni.)

5. táblázat: A 86 sz. főúton szakaszonként leghatékonyabb beavatkozások hatékonysági sorrendje (Az első 15 beavatkozás)

Rang-szám	Szakasz sor-száma	Szakasz leírása	Kezdősz.	Végssz.	Beavatkozás	Din. súly. rel.	Költség (mFt)
1	86/18.	Szombathely-Zanat elkerülő visszakötéstől Vát község kezdetéig terjedő külsőségi szakasz	84,000	90,800	Négysávú-sítás	350,9	2176,0
2	86/13.	Egyházásrádóc és Kisunym közötti külsőségi útszakasz	60,700	65,700	Négysávú-sítás	336,4	1600,0
3	86/20.	A 88. sz. főút csp-tól Szeleste község kezdetéig terjedő külsőségi szakasz	92,600	96,100	Vízszintes vonalvezetés kisebb mértékű korrekciója	289,2	245,0
4	86/4.	7405. j. út csp-tól Kálócfa település kezdetéig	16,950	19,400	Vízszintes vonalvezetés kisebb korrekciója	280,9	171,5
5	86/15.	Balogunym község és a szombathelyi déli gyűrűn lép körforgalom közötti külsőségi útszakasz	69,400	74,200	Külsőségi szakasz négy-sávú-sítása	271,5	1536,0
6	86/19.	Vát átkelési szakasz kiegészülve a 88. sz. főút csomópontjáiig terjedő szakasszal	90,800	92,600	Négysávós új főút építése	260,1	1170,0
7	86/6.	Kálócfa és Zalalövő közötti külsőségi szakasz	21,750	31,000	Függőleges vonalvezetés kisebb korszerűsítése	227,3	925,0
8	86/3.	7426. j. út csp-tól a 7405. j. út csp-ig	13,123	16,950	Padkaszélesítés, padkakorszerűsítés	216,8	153,1
9	86/27.	Csorna város átkelési szakasza	147,950	152,200	2x2 sávós új autópút építés leállósávval	199,8	4122,5
10	86/25.	Szil és Szilárcsány községek átkelési, valamint környezetük külsőségi szakaszai	130,200	142,800	2x2 sávós új autópút építése leállósáv nélkül	190,4	12222,0
11	86/26.	A Csornától délre fekvő külsőségi útszakasz	142,800	147,950	Négysávú-sítás	183,7	1648,0
12	86/14.	Kisunym-Balogunym közötti átkelési szakasz és környéke	65,700	69,400	Kétsávós új elkerülő főút építése	180,5	1850,0
13	86/21.	Szeleste-Pósfa-Hegyalu-Vasegerszeg községek átkelési és a közöttük lévő külsőségi szakaszok együttese	96,100	108,050	2x1 sávós új elkerülő főút építése	168,5	5975,0
14	86/7.	Zalalövő átkelési szakasza	31,000	32,600	Zalalövő elkerülése új kétsávós főúttal	152,5	800,0
15	86/1.	Kezdőszelvény-7418. j. út csp-ig	2,349	3,400	Padkarendezés és szélesítés	142,8	42,0

6. táblázat: A szakaszonként leghatékonyabb beavatkozások hatékonysági sorrendje, a három főúton együttesen

Rang-szám	Szakasz sor-száma	Szakasz leírása	Kezdősz.	Végysz.	Beavatkozás	Din. súly. rel.	Költség (mFt)
1	86/18.	Szombathely-Zanat elkerülő visszakötéstől Vát község kezdetéig terjedő külsőségi szakasz	84,000	90,800	Négysávúsitás	350,9	2176,0
2	76/6.	Hagyárosbörönd-Hegyhátsál közötti külsőségi szakasz	70,900	77,736	Függőleges vonalvezetés közepes mértékű korrekciója	348,9	888,7
3	86/13.	Egyházásrádóc és Kisunyom közötti külsőségi útszakasz	60,700	65,700	Négysávúsitás	336,4	1600,0
4	74/2.	Nagykanizsa-Palin és Bocska közötti külsőségi útszakasz	5,800	13,550	Függőleges vonalvezetés közepes fokú korrekciója	298,8	1007,5
5	86/20.	A 88. sz. főút csp-tól Szeleste község kezdetéig terjedő külsőségi szakasz	92,600	96,100	Vízszintes vonalvezetés kisebb mértékű korrekciója	289,2	245,0
6	86/4.	7405. j. út csp-tól Kálócfa település kezdetéig	16,950	19,400	Vízszintes vonalvezetés kisebb korrekciója	280,9	171,5
7	76/8.	Hegyhátsál és Katafa települések közötti külsőségi szakasz	78,655	79,900	Vízszintes vonalvezetés kisebb korrekciója	272,3	87,2
8	86/15.	Balogunyom község és a szombathelyi déli gyűrűn lévő körforgalom közötti külsőségi útszakasz	69,400	74,200	Külsőségi szakasz négysávúsitása	271,5	1536,0
9	76/4.	Bagod -Hagyárosbörönd közötti külsőségi útszakasz	65,900	69,300	Függőleges vonalvezetés közepes mértékű korrekciója	267,6	578,0
10	86/19.	Vát átkelési szakasz kiegészülve a 88. sz. főút csomópontjáig terjedő szakasszal	90,800	92,600	Négysávú új főút építése	260,1	1170,0
11	86/6.	Kálócfa és Zalalövő közötti külsőségi szakasz	21,750	31,000	Függőleges vonalvezetés kisebb korszerűsítése	227,3	925,0
12	76/7.	Hegyhátsál átkelési szakasz	77,736	78,655	Új kétsávú elkerülő főút építése	223,0	459,5
13	74/7.	27 km-szelvénytől a 74-75 sz. főutak csomópontjáig	27,200	35,900	Padka szélesítés, padka korszerűsítés	219,3	348,0
14	86/3.	7426. j. út csp-tól a 7405. j. út csp-ig	13,123	16,950	Padkaszélesítés, padkakorszerűsítés	216,8	153,1
15	86/27.	Csorna város átkelési szakasza	147,950	152,200	2x2 sávú új autót út építés leálló sávval	199,8	4122,5

7. táblázat: A szakaszonként leghatékonyabb, kisebb értékű és volumenű beavatkozások hatékonysági sorrendje, a három főúton együttesen

Rang-szám	Szakasz sor-száma	Szakasz leírása	Kezdősz.	Végysz.	Beavatkozás	Din. súly. rel.	Költség (mFt)
1	74/7.	27 km-szelvénytől a 74-75 sz. főutak csomópontjáig	27,200	35,900	Padka szélesítés, padka korszerűsítés	219,3	348,0
2	86/3.	7426. j. út csp-tól a 7405. j. út csp-ig	13,123	16,950	Padkaszélesítés, padkakorszerűsítés	216,8	153,1
3	86/6.	Kálócfa és Zalalövő közötti külsőségi szakasz	21,750	31,000	Padka szélesítés, padka korszerűsítés	195,5	370,0
4	76/7.	Hegyhátság átkelési szakasz	77,736	78,655	Forgalomtechnikai korszerűsítés + padka szélesítés, padka korszerűsítés + önálló kerékpárút + kétoldali járda	183,2	90,1
5	86/19.	Vát átkelési szakasz kiegészülve a 88. sz. főút csomópontjáig terjedő szakasszal	90,800	92,600	Forgalomtechnikai korszerűsítés + Önálló kerékpárút + gyalogos-létesítmények korszerűsítése	169,2	104,4
6	86/4.	7405. j. út csp-tól Kálócfa település kezdetéig	16,950	19,400	Padkaszélesítés + padkakorszerűsítés	152,5	98,0
7	86/1.	Kezdőszelvény-7418. j. út csp-ig	2,349	3,400	Padkarendezés és szélesítés	142,8	42,0
8	86/14.	Kisunyom-Balogunyom közötti átkelési szakasz és környéke	65,700	69,400	Önálló kerékpárút + kéoldali járda	137,0	196,1
9	86/5.	Kálócfa átkelési szakasza	19,400	21,750	Forgalomtechnikai korszerűsítés	134,4	11,8
10	86/7.	Zalalövő átkelési szakasz	31,000	32,600	Forgalomtechnikai korszerűsítés	134,4	8,0
11	86/8.	Zalalövő és Nádasd közötti külsőségi útszakasz	32,600	45,000	Forgalomtechnikai korszerűsítés	134,4	62,0
12	86/28.	Csorna és Bősárány közötti külsőségi útszakasz	152,200	158,400	Forgalomtechnikai korszerűsítés	134,4	31,0
13	76/2.	Zalaegerszeg-Andráshida és Bagod községek közötti külsőségi útszakasz	60,800	63,400	Forgalomtechnikai korszerűsítés	134,4	13,0
14	76/3.	Bagod község átkelési szakasza	63,400	65,900	Forgalomtechnikai korszerűsítés	134,4	12,5
15	76/5.	Hagyárosbörönd átkelési szakasz	69,300	70,900	Forgalomtechnikai korszerűsítés	134,4	8,0

8. táblázat: A balesetes csomópontok korszerűsítési, beavatkozási sorrendje

csomó-pont	szelvény	szerep szerinti kialakítás	fizikai kialakítás	forgalom-technikai kialakítás	súlyzpntt jóság	könnyű baleset/5 év	súlyos baleset/5 év	halálos baleset/5 év	súlyozott baleset-szám	elkerülve, kiváltva, szakasz korszerűsítve,
76-7405j. csomópont	59+138	10	7	10	8,50			2	200	2004
74-75j. csomópont	35+215	10	10	10	10,00	2	3	1	132	átépült
74-73229j. csomópont	40+713	3	6	9	6,60		1	1	110	
86-87j. Csomópont	80+800	10	8	10	9,00			1	100	kiváltva
76-86j.		4	4	9	5,75	2	3		32	
86-8706j. Csomópont	59+700	4	7	8	6,90	3	2		23	2010-2012
86-87312-87116j.csp.	68+400	3	5	10	6,45		2		20	2009-2012
86-8427j. Csomópont	130+200	6	2	3	2,95		2		20	2015 után
86-8443j. Csomópont	79+034	10	10	10	10,00	3	1		13	0
76-7410j. csomópont	55+423	10	10	10	10,00	3	1		13	2004
74-7528j. csomópont	12+760	3	3	3	3,00	1	1		11	
86-7418j. csomópont	4+184	4	4	7	5,05		1		10	
86-7416j. csomópont	10+987	10	10	10	10,00		1		10	
86-74168j. csomópont	49+400	10	10	10	10,00		1		10	
86-8615j. Csomópont	117+150	7	5	5	5,30		1		10	2015 körül
86-8611j. Csomópont	123+800	10	6	10	8,00		1		10	
86-8513j. Csomópont	155+850	10	7	10	8,50		1		10	
76-74109j. csomópont	64+020	8	6	8	7,00		1		10	2009-2011
76-7441j. csomópont	77+736	3	4	5	4,20		1		10	2009-2011
74-75132j. csomópont	9+716	3	4	7	4,90		1		10	
86-8408 j. csomópont	139+600	10	3	9	6,15	4			4	2010-2014
szeméttlepi csomópont	169+100	10	10	10	10,00	2			2	
86-7446j. csomópont		9	8	8	8,15	1			1	
76-7406j. csomópont	59+632	5	5	8	6,05	1			1	2004
76+74301j. csomópont	60+579	2	3	3	2,85	1			1	2004
74-75163j. csomópont	10+713	7	7	8	7,35	1			1	
0=nincs lényeges teendő 2014-ig szürkével alányomva: új szakasz építésével kiváltva										

9. táblázat: A baleset nélküli csomópontok összforgalommal súlyozott jósági sorrendje (1 = legrosszabb minőség, az első 15 csomópont)

csomópont	szelvény	szerep szerinti kialakítás	fizikai kialakítás	forgalomtechnikai kialakítás	súlyozott megfelelés	mellékirány ÁNF(jm/nap)	főirány ÁNF (jm/nap)	Teljes ÁNF (jm/nap)	mellékirány forgalmára fajlagos súlyozott megfelelés	súlyozott jóság	Elkerülve, kiváltva, szakasz korszerűsítve
76-7411j. csomópont	66+200	2	2	1	1,65	2386	13495	15881	0,69	1,04	2009-2012
86-8632j. csomópont	102+800	1	1	1	1	495	3902	4397	4,24	2,27	2008-2012
76-74165j. csomópont	73+600	2	1	1	1,15	178	3731	3909	6,46	2,94	
76-7404j. csomópont	59+920	6	4	7	5,35	665	13495	14160	8,05	3,78	2004
86-86117j. csomópont	87+000	3	2	6	3,55	706	8245	8951	5,88	3,97	
76+74143j. csomópont	65+571	8	5	7	6,15	422	13495	13917	14,57	4,42	2009-2012
74-7516j. csomópont	6+672	4	2	3	2,65	1530	4438	5968	1,73	4,44	2006-2008
86-8604 j. csomópont	136+296	5	1	2	1,95	443	3551	3994	10,84	4,88	2010-2014
74-7532j. csomópont	24+384	2	2	2	2	574	2899	3473	3,48	5,76	
74-75133j. csomópont	13+618	6	3	2	3,1	369	4438	4807	8,40	6,45	2015 körül
86-8635j. csomópont	90+600	8	4	8	6	526	8245	8771	9,13	6,84	2009-2011
74-75163j. csomópont	11+305	4	3	4	3,5	369	4438	4807	9,49	7,28	
86-8601 j. csomópont	143+300	7	5	5	5,3	436	5989	6425	11,81	8,25	
86-8423 j. csomópont	142+200	7	6	4	5,45	479	5989	6468	10,02	8,43	2010-2014
86-8604 j. csomópont	136+150	7	7	4	5,95	3119	3551	6670	1,76	8,92	2010-2014

Megemlítjük még, hogy a nagyon kedvezőtlen paraméterű zala-lövői átkelési szakasz korszerűsítése sorrendben a 14.

Számos forgalomtechnikai korszerűsítéssel találkozunk a 15-20. rangszám körül 135 DH értékekkel.

A 6. táblázatban a teljes észak-déli tengely (86. sz., 74. sz. és 76. sz. főutak) szakaszonként az első 15 leghatékonyabb beavatkozásait állította sorrendbe. Az első 15 beavatkozás közül 9 esik a 86. sz., 4 a 76. sz., 2 pedig a 74. sz. főútra. Itt azonban azt is figyelembe kell venni, hogy a 86. sz. főút mintegy 180 km hosszúságú, a másik két út hossza pedig megközelítőleg 50-50 km.

A táblázatokat szemlélve feltűnik, hogy az értékelési rendszer elsősorban a nagyobb léptékű, nagyobb értékű beruházásokat támogatja. Tudomásul véve, hogy maga az értékelési rendszer is tartalmaz bizonyos szubjektív elemeket, ezért olyan beavatkozási sorrendet is készítettünk, amely kizárólag a kisebb léptékű, kisebb értékű beavatkozásokat állítja sorrendbe. Ezeknek a megvalósítása ugyanis inkább tekinthető helyi, mikroregionális, megyei vagy közútkezelői döntési kompetenciának, mint a nagy értékű, nagyléptékű beavatkozások.

Ezen kisebb értékű és léptékű beavatkozások közül – példaként – az első 15-öt tüntettük fel a 7. táblázatban.

2.2. A csomóponti értékelés eredményei

Az előzőekben közölt balesetes, illetve baleset nélküli csomópont csoportból képeztük a 8. és 9. táblázatot.

Nehéz annak az eldöntése, hogy vajon egy olyan csomópont kerüljön-e átépítésre, amelyben az elmúlt 5 évben egy súlyos baleset történt, de a csomópont paraméterei jók vagy kiválóak, vagy egy baleset nélküli, de azonnali beavatkozást igénylő, rossz

paraméterekkel rendelkező csomópont kerüljön-e előre.

A végső értékelés során – figyelembe véve ezt a dilemmát – az alábbiak mellett döntöttünk. Figyelem: Az alábbiakban, valamint a 8-9. táblázatokban megjelenő évszámok kizárólagosan tájékoztató és hozzávetőleges jellegűek, a tényleges megvalósulás időpontjai ettől lényegesen eltérhetnek.

Első sürgősségi csoport

Ide kerülnek azok a csomópontok, ahol a vizsgált 5 év alatt történt személysérüléses balesetek kimenetel szerint súlyozva elérték vagy meghaladták a 100 pontot. Ez alól kivételt képeznek természetesen azok a csomópontok, amelyek a 2002-ig szóló balesetszám összegzést követő időszakban, tehát 2003. január 1-jétől átépítésre és kiváltásra kerültek. Mint a fentiekben is említettük 4 olyan csomópontot találtunk, amelyeken a balesetszám 100 vagy annál magasabb értéket mutatott. Ezek az alábbiak voltak:

- 76. sz.-7405. j. (59+138). A 2004. I. félévében átadandó, a zalai megyeszékhelyet északról elkerülő új, 76. sz. főút lényeges tehermentesítő hatása következtében és a csomópont egyébként jó kiépítettsége miatt beavatkozás még középtávon sem indokolt. Kivételt képez ez alól az, ha az elkerülő átadását követően a baleseti helyzet mégsem javulna;
- 74. sz. - 75. sz. (35+215). A csomópont 2003-ban körforgalmúvá épült át, ezért beavatkozás itt sem szükséges;
- 74. sz. - 73229. j. (40+713);
- 86. sz. - 87. sz. (80+800). A csomópontot a Szombathely-Zanat-i elkerülő szakasz elkészültével egy időben megépült külön-szintű csomópont kiváltotta. Ezért itt lényeges közlekedés-biztonság növekedésre lehet számítani.

Ezek szerint tehát a vizsgált 5 évben történt halálos kimenetelű baleseteket regisztráló csomópontok közül kizárólag a 74. sz. útból Csatár község felé kiágazó 73229. j. bekötőútnál lévő csomópont alakítandó át. Megjegyezzük azonban, hogy ennek a csomópontnak a forgalomtechnikai kialakítása lényegében tökéletes, fizikai kialakítása is jobb a közepesnél, egyedül szerep szerinti kialakítása kapott 3-as osztályzatot.

Második sürgősségi csoport

Ebbe a csoportba a 3-as súlyozott megfelelési osztállynál rosszabb paraméterű, baleset nélküli csomópontok kerültek. Vizsgálataink során 3 ilyen csomópontot találtunk. Ezek az alábbiak:

- 76. sz. - 7411. j. (66+200). A 76. sz. főútból Zalalövő-Baján-senye felé kiágazó hálózati jelentőségű összekötőút. Ez a csomópont a Bagod község elkerülésére szolgáló új útszakasz megépültével kiváltásra kerül. Erre nézve a szakaszon-

ként elvégzett értékelés ad támpontot. Ebben a térségben az bizonyul a leghatékonyabb beavatkozásnak, ha a teljes bagodi területet az új 76. sz. főút északról elkerüli majd. Ugyanakkor ez a beavatkozás csak 2008-2012 körül várható, így addig az átépítés mindenképpen előbb indokolt;

- 86. sz. - 8632. j. (102+800). Ez a Bő felé menő összekötőút, amely igen kedvezőtlen kialakítású mind a három, vizsgált kritérium szempontjából. Itt az azonnali átépítés indokolt. –Ugyanakkor megjegyezzük, hogy a Szeleste-Pósfa-Hegyalu-Vasegerszeg elkerülő szakasz megépítése bizonyul ebben a térségben a leghatékonyabbnak. Amennyiben e szakasz megvalósul, az itt tárgyalt csomópont is kiváltásra kerül. Az elkerülő szakasz megépülte azonban 2008-ig nem valószínű. Ebből következően a csomópont rövidtávú, lényegében azonnali átépítése szükséges;
- 76. sz. - 74165. j. (73+600). Itt a csomópont térségében a közeljövőben új út megjelenése nem várható, ezért az igen rossz paraméterekkel rendelkező csomópont azonnali átépítése indokolt.

Harmadik sürgősségi csoport

A 11 és a 99 közötti súlyozott balesetszámmal rendelkező csomópontok kerülnek ebbe a csoportba. E csoportba 7 csomópont tartozik. Ezek az alábbiak:

- 76. sz. - 86. sz. (82+089). A két, nagyfontosságú, II. rendű főút csomópontja nemcsak balesetszámát tekintve, hanem kiépítettsége alapján is kifejezetten kedvezőtlennek mondható. A rossz terepviszonyok és az átkelési szakasz közelsége miatt a csomópont átépítése meglehetősen költséges. Az alacsony szolgáltatási színvonal és a baleseti veszélyesség azonban kifejezetten indokolja a mielőbbi nagyarányú átépítést;
- 86. sz. - 8706. j. (59+700). A csomópont elhelyezkedése olyan, hogy egy hosszú egyenes szakasz után helyezkedik el, ahol a járművek nagy sebességgel haladnak. A csomópont fizikai és forgalomtechnikai kialakítása az átlagosnál jobb. Célszerű itt a gépjárművezetőket mind jelzőtáblával, mint optikai, illetve akusztikai fékkel sebességük csökkentésére ösztönözni. A 2012-2014 közötti időszak végén megépítendő egyházasrádóci elkerülő szakasz e csomópontot kiváltja. A korszerűsítés azonban már 2-3 éven belül esedékes, így azt el kell végezni;
- 86. sz. - 87312. j. (68+400). A Balogunyomnál elhelyezkedő csomópontban a 86. sz. főúton már igen nagy forgalom bonyolódik. Itt a lassítás, a gyorsítás és a becsatlakozás céljára külön sávok kiépítése ajánlható. Ugyanakkor a csomópont veszélyessége sebességkorlátozás elrendelését is szükségessé teheti. Megjegyezzük azonban, hogy a Balogunyom-Szombathely déli körforgalom közötti szakasz négy-sávossítással, illetve a jelenlegi szintbeni vasúti átjáró különbszintűvé történő átépítésével ez a csomópont kiváltható lesz. Mint ismeretes e szakasz négy-sávossítása és a vasúti felüljáró megépítése magas dinamikus, súlyozott hatékonysági értéke miatt már a közeli években javasolható. Ezért a csomópontban, az átmeneti néhány évre fokozott figyelem-felhívó forgalomtechnikai intézkedések megtétele szükséges annak ellenére, hogy a jelenlegi kialakítás 10-es osztályzatot kapott. A csomópont kisebb fizikai átalakítása is célszerű, vagy megfontolandó a jelzőlámpás forgalomirányítás bevezetése csomópont kiváltásának elkészültéig ;
- 86. sz. - 8427. j. (130+200). A Páli község belterületén elhe-

lyezkedő csomópont rendkívül kedvezőtlen fizikai kialakítású. A csomópont haladéktalan átépítése és forgalomtechnikai jelzései javítása kifejezetten indokolt;

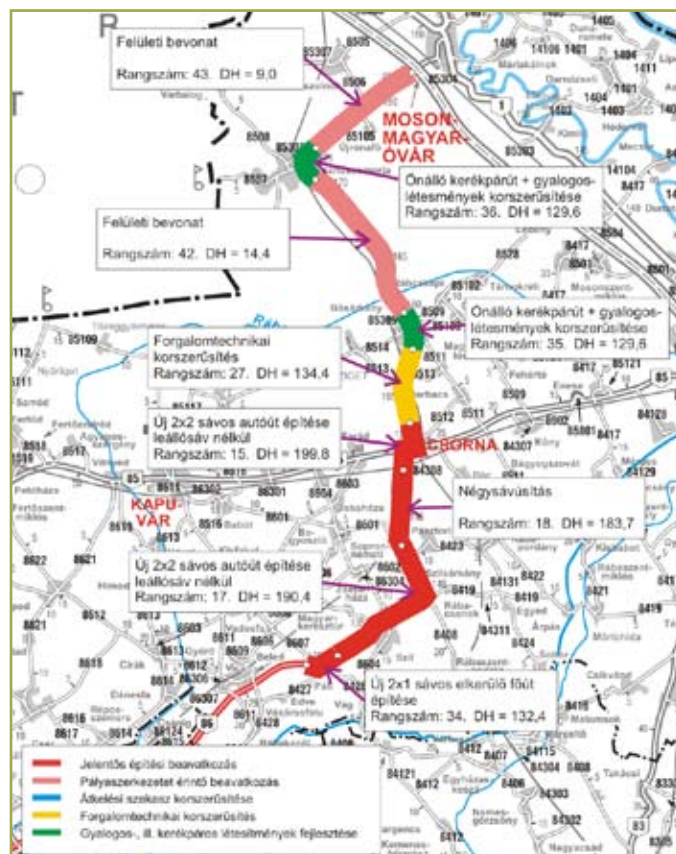
- 86. sz. - 8443. j. (79+034). A szombathelyi gyűrűn elhelyezkedő csomópont kiépítettsége kiváló. Itt a nagy forgalom miatt előfordult balesetek száma viszonylag csekély. Átalakítást, beavatkozást nem igényel;
- 76. sz. - 7410. j. (55+423). A csomópont Zalaegerszeg belvárosában helyezkedik el. Az igen nagy forgalom és a jelzőlámpás forgalomirányítás mellett a balesetszám alacsonynak mondható. A csomópont kialakítása minden szempontból kiváló, ezért az beavatkozást, átépítést nem igényel;
- 74. sz. - 7528. j. (12+760). A minden tekintetben alacsony színvonalú, Magyarszerdahely község csatlakozását a 74. sz. főúthoz lehetővé tevő csomópont mielőbbi átépítése indokolt. E csomópontot kiváltó elkerülő szakasz megépítése a közeljövőben nem várható.

Negyedik sürgősségi csoport

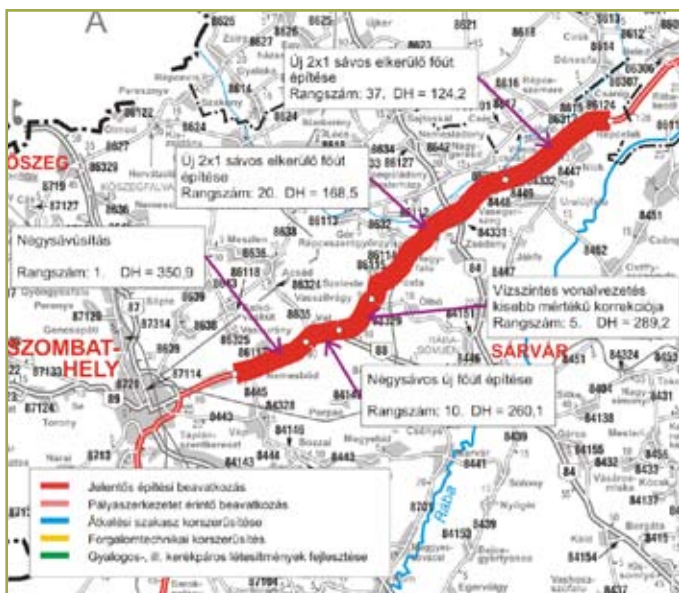
Ebbe a csoportba a 10-es, vagy annál alacsonyabb súlyozott balesetszámmal rendelkező csomópontok kerültek. Ide összesen 16 csomópontot soroltunk be. Ezek részletes felsorolásától eltekintünk.

Ötödik sürgősségi csoport

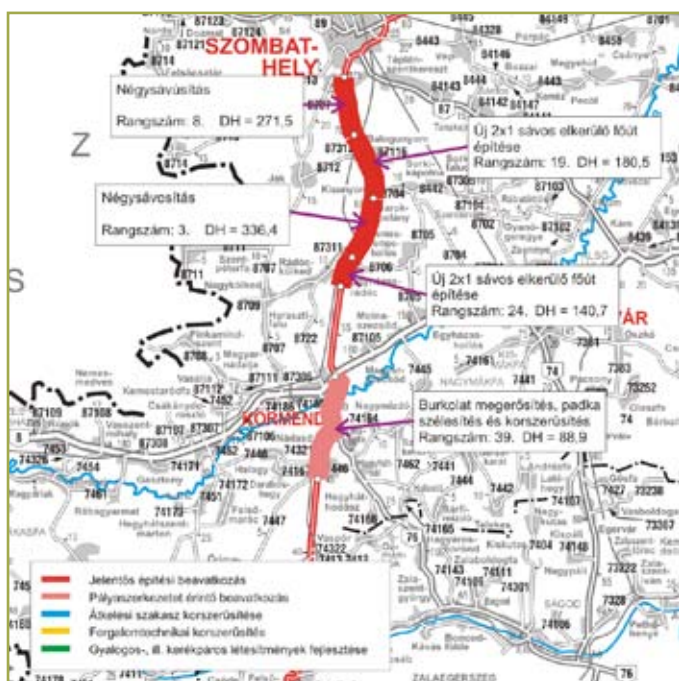
Ebbe a csoportba a 3-as súlyozott megfelelőségi osztállynál jobb paraméterű, baleset nélküli csomópontok kerültek. E csomópontokat, megfelelőségük sorrendjébe állítva a 13. táblázatban mutatjuk be. Mint a korábbiakban megemlítettük, a kiépítettség súlyozott pontszámát a csomóponton áthaladó járművek átlagos napi forgalmával tovább súlyoztuk. Ezért olyan csomópontok is előkelő helyet foglalnak el a kedvezőtlen kialakítású csomópontok között, amelyeknek a fizikai, forgalomtechnikai vagy szerep szerinti kialakítása nem igazán rossz, ugyanakkor a rajtuk



1. ábra: A 86. sz. főúton eszközlendő, célszerű beavatkozások műszaki tartalma és azok hatékonysága



2. ábra: A 86. sz. főúton eszközrendő, célszerű beavatkozások műszaki tartalma és azok hatékonysága (folytatás)

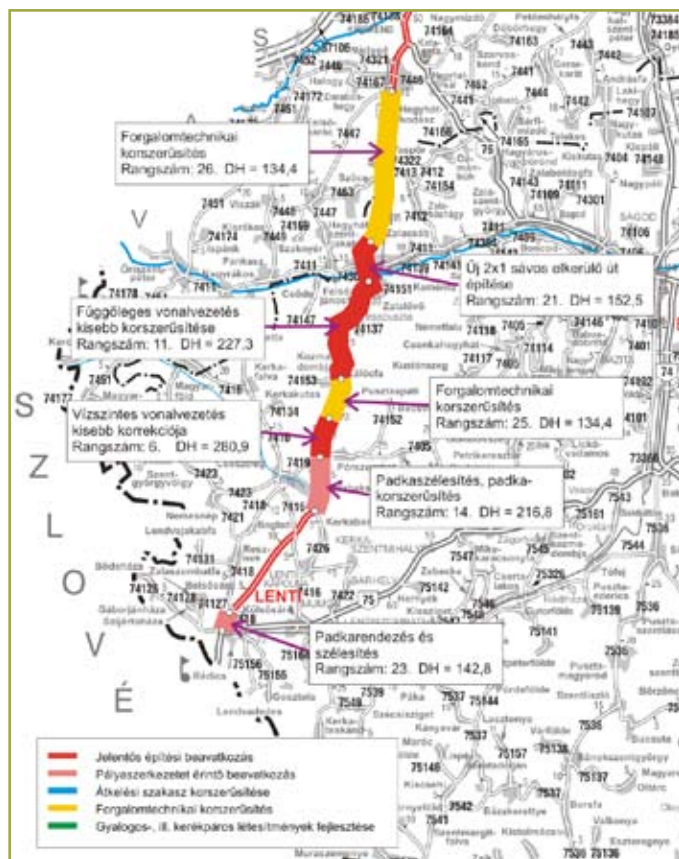


3. ábra: A 86. sz. főúton eszközrendő, célszerű beavatkozások műszaki tartalma és azok hatékonysága (folytatás)

bonyolódó forgalom igen nagy. Ez azt jelenti tehát, hogy egy közepes vagy annál kissé alacsonyabb szolgáltatási színvonalat naponta sok ezer járműnek kell elviselnie. A táblázatban szürkével jelöltük azokat a csomópontokat, amelyek a szakmai értékelés értelmében a közeli 5-6 évben fellehetőleg kiváltásra kerülnek. Ezeken nagyobb léptékű átépítés nem célszerű, ugyanakkor egyedi vizsgálattal kell eldönteni a kedvezőtlen kialakítás rövidtávú javításának lehetőségeit. Az 1-4. ábrákon bemutatjuk a 86. sz. főúton szükséges nagyberuházások célszerű műszaki tartalmát, rangszámát és a dinamikus súlyozott relatív hatékonysági mutatójának (DH) értékét. Hasonló ábrák készültek a tengely többi útjára is.

3. Rövid összegzés

A két cikkben együttesen kívántuk bemutatni annak a részletes felmérési elemzési és sorrend-megállapítási módszernek a lényegesebb mozzanatait, amelyeket a Nyugat-Dunántúli régió észak déli közúti folyosójának korszerűsítésére dolgoztunk ki. Ez



4. ábra: A 86. sz. főúton eszközrendő, célszerű beavatkozások műszaki tartalma és azok hatékonysága (folytatás)

különösen időszerű lesz, mert a nevezett folyosóban a gyorsforgalmi hálózat fejlesztése valószínűleg csak jelentős késedelemmel és csak szakaszosan valósulhat meg.

Summary

Selection of upgrading measures of the North-South road axis of the West Pannon Region based on multi-criteria analysis of road sections and junctions

The previous paper described the evaluation method. This paper considers about 40 upgrading methods and evaluates them along the following criteria: travel time, vehicle operating costs, environmental impacts, safety impacts. A weighting factor was allocated to each criterion. Separate priority lists are given for road sections and junctions as well as for larger and smaller scale measures.

1. Bevezetés

Modern korunk ipari társadalmának egyik alapját képezi a gyors és biztonságos közlekedési infrastruktúra. A motorizáció fejlődése, valamint a globálissá váló kereskedelem és szolgáltatóipar együttesen a közlekedési hálózat folyamatos fejlesztését igényli. A gyorsabb, nagyobb áteresztő képességű illetve biztonságosabb hálózat létesítésének igénye miatt egyre több és hosszabb közúti és vasúti alagút építése vált szükségessé. Hasonlóan merül fel az igény a nagyvárosok tömegközlekedésének fejlesztésére, korszerűsítésére, amely szükségszerűen a földalatti-hálózat kiépítéséhez, bővítéséhez, korszerűsítéshez vezet.

2. Az alagúttűz

A közlekedés zárt térbe, alagútba „szorítása” esetén a biztonsági követelmények lényegesen növekednek. Értve ez alatt az életvédelmi és a szerkezet-védelmi intézkedéseket is. Az alagútban tartózkodókra és az alagút szerkezetére az üzemszerű működéstől eltérő esetekből, veszélyességi szempontból az alagúttűzek jelentik a legnagyobb fenyegetést.

A balesetek és káresemények száma az elmúlt évtizedekben, a folyamatosan szigorodó biztonsági előírások dacára is folyamatosan emelkedett. A növekedés okai a forgalmi terhelés növekedése (különösen nehéz tehergépjárművek), a sebesség növekedése (vö. nagysebességű vasúthálózat kiépítése), az alagúthosszak növekedése (társadalmi, gazdaságossági és környezetvédelmi igény, ill. az építéstechnológiai lehetőségek fejlődése) valamint a terrorfenyegetettség növekedése.

Beard és Carvel (2005) statisztikái alapján már a 2000-2004. intervallumban is közel 40 komolyabb tüzeset történt világszerte. Ezekből 6 követelt emberéletet (1. táblázat).

1. táblázat: Emberéletet követelő alagút-tüzesetek 2000. és 2004. között (Beard és Carvel, 2005 nyomán)

Rotsethorn	Norvégia	2000.07.29.
Kitzsteinhorn	Ausztria	2000.11.11.
Gleinalm	Ausztria	2001.08.07.
Szt. Gotthard	Svájc	2001.10.24.
Jungangno	Dél-Korea	2003.02.18.
Fløyfjell	Norvégia	2003.11.10.

Statisztikai elemzéssel kimutatható, hogy az alagúti közlekedés, ugyanakkor, fajlagosan sokkal biztonságosabb, mint a nem alagútban vezetett (Beard és Carvel, 2005). Ennek oka a komolyabb biztosítási rendszerek, pl. az előzetes tájékoztató, a füst- és tűzészlelő, az automata-riasztó és -oltóberendezések, a speciális menekülőutak.

A zárt térben fellángoló tűz által keltett jelentős füst és hőképződés a műtárgyban tartózkodó személyek testi épségét veszélyezteti, gyorsan érve el a kritikus illetve a halálos szintet (1. ábra).

Alagutak és egyéb mélyépítési műtárgyak tűz-eseményekre történő tervezése esetén elsődleges szempont a bent tartózkodók személyi épségének védelme. Ezt követi a szerkezet védelme, aminek hőteher hatására bekövetkező korai progresszív degradációja a bent lévők illetve a mentést végzők fizikai épségét veszélyezteti. A benne keletkező irreperábilis károsodások pedig a gazdaságra gyakorolhatnak jelentős hatást.



1. ábra: Tűz a Szent Gotthard alagútban (2001. 10. 24.) (Schlüter, 2004)

3. Az alagúttűzek természete

Az alagúttűzek, a zárt tér okozta sajátosságai miatt, számos egyedi, a „hagyományos” tüzeiktől eltérő tulajdonsággal rendelkeznek. Hőképződési szempontból, a szokványos lassabb hőfelhalmozódás helyett, nagyon gyors hőakkumuláció jelentkezik. A robosztus szerkezet valamint és közet- illetve talajkörnyezet a keresztirányú hőterjedésnek jelentős gátat szab. A hosszirányú tűzterjedés, légáramlás hiányában jelentősen lassabb lehet. A tűz kipattanásának környezetében viszonylag hamar, akár 5-7 percen belül, megfelelő éghető anyag (pl. gázolaj) jelenlétében, akár 1000-1200 °C-os környezet is kialakulhat (Blennemann és Girna, 2005, valamint Fehérvári, 2007).

A nagy hőfejlődéssel párhuzamosan jelentős füstgázképződés is tapasztalható, mely a zárt térben hamar egészségre ártalmas majd halálos koncentrációt érhet el. Habár gyakran jelenik meg a médiában az a nézet, hogy nem a tűz, hanem sokkal inkább a füst veszélyes az alagúti katasztrófák során, le kell szögeznünk, hogy nincs jelentős füstképződés tűz jelenléte nélkül. A következőkben az alagútban, rendkívüli esetben megjelenő füsttel kívánunk foglalkozni.

4. Füstképződés alagúttűzek esetén

Az alagútban közlekedő járművek alkotóelemei különböző mennyiségű és jellegű füstgázt képesek fejleszteni. Bizonyított az is, hogy a gázfejlesztés mennyiségében, sebességében is jelentős eltérések mutatkoznak (Blennemann és Girna, 2005).

A képződő füst mennyiségén kívül döntő tényező az azt alkotó gázok összetétele is. Az égés során a kormon, a szén-monoxid (CO) és szén-dioxid (CO₂) kívül a poliamid égése során ammónia (NH₃), a gumi égése során kéndioxid (SO₂), a poliuretán égése során hidrogén-cianid (HCN), valamint a PVC égése során hidrogén-klorid (HCl) szabadulhat fel (Blennemann és Girna, 2005). Ezek a gázok nem pusztán az oxigén kiszorítása miatt (amit ezen felül az égés szintén felemészt) veszélyesek, hanem a szervezetbe kerülve rendkívül mérgező hatásúak (vö. pl. CO, HCN).

¹ Okl. építőmérnök, doktorandusz hallgató, BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék Fehervari.Sandor@t-online.hu.

A tűz kipattanása után a meleg füst az alagút főtéje felé szál, majd a felsőbb légrétegekben halmozódik fel. Itt teljes „szélcsendben” is oldalirányú áramlás indul meg és a füst réteg terjedni kezd az alagút hosszirányában. A hőforrástól távolodva, a léghőmérséklet csökkenésével lefelé áramló légmozgás keletkezik, ami bekapcsolódva a tűz felé áramló friss hideg légmozgásba, körforgásba kezd.

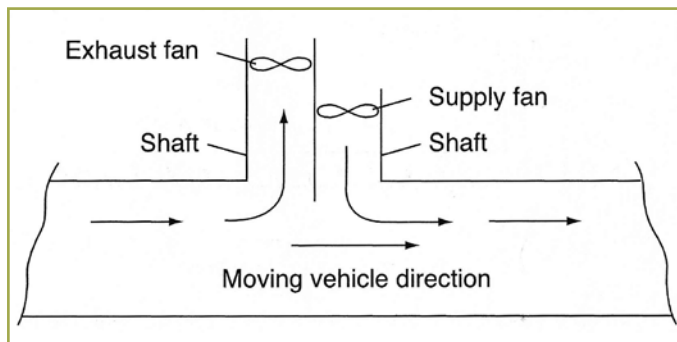
5. Alagúti szellőzőrendszerek

Eddig csak a teljes szélcsendben égő tűz esetét vizsgáltuk. Az alagutakban mindig jelen van valamilyen légáramlás. Közúti alagutak esetén, legegyszerűbb esetben ezt maga a forgalom mozgása gerjeszti, hosszabb alagutaknál már a (rendes üzemből származó) füstgázok elvezetésére is gondolni kell. Nagyvasúti és földalatti vasúti alagutaknál napjainkban 100%-osnak mondható a villamos vontatás, ahol szellőzőrendszerek biztosítására nincs igény. Itt a szerelvények mozgása is jelentős légmozgásokat kelt. A következőkben a közúti alagutak szellőzőrendszereinek megoldását ismertetjük.

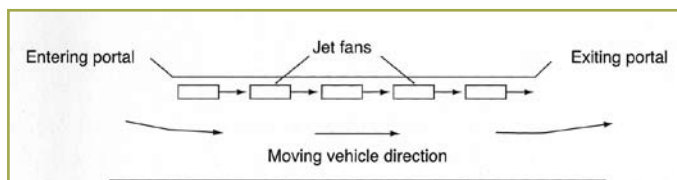
A közúti alagutak szellőzőrendszere alapvetően elkülöníthető természetes szellőzésre és gépi szellőztetésre (Beard és Carvel, 2005).

A természetes szellőzés az alagút hosszirányába eső (longitudinális) légmozgással valósul meg: portáltól-portálig, portáltól-aknáig illetve aknától-aknáig tartó légáramlással. Természetes szellőzésre csak bizonyos alagúthosszakig van lehetőség. A kritikus hossz nehezen meghatározható, helyette az adott ország szabványi környezete a döntő tényező. Pl. Németországban 750 m, míg az Egyesült Királyságban 400 m alagúthossz alatt nem kötelező szellőzőrendszer telepítése (Beard és Carvel 2005).

Gépi szellőztetés esetén mind a longitudinális mind a keresztirányú (transzverzális) légmozgás biztosítható. Hosszirányú légmozgás esetén vagy az aknában elhelyezett szívó és/vagy fújó ventilátorok beállításával segítjük a légmozgást (2. ábra), vagy a főtéren szerelt ún. jet ventilátorokkal (jet-fan) gyorsítjuk hosszirányú légáramlást (3. és 4. ábra).

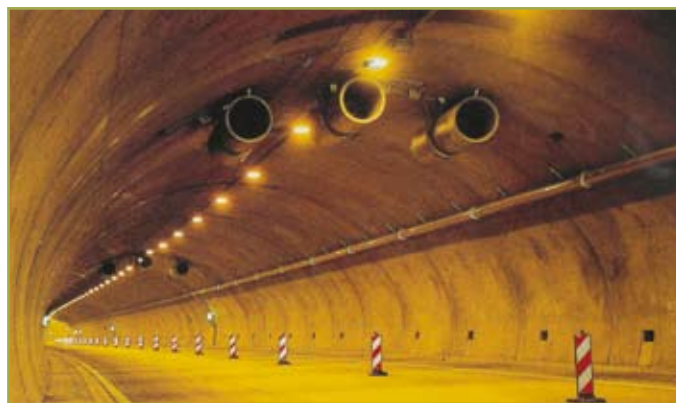


2. ábra: Szellőzőaknákkal segített légáramlás (Beard és Carvel, 2005)



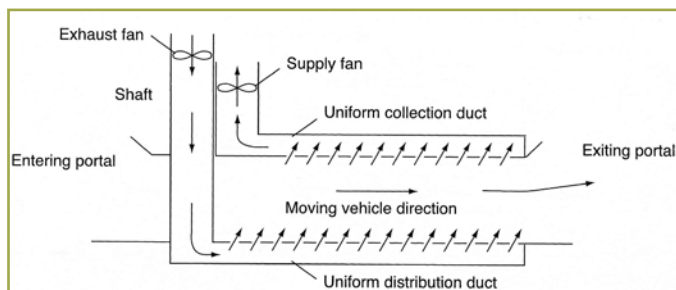
3. ábra: Jet-fan ventilátorokkal segített légáramlás (Beard és Carvel, 2005)

Keresztirányú légmozgatás esetén az alagút keresztmetszetéből különítenek el (általában egy vagy két földémmel) légcatornákat, melyek szabályos távolságonként összeköttetésben állnak a közlekedés légterével. Teljes keresztirányú légcserre esetén az alagút teljes hosszában friss levegőt áramoltatnak be, majd,

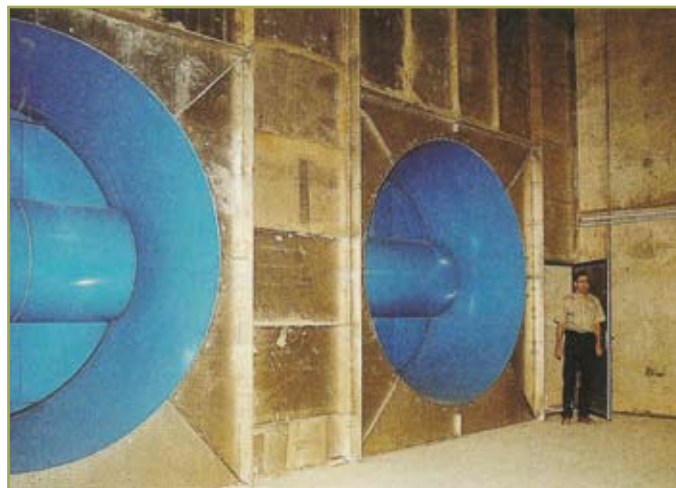


4. ábra: Jet-fan ventilátorok (Gottstein, 1999)

ezzel párhuzamosan a füstgázokat elvezetik (5. ábra). Létezik a megoldásnak ún. fél-keresztirányú változata is, ekkor a fenti elemekből (légbefúvás, füstgázelszívás) csak az egyik van jelen a rendszerben. A légmozgást nagyteljesítményű ventilátorok segítik (6. ábra). Fenti alapesetek helyszínre orientált komplex megoldásaival megoldható az alagutak szellőztetése, a rendes üzemből eredő füstgázok elvezetése.



5. ábra: Teljes keresztirányú szellőztető rendszer (Beard és Carvel, 2005)



6. ábra: 240 kW teljesítményű füstgáz-elvezető ventilátorok az Engelberg bázisalagútban (Gottstein, 1999)

Nagyvasúti és földalatti vasúti alagutaknál szellőzőrendszerek beállítására nem a fenti okok (füstgázelvezetés) miatt van szükség. A dugattyúhatás miatt fellépő nyomás kiegyenlítésére, metró-hálózatokon különösen az állomások környezetében, szellőző műtárgyakat építenek. Ezek a két párhuzamos alagutat összekötve, vagy egy felszín alatti állomás „megkerülve” biztosítják a nyomáskiegyenlítést. A kiegészítő műtárgyakban is szükség esetén elhelyezhető a légáramlást segítő gépészet.

6. Szellőzőrendszerek vészüzemi működése

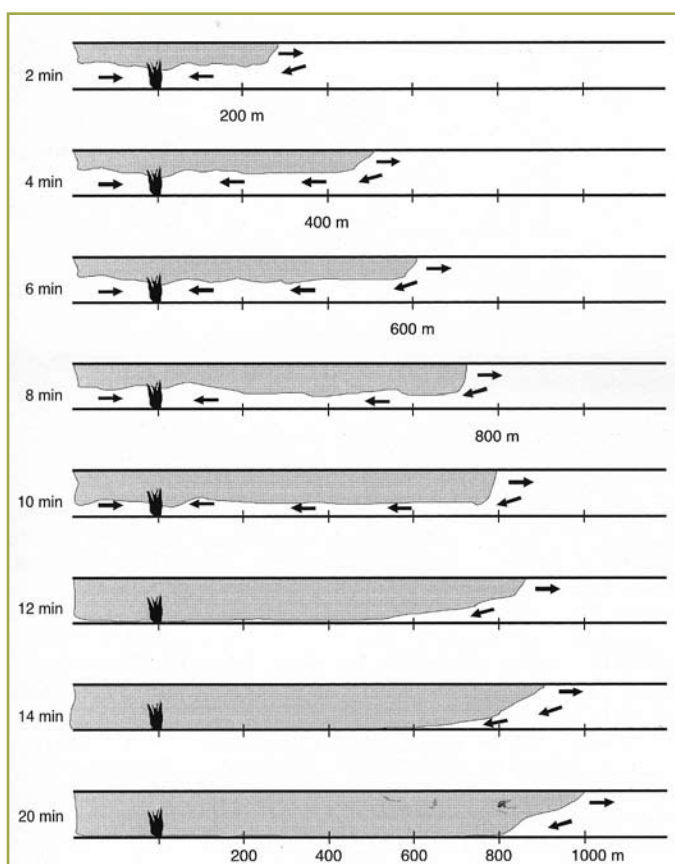
Közúti alagutaknál, rendkívüli helyzetben (tűzesemény során), ha ez lehetséges, leggazdaságosabb, ennek a meglé-

vő rendszernek az alkalmazása. A szellőzőrendszerek tervezése során figyelembe lehet venni a tűz esetén szükséges eljárásokat és megkövetelt teljesítményeket, amivel a beépített gépészet képes megküzdeni a füstképződéssel. Ilyen esetben szükségessé válhat a rendes üzemtől eltérő légszállítási igény, valamint a légáramlás megfordítása is.

Tűz esetén elsődleges fontossággal bír a füstgázok elvezetése (smoke control), vagyis a keletkezett gázok minél gyorsabban és hatékonyabban elvezetése.

Természetes szellőzés esetén (ha még vészüzemi segédberendezések sem kerültek elhelyezésre) a füstgázok elvezetése nem lehetséges. A tűz által keltett füst folyamatosan fog terjedni, amint azt a 7. ábrán bemutatjuk. Ekkor az alagútban tartózkodók gyors menekítése az egyetlen megoldás.

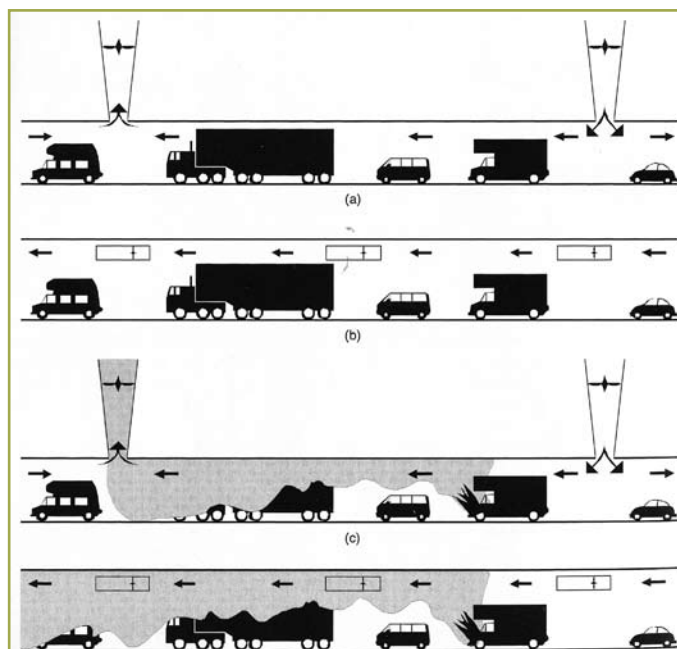
A beépített szellőztető rendszereknek biztosítani lehet vészüzemi teljesítménytöbbletet. Hosszirányú szellőztetés esetén a füstgázok minél gyorsabb áramlását kell biztosítani vagy a közelebbi (vagy forgalmi iránynak megfelelő) portál vagy a legközelebbi szellőztető akna felé. Ekkor a teljes tűzszakaszt elborító füsttel kell számolni (8. ábra).



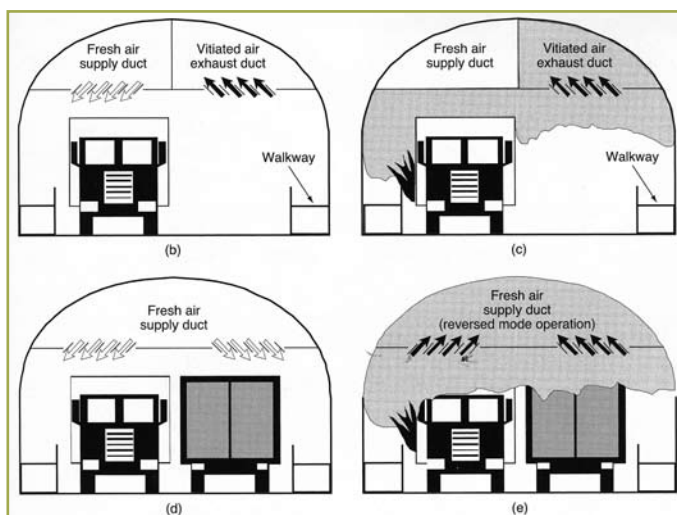
7. ábra: 4 m² felületen égő benzin által keltett füst terjedése, természetes (szélsebesség <0,5 m/s) szellőzés esetén (Beard és Carvel, 2005)

Transzverzális és fél-transzverzális szellőzőrendszer esetén lehetőség van a füstgázok forgalmi térből való gyors elvezetésére, valamint a tüzet tápláló friss levegő odajuttatásának meggátolására. Teljesen kiépített transzverzális szellőzőrendszer esetén rendkívüli esetben lehetőség van leállítani a levegőbefúvást és az elvezetés teljesítményét maximalizálni. Igény esetén, további gépészeti lehetőségek adóttak, mint a friss levegő beáramoltatás légcsatornájának irány-fordítása. Ekkor kétszeres keresztmetszeten válik lehetségessé a füstelvezetés (9. ábra).

Vasúti alagutakban kitört tűz esetén a veszélyeztetett személyek legbiztosabb menekítését a párhuzamosan vezetett csőbe futó



8. ábra: Longitudinális szellőzőrendszerek rendes (a, b) és rendkívüli (c, d) üzemből (Beard és Carvel, 2005)



9. ábra: Transzverzális szellőzőrendszerek rendes (b, d) és rendkívüli (c, e) üzemből (Beard és Carvel, 2005)

keresztjáratokban kiépített meneküloutak biztosítják. Kétnyomú vasúti alagutat általában csak rövidebb alagúthosszak esetén alkalmaznak, itt a megfelelő, elszigetelt, felszíni kapcsolattal vagy kellő oxigénellátással ellátott menekülőjáratok kiépítése szükséges.

Földalatti vasúti hálózatok esetén, a rövid alagúthosszak miatt, lehetőség van a kigyulladt szerelvény állomásra való eljuttatására. Itt az emberek gyors menekítése megoldható, valamint az állomás nagyobb légterében a füst-felhalmozódás is lassabban megy végbe. Szükség esetén a szellőztetést itt is a rendes üzemi beépítésen felüli gépészeti eszközökkel is segíthetjük.

7. Füstérzékelés

Vonali alagutak esetén tehát a fenti alapesetekből építhetjük fel a szellőzőrendszereket, mind a rendes, mind a rendkívüli üzemből.

A rendkívüli üzem, vagyis az alagúttűz fellángolása esetén a bent tartózkodók szempontjából életbevágó, hogy a tüzet minél hamarabb érzékelje az alagút biztonságáért felelős személy és/vagy mechanizmus.

A füst érzékelésének legkorszerűbb módja, ami egyben a leggyorsabb észlelést is eredményezi, az elektronikus-optikai érzékelő. A műszer működése során a levegőn áthaladó elektromágneses nyaláb energiáját méri. Amennyiben a két fej közötti légtérben haladó nyaláb energiája egy kritikus szint alá süllyed, a légtérben lévő, nyalábot eltérítő anyagok koncentrációja már káros füstkoncentrációra enged következtetni. Az elv megfordításán is működnek érzékelők, amikor az eltérített, szórt fénynyaláb energiataralma alapján következik be a riasztás.

Az automatizált, ezáltal lényegesen gyorsabb érzékeléssel és riasztással már a tűz kezdeti fázisában meg lehet kezdeni az evakuálást és az oltást. A még kisebb méretű, kevesebb területre kiterjedő, hamarabb megfékezett tüzek veszélyessége is kisebb.

8. Az alagúttüzek okozta füst mérséklésének egyéb aktív és passzív eszközei

Hosszabb alagutak vagy alagútrendszerek (pl. földalatti vasúti hálózatok) esetén lehetőség van megfelelően tervezett szellőzőrendszerekkel a pontszerűnek tekinthető füstforrásból származó füstgázok lokalizálására. Az ún. szakaszolás eljárásával mind a tűz, mind a füst csak egy adott, szakaszhatártól szakaszhatárig tartó légtérbe szorítható. Ezáltal a többi szakaszban tartózkodók épsége (jobbán) garantálható. Ilyenkor a szellőzőrendszereket is hatékonyabban lehet átállítani vészüzemi működésre.

A szakaszolás biztosítható beépített tűzzáró ajtókkal, valamint olyan, speciális gáttalakkal, melyekkel az alagút keresztmetszetét viszonylag gyorsan, közel légmentesen le lehet zárni. Az alagút keresztmetszete rendkívüli állapot esetén gyorsan elszigetelhető a műanyag-alapú, felfújható gát- szerkezettel.

Tűz(füst)szakaszolt alagútban, megfelelően kiépített szellőzőrendszer estén, a füstgázok leghatékonyabb eltávolítási módjának jelenleg azt a megoldást tartják, mikor a vészüzemi működés során minden légbefúvást és légelszívást leállítanak. Mindössze a tűz által érintett szakaszon működtetik maximális teljesítménnyel az elszívó-berendezéseket.

Fontos megjegyezni, hogy a (fizikai) szakaszolás során minden esetben biztosítandó a menekülés és az oltás miatti bejutás lehetőségét. Ezért az egyes szakaszokból –legalább– járható menekülő-utaknak kell kiindulniuk. Az ezekre felszerelt, több

kapuból álló zsilib-mechanizmus elégséges a füst olyan szintű elszigeteléséhez, amit a füstgázok szelöltetése megkíván.

Az utóbbi évtizedekben az aktív védelem sarokpillérévé vált a beépített védelmi és védekező mechanizmusok közül a vízködoltó (sprinkler) berendezés. A sprinkler olyan sűrűn beépített oltó-berendezések (10. ábra), melyek a tűzoltáshoz használt vizet, nem sugárban, hanem ködszerűen szét-szórva terítik.

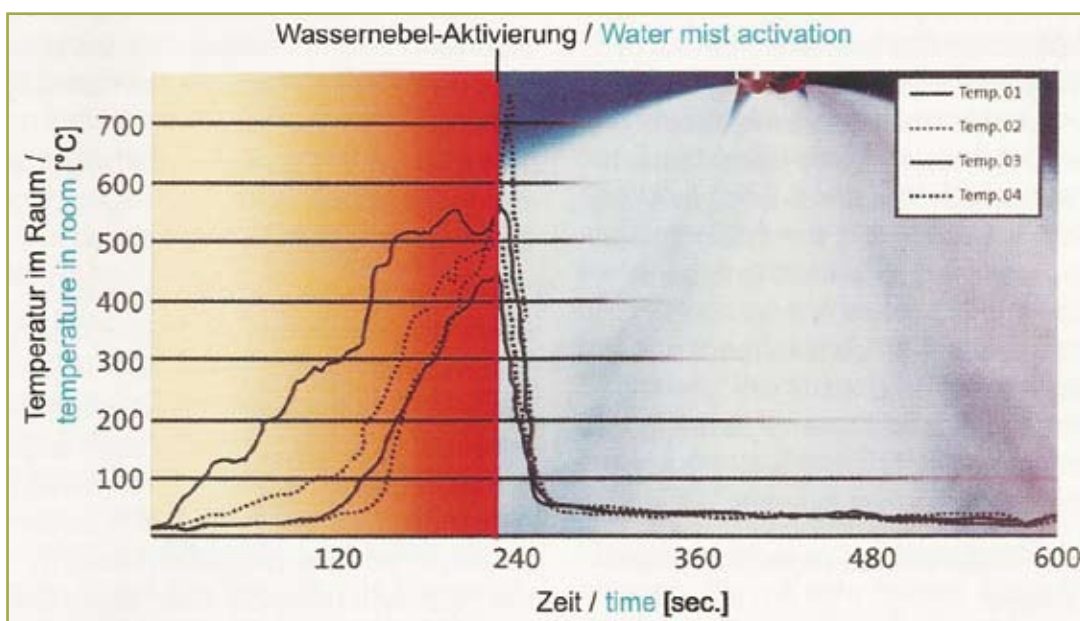
A mesterségesen létrehozott, folyamatos utánpótlással ellátott vízköd a levegő



10. ábra: Sprinkler (Hamkens, 1999)

nedvességtartalmát, az oltás megkezdését követően igen hamar 100% körüli értékre emeli. Ennek hatásai a következők:

- A vízpára lehűti a levegőben szálló füstgázt, ezáltal csökkenti az alagútban uralkodó hőmérsékletet. Ennek igazolására végzett kísérlet léghőmérséklet-idő diagrammját szemlélteti a 11. ábra. Jól látható, hogy a sprinkler üzembe helyezése után a léghőmérsékletek drasztikusan csökkenni kezdtek.
- A léghőmérséklet csökkenése, valamint a falazatra jutó vízpára együttesen az alagútfalazat hőmérsékletének csökkenéséhez vezet. Így a szerkezetben bekövetkező degradációk hatékony módon csökkenthetők. Ez jelentős hatással lehet mind a menekülés és az oltás biztonságára, mind a későbbi helyreállításra.
- A nagy mennyiségben, és rendkívül nagy fajlagos felülettel megjelenő víz azzal a kedvező tulajdonsággal is bír, hogy a füstgáz hidrophil (vízkedvelő) alkotóival reakcióba lép. Már a nagy felület magában is képes a füst por és korom összetevőit, valamint a gázokat megkötni. Egyes gázok ezen



11. ábra: A vízköd hatása az alagúti gázhőmérsékletekre (Blennemann és Girnau, 2005)

felül a vízzel kémiai reakcióba is lépnek. Így például az égés során felszabaduló HCl illetve HCN is, nagy vízfeleslegesen oldva, ártalmatlan oldatot képez.

A sprinkler alkalmazásával jelentős, az egyszerűbb oltóberendezéseknél sokrétűbb hatást tudunk elérni. Jelenlétük, kombinálva a megfelelő érzékelő és riasztórendszerekkel, jelentősen növeli a tűz korai elfojtásának lehetőségét, valamint a tűzben lévők túlélési esélyeit.

9. Összefoglalás

Az alagúttűzek kitörésekor minden esetben jelentős mennyiségű, zárt térbe koncentrált, magas hőmérsékletű, gyakran toxikus, füst képződik. A magas hőmérsékletű füst az alagút légterében tartózkodók testi épségét nagymértékben veszélyezteti. Mivel az alagutak tűzvédelmi tervezése során minden esetben a műtárgyban tartózkodó személyek védelme az elsődleges cél, a rendkívüli helyzetben rekedtek menekülését biztosítani kell. A tűz során keletkező füst hamar egészségre ártalmas sűrűségű valamint toxicitású lehet. Ezért a füst megfelelő elvezetéséről, méréséről gondoskodni kell. Az alagutakba beépített, a rendszer üzemben a belsőégésű motorok füstgázainak elvezetésére szolgáló szellőzés megfelelő kialakításával, esetleges segédberendezések beállításával a rendkívüli helyzetben termelődő füstöt is hatékonyan lehet az alagút légteréből elvezetni. Az egyéb beépített rendszerekkel, mint a tűz- és a füstszakaszolókkal, oltóberendezésekkel, valamint a megfelelő érzékelő- és riasztórendszerek beépítésével, a gondosan kiépített menekülőutakkal, a tűz esetén törekedni kell az alagútban lévők közül a veszélyforrásnak legkevesebb személyt kitenni, míg a veszélyben lévőket a lehető leghatékonyabban menteni.

10. Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki Dr. Müller Miklós ny. egyetemi docensnek (BME Geotechnikai Tanszék) és Posgay Györgynek (Eurometro Kft.) jelen cikk elkészítéséhez nyújtott segítségükért.

Irodalom

Beard, A., Carvel, R. (eds.) (2005): „The Handbook of Tunnel Fire Safety”, Thomas Telford Ltd., London

Blennemann, F., Girnau, G. (eds.) (2005): „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV”, Alba Fachverlag, Düsseldorf

Fehérvári, S. (2007): „Az alagúttűzek természetéről”, Vasbetonépítés 2007/1 (Vol. XI./1.) pp 13-17.

Gottstein, H. (1999): „Engelberg-Basistunnel – Technische Betriebsausstattung”, Tunnel, 1999. november

Hamkens, J. (1999): „Stationäre Brandschutzanlagen”, Tunnel, 1999. november

Schlüter, A. (2004): „Baulicher Brandschutz für Tunnelbauwerke: Richtlinien, Vorgaben, die Realität und geeignete Maßnahmen”, Tunnel, 2004. november (Sonderdruck: Promat GmbH)

Summary

Development and control of smoke in case of tunnel fire

This paper is focused on the smoke (fuel gas) developing during the tunnel fires. The incidents of the last decades pointed out that the tunnel fire is a danger to the health of the injured with its high temperature and smoke. The usual ventilating systems of the tunnels are able to control with the forming smoke with their extraordinary output. To control the developing of fuel gas can be helped by the automatic post sectioning of the tunnel as well applying special extinguishers.

Hagyományos betonburkolatok felújítási stratégiáinak tanulságai Texasban

Lessons Learned on Jointed Concrete Pavement Rehabilitation Strategies in Texas

Dar Hao Chen, Tom Scullion, John Bilyeu

Journal of Transportation Engineering 2006. 3. p. 257-265. á:12, t:-, h:8.

A hagyományos hézagos betonburkolatokra fektetett rétegek esetén a reflexiós repedések állandó problémát jelentenek. Texas államban többféle felújítási stratégiát próbáltak ki, a cikk az elmúlt 10 évben alkalmazott megoldások teljesítményét összegzi. A repedés-késleltető rács beépítése csalódást okozott, mert a legtöbb helyen idő előtti tönkremenetelhez vezetett. Csak egy helyszínen mutatkozott meg a repedés-késleltető rács némi előnye, ahol a reflexiós repedések kialakulását egy évvel késleltette. Valószínűleg a repedés-késleltető rács apró nyílásai és a hatékony kötés hiánya okozza a rétegek szétválását. Egy másik helyszínen modifikált bitumennel készült repedés-késleltető aszfaltot használtak, amely két éves megfigyelés alatt kiválóan viselkedett. A hagyományos aszfaltrétegen ugyanott az első évben megjelent az összes reflexiós repedés. A Petromat textilháló szintén képes a repedések késleltetésére, és lényegesen olcsóbb, mint a különleges aszfaltkeverék. Az US 59 úton hét különböző technológiával kísérleteztek. A legrosszabbnak a régi betonburkolat helyszíni összetörése bizonyult, mert a gyenge altalaj miatt a megfelelő alátámasztás hiánya a forgalmi terhelés alatti elmozdulásokban mutatkozott meg. A régi beton összetörését nem célszerű alkalmazni olyan altalaj esetén, amelynek dinamikus kúpos penetrométerrel mért penetrációs értéke 25 mm feletti. Jó eredményt mutatott a nagyobb szemnagyságú kőváz aszfalt és a kétrétegű aszfaltburkolat alkalmazása. Ez utóbbi esetben a hajlékony alapréteg képes felvenni a hézagok mozgásait, ezáltal megelőzi a reflexiós repedések kialakulását. A hajlékony alaprétegnek azonban a legjobb minőségűnek és nagyon alacsony nedvesség-érzékenységűnek kell lennie. A hajlékony alapréteget Texasban triaxiális, szívó- és dielektromos vizsgálatokkal minősítik. Fontos még a hajlékony alapréteg megfelelő lezárása. A kétrétegű burkolat esetén a javasolt kopóréteg 75 mm melegen kevert aszfalt.

G. A.

1. Bevezetés

Az Útgazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság (UKIG) megbízásából, az Állami Közúti Műszaki és Információs Közhazsnú Társaság (ÁKMI) megrendelésére a Magyar Útügyi Társaság (MAÚT) négy fős munkabizottsága 2002-ben fejezte be a „Közúti fagy- és olvadási károk megelőzése” c. tanulmányt, amely hat kötetben, 1000 oldal terjedelemben, mintegy 500 ábrával készült el. A feladat elvégzését az a cél vezette, hogy a meteorológiai adatok részletes elemzésével az egyébként évek óta használatos, a fagy- és olvadási károk megelőzését szabályozó műszaki előírást korszerűsíteni lehessen és ezáltal az évente ismétlődő, jelentős összegeket kitevő károk csökkenjenek.

Az erre vonatkozó átdolgozott előírás „ÚT 2-3.102 Útpályaszerkezetek védelme fagy- és olvadási kár ellen” címen 1988-ban jelent meg, amely az „ÚT 2-1.222 Utak geotechnikai tervezésének általános szabályai” című előírás 2002 évi megjelenésével hatályát veszítette, lényeges elemei ebbe az új szabályozási rendszerbe kerültek be. Ennek az előírásnak a felülvizsgálata, kiegészítése során indokolt volt a földművek fagyvédelmi tervezésére vonatkozó részek módosítása.

Az alábbiakban a tanulmány metodikájának megfelelően adunk áttekintést a témáról, nem említve azokat a külföldi – többékevésbé ismert – fagykritériumokat és előírásokat, amelyeket egyébként a munka során figyelembe vettünk.

Csupán emlékeztetőül érdemes megemlíteni, hogy jelen munka keretében fagykár a talajfagy által okozott kárt értjük, ami a pályaszerkezet egyenlőtlen, káros megemelkedésében nyilvánul meg, jóllehet fagy-okozta kár az útburkolat vagy a pályaszerkezet egyes rétegeinek bomlása is. Az olvadási kár viszont a talajfagy felengedése idején az elnedvesedett földmű teherbírásának lecsökkenése miatt keletkezett kár. (A fagyott talaj „elszívja” a nedvességet a környezetéből).

Megemlítendő, hogy a közúti fagy- és olvadási károkkal és ezek megelőzésével, valamint a meteorológiai tényezők útügyi vonatkozásaival részletesen id. Gáspár László kezdett foglalkozni már az 50-es években [1]. A fagykárok elleni védekezés irányelvei a tervezés szintjén is már viszonylag korán kialakultak [2].

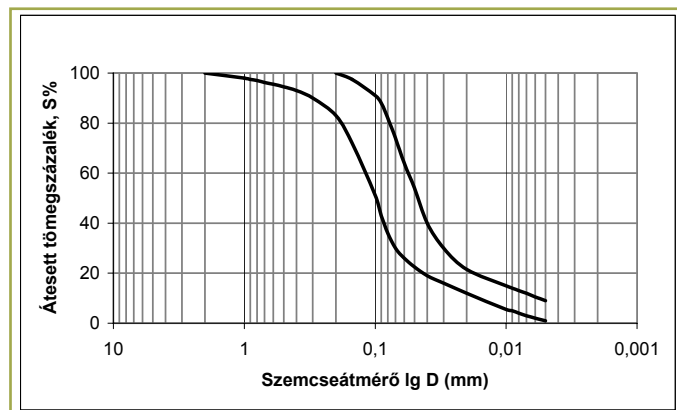
2. Közúti fagy-és olvadási károk

2.1 Jelentősebb károk a hazai közutakon

A károk rendszeres regisztrálása a 60-as években kezdődött, a Közlekedés és Postaügyi Minisztérium megbízásából az Útügyi Kutató Intézetben. Az adatokat a közúti igazgatóságok szolgáltatták kódszámos rendszerben erre a célra szerkesztett űrlapon. Az adatközlés műszaki, adminisztrációs és pénzügyi információkra vonatkozott. A pályaszerkezet, a vonalvezetés, a talajfajta, a talajvízszint helyzete, a forgalom adatainak felvételével lehetőség nyílt az egyes tényezők statisztikai vizsgálatára. Az adatokat az UKI értékelte és évente javaslatot tett egyes olyan útszakaszok felújítására, amelyeken a károk évente ismétlődtek. Sajnálatos módon az ez irányú nyilvántartás a 70-es években megszűnt [4].

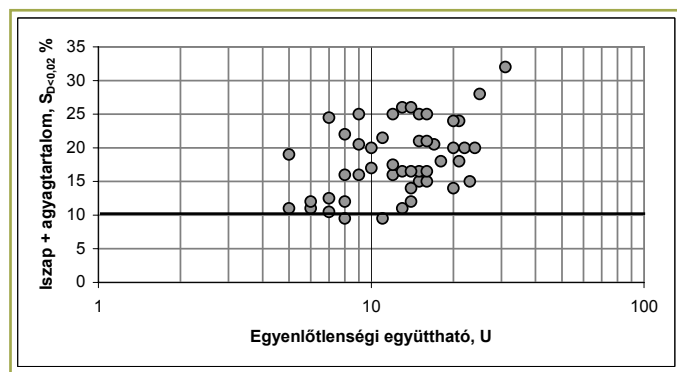
1965/66 télvégi kárai az országos közúthálózat kb. 10%-án következtek be. A talajok szemeloszlási tartományát vizsgálva a

károsodott útszakaszokon csaknem valamennyi talaj az iszapos homokliszt, homoklisztes iszap tartományba tartozott ($d_m < 0,02$ mm 13 – 22% -ban). A rongálódások vizsgálata felhívta a figyelmet arra, hogy felülről, az útpályaszerkezeten keresztül, valamint oldalról bejutó víz elnedvesítő, teherbírás-csökkentő hatása legalább annyira jelentős, mint az alulról történő kapilláris elnedvesedés. (A talajok szemeloszlási tartományát mutatja az 1. ábra).



1. ábra. Talajok szemeloszlási tartománya a főúthálózat 1966 tavaszán megrongálódott útszakaszain az 1967 tavaszán olvadási kárt szenvedett utakon

1966/67 télvégén 60 káreset vizsgálatára került sor. A 0,1 mm –nél kisebb frakciók a legnagyobb gyakorisággal 50-75%-ban fordultak elő. Az iszaptartalom (0,02 mm-nél kisebb szemcsék) 10-30%-ot tettek ki az olvadási kárt szenvedett talajoknál. (Az egyenlőtlenégi együttható és az iszaptartalom közötti összefüggést mutatja a 2. ábra).



2. ábra. A talaj egyenlőtlenégi együtthatója és az iszaptartalom közötti összefüggés az 1967 tavaszán olvadási kárt szenvedett utakon

1969/70 télvégi kárainak vizsgálata során megállapítható volt, hogy a fagyási és olvadási időszakok gyakran váltakoztak a hosszán elnyúló, három hónapra – december, január, február hónapokra terjedő fagytartam alatt [4].

¹ okl. mérnök, ny. főosztályvezető

² okl. mérnök, ny. osztályvezető, geotechnikai vezető tervező, témafelelős

³ okl. mérnök, ny. egyetemi docens, geotechnikai szakértő

⁴ okl. meteorológus, osztályvezető

2.2 Fagy- és olvadási károkkal kapcsolatos külföldi tapasztalatok

Európában Németországban állapítottak meg fagyási indexen alapuló fagyhatár-zónákat. A fagyálló szerkezetvastagságokra vonatkozó német előírás [6] három forgalmi terhelési osztályt, fagyérzékeny és fagyveszélyes talajt, valamint három, a fagyási index szerint meghatározott éghajlati zónát különböztet meg. Az új szemléletet Schaibl [3] közel öt éves (1952-57) kutatása alapozta meg, melynek során 254 fagykár minden részletre kiterjedő adatait dolgozta fel. Fontosabb megállapításai a következők voltak:

- A súlyos károk 80%-a nem a magas talajvízállás miatt következtek be, hanem nagyrészt az útpályaszerkezeten keresztül, valamint az oldalról bejutó víz elnedvesítő, teherbírás-csökkentő hatásának tulajdoníthatók.
- Számos kár esetében elsőként jelölte meg okként a homokliszt talajt ($d = 0,02 - 0,10 \text{ mm}$).

Rámutatott arra, hogy nincs éles határ a fagyálló és a fagyveszélyes talajok között. Az átmenetet képezik a fagyérzékeny talajok.

3. A meteorológiai tényezők jelentősége

3.1 A meteorológiai adatok felhasználása

A tanulmány elkészítése során az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) 1901 – 2000 évek közötti adatbázisára támaszkodtunk, melynek során mintegy 100 állomás adatainak 50 – 100 éves időszakra vonatkozó adatait dolgoztuk fel attól függően, hogy milyen hosszúságú adatsor állt rendelkezésünkre. (Az állomások helyét a 3. ábra tünteti fel). A tanulmány készítése során az útépités szempontjait figyelembe véve a július 1-től a következő év június 30-áig terjedő időszakot vettük alapul.

Az ország területének éghajlatát viszonylag jól jellemezhetően nyolc meteorológiai főállomást választottunk: Győr, Nagykanizsa, Pécs, Budapest, Kecskemét, Békéscsaba, Debrecen, Miskolc. (3. ábra). A továbbiakban ezen főállomások adatainak feldolgozásával foglalkoztunk.

3.2 Meteorológiai alapfogalmak

Fagyos nap az a nap, amikor a legalacsonyabb napi hőmérséklet 0°C , vagy ez alatt van.

Téli nap az a nap, amikor a legmagasabb napi hőmérséklet 0°C , vagy ez alatt van.

Zord nap az a nap, amikor a legalacsonyabb napi hőmérséklet -10°C , vagy ez alatt van.

Fagytartam a téli időszak alatt az első fagyos naptól az utolsó fagyos napig tartó időszak.

Fagyperiódus a fagyos napok megszakítás nélküli sorozata.

Olvadási periódus a fagyperiódust követő azon napok megszakítás nélküli sorozata, amelyeken a napi legalacsonyabb hőmérséklet 0°C fölött marad.

Napi középhőmérséklet a 7 órakor, 14 órakor és 21 órakor mért hőmérsékletek átlaga a 21 órás hőmérséklet kétszeres figyelembevételével, ahol ez lehetséges.

Hőösszeg-görbe valamely adott naptól kezdve a napi középhőmérsékletek összegének ($^{\circ}\text{Cnap}$) menetét megjelenítő diagram.

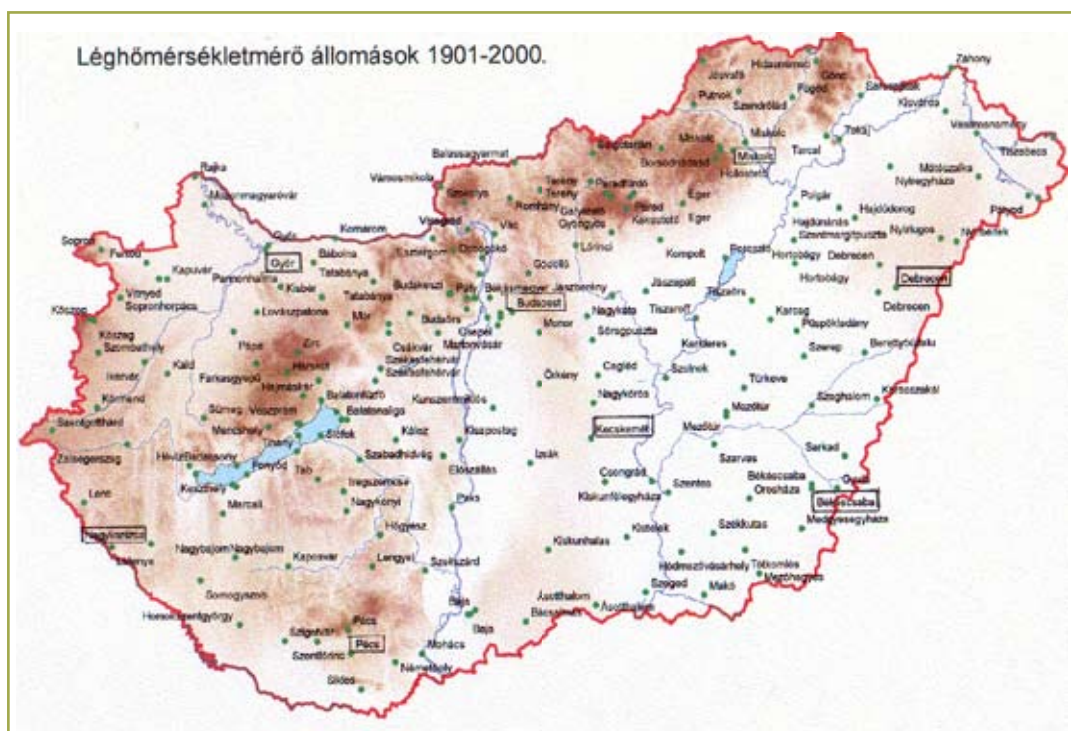
Fagyási index a hőösszeg-görbén a fagytartam alatti maximum és minimum közötti különbség $^{\circ}\text{Cnap}$ -ban kifejezve. (4. ábra)

Fagybehatolási mélység az a terepszint alatti mélység, melyben az átfagyott talaj a még nem fagyott talajjal érintkezik. A fagybehatolási mélységet a 0°C –os izoterma adja meg, amelyet a fagymélységet közrefogó mélységekhez tartozó talajhőmérsékleti adatokból interpolálás útján lehet meghatározni.

A fokozottan hideg teleket a fagyos, a téli és a zord napok éves számával is lehet jellemezni.

Útépitési szempontból a fagybehatolási mélység ismeretére azért van szükség, mert ennek alapján lehet megtervezni a talajfagy hatása elleni védekezést. A téli, legnagyobb fagybehatolási mélység azonban nem önmagától a legalacsonyabb hőmérséklettől függ, hanem a fagytartam alatti napi középhőmérsékletektől és az ezekből számított hidegmennyiségtől.

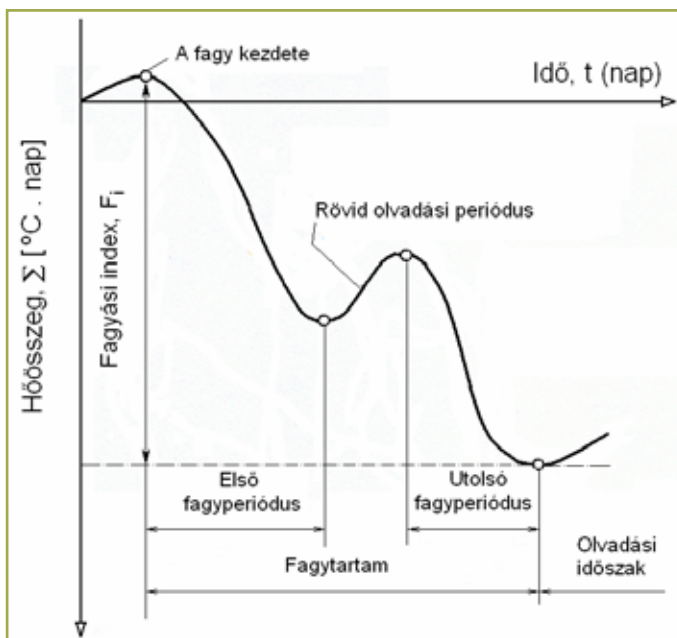
A fentiek alapján tehát a fokozottan hideg telek kiválasztásához szükség van a fagytartam alatti napi középhőmérsékletek ismeretére, majd a fagyási indexek kiszámítására. A továbbiakban ezek eredményeit ismertetjük.



3. ábra. Az OMSZ léghőmérséklet mérő állomásai 1901 – 2000 évek között

3.3 A fagyos, a téli és a zord napok éves számának időszora és területi eloszlása

Elkészítettük a fagyos, a téli, a zord napok éves számának idősorát: a munka első szakaszában a kiválasztott nyolcmegfigyelőállomáson az 1951 – 2000 évek közötti 50 éves időszakra, majd ezeket kiegészítettük az 1901 – 1950 közötti időszak három legzordabb telén (1928/29, 1939/40, 1941/42) észlelt fagyos, téli és zord napok számával. Példaként elkészítettük Debrecen1 állomáson az 1901 – 2002 évek közötti 100 éves időszakra a fagyos, a téli, és a zord napok éves számának idősorát (5a ábra). Eszerint a 10 évenként előforduló



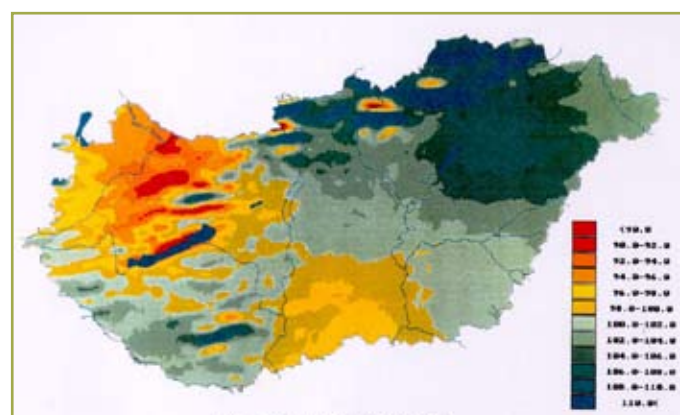
4. ábra. A téli hőösszeg-görbe és a fagyási index sematikus ábrázolása

100 éves időszak hét legzordabb telét (1928/29, 1939/40, 1941/42, 1953/54, 1962/63, 1963/64, és 1984/85).

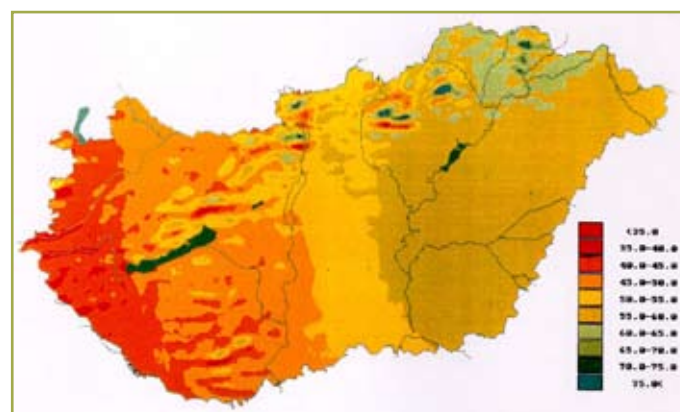
A fagyos, a téli és a zord napok éves számának egy adott éven belül észlelt legnagyobb és legkisebb értékeit az 1. táblázat tartalmazza. A legtöbb fagyos nap a legkevesebbnek mintegy másfélszerese, a legtöbb téli nap a legkevesebbnek mintegy kétszerese, míg a legtöbb zord nap a legkevesebbnek kb. 2,3 –szerese. Mindez azt mutatja, hogy az ország éghajlata nem egységes, az egyes éghajlati körzetek között jelentős eltérés van még ugyanabban az évben is.

Annak érdekében, hogy a kiemelkedően hideg telek fagyos, téli és zord napjainak területi eloszlását meghatározhassuk, mintegy 100 mérőállomás adatai alapján térképeket készítettünk számítógépes színátmenetes rendszerrel.

Az elkészült 21 térkép közül példaként bemutatjuk a fagyos napok éves számának területi eloszlását az 1953/54-es télen, a téli napok területi eloszlását az 1984/85-ös, míg a zord napok számának területi eloszlását az 1963/64-es télen (6, 7, 8. ábra).



6. ábra. Fagyos napok száma 1953/54 telén



1. táblázat. A fagyos, téli és zord napok számának, a fagyási index és a fagybehatolási mélység legnagyobb és legkisebb értékeinek összehasonlító vizsgálata az 1901 – 2000 évek közötti 100 éves időszak hét leghidegebb telén, 100 mérőállomáson

Évszám	Fagyos napok száma, F			Téli napok száma T			Zord napok száma, Z			Fagyási index F _i °Cnap			Fagybehatolási mélység z _i cm		
	max	min	max/min	max	min	max/min	max	min	max/min	max	min	max/min	max	min	max/min
1928/29	123	79	1,56	102	47	2,17	51	23	2,22	769	384	1,98	95	50	1,90
1939/40	137	87	1,57	96	49	1,96	67	32	2,09	743	411	1,80	92	42	2,19
1941/42	143	92	1,56	91	49	1,86	53	22	2,41	775	376	2,06	84	50	1,68
1953/54	118	82	1,44	74	42	1,76	57	25	2,59	614	314	1,96	94	50	1,88
1962/63	134	99	1,35	90	54	1,78	56	14	2,24	757	379	2,00	94	49	1,92
1963/64	125	94	1,33	101	45	2,24	55	22	2,50	681	281	2,42	101	50	2,02
1984/85	127	86	1,48	74	34	2,18	45	22	2,05	618	250	2,47	86	43	2,00
Átlag	130	88	1,48	91	46	1,98	55	23	2,30	706	342	2,06	93	48	1,94

2. táblázat. Debrecen repülőtéri állomás adatai. 1901 – 2000 évek között 10 éves gyakorisággal előforduló leghidegebb telek (F_i>450 °Cnap)

Sorsz.	Év	F _i
1	1939/40	662
2	1963/64	546
3	1953/54	533
4	1941/42	523
5	1984/85	485
6	1928/29	483
7	1908/09	482
8	1921/22	467
9	1931/32	466
10	1906/07	458

3.4 A fagyási index értékek időszora és területi eloszlása

A kiválasztott nyolc főállomáson meghatároztuk a fagyási index értékek idősorát az 1951 – 2000 közötti 50 éves időszakban. Az adatsort kiegészítettük az 1901 – 1950 közötti időszak leghidegebb teleinek fagyási index értékeivel. A legzordabb teleken a fagyási index értékének egy adott télen észlelt legnagyobb és leghidegebb értékeit a 2. táblázat tartalmazza. A legnagyobb érték a legkisebbnek mintegy kétszerese. Példaként bemutatjuk továbbá Debrecen repülőtéri mérőállomás fagyási index értékeit az 1901

– 2000 közötti 100 éves időszakra (5b ábra). Az ábrából egyértelműen kitűnnek a kiemelkedően hideg telek. A legzordabb teleken a fagyási index értékek a 450°C napot meghaladták, nagyságrendi értékeit erőssorrendben az 1. táblázat tünteti fel.

A Dunántúlon az 1962/63-as, a Duna-Tisza közén és a Tiszántúli D-i részén az 1953/54-es, a Tiszántúli É-i felén és az Északi Középhegységben az 1963/64-es tél volt a leghidegebb az ország területének 40 – 30 – 30%-án, vagyis az utolsó 50 éves időszakban nem fordult elő olyan tél, amely az ország egész területén hasonlóan szigorú lett volna (9. ábra). Kiegészítve az adatgyűjtést az 1901 – 1950 közötti időszakra, azt találtuk, hogy az ország egész területének mintegy 90%-át lefedő leghidegebb tél az elmúlt 100 esztendőben az 1939/40-es volt.

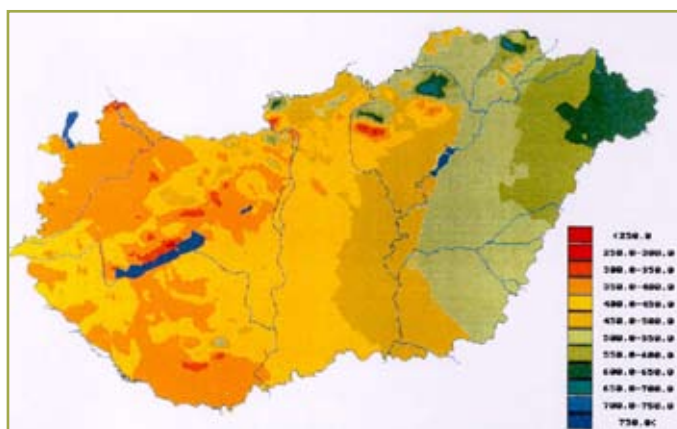


9. ábra. Mértékadó fagyási index területi elhatárolása 1951-2000 évek közöttévek között

A fagyási index térképeket kétféle módszerrel lehet elkészíteni:
a) számítógépes színátmenetes módszerrel,
b) izovonalak szerkesztésével.

A színátmenetes módszerrel készült hét térkép közül a 10. ábrán

példaként bemutatjuk az 1963/64-es tél fagyási index értékeinek területi eloszlását °Cnap-ban. A fagyási index értéke DNY felől ÉK felé haladva fokozatosan növekszik. A térképek nagyon jó lehetőséget nyújtanak ugyanazon télen Magyarország egyes földrajzi tájegységeinek a fagyási index alapján történő összehasonlítására.



10. ábra. Fagyási index földrajzi eloszlása 1963/64 telén (°Cnap)

Megjegyzendő, hogy Magyarországon elsőként szerkesztettünk fagyási index térképet. Ismereteink szerint külföldön az USA-ban, Kanadában, Svájcban, Svédországban és Németországban készültek izovonalas térképek, relatíve kevesebb meteorológiai adat feldolgozásával.

4. A talajfagy mélysége Magyarországon

4.1 A talaj hőmérsékletének mérése

A talajhőmérsékletet felszíni (10, 20 cm) vagy mélységi (50, 100, 150, 200 cm) hőmérőkkel mérik. Mivel hazánkban a leghidegebb teleken a fagymélység 50-100 cm között változik, ezért indokolt lenne a talajhőmérséklet mérést egy közbelső 75 cm-re is kiterjeszteni. Sajnálatos, hogy talajhőmérséklet-mérés csak kevés mérőállomáson folyt, ami kutatás szempontjából nem elegendő. A másik hiányosság, hogy nem ismeretes a talaj fedettsége – gyeptakaró, hótakaró vastagsága, a talaj összetétele, nedvességtartalma, pedig mindezen tényezők befolyásolják a fagymélységet. Ezen okok miatt a fagybehatolásra vonatkozó adatok csupán tájékoztató jellegűnek minősülnek.

4.2 A fagybehatolási mélység értékek időszora

A fagybehatolási mélységet a nyolc kiválasztott főállomásokon mért talajhőmérsékleti értékekből interpolálással számítottuk és elkészítettük az 1951-2000 közötti 50 éves időszakra vonatkozó idősort. Példaként a Debrecen főállomás 1928 – 2000 közötti fagymélység idősorát mutatja az 5c ábra. A legzordabb teleken a fagybehatolás mélysége általában elérte, illetve meghaladta a 75 cm-t, nyolc télen volt 75 – 98 cm között.

A fagybehatolási mélység legnagyobb és legkisebb értékeit az 1901-2000 közötti időszak hét leghidegebb telén az 1. táblázat tartalmazza. A legnagyobb értékek 84-101 cm között adódtak, míg a legkisebb értékek 50 cm körül voltak.

Előbbiek alapján Magyarországon a fagybehatolási mélység legnagyobb értéke 100 cm-ben vehető fel, mivel csupán két mérőállomáson egy- alkalommal érte el, ill. haladta meg a 100 cm-es értéket néhány cm-rel. Ugyanazon télen az észlelt legnagyobb fagymélység a legkisebb értéknek kb. a kétszerese volt.

4.3 A fagyási index és a fagybehatolási mélység közötti összefüggés

A fagyási index és a fagybehatolás közötti összefüggést Berggren vezette le elsőként [6]. A levezetés szerint a fagybehatolás a fagyási index négyzetgyökével arányos.

Laboratóriumi körülmények között vizsgálva Shannon lényegében igazolta a Berggren-féle egyenlet jellegét és azt találta, hogy a fagyási index és a fagybehatolási mélység között a következő összefüggés áll fenn:

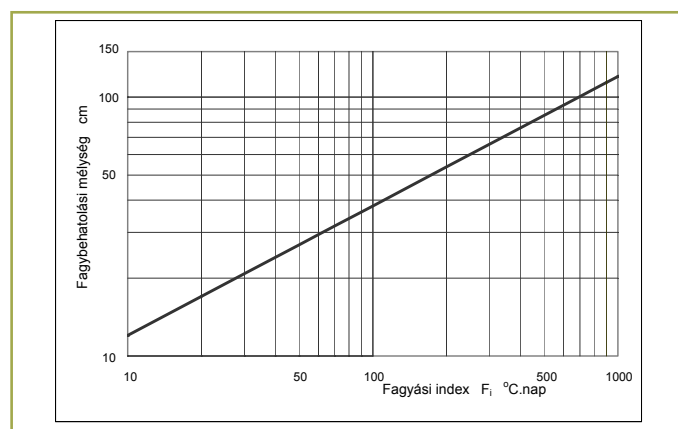
$$z_f = k F_i^{0.5}$$

ahol z_f a fagymélység cm-ben, F_i a fagyási index °Cnap-ban, k állandó.

A k tényező értékét Shannon $k = 3,8$ -ben állapította meg. Kettős logaritmusos koordináta rendszerben mutatja az összefüggést a 11. ábra. Ezt az összefüggést Európában általánosan elfogadják.

A fagyási index és a fagybehatolási mélység közötti összefüggést példaként Debrecen állomáson a 12. ábrán mutatjuk be, a 13. ábra pedig ugyanitt a fagyási index gyakoriságát tünteti fel.

A Shannon-féle összefüggés jellegét megtartva a nyolc főállomás értékeit kettős logaritmusos rendszerben ábrázolva a 14. ábrán mutatjuk be. A meghatározó k tényező átlagos értékét $k = 3,7$ -ben állapítottuk meg, ami közel van a Shannon-féle értékhez.

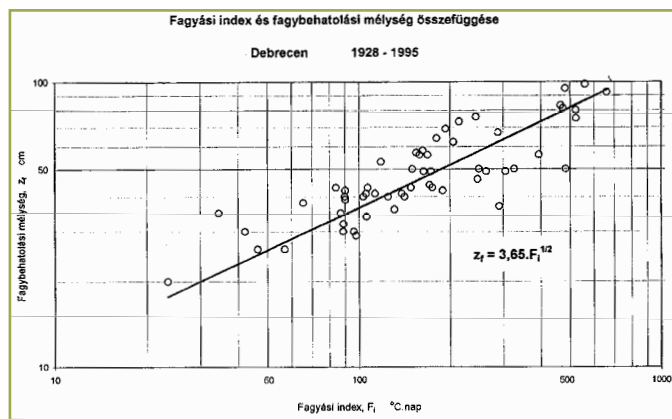


11. ábra Összefüggés a fagybehatolás és a fagyási index között Shannon szerint

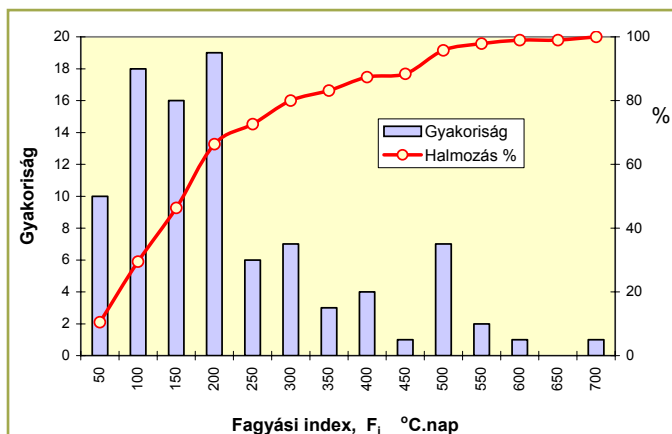
5. Javaslat a fagyhatár zónák és a fagyálló pályaszerkezet-vastagság meghatározására

A közel hatvan éves hazai és külföldi tapasztalatokon alapul évtizedek óta a hazai, jól bevált fagyvédelmi előírásunk is, nem indokolt ennek a koncepciónak a megváltoztatása. A rendelkezésre álló nagyszámú adat, és a fentiekben tárgyalt elemzések alapján azonban lehetőség volt egyfelől a fagyhatár-zónák pontosítására, másfelől az egyes zónákhoz tartozó legnagyobb fagymélység meghatározására, ami a fagyálló szerkezetvastagság megtervezésének feltétele.

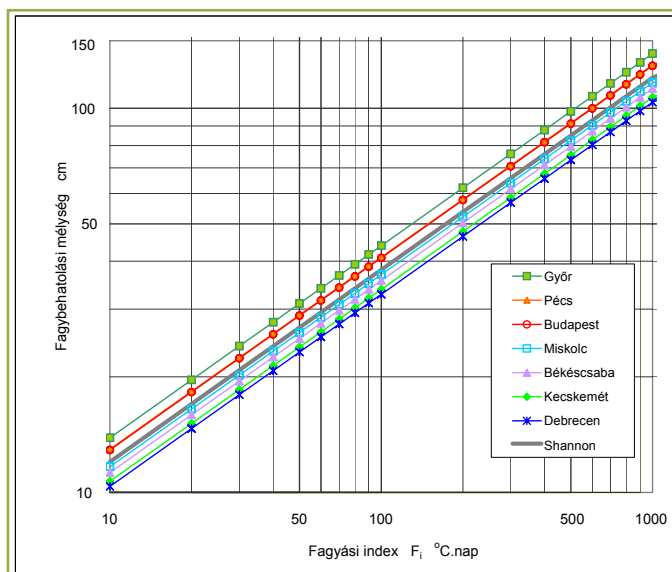
A méretezés kétféle módon történhet: földrajzi, éghajlati övezetek vagy izovonalas fagyási index (éves hidegmennyiség) térképek alapján.



12. ábra. A fagyási index és a fagybehatolási mélység összefüggése Debrecen mérőállomáson 1928 – 1995 között



13. ábra A fagyási index gyakorisága Debrecen mérőállomáson az 1900 – 1997 évek közti időszakban



14. ábra A 8 kiválasztott mérőállomásra kapott összefüggés a fagyási index és a fagybehatolás mélysége között

Az éghajlati övezetek meghatározása a fagyos napok, a téli napok, a zord napok éves számának, illetve a fagyási index értékeknek területi, földrajzi eloszlását tartalmazó „színátmenetes” térképek részletes elemzése alapján történt.

Az ország területét négy földrajzi, éghajlati övezetre osztottuk: Dunántúl, Duna-Tisza köze, Tiszántúl és az Északi Középhegység. A fagyási index és a fagymélység közötti összefüggésre felhasználtuk a hazai viszonyokra jellemző $z_f = 3,7 F_i^{0.5}$ összefüggést, továbbá javasoltuk a 3. táblázat szerinti éghajlat zónák elfogadását.

3. táblázat. Irányértékek a fagyálló szerkezetvastagságokra (cm)

Éghajlati övezet	Forgalmi osztály					
	A, B		C, D		E, K, R	
	talaj					
	fagyérzékeny	fagyveszélyes	fagyérzékeny	fagyveszélyes	fagyérzékeny	fagyveszélyes
I.	40	50	50	60	60	70
II.	45	55	55	65	65	75
III.	50	60	60	70	70	80

I. övezet: A Dunántúl 300 m Bf. alatti területei

II. övezet: A Dunántúl 300 m Bf. feletti területei és a Duna-Tisza köze az M3 autópályától D-re terjedő területe

III. övezet: Északi Középhegység és a Tiszántúlnak a Sebes Köröstől É-ra fekvő területe

A fagyálló szerkezetvastagság irányértékeinek meghatározásánál a legszigorúbb követelményt a legnehezebb forgalmi terhelési osztály fagyveszélyes talajaira javasoltuk. A megadott irányértékek azonban kisebbek, mint a fagyási index alapján meghatározott fagymélység, mivel korábbi mérések és megfigyelések, valamint a külföldi tapasztalatok szerint a szükséges fagyálló szerkezetvastagságot csökkenteni lehet.[1]. A végső javaslatot a fenti indokok szerint a 3. táblázat tünteti fel. Megjegyezzük, hogy az éghajlati adatsorokban esetlegesen meglévő trendet nem vettük figyelembe.

Az izovonalas fagyási index térképek számos országban (pl. Kanada, Svédország, Svájc, Németország) szolgálnak a méretezés alapjául. Célzerű lenne Magyarország izovonalas fagyási index térképét is elkészíteni min. 120 meteorológiai állomás adatai alapján. Míg pl. Németországban az 1962/63-as tél alapján az 500, 600 és 700 °Cnap izovonalak szerint készült térkép, addig nálunk az 1939/40-es tél adatai szerint a 450, 550 és 650 °Cnap izovonalak megszerkesztése kerülhetne előtérbe.

Megjegyezzük, hogy a talajosztályozásra vonatkozó szabvány megváltozott. A hatályos MSZ EN ISO 14688-1 és az MSZ EN ISO 14688-2 szabvány szerint megszűnt az átmeneti talajcsoport (homokliszt, iszapos homokliszt) és csak durvaszemcsésű és finomszemcsésű talajokat különböztet meg. Emiatt át kell dolgozni az ÚT 2-1.222 Utak geotechnikai tervezésének általános szabályai c. útügyi műszaki előírás vonatkozó pontját, valamint az ÚT 2-1.202:2005 útügyi műszaki előírás 5. fejezetét.

Irodalom

- [1]. Gáspár L.: A közúti munkák egyes meteorológiai vonatkozásai. Mérnöki Továbbképző Intézet 3276. Budapest, 1955
- [2]. Detre Gy.: Fagykárok és olvadási károk figyelembe vétele közutak tervezésénél UVATERV Műsz. Oszt. MT-O. Budapest, 1956
- [3]. Schaibl, L.: Frost und Tauschäden an Verkehrswegen und deren Bekämpfung. Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, 1957
- [4]. Boromisza T.: A télvégi útburkolatkárok vizsgálatának újabb eredményei. Mélyépítéstudományi Szemle, 1971/1.
- [5]. Közúti fagy- és olvadási károk megelőzése. Munkabizottsági jelentés, IV. rész. Támafelelős Detre Gyula. ÁKMI 3810.2.2/2000
- [6]. Berggren, W. P.: Prediction of Temperature-Distribution in Frozen Soil. Transactions, American Geophysical Union, Part III, 1943
- [7]. Merkblatt für die Verhütung von Frostschäden an Strassen. Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen. Arbeitsgruppe „Erd und Grundbau“. Arbeitsausschuss: Frost, 1991.

Megjegyzés: A talajfaggyal foglalkozó szakirodalom száma több ezerre tehető. A közutak vonatkozásában megjelent tanulmányok címlistáját Jessberger H.J. állította össze Bodenfrosts. Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 125, Bonn 1971 c. munkájában. Jelen cikk csupán azon forrásmunkákra hivatkozik, amelyeket a cikk is említ. A kutatási munka során mintegy 60 forrásmunkát használtunk fel.

Summary

Updating frost penetration zones for road projects

The paper summarizes the main conclusions of a research project aimed at updating technical specifications for mitigating frost and thaw damages on roads in this country. Experience with frost induced damages, some 100 cases in Hungary and over 200 cases in Germany has been reviewed with a view to

clarify the role of the main underlying factors, i.e. soil properties and meteorological data. Air temperature and ground temperature data from about 100 stations of the National Meteorological Service covering the period of 1901 to 2000 have been processed. Variation of Frosty days (F), Winter days (T) and Severe winter days (Z) as well as derived values of Frost index (Fi) for eight main meteorological stations was studied allowing computer-aided construction of maps which show regional distribution of characteristic F, T and Fi data in typical years. Based on ground temperature measurement data relationship between frost index and penetration values was established. Using a double-logarithmic plot, the results obtained for various regional meteorological stations showed a fair agreement with the theoretical formula $z_f = k F_i^{0.5}$ suggested by Berggren and verified empirically by Shannon. Based on this, establishing of new climatic belts and frost penetration zones in the country and a revised procedure for the design of the thickness of frostproof road structures have been proposed.

Felhívás előadás tartására

35. Útügyi Napok

2007. szeptember 12-14. Debrecen

A KTE Közúti Szakosztálya a Magyar Közút Kht-vel közösen 2007. szeptember 12-14. között Debrecenben szervezi a 35. Útügyi Napokat.

A konferencia a „Közlekedésfejlesztés és forgalombiztonság” főtéma köré szerveződik, amelyen belül a szekcióülések gerincét is adó témakörök a következők lesznek: fejlesztések (programok és projektek) előkészítése, takarékosági törekvések eredményei a tervezésben, technológiák és minőségi kérdések, források és úttálapotok, szabványok és műszaki szabályozás, közösségi közlekedés közúti vonatkozásai, infrastruktúra forgalombiztonsági hatásai, önkormányzati ügyek, kerékpáros közlekedés lehetőségei.

A szekcióülések tervezett címei:

1. EU források és közúti projektek
2. Technológiák, minőség és műszaki előírások
3. Közúti infrastruktúra és közlekedésbiztonság
4. Tervezés és gazdaságosság

Ezúton hívjuk fel az érdeklődők figyelmét a szekcióüléseken előadások tartásának lehetőségére.

A jelentkezés határideje 2007. június 25.

Részletesebb információ a www.kte.mtesz.hu honlapon

Közlekedéstudományi Egyesület
Közúti Szakosztály vezetősége

Az Útgazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság (UKIG) és a Fővárosi Mérnöki Tervező Zártkörűen Működő Részvénytársaság (FŐMTERV Zrt.) konzorcium a GVOP Kutatás-Fejlesztés, Innováció Prioritás, Alkalmazott Kutatás-Fejlesztés (AKF) témakörben két projekttel is sikeresen pályázott. Az alábbiakban a „Forgalomszimulációs elemzések egységes vizsgálati módszertani kidolgozása” című projekt kutatási folyamatáról és eredményeiről kívánunk beszámolni.

A projekt aktualitása

A nagyvárosokban és a hozzájuk szervesen kapcsolódó agglomerációs övezetekben napjaink egyik legsúlyosabb problémája a közlekedés. A motorizáció és mobilitás dinamikus növekedése hálózatfejlesztéssel nem követhető. A probléma enyhítésére egyedüli eszköz a hatékony forgalomszervezés. Ezen belül három jellegzetes szakterület különböztethető meg:

- A közlekedéspolitikai eszköztárával az utazási- és szállítási igények csökkentése.
- Közlekedésinformációs rendszerekkel – befolyásolva az eszköz- és útvonalválasztást – a hálózat optimális kapacitáskihasználására törekedni. MAKROSZEMLELÉLET
- A forgalomlefolyás optimalizálása a hálózat elemein. MIKROSZEMLELÉLET

Minden bizonnyal e két utóbbi szakterület egyidejű alkalmazása jelentheti a jövő modern közlekedéstervezését.

A kutatás célja

A kutatás célja, hogy létrehozzunk egy olyan tervezési útmutatót, mely elősegíti a mai modern közlekedéstervezés egyik igen hatékony, hazánkban még kevésbé elterjedt eszközének használatát és széles szakmai körben való elfogadását.

A kutatás keretében kidolgoztunk a közúti forgalomszimulációs modellek építéséhez és az eredmények kiértékeléséhez egy útmutatót (ajánlást). Reményeink szerint így az akár különböző szellemi műhelyekben készülő forgalomszimulációs vizsgálatok is teljes egészében összehasonlíthatókká válnak, a kapott eredmények könnyen és egyértelműen értelmezhetők lesznek, mind a szakemberek, mind a döntéshozók számára meggyőző erővel bírnak.

Makro- és mikroszkopikus modellek

A közlekedési folyamatok modellezésére alapvetően két eltérő tulajdonságú modell áll rendelkezésre, a makroszkopikus és a mikroszkopikus modell. A makroszkopikus modellel nagyobb területeket, a közlekedés egészére jellemző folyamatokat vizsgálhatunk. A modellben a közlekedés résztvevői nem egyénileg jelennek meg, a modell jellemző járműfolyamokat kezel, azok egyedi tulajdonságait homogenizálja, tulajdonságait egységesíti. Makroszkopikus modellel városokat, térségeket vagy egész régiókat modellezhetünk, forgalmi igényeket, forgalmi lefolyásokat vizsgálhatunk. A makroszkopikus modell használata akkor indokolt, ha a terület nagysága vagy komplexitása nem teszi lehetővé a mikroszkopikus modell építését, a közlekedési folyamatokról elegendő számunkra a homogenizált járműfolyamokra jellemző értékek meghatározása.

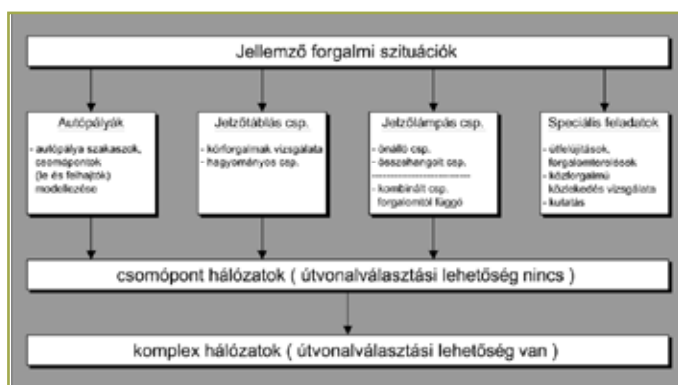
A modellezés másik, ettől jelentősen különböző módja a mikrosz-

kopikus modell, ami kisebb terület egységeket (csomópont, csomópontrendszer) leképezésére alkalmas. A modell sokkal komplexebb módon paraméterezhető, előtérbe kerülnek az egyedi járműtulajdonságok (sebesség, gyorsulás, járműkövetés, elsőbbségi szabályok figyelembevétele) és egyedi, kis változásokat jelentő beavatkozások (buszsáv létesítése akár egy rövid szakaszon, jelzőlámpás csomópont zöldidejeinek változtatása, összehangolás kalibrálása, stb.) vagy a modellezett hálózatra jellemző egyedi tulajdonságok (nem szabálykövető vezetői viselkedés, csomóponti ág torlódása, forgalomtechnikai kialakításból következő akadályoztatás, stb.) is jól leképezhetők. A mikroszkopikus modellben a közlekedés résztvevői nem homogenizáltak, nem járműfolyamként, hanem diszkrét elemként, egyénileg jelennek meg a modellezett hálózaton, továbbá minden egyes időciklusban hozott „járművezetői” döntés (gyorsítás-lassítás, sebesség megválasztás, sávváltás, elsőbbségadás, stb.) valószínűségi változó.

A mikro-szimuláció alkalmazási területei

A mai kor közlekedéstervezésének már szerves részét képezi a számítógépes modellszámításokkal alátámasztott tervezési munkarész. A hagyományos forgalomráterhelési modellek mellett napjainkra egyre nagyobb fontosságú szerepet kapnak a szimulációs eljárások. Ezek a modellek már a valós körülmények 90-100%-os pontosságú leképezését teszik lehetővé, és a szolgáltatott eredmények részletessége, megbízhatósága is szinte minden igényt kielégítő lehet.

A mikro szemléletű tervezéssel optimalizálhatók a hálózat elemein lebonyolódó forgalmi folyamatok. Növelhető az utazási sebesség, csökkennek a veszteség idők, ez a felhasználók számára menetidő megtakarítást, üzemanyag-felhasználás csökkenést jelent, mindemellett a környezeti terhelés csökkenése (zaj-, károsanyag emisszió) is haszonként realizálódik. Így ennek a tervezési módszernek az elterjedése közvetetten hozzájárul az egészségesebb környezet megteremtéséhez, elősegíti az élhető város kialakulását. Főbb alkalmazási területei (1. ábra):



1. ábra: A forgalomszimuláció leggyakoribb alkalmazási területei

A mikro-szimulációs vizsgálat lépései

Általánosan elmondható, hogy mint minden modell vizsgálat a jelenlegi állapot leképezésével kezdődik. Annak megfele-

¹ A cikk alapjául szolgáló kutatás az Európa terv, Európa itt épül Program keretében valósult meg.

² Okl. közlekedésmérnök, vezető tervező FŐMTERV Zrt. m.takacs@fomterv.hu

³ Okl. közlekedésmérnök, tervező FŐMTERV Zrt. z.tosaki@fomterv.hu

lő kalibrálása és validálása biztosítja a szükséges megbízhatóságot. Csak ezután következhet a tervezett állapotok leképezése és elemzése.

A modellezési terület lehatárolása

A mikro-szimulációs modell építéséhez megfelelő mennyiségű és minőségű adatra van szükség. Ezek körének meghatározásához fontos a terület pontos lehatárolása.

Alapvető szabályként arra kell törekedni, hogy a járművek érkezése a szűken értelmezett vizsgálati területre a valóságban megfigyelhető jellemzőknek:

- a járműérkezés eloszlás-függvényének és várható értékének,
- a járművek megválasztott sebesség eloszlás-függvényének,
- a járművek sávhasználatának feleljen meg.

A terület lehatárolásánál két szempontot kell figyelembe venni. Egyfelől, ha túl nagy a modellezni kívánt terület, az mind a modellépítés bemeneti adatmennyiségét, mind pedig az adatgyűjtés és modellépítés humán erőforrás igényét oly mértékben növeli, ami a szimulációs módszer hatékonyságát megkérdőjelezheti. E mellett a futtatás gépi időigénye is oly mértékben nőhet, hogy a futtatás sebessége a valós idejű sebesség alá csökken, azaz a sztochasztikus folyamatok szolgáltatja megfelelő megbízhatósági szintű adatok előállítása – a szükséges számú futtatások után – elfogadhatatlan mértékű időigényt támaszt /hardver korlátosság/. További ellenérv a túl nagy terület mikroszimulációs vizsgálatával szemben, hogy ekkor már általánosabb, átlagos jellemzőkkel jobban minősíthető a rendszer, tehát nem használjuk ki a mikroszimulációban rejlő lehetőségeket. Ezekre a feladatokra léteznek hatékonyabb mezo- vagy makroszkopikus modellezési eszközök. Ökölszabályként elmondható, hogy amennyiben a futtatás sebessége a valós idő két-háromszorosánál alacsonyabb, akkor már megfontolandó más modellezési technika alkalmazása.

A területlehatárolás másik szempontja az, hogy egy adott közlekedési részrendszer (pl. csomópont) szimulációjánál mekkora az a terület, amely befolyással van a modellezett rendszerre, illetve a vizsgált, tervezett forgalomtechnikai beavatkozás hatása mekkora területre lesz hatással.

A szimulációs modellekben a járműgenerálás adott eloszlás szerint történik, leggyakrabban a Poisson-eloszlást alkalmazzák. Ez az eloszlás azonban csak a zavartalan, homogén összetételű járműáramlatok esetén igaz. Tehát ha pl. a tehergépjárművek aránya számottevő, vagy jelzőlámpás csomópont van közelben, akkor igen körültekintően kell eljárni a modellépítés területi lehatárolásakor. Általános célként azt kell kitűzni, hogy a járműérkezés folyamata /térbeli és időbeli eloszlása/ a valóságot közelítse. Ha a csomópontban irányrendező sávok is vannak, akkor legalább olyan távolságra kell „visszameníteni” a hálózat leképezésében, hogy már a sáv váltások megkezdésekor teljesüljön a szimulált járműérkezés valósághű leképezése.

- A vizsgált terület lehatárolásánál a rendszer forgalomlefolysását befolyásoló tényezőket figyelembe kell venni.
- Amennyiben egy csomópont, vagy a vizsgált terület határán lévő jelzőlámpás csomópont előtt 300 méteren belül másik jelzőlámpás csomópont van, vagy a vizsgált területhez 1500 méteren belül vasúti átgáró tartozik, annak a forgalom lefolyására vonatkozó hatását figyelembe kell venni.
- Amennyiben a csomópontba egy sáv érkezik, a szimulációs területet elegendő a csomóponttól 100-300 méteres hosszal kiterjeszteni. Ha a modellezett rendszerbe belépő irány

több sáv, a szimulációs területet az osztályozó kezdetéhez képest a megengedett sebességtől és a sávok számától függően ki kell terjeszteni, hogy a csomópontban, illetve a csomópont osztályozója előtt a szimulált érkező forgalom megegyezzen a tapasztalt forgalom térbeni és időbeni lefolyásával.

- Ha a forgalmi vizsgálat során valamelyik irányból torlódás tapasztalható, a modellezett irányt a forgalmi torlódásos szakasz 120%-áig, de legalább a torlódásos szakasz+50 méteres hosszban fel kell építeni (a javasolt felépítési hosszakat az 1. táblázat mutatja).

A közlekedési hálózat és a járművezetői magatartás leképezéséhez 1. táblázat: Az osztályozók kezdetétől szükséges szakaszhossz kiterjesztés [m]

sebesség [km/h]	Egy irányból érkező forgalmi sávok száma		
	1	2	3 v. több
50	100	200	300
70	150	300	450
90	250	500	1000
130	1000	1500	2000

hez szükséges alapparaméterek meghatározása kezdeti elképzelésünk szerint nem volt a kutatási feladat része. Menet közben mégis úgy értékeltük, hogy ha nem is teljes körűen, de a legfontosabb alapparaméterek tekintetében szükséges valamilyen kiindulási támpontot adjon egy útmutató (Másképp a modellezés hitelességét is erősíti, ha ezek hazai méréseken alapulnak!) Itt kell megemlítenünk, hogy szintén GVOP támogatással a közelmúltban készült egy követési és becsatlakozási határidőközöket vizsgáló kutatás a Pro Urbe Kft. vezetésével. Az ő eredményeiket mi is felhasználtuk munkánk során. Ezek után mi három fő témakörben végeztünk méréseket:

- gépjárművek sebességének mérése ívben haladáskor,
- gépjárművek kigyorsításának vizsgálata álló helyzetből,
- becsatlakozási időköz (VISSIM) vizsgálata,

de külön vizsgáltuk az udvariasság és a szabálykövetés leképezésének lehetőségét is.

Csomópontok felépítése, videomérés

Habár a GVOP keretén belül végzett kutatás kiterjedt 29 csomópont modellezésére, kalibrálására és értékelésére, ezek közül csak 9 csomópontban rögzítettük a forgalmat videokamerával, egyenként 50-60 perc időtartammal. A forgalom videoméréséhez több szempontot kellett figyelembe vennünk. Olyan csomópontokat kellett találnunk, amelyekben az alapparaméter kutatás tárgyát képező forgalmi szituációk mindegyike megtalálható, valamint a kielemezést lehetővé téve megfelelő távolságból és szögben videofelvétel készülhet. Ez alapján az alábbi csomópontok kerültek kiválasztásra:

- Bp. I. ker. Clark Ádám tér,
- Bp. XI. ker., Budai alsó rkp. – Lágymányosi híd csomópontja,
- Bp. XI. ker., Szent Gellért tér,
- Bp. XIV. ker., Kerepesi út – Fogarasi út csomópontja,
- Bp. XIV. ker., Füredi utca – Gvadányi utca csomópontja,
- Bp. XIV. ker., Mexikói út – Mogyoródi út csomópontja,

- Szolnok, Kossuth tér,
- Siófok, M7-65 sz. főút csomópontja.

A forgalmi szituációk kielemezését lehetővé tette, hogy a video-méréshez alkalmazott kamera 1.8 megapixel felbontással, 12x optikai zoommal, optikai képstabilizátorral, rendelkezett, a felvételeket pedig jól rögzített, fix állványról készítettük. A felvételeket később a feldolgozásra optimalizált PC-vel digitalizáltuk, így egyenként 10-12 Gb méretű, 24 kép/másodperc felbontású felvételeket kaptunk. A 4 század-másodpercenkénti képrögzítés lehetővé tette, hogy a mért járművek helyzetét nagy pontossággal meghatározhassuk. A mérési pontokat úgy vettük fel, hogy jellemzően 1,3-1,5 másodpercenként a jármű pozíciójáról felvétel készüljön. Mivel a hiba átlagértéke a rögzítési gyakoriság felével arányos, ezért könnyen kiszámítható, hogy a digitalizálásból adódó pontatlanság kisebb mint 1,5%.

$$\Delta = \frac{t - \frac{\Delta t}{2}}{t} = \frac{1,4 - \frac{0,04}{2}}{1,4} = 0,986$$

1. Gépjárművek sebességfüggvényének vizsgálata ívben haladáskor

Egy részrendszer (pl. csomópont) vizsgálata esetén a forgalmi irány kapacitását befolyásolja a jármű sebessége az ívben haladáskor. Nem mindegy, hogy egy R=28 méteres sugáron haladó jármű 90 fokos szögben való kanyarodásakor megtett

$$s = \frac{r\Pi}{2} = \frac{28 \cdot 3,14}{2} = 43,96m$$

úton $v=25$ km/ó, vagy $v=35$ km/ó sebességgel halad. Az ív teljes hosszán állandó sebességet feltételezve a mikro-szimulációs modellben kiszámítva:

- $v=35$ km/óra sebességhez 1631 J/ó,
- $v=25$ km/óra sebességhez 1251 J/ó

kapacitás tartozik. Ez esetben a hiba:

$$\Delta = \frac{|c2 - c1|}{c1} = \frac{1631 - 1251}{1251} = 0,303$$

Vagyis a hibás sebesség modellezéséből adódóan a vizsgált irány kapacitásában az eltérés 30,3 % (a fenti kiindulási paraméterek figyelembevételével).

Mivel a modellezés során általában nincs lehetőségünk a sebesség pontos mérésére, annak meghatározását a kanyarodási ívsu-

gár függvényeként vizsgálhatjuk. Ha a sebességet alapos körültekintés nélkül becsüljük, a modellbe jelentős hibát véthetünk.

A gépjárművek sebességfüggvényét három különböző sugarú ív esetében határoztuk meg. Az $r_{k1}=12$, $r_{k2}=20$, $r_{k3}=28$ méteres kanyarodási sugarú íveken a sebesség nagyságát, és az állandó sebességű szakasz hosszát vizsgáltuk. A mérés során minden ívben 7-8 jellemző pontot rögzítettünk, ami tartalmazta az ív teljes hosszát, illetve az előtt és után 1-2 pontot. A méréshez olyan járműveket választottunk, amelyek szabadon megválasztott sebességgel érkeznek a csomópontba, vagyis előttük nem halad másik jármű, illetve a zöldidő közepén, állandó szabad áramlású sebességről lassítva érkeztek. Mindhárom ívben járműkategóriánként végeztük a vizsgálatot (2. táblázat):

2. táblázat: Az ívben haladás vizsgálatának helyszínei és paraméterei

Mérés helye	Ív sugara	Járműkategóriák mérése		
		szgk.	tgk.	nehéztgk.
Bp., XIV. ker. Mogyoródi út – Mexikói út	12 m	igen	igen	igen
Bp., XI. ker. Pázmány P. rkp. – Lágymányosi híd	20 m	igen	igen	igen
Bp., XI. ker. Szt. Gellért tér	28 m	igen	nem	nem

A következőkben bemutatjuk a Szent Gellért téri mérés folyamatát és eredményét. A mérési pontok felvétele után 7 helyen rögzítettük a személygépjárművek kezdőponttól mért eljutási idejét. Az ebből képzett szakaszokra vonatkozó sebességek átlagát a 2. ábra grafikonja mutatja. Látható, hogy a járművek sebességének az ívben két lokális minimuma van, azonban az ingadozás alig több mint 1 km/óra, így az a sebességek átlagában állandó sebességgel helyettesíthető. Az ív nagy részén a sebesség állandó, és $v_{all}=32$ km/ó-val sebességgel helyettesíthető. Az ívben haladó személygépjármű sebessége⁴ a

$$v_k = 0,79 \cdot R_j + 12,6 \quad [\text{km/h}]$$

képlettel meghatározott egyenlettel helyettesíthető, ahol:

v_k : a kanyarodó jármű sebessége,

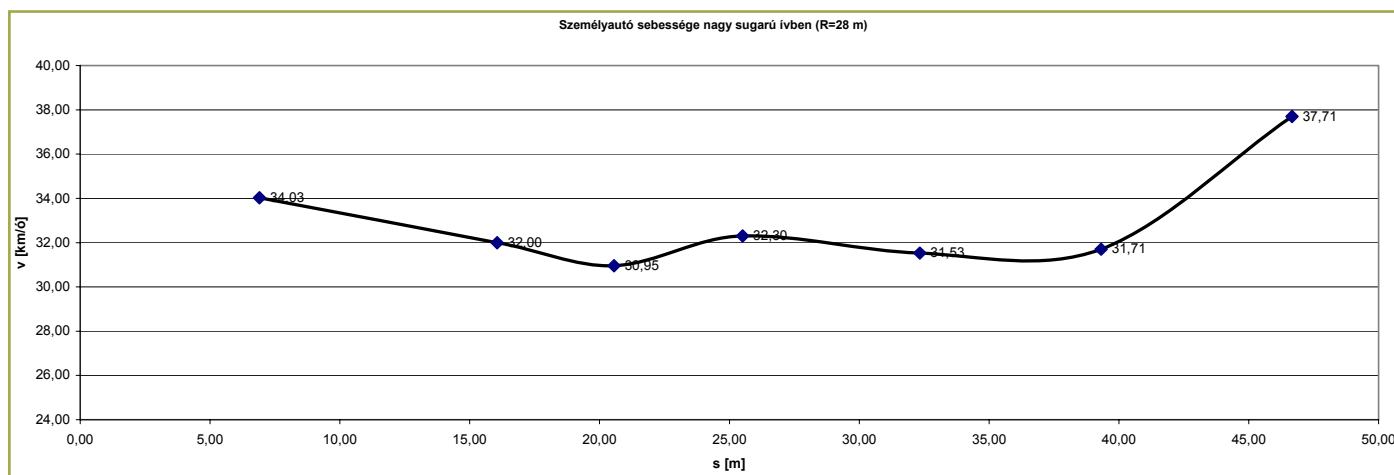
R_j : a kanyarodás ívsugara.

A videoértékelés alapján kapott eredményünket (3. ábra) a fenti képlettel összevetve:

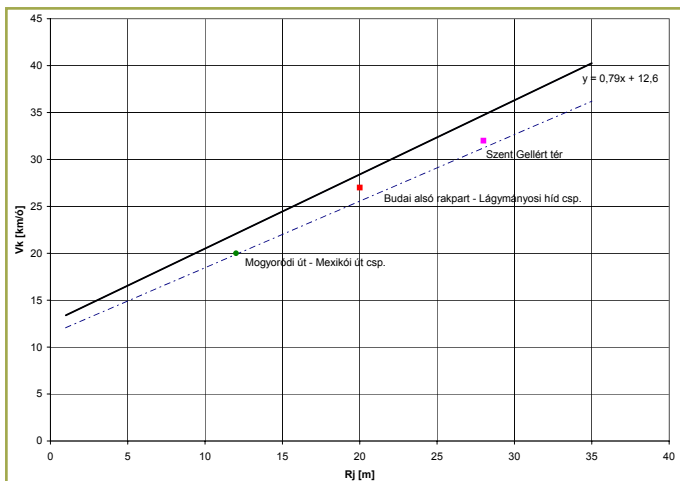
$$v_k = 0,79 \cdot 28 + 12,6 = 34,72 \quad [\text{km/h}] \text{ adódik.}$$

A kis és közepes sugarú ívekben mért sebességekkel a fenti eredményt a 3. ábra mutatja:

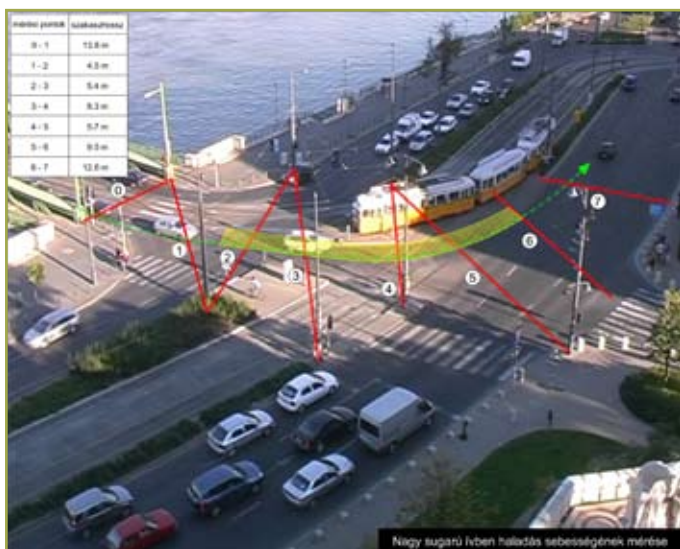
⁴ Városi Közlekedés 2002/2. Dr. Maklári Jenő: Jelzőlámpás szabályozású körgeometriájú csomópontok jelzésidőtervi alapösszefüggései



2. ábra: Személygépjármű sebessége nagysugarú ívben (R=28m)



3. ábra: Állandó sugarú ívben való haladás sebessége (szgk)



4. ábra: Nagysugarú ívben való haladás video-értékelése

A diagramon feltüntettük a tapasztalati összefüggés képletét és az értékének 90%-át. A mérés eredményeként javaslatunk szerint a mikro-szimulációs modellezés során személygépjárműveknél az ívben haladás sebességének meghatározására a

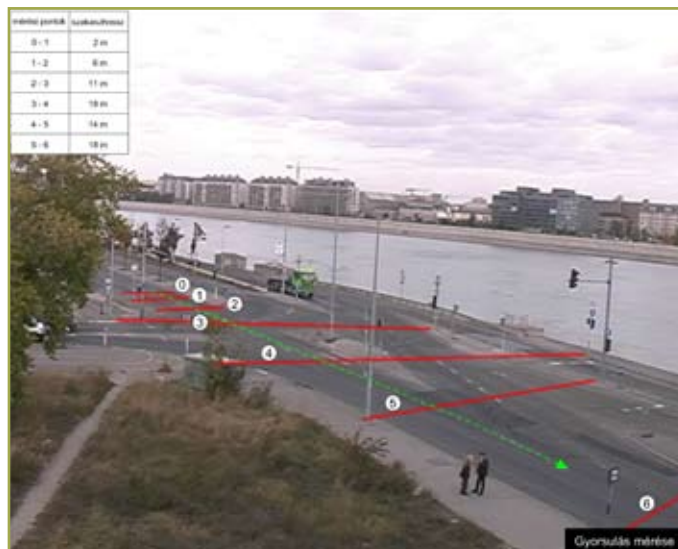
$$v_k = (1 \dots 0,9) \cdot (0,079R_j + 12,6)$$

képlet alkalmazható. Az állandó sebességű szakasz hosszát vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a jármű az állandó sugarú ív teljes hosszán halad állandó sebességgel. Tehát a korábban publikált eredmény jó közelítést ad, alkalmazása a mikro-szimulációs modellezésben javasolt.

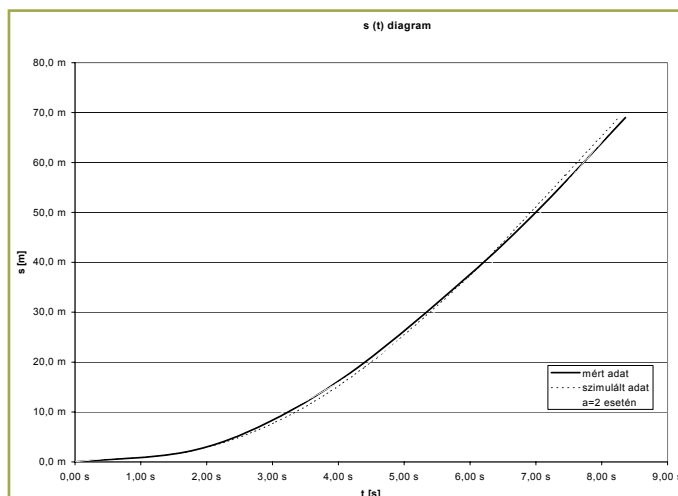
2. Gépjárművek gyorsulásának vizsgálata álló helyzetből

A szimulációs modellezés elterjedésének leginkább talán a járművek dinamikus paramétereivel (sebesség, gyorsulás) szembeni bizonytalanság állít korlátot. A gyakran hangoztatott feltevés szerint a nyugat-európai járműforgalom alapján meghatározott paraméterek magyarországi alkalmazása a modellezés eredményét erősen megkérdőjelezi.

Az álló helyzetből induló járművek gyorsulását a Bp. Budai rakpart – Lágymányosi híd csomópontjában vizsgáltuk. A Pázmány Péter rakparton, zöld jelzésre, zavaró körülmények nélkül induló személygépjárművek sebességét és gyorsulását egy 70 méteres szakaszon határoztuk meg (5. ábra). A közel egy órás videofelvételből több mint 30 jármű adatait dolgoztuk fel. A rendelkezésre álló digitalizált anyagot felhasználva hat ponton rögzítettük a



5. ábra: Álló helyzetből történő kigyorsítás video-értékelése



6. ábra: Álló helyzetből történő kigyorsítás út-idő diagramja (szgk)

járművek egyes pontokhoz tartozó eljutási idejét. A kijelölt szakaszok pontos hosszának ismeretében az s(t) diagram ábrázolható, valamint a v(t), a(t), a(v) összefüggések is származtathatók.

Visszamenetben is modelleztük a szituációt a személygépjárművekre vonatkozó gyorsulás-sebesség összefüggés szerint, valamint kiszámítottuk álló helyzetből indulva a konstans $a=2\text{m/s}^2$ szerinti gyorsulás adta út-idő diagramot.

A 6. ábrán látható út-idő diagramból látható, hogy a három függvény között érzékelhető különbség nincs. A gyorsítás mértékét az indulás utáni 5. és 8. másodperc adatai szerint a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: Az álló helyzetből történő kigyorsítás mérésének eredményei

Indulás után	Mért adat	Modellezett adat	Eltérés a valóságtól	$a=2\text{m/s}^2$	Eltérés a valóságtól
5 s	26,4 m	25,4 m	-1,0 m	25,0 m	1,4 m
8 s	64,0 m	65,4 m	-1,4 m	64,0 m	0,0 m

A helyzetjelző vonaltól 25 méterre a modellezett és mért járművek pozíciójában mindössze -1,0 méter különbség adódik, ami a 8. másodpercre is csak 1,4 méterre növekszik. A modellezés eredményének szempontjából a két érték között érdemi különbség nincs.

Bonyolult feladat azonban a jármű gyorsulásfüggvényének meghatározása. A modellezés során lehetőségünk van a járművek gyorsulásának folyamatos mérésére, így az ott alkalmazott gyor-

sulásfüggvény „megmérése” nem jelent problémát. A helyszíni mérés során azonban nincs lehetőségünk arra, hogy harminc egymástól független (különböző jármű- és vezetőtípus) járművek gyorsulását mérjük. A járművek sebességének közvetlen mérését sem tudtuk – megfelelő műszer hiányában - megoldani.

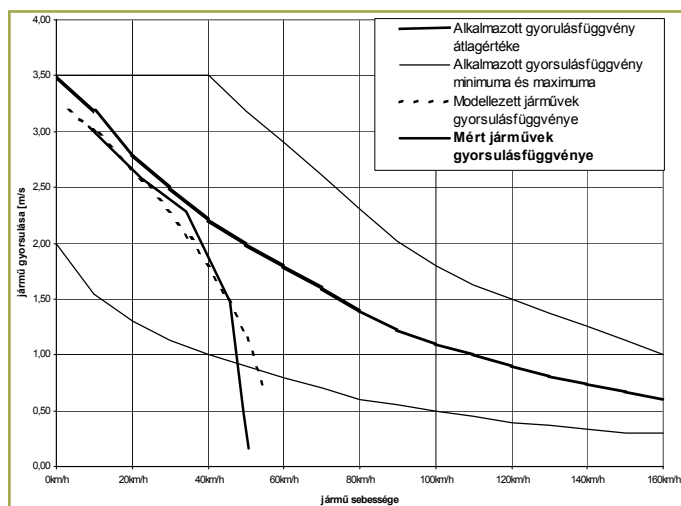
A járművek gyorsulás-idő függvényét meghatározhatjuk viszont, ha ismerjük a pontos $s(t)$ függvényt, mivel a gyorsulás az elmozdulás idő szerint második deriváltja.

$$a(t) = s(t)''$$

Ennek meghatározása elvileg egyszerű feladat lenne, hiszen a mérési adatunk $s(t)$ függvénye nagyon jól közelíti a szimulált adatot a kezdeti szakaszon is. A jármű pillanatnyi sebessége az $s(t)$ függvény meredeksége az adott helyen, és ennek a meredekségnek a pillanatnyi változása jelenti a gyorsulást. A gyorsulás értéke a modellezett állapotban $v=0$ km/h sebességhez $3,5 \text{ m/s}^2$ gyorsulás tartozik, amely a sebességgel fordítottan arányosan változik.

A 6. ábrán szereplő diagramban modellezett adatsorhoz tartozó $a(v)$ gyorsulás-sebesség függvények a 7. ábrán látható grafikon szerint alakultak. A mérési adatok gyorsulásfüggvényének meghatározását a regressziós görbe meghatározásával kezdtük. A $s(t) = -0,0519t^3 + 1,5874t^2 - 1,4577t$ képletű polinom függvényvel való közelítés eredményeként a korreláció négyzete $R^2 > 0,9999$ adódott.

A mikro-szimulációval modellezett járművek adott keresztmetszetekre vonatkozó gyorsulás-sebesség pontpárjainak segítségével az $a(t)$ és $a(v)$ függvények meghatározhatók, és a függvény típusának második integráltját regressziós egyenesként alkalmazva, a mért adatokra vonatkozóan deriválással megkaphatjuk annak $a(t)$ függvényét. Ebből már helyettesítéssel könnyen meghatározható a mért járművek sebesség szerinti $a(v)$ gyorsulása.

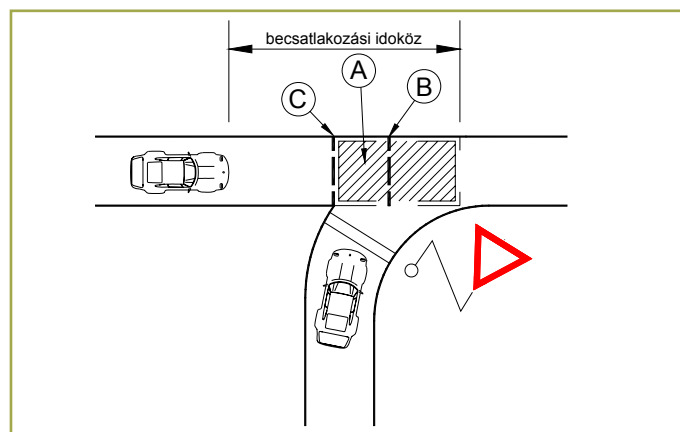


7. ábra: A gyorsulás-sebesség összefüggése (szgk)

A 7. ábra szerinti diagram alapján az elméleti gyorsulásfüggvénytől mind a szimulált gyorsulás, mind pedig a mért kb. 38 km/h-ás sebességtől kezdve elválnak, hiszen a járművezetők célsebessége mindkét esetben 53-58 km/óra, így a függvények értéke ott el kell érje a nullát. A mért és modellezett függvény között jelentős különbség nincs. Az alkalmazott gyorsulásfüggvényhez a kezdeti szakaszon a mért és modellezett járművek gyorsulása közelít, majd a sebesség növekedésével dinamikus csökken. A mérési eredmények szerint induláskor a személygépjárművek gyorsulása $3,0\text{-}3,3 \text{ m/s}^2$. Az eredmények szerint mikro-szimulációs modellezéshez személygépjárműveknél alapulvételre javasolható a fenti diagramban található elméleti gyorsulásfüggvény alkalmazása.

3. Becsatlakozási időköz vizsgálata

A fentebb hivatkozott, 2006. decemberében zárult GVOP kutatás során a becsatlakozási határidőköz értékének vizsgálata befejeződött. A mi vizsgálatunk célja a VISSIM programon belül a becsatlakozási határidőközök helyes modellezésére, ill. a hibás megválasztásukból adódó hiba mértékének feltárására irányult. Egy elsőbbségi szituáció modellezése (8. ábra) során általában két paraméter meghatározását végezzük el. Egyrészt definiáljuk azt a területet (A) amelyre a mellékirányból nem lehet behajtani, amíg a főirányban azon jármű tartózkodik. Másrészt meghatározzuk azt a járműérzékelési pontot (C), amelyet ha a főirányból érkező jármű egy adott időn belül elér (becsatlakozási időköz), a mellékirányból jármű nem hajt a csomópontba. A becsatlakozási időköz nagyságát célszerű a fenti kutatás eredménye szerint meghatározni, az elsőbbségi szabálynak megfelelően. Mindig ügyelni kell arra, hogy a konfliktuszónában akadályoztatás ne álljon elő. A konfliktuszóna hossza (személyautók becsatlakozása esetén) kb. 5 méter hosszú, ami a főirányból érkező jármű jellemző hosszából adódik. A járműérzékelési pont helyének meghatározása azonban már nem egyértelmű feladat.

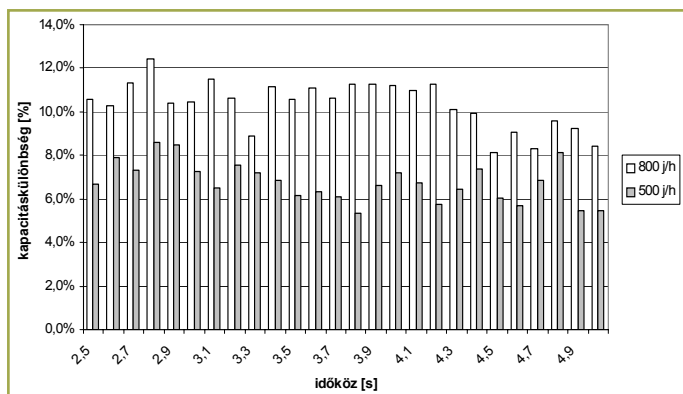


8. ábra: Elsőbbségadás modellezése

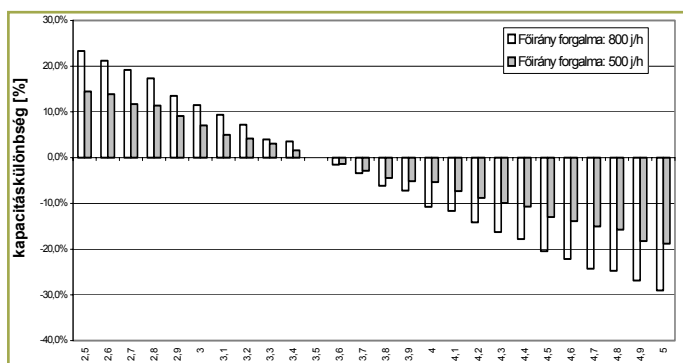
Kutatásunk során két főirányú forgalomnagyság ($n_1=500 \text{ J/ó}$ és $n_2=800 \text{ J/ó}$) esetén vizsgáltuk a „C” járműérzékelési pont helyzetének hatását. A VISSIM javaslata szerint a „C” pontot a konfliktuszóna után, tapasztalataink szerint azonban a becsatlakozó irány elé kell helyezni. A videokamerás forgalomrögzítések alkalmával azt tapasztaltuk, hogy a mellékirányból érkező járművek akkor indulnak, ha a főirányban haladó utolsó jármű a „B” pontot elérte. A modellezés során számolnunk kell a reakcióidőből adódó idővesztéssel is, ezért a járműérzékelési pont helye közvetlenül a konfliktuszóna előtt van. Ha a pontot a konfliktuszóna után helyeznénk, a mellékirányból érkező jármű csak akkor fog elindulni, ha a főirányból érkező jármű a csomóponton már rég túlhaladt. Ez a becsatlakozás dinamikáját rontja, a mellékirány kapacitását indokolatlanul csökkenti, és hibás eredményre vezet.

A modelleket felépítettük, a mellékirány kapacitását mértük a két esetben. Vizsgálatunk során a becsatlakozási időköz értékét 2,5 és 5 másodperc között változtattuk, a főirány forgalmát változtatlanul hagytuk.

A vizsgálat eredménye a 9. ábrán látható. A járműérzékelési pont nem megfelelő elhelyezése – a megválasztott becsatlakozási időpont értékétől függetlenül – 500 j/óra főirányú forgalom esetén 6-8%, míg 800 j/óra főirányú forgalom esetén 8-12% eltérést jelent a mellékirány kapacitásában. Gyakran a mellékirány teljesítőképessége a teljes rendszer működésére nincs jelentős hatással, ilyenkor a hibás modellezés az eredményekben nem ütközik



9. ábra: A becsatlakozás dinamikájának helytelen modellezéséből eredő hiba a mellékirány kapacitásában



10. ábra: A becsatlakozni képes forgalom mértéke az alárendelt irányból, eltérő határidőközök esetén

ki. Azonban ha a becsatlakozó irány telített, ez a kapacitáshiány torlódásos állapotot eredményezhet és esetleg indokolatlanul növelheti az eljutási időt.

A becsatlakozási időköz értékének pontos megválasztása is lényeges. A korábbi eredmények figyelembevételével, a szimulációs segédlet alkalmazása segítséget nyújt a helyes becsatlakozási időköz megválasztásának.

Tegyük fel, hogy egy adott elsőbbségadási szituációban a főirány forgalma 800 j/óra, a becsatlakozási időköz helyes értéke 3,5 másodperc. Ha ezt az értéket 0,5 másodperccel kisebbre választjuk, a mellékirányból 12%-al több, ha ugyanennyivel nagyobbra, 10,5%-kal kevesebb jármű képes a mellékirányból a csomópontba hajtani. (10. ábra)

Mérésünk eredménye szerint a járműérzékelési pont, és a becsatlakozási határidőköz pontos modellezése egyaránt fontos, mivel a pontatlanságokból adódó hibák összeadódnak, és így akár 18-20%-os eltérést is jelenthetnek a becsatlakozó irány kapacitásában.

(A cikk folytatása egy későbbi számunkban következik).

Summary

Methodology of traffic simulation

The purpose of the research was to create a planning/design guide that helps to disseminate traffic simulation in Hungary. The article briefly summarizes the typical areas of use of the macro- and microscopic modelling. It presents the basic steps of a simulation analysis, and tells us about the results of the video-measuring research in connection to choosing the speed and acceleration. It presents outcome of the observations of microscopic modelling of give way situations. Finally the article proposes the possible areas of use in traffic simulation.

Speed management in Sweden (page 28)

Dr. Mihály Rigó

The most important road accident parameters of Sweden are much more favourable than that of Hungary. One reason for this might be their speed management system. The article reviews the history of Swedish speed management in the last 40 years and the major enforcement rules. According to a basic standard formula 20 km/h speed restriction could result in 50-60% decreasing of the fatal accidents. The final conclusion is that speed restriction could be desirable in Hungary for traffic safety and environmental reasons as well.

Több szempontú optimális időterv választás forgalomtól függő jelzőlámpa vezérléshez

Multi-objective Plan Selection Optimization for Traffic Responsive Control

Monastor M. Abbas, Anuj Sharma

Journal of Transportation Engineering 2006. 5. p. 376-384. á:7, t:3, h:11.

A forgalomirányító jelzőlámpák optimális koordinációját az aktuális forgalmi körülményektől függően elindított jelzésidőtervek határozzák meg. A forgalomtól függő időterv választás beállítása nagy kihívást jelent, mert a jelzőlámpákat vezérlő gép memóriájában csak korlátozott számú időterv tárolható. A kialakuló forgalmi helyzetek száma egy adott csomópontban ezzel szemben korlátlan, és ezen forgalmi helyzetek mindegyikéhez hozzá kell rendelni egy időtervet a korlátozott számú készletből. A cikk egy több szempontú nem-domináns rendező genetikus algoritmus alkalmazásával oldja meg a hozzárendelés feladatát. Az eljárás először kiválasztja a legjobb időterveket, figyelemmel a vezérlő memória kapacitás korlátjára. A második lépésben a forgalmi helyzeteket csoportosítva klaszterekbe gyűjti, majd a harmadik lépésben minden klaszterhez hozzárendel egy optimálisan hozzáillő időtervet az első lépésben megtalált legjobb időtervek közül. Egy új teljesítmény-mutató, a töredezettség foka segít a csoportosításban. A csomóponti járműkésések mérséklése és a járműmegállások csökkentése mellett a lehetőség szerint nem túlságosan gyakori (nem túlságosan töredezett) időtervváltás is szerepel az optimális időterv választás értékelési szempontjai között. Az eljárást bemutató példában 4 összehangolt forgalomirányítású jelzőlámpás csomópont több ezer lehetséges időtervből választották ki a 14 legjobbat, ezeket hozzárendelve a klaszterekbe csoportosított forgalmi helyzetekhez. Az átlagos teljesítmény javulás 53%-kal kevesebb járműkésést és 19%-kal kisebb járműmegállás számot eredményezett.

G. A.

A legfontosabb fajlagos közúti baleseti mutatók Svédország esetén jóval kedvezőbbek, mint Magyarországnál. Egyik titkukat a sebességszabályozásban vélem felfedezni.

Svédországban jelenleg belterületen 30 és 50, külterületen nem autópálya esetén 70 és 90, végül autópályán 110 km/óra a legnagyobb megengedett sebesség. Tehát 20 km/óránként lépcsőznek. Svéd informátoromat kértem: legyen szíves besorolni a közel 100 000 km-nyi állami úthosszt az általam készített táblázatba (1. táblázat).

1. táblázat: Az úthossz megoszlása úttípus és megengedett sebesség szerint Svédországban

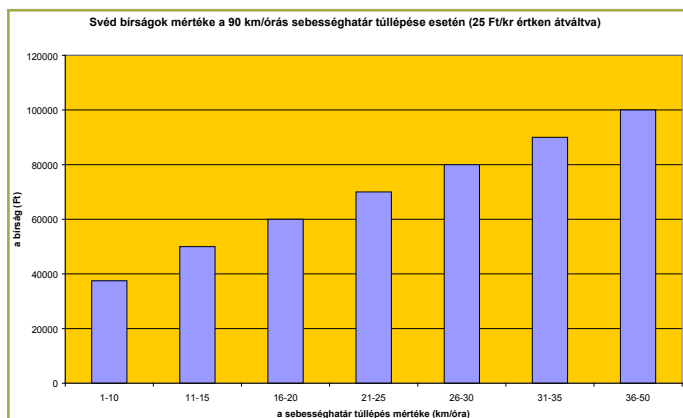
	50 km/óra	70 km/óra	90 km/óra	110 km/óra	összesen	Arány (%)
autópálya		45	174	1 660	1 879	2,1
4 sávós út			55	130	185	0,2
3 sávós út			780	720	1 500	1,7
2 sávós út	700	60 000	24 000	2 000	86 700	96,1
összesen	700	60 045	25 009	4 510	90 264	100
arány (%)	1	67	28	5	100	

Mit látunk?

- Az utak zöme ott is kétsávós.
- Közelítően azonos arányban vannak autópályák és háromsávós utak.
- Van jelentős hosszúságú négysávós útjuk is.
- Az utak kétharmadán 70 km/óra a megengedett legnagyobb sebesség!
- A legnagyobb, a 110 km/órás sebességet csak az utak kb. 5 %-án engedik meg.
- Van 70 km/órás és 90 km/órás maximális sebességű autópályájuk is.
- A háromsávós és a négysávós utakon magasabb sebességet enged meg, mint a kétsávós utak zömén.
- Mindez a Volvo-k és a Saab-ok országában!

Nem mindig volt így. A svéd autópályákon 1960 körül nem volt sebességkorlátozás. Majd ez időrendben később a 2. táblázat szerint alakult:

Látható: legtovább a 110 volt, de nem egyeduralkodó módon. Amikor oka volt (biztonsági, környezetvédelmi, energetikai) csökkentették a max. sebességet. Mindehhez társult a svéd rendőrség betartatása. A bírság mértéke a sebesség-túllépéssel arányos (1. ábra). Csodálatos eredményeiknek tehát ennyi az egyik alapja.



1. ábra: Svéd bírságok mértéke a 90 km/órás sebességhatár túllépése esetén (25 Ft/SEK értéken átválta)

Akik ezt az elvet követik, mint például Franciaország, ugyanígy elő tudják állítani a nagyszerű értékeket, eredményeket. Van tehát „gyógyszer” az általunk oly szívesen és sokszor emlegetett helytelen közlekedési morálra! A megoldás ráadásul nem is túl bonyolult. A betartatás eszköze itt is a fix telepítésű kamera,

2. táblázat: A megengedett legnagyobb sebesség alakulása a svéd autópályákon

időszak	az autópályákon megengedett legnagyobb sebesség
1960-1967	100
1967	80 (áttérés a jobb oldali közlekedésre)
1968-1971	130
1971-1979	110
1979	90 (energia miatt)
1980-1989	110
1989	90 (biztonság miatt)
1989-1992	90/110 (környezetvédelem miatt)
1992-2007	110

amelyek dobozait szükség esetén akár 4,5 km-enként is elhelyezik úgy, hogy kb. minden tizedik van beélesítve.

Természetesen a svéd innováció – még a szép eredmények látán – sem állt le. Mai igyekezetük a 30-120 km/óra tartományban változtatható jelzésképű tábla, amelynél a változás/változtatás alapja az időjárási, a látási és az útviszonyokhoz való igazodás ugyanazon az útszakaszon is. Még újabb próbálkozásuk a sebességhatárok 10 km/óránkénti lépcsőzése.

Nekünk természetesen ezekkel még nem kellene foglalkozni, elegendő lenne a 20 km/órás lépcsőzés, a svéd sebességhatárok bevezetése, a hozzá tartozó kamrázással és betartatással ahhoz, hogy kimásszunk a mai igen mély gödörből.

Egy fontos képlet a sebesség-csökkentési beavatkozás hatékonyságára:

$$\text{halálos balesetszám a sebességcsökkentés után} = \left(\frac{\text{sebesség a csökkentés után}}{\text{sebesség a csökkentés előtt}} \right)^4 \times \text{halálos balesetszám a sebességcsökkentés előtt.}$$

A 4. hatványt érdemes figyelni!

Két példa: ha lecsökkentenénk az autópályákon a mai 130-at 110-re, vagy a kétsávós utakon 90-ről 70-re akkor:

$$(110/130)^4 = 51 \%$$

$$(70/90)^4 = 37 \%$$

Azaz: autópályán sebesség-csökkentés után kb. 50 %-a lenne a balesetszám a korábbinak. Külterületi kétsávós úton pedig: a korábbinak csak kb. 40 %-a. Van megoldás a mai ún. közlekedési morálra! Kár erre hivatkozni.

A sebességcsökkentés a CO₂ kibocsátást is csökkentené, amelyre a klímaváltozás miatt is nagy szükség lenne.

A sebességcsökkentésre tehát mind közlekedésbiztonsági, mind környezetterhelés-csökkentési okból is szükség lenne Magyarországon, hasonlóan ahhoz, ahogyan a svédek is változtattak, amikor szükségét érezték. Mind a sebességhatár, mind a szükség esetén való módosítás a svéd modell szerint!

Köszöntem fejezem ki Jan Moberg úrnak az adatokért.

¹ okl. erdőmérnök és okl. építőmérnök, Mtló. vezető.
Magyar Közút Kht Csongrád Megyei Igazgatóság rigo@csongrad.kozut.hu

A közútfejlesztés új módjairól, XXI. századi technológiáiról esett szó a II. Nemzetközi Betonút Szimpóziumon. A Magyar Cementipari Szövetség (MCSZ) és a Magyar Útügyi Társaság (MAÚT) által szervezett előadássorozat a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében zajlott 2007. április 24-én.

A rendezvény megnyitóján *Skene Richárd*, az MCSZ elnöke hangsúlyozta, hogy a szimpózium jó alkalom a nemzetközi tapasztalatok megvitatására, valamint arra is, hogy a beton burkolatú utak építésében érdekelt szervezetek még szorosabb kapcsolatokat alakíthassanak ki egymással.

A Gazdasági és Közlekedési Minisztérium képviselőjében *dr. Lányi Péter*, a Közüti Közlekedési Főosztály vezető-helyettese mutatta be a nyitó előadásban a magyar kormány közlekedésfejlesztési politikáját. Elmondta: az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretein belül hazai önrésszel együtt várhatóan 1800-2000 Mrd Ft jut közlekedésre, amelyből az összes közlekedési fejlesztés legfeljebb 50%-a történhet a közúti szektorban. A projektek a Közlekedés Operatív Program (KözOP) és a Regionális Operatív Programok (ROP) keretein belül valósulnak meg. 2007-2013 időszakában a ROP keretéből például 220 Mrd Ft áll rendelkezésre közútfejlesztésre, ebből 174 Mrd Ft döntő részben mellékúthálózati felújításokra és építésekre, esetenként önkormányzati utakra, valamint 45 Mrd Ft főúti célokra. Az EU-s és állami forrásokon túl egyéb finanszírozási források bevonására is sor kerülhet (pl. koncesszió, PPP, hitelek révén).

Klaus Böhme, a F. Kirchhoff Strassenbau GmbH&Co.KG ügyvezetője, a Gütegemeinschaft erkehrsflächen aus Beton e.V. ügyvezető elnöke Miért építünk betonburkolatokat? című előadásában elmondta: a 12 500 km-es németországi autópálya hálózat mintegy 30%-a betonból készült. A német szakember a betonburkolatok mellett érvelt a közlekedésbiztonság és a fenntarthatóság szempontjából is. Amint azt az előadó kiemelte, a fedőréteg világos színe miatt jobb a látási viszonyok sötétben és nedves útburkolat esetén. A beton útpályák nem deformálódnak, nem keletkeznek nyomvályúk, mindig biztosított a felületi víz gyors lefolyása. A betonburkolat tapadékonyság és zajszegény. A bitumennel ellentétben a beton folyamatosan rendelkezésre áll, és nem függ a nyersanyag készletektől sem.

Tombor Sándor, a Magyar Útügyi Társaság (MAÚT) elnöke a MAÚT útépítési műszaki szabályozási tevékenységéről tartott beszámolót. Tombor Sándor hangsúlyozta, hogy a szabványosítás a jelen szabályozási rendszer egyik legnagyobb kihívása. Az útügy területén nélkülözhetetlenül fontos a rendszeresen előforduló műszaki és gazdasági feladatokra egységes megoldási módok meghatározása és alkalmazása az építetői, az építéstervezési, a kivitelezési és a kapcsolódó tevékenységek műszaki megalapozottsága, koordináltsága és biztonsága érdekében.

A Közlekedéstudományi Intézet kutató-professzora, *dr. Gáspár László* a hosszú élettartamú betonburkolatok európai gyakorlatáról tartott beszámolót. Az előadásból kiderült, hogy Európa közúti jártatásáért felelős vezetői fontosnak tartják a betonburkolatokkal foglalkozó vizsgálatokat, kutatásokat, mivel a beton számos európai országban reális alternatíva a nagy forgalom mellett. Az élettartam-költségek számítása bizonyítja, hogy a betonburkolat nem csak jól terhelhető, hanem gazdaságos is.

Siegfried Riffel, a HeidelbergCement AG projektmenedzsere a Whitetopping/kompaktbeton technológiát mutatta be előadásában. A Whitetopping (WT) egy olyan módszer, amely a sérült, bitumenes kötésű útpályák felújítására szolgál. Különösen alkalmas akkor, ha az útpálya felépítése már nem felel meg a megnövekedett közlekedési terhelésnek és különösen erős a nyomvályúsodás. Az ilyen erősen károsodott aszfaltburkolat teljes felújítása helyett, a meglévő aszfalt pályát hordozó réteggént használva egy vékony betonréteggel erősítik meg. A várhatóan tovább növekvő közlekedési terhelés mellett és a finanszírozási gondok következtében a WT építési mód gyors, költséghatékony és tartós megoldást jelent az aszfaltutak felújítása során. Ez a módszer ugyancsak jó megoldás a belvárosi utak problematikus helyein, például kereszteződésekben, buszsávoknál, ahol jelentős dinamikus terhelések lépnek fel.

Az M0-ás építésének néhány sajátos kérdéséről tartott esettanulmányt is beillő előadást *Vörös Zoltán*, az UTIBER Közúti Beruházó Kft. létesítményi főmérnöke. A szakértő beszámolt arról, hogy milyen kérdésekkel és problémákkal kellett megbirkózni az M0-ás autópálya építéskor, milyen szempontok alapján kellett kiválasztani a megfelelő cementet, adalékanyagot, vagy akár a szállító járművet.

A betonburkolatú helyi utak lengyelországi helyzetéről számolt be *Zbigniew Giergiczny*, a Gorazdze Cement S.A. tanácsadója. A videofilmrel illusztrált előadásból kiderült, hogy Lengyelországban is a beton technológia alkalmazása megoldást jelent a forgalmi terhelés hosszú távú problémáira. A meglévő útburkolatok az egyre növekvő, és egyre nagyobb terhelést jelentő teherforgalom hatására elérik teljesítményük határát. Az aszfaltutak kopórétege általában 10-15 éves élettartammal rendelkezik, az új típusú betonutak akár 40-50 éven keresztül is bírják a terhelést.

Rolf Werner, a Beratung und Expertisen für Verkehrsflächen in Beton svájci szakértője a betonburkolatú utak egy speciális szegmenséről tartott előadást. Svájcban az 1990-es évek eleje óta építenek körforgalmakat, amelyek eddig alapvetően aszfalt burkolattal készültek. Később azonban az történt, hogy a jelentős igénybevétel miatt az útpályák deformálódtak. 2003 forró nyara után, a néhány éve épített aszfalt útburkolatok károsodása következtében a gondolkodás a beton burkolat irányába fordult.

A rendezők szándékai szerint a konferencia résztvevői a neves külföldi és magyar szakértők segítségével átfogó képet kaptak a betontechnológia útépítésben rejlő lehetőségeiről. A rangos szakmai program előadásai letölthetők a Magyar Cementipari Szövetség honlapjáról. (www.mcsz.hu).

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,

KÖZLEKEDÉSEPÍTÉSI 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