

Az erdészeti utak menti szegélyárok szakaszolása az eróziómentes hossz alapján

Szerző(k) **Kucsara Mihály**

Kivonat

Egyes tervezői szokások akkor is rögzülnek és szinte megváltoztathatatlanok a tervezői gyakorlatban, ha azok nem felelnek meg az egyébként már igen régóta és helyesen megfogalmazott elveknek. Ilyen témakör az erdészeti utak vízvezetése is. Ennek kapcsán az eróziómentes árokhosszok figyelembe vétele, részben az árokburkolás alkalmazása, részben pedig az áteresztők elhelyezése sablonosságának feloldását célozza. A hosszú időszak alatt kialakult és rögzült gyakorlati szokásokat azonban igen nehéz megváltoztatni. Mégis meg kell kísérelni, amely azonban csak egy konkrét és egyszerűen alkalmazható új irányelvvel lehetséges. Jelen tanulmány erre tesz egy kísérletet.

1. Bevezetés

Elődeink, – mint sok más dologgal összefüggésben –, az erdészeti utak vízvezetésével kapcsolatban is, már nagyon régen megfogalmaztak kifejezetten környezettudatos, sőt ökológiai szemléletű elveket. Az 1955-ben Pankotai Gábor által összeállított „*UTASÍTÁS az erdőgazdasági feltáró utak tervezésére*” című kiadványban [UTASÍTÁS, 1955] olvasható:

„Árokrendszer tervezésénél alapelvek, hogy az erdőgazdálkodás szempontjából a víz fontos elem, tehát azt csak annyira távolítsuk el, amennyire építményünk szempontjából az feltétlenül szükséges. Az összegyűjtött vizet minél előbb osszuk szét a terepen, hogy az, az erdőtalajba mielőbb beszivároghasson.”

Eme környezettudatos szemléletnek viszont ellentmond az UTASÍTÁS egy másik irányelve, amely a hosszirányú vízvezetés szakaszolására vonatkozik:

„Az áteresztők helye legtöbbször a terepalakulatból magából is adódik. Irányelvül szolgáljon az a megállapítás, hogy az árok vizét általában legalább 300 m-ként el kell vezetni. Természetesen ez a távolság csökkenthető az oldalról jövő vízmennyiség és a vidék csapadékmennyisége szerint.”

Az idézett első irányelv ma is helyeselhető. Csaknem hatvan évvel ezelőtt azonban csak megfogalmazódott, de a tényleges alkalmazásra nem került sor (tisztelet az esetleges kivételes eseteknek). Ezzel szemben a második irányelv „300 m-ként” kitétele olyan mélyen rögzült a gyakorlatban, hogy szinte megváltoztathatatlan, mert egyszerű, mert leegyszerűsíti a tervező feladatát. Az első irányelven ma sem kell változtatni, csak a gyakorlati megvalósulást érdemes szorgalmazni és segíteni. Az idézett második esetben azonban az irányelvet is át kell fogalmazni, s mellé olyan végrehajtási megoldást szükséges adni, amely csaknem ugyanolyan könnyen és egyszerűen alkalmazható, mint a korábbi szabály.

2. A szegélyárok szakaszolásának szükségessége

A jelenleg érvényes Erdészeti Utak Tervezési Irányelvei [EUTI, 2001] című kiadványban az alábbiak olvashatók: „Irányelv, hogy az árok vizét olyan sűrűn vezessük át a völgy felőli oldalra, hogy az így összegyűjtött vízmennyiség

- ne okozzon eróziót,
- szétterülve beszivároghasson a talajba, s ezzel növelje a talaj vízkészletét.”

Amellett, hogy csaknem maximálisan egyet lehet érteni a leírtakkal, két megjegyzést kell hozzáfűzni:

- Nem kap a tervező segítséget annak eldöntéséhez, hogy milyen gyakran szükséges a vizet a völgy felőli oldalra átvezetni.

- Az irányelv csak a már összegyűjtött víz eróziójáról szól, azaz tulajdonképpen csak az áteresztő utáni szakaszra vonatkozik.

A vízelvezető rendszerben összegyülekező víz azonban nemcsak az áteresztő kifolyási oldalán okozhat eróziót, hanem már az áteresztő előtt, a szegélyárókban is, elsősorban az árok anyagának minősége és a vízsebesség függvényében. A vízsebességet pedig jelentős mértékben befolyásolja, – egyebek mellett –, az árok esése. Mindezt figyelembe véve, az EUTI is az árok anyagának minőségéhez és az árokfenék eséséhez kötődően javasolja az erózió elleni védekezést:

„A nagy fenékesesű árokban folyó víz eleven ereje annak földanyagában eróziós károkat okozhat. Ennek megelőzésére, erózióra hajlamos talajok esetén 3-4%, erózióknak ellenálló talajoknál 5-6% felett az árkok burkolni vagy lépcsőzni kell.”

Az eróziós hatás, illetve az azt kiváltó vízsebesség azonban nemcsak az árok esése, hanem az árokban összegyülekező víz mennyisége szerint is alakul, a víz mennyisége pedig a fajlagos esővízhozamtól, valamint az adott árokszakaszhoz tartozó terület (vízgyűjtő terület) kiterjedésétől függ. A vizek összegyűjtésében résztvevő terület a szegélyárók mentén nem állandó, hanem a folyás irányában, értelemszerűen fokozatosan nő. Ebből adódóan az árokban áramló vízmennyiség és annak erodáló ereje fokozatosan nő, s így (adott talajviszonyok mellett), van egy olyan, vízmennyiséggel, illetve az ahhoz tartozó vízsebességgel kifejezhető határérték, amelytől kezdődően a medererózió ténylegesen bekövetkezhet. A vizek összegyülekezéséből adódó eme határérték, a konkrét gyakorlati felhasználhatóságot is szem előtt tartva, árokhosszban is kifejezhető. Ha az erózió lehetősége alapján értelmezett kritikus árokhosszak szerint történik a vízátervezés, akkor az átvezetések közötti árokszakaszokon nem lép fel erózió és árokburkolást sem kell alkalmazni. A gyakoribb vízátervezés költségnövelő hatású, amelyet azonban az árokburkolási igény mérséklődése csökkent. A gyakoribb vízátervezés ugyanakkor előnyösen szolgálja az összegyülekezett vizek terepen való szétosztását, illetve a talajba történő beszivárgtatását.

Kritikával illethető a talajféleségek meglehetősen leegyszerűsített (erózióra hajlamos és erózióknak ellenálló) megnevezése is, különösen annak tudatában, hogy az erdészeti utak tervezési tervdokumentációjának a „Talajmechanikai szakvélemény” is szerves része.

Az előzőeken túlmenően meg kell még jegyezni, hogy az erózió lehetősége és mértéke ugyan elsősorban a meder anyagától, és a lejtés függvényében kialakuló vízsebességtől függ, de a vízsebességet nemcsak a lejtés, hanem a mederben áramló víz mennyisége is befolyásolja. A mederben áramló víz mennyisége pedig, s azzal együtt az erózió lehetősége is, a vizek összegyülekezésének megfelelően méterről méterre növekszik. Vagyis az árokhossz maximálásakor az árokhosszal fokozódó erózióvesztélyt kell figyelembe veendő elsődleges szempontnak tekinteni.

Mindezek alapján meghatározandó az eróziómentes árokszakasz hossza, de azt megelőzően szólni kell az eróziót kiváltó határsebességről is!

3. Az erózió szempontjából megengedhető határsebesség

A vízelvezető árok egyik legfontosabb megfelelőségi kritériuma, hogy az árokban se feliszapolódás, se kimosódás ne fordulhasson elő. Az eme elvárásnak megfelelő fenékesés elsősorban a mederanyag talajfizikai minőségének függvénye.

A földmedrekben megengedhető határsebességekre vonatkozóan az immár fél évszázados szakirodalomra [Kézdi - Markó, 1962] kell hagyatkozni. A ma már klasszikusnak tekinthető „Földművek védelme és víztelenítése” című könyvben Markó Iván a szemcseméret függvényében (nem hordalékos mederben és átlagos körülmények esetére) adott meg tájékoztató jelleggel számszerű értékeket az alsó és felső határsebességekre. Az alsó értékek 0,2-0,4 m/sec közöttiek. A felső határsebességek közül az 1. táblázat mutat be néhányat.

Szemcsés mederanyag, mm	v, m/sec	Kötött mederanyag	v, m/sec
Durva kavics (25-75)	1,4 - 2,4	Agyag	1,2 - 1,8
Finom kavics (2-25)	0,8 - 1,4	Homokos agyag	0,9 - 1,1
Durva homok (0,5-2)	0,4 - 0,6	Agyagos homok, homokliszt	0,7 - 1,0
Finom homok (0,1-0,5)	0,25 - 0,4	Iszapos talaj	0,5 - 0,6

1. táblázat

A későbbi, sőt a napjainkban használatos szakkönyvek és szabványok [ÚT 2-1.215:2004] is e számértékeket vették át és ajánlják irányszámokként. Fi István egyetemi tankönyvében [Fi, 2000] szintén fellelhetők ezek az adatok, de a szerző ezen túlmenően egy olyan táblázatot is szerkesztett, amely a megadott keresztmetszvényű árkokban 30 cm-es vízréteg áramlása esetén kialakuló vízsebességeket és vízhozamokat mutatja be, különböző medereséseket feltételezve. A számítások $n=0,025$ -ös mederérdességet vettek figyelembe, amely az átlagos állapotú földmedernek felel meg.

Fi István táblázatának felső részéből kitűnik, ami egyébként számítással is igazolható, hogy változatlan fenékszélesség mellett a rézsű hajlásának változása a keresztmetszeti területet és a vízátbocsátó képességet jelentősebben, a vízsebességet viszont csak minimálisan befolyásolja. Ezért a továbbiakban, legalábbis a vízsebesség vonatkozásában, nem szükséges a különféle rézsűkkel külön-külön is foglalkozni.

A táblázat alsó része a különféle mederanyagok esetében szemlélteti a burkolatlan állapotra vonatkozó optimális eséstartományt, s annak felső határaként megadja a mederesésnek, s egyúttal a vízsebességnek azt a határértékét (tartományát) is, ahol már burkolás szükséges.

Szemcsés mederanyag, mm	v, m/sec		Kötött mederanyag	v, m/sec	
	Markó	Fi		Markó	Fi
Durva kavics (25-75)	1,4 - 2,4	1,7 - 2,1	Agyag	1,2 - 1,8	1,7 - 2,1
Finom kavics (2-25)	0,8 - 1,4	1,2 - 1,7	Homokos agyag	0,9 - 1,1	1,7 - 2,1
Durva homok (0,5-2)	0,4 - 0,6	1,0 - 1,2	Agyagos homok, homokliszt	0,7 - 1,0	0,65 - 1,2
Finom homok (0,1-0,5)	0,25 - 0,4	0,8 - 1,0	Iszapos talaj	0,5 - 0,6	0,85 - 1,0

2. táblázat

Markó Iván és Fi István határsebesség tartományai

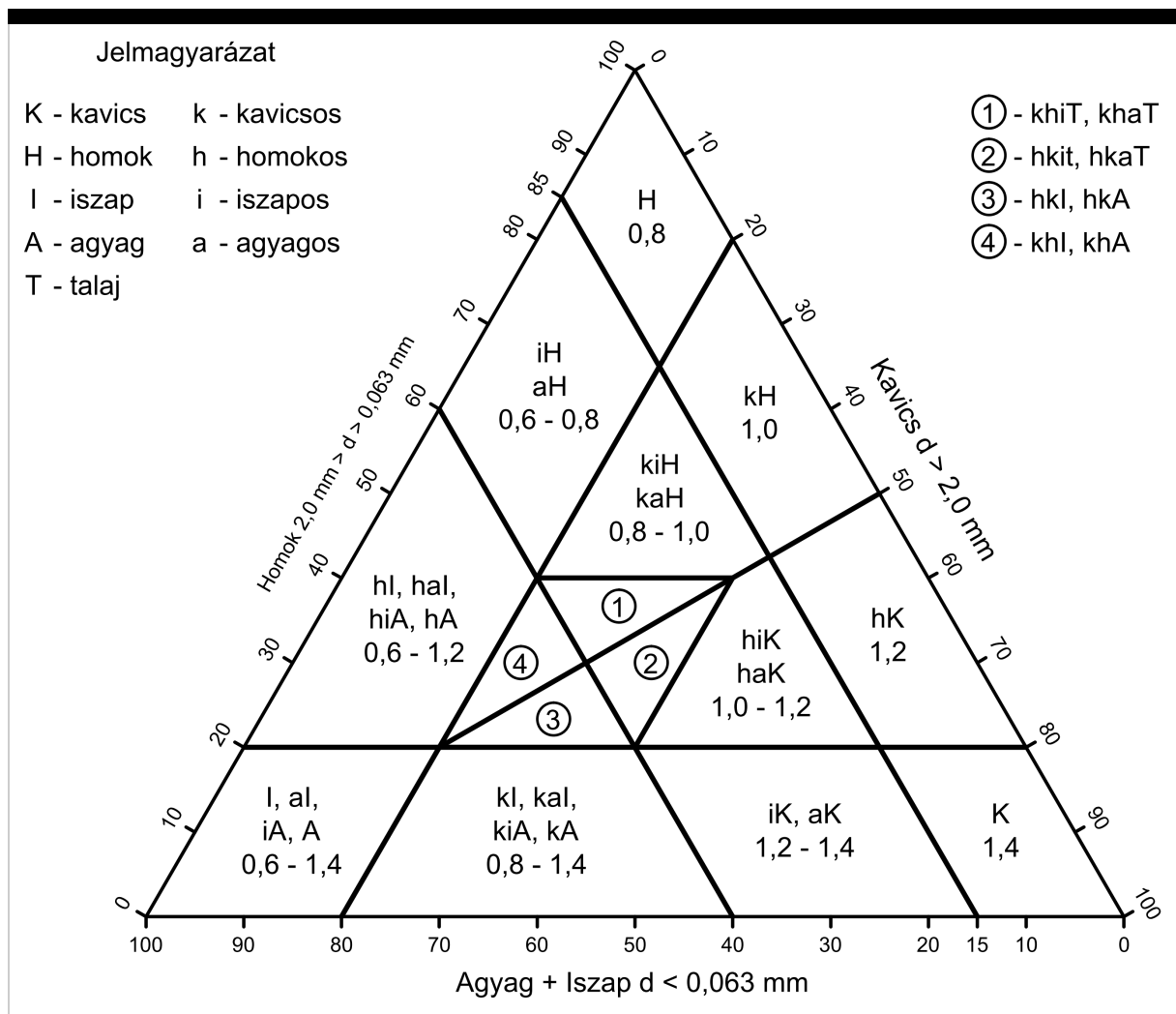
Ahogy a 2. táblázat szemlélteti, Fi István számértékei Markó Iván adatainál többnyire magasabbak, aminek az oka számomra nem ismeretes. Mint ahogy az sem, hogy a régebbi és az újabb keletű szakirodalmi adatok milyen gyakorlati vagy kísérleti tapasztalatokon illetve méréseken alapulnak. Az adatok különbözősége ezért kissé komplikálja annak eldöntését, hogy a különféle mederanyagok esetében, végül is milyen felső határsebességekkel célszerű kalkulálni.

Fi István a határsebesség megadásakor az árokban kialakuló 30 cm-es vízmélységet tekinti mértékadónak. Ez nagy felületeket és nagy árokhosszakokat feltételez, ahol összegyülekezhet a 30 cm-nyi víz. Erdészeti úton a 30 cm általában nem alakulhat ki. Erózió viszont már kisebb vízszintek esetén is lehetséges. Ezért erdészeti út vonatkozásában az eróziómentes árokhossz meghatározásakor olyan kalkulációra van szükség, amely a kisebb vízszinteket is figyelembe veszi.

Az eróziómentes árokszakaszok meghatározásához és irányelvszerű megadásához mederanyag féleségekhez tartozó határsebességek szükségesek. Ezek egyértelmű, irányelvszerű megnevezése vonatkozásában nehézséget jelent, hogy a szakirodalom az egyes mederanyagokra vonatkozó határsebességeket értéktartományokként adja meg, s ahogy a 2. táblázat is tükrözi, eme értéktartományok meglehetősen szélesek, különösen több szerzőt is figyelembe véve. Ezen kívül az irányelvszerű megadáshoz az értéktartománnyal szemben megfelelőbb az egyetlen számérték, amelyre a 3. táblázat mutat egy olyan példát, ahol Markó Iván adatait tekintetem súlypontosabbaknak.

Szemcsés mederanyag, mm	v, m/sec	Kötött mederanyag	v, m/sec
Durva kavics (25-75)	1,4	Agyag	1,4
Finom kavics (2-25)	1,0	Homokos agyag	1,0
Durva homok (0,5-2)	0,8	Agyagos homok, homokliszt	0,8
Finom homok (0,1-0,5)	0,6	Iszapos talaj	0,6

A talajtípusok és a határsebességek egymáshoz rendelése azért tekinthető problémásnak, vagyis tulajdonképpen nem eléggé megbízhatónak, mert a talajtípusok egzakt meghatározásával és rendszerével [MSZ 14043-2:2006] szemben, a szakirodalomban fellelhető határsebességi számértékek meglehetősen szűk körűek, és a szerzők által is hangsúlyozottan, tájékoztató jellegűek. Mégis meg kell kísérelni az egymáshoz rendelést, mert a tervezőnek arra feltétlen szüksége van. Az 1. ábra és annak táblázatos változata, 4. táblázat, egy lehetséges változatot mutat be, amely természetesen vita tárgyát kell képezze. Egy ilyen, vagy hasonló segédábra irányelvként való bevezetése természetesen csak egy korrekt szakmai kontrollt követően történhet meg.



1. ábra

Talajtípusok [MSZ 14043-2:2006] és határsebességek (m/sec) egymáshoz rendelése

Szemcsés talajok		határsebesség, m/sec	
Iszapos-HOMOK	-	-	0,6
Agyagos-HOMOK	Kavicsos-iszapos-HOMOK	HOMOK	0,8
Kavicsos-HOMOK	Kavicsos-agyagos-HOMOK, homokos-iszapos-KAVICS	-	1,0
Iszapos-KAVICS, homokos-KAVICS	Homokos-agyagos-KAVICS	-	1,2
Agyagos-KAVICS	-	KAVICS	1,4
Plasztikus talajok		határsebesség, m/sec	

Homokos-Iszap	-	ISZAP	0,6
Kavicsos-ISZAP, agyagos-ISZAP	Homokos-agyagos-ISZAP	-	0,8
-	Kavicsos-agyagos-ISZAP, homokos-iszapos-AGYAG	-	1,0
Homokos-AGYAG, Iszapos-KAVICS	Kavicsos-iszapos-AGYAG	-	1,2
Kavicsos-AGYAG	-	AGYAG	1,4

4. táblázat

Talajtípusok és határsebességek egymáshoz rendelése a szemeloszlás alapján

A plasztikus talajok nemcsak a szemeloszlás alapján sorolhatók be, hanem a plasztikus index alapján is megnevezhetők, 5. táblázat. Az előzőekkel összhangban ezekhez a talajmegnevezésekhez is rendelhetők határsebességek, ahogy azt a táblázat utolsó oszlopában, egy ugyancsak „vitaalpnak” szánt számértéksor szemlélteti.

Plasztikus index I_p	Csoportnév az MSZ EN ISO 14688-2 szerint	Megnevezés	Határsebesség, m/sec
10 és 15 % között	kissé plasztikus	iszap	0,6
15 és 20 % között	közepesen plasztikus	sovány agyag	0,8
20 és 30 % között	közepesen plasztikus	közepes agyag	1,0
30 %-nál nagyobb	nagyon plasztikus	kövér agyag	1,2

5. táblázat

A talajok megnevezése a plasztikus index alapján [MSZ 14043-2:2006 nyomán]

4. Az eróziómentes árokszakaszhosszának meghatározása

Erdészeti út vonatkozásában arra a kérdésre kell választ adni, hogy a mértékadónak tekintett csapadékesemény hatására, különféle mederanyag és lejtés esetén, milyen távolságon gyülekezik össze annyi víz, s alakul ki olyan sebesség, amely eróziós veszélyt jelenthet. Ez a távolság az eróziómentes árokszakaszhossza.

A szegélyárokban folyó víz a műszelvény (burkolat, padka, rézsú) felületéről gyülekezik össze. A terepfelszíni lefolyástól általában el lehet tekinteni, mert az erdő többszintűen rétegzett növényzetének felülete, valamint az évtizedekig bolygatatlan, korhadt gyökerek, rovar és más állatjáratok miatt igen laza szerkezetű, avarral borított erdei talaj vízvisszatartó-vízbefogadó képessége szinte korlátlan. Különösen, ha az alapkőzetet töredezett, repedezett eruptív kőzetek, vagy mészkő és dolomit formációk alkotják. Ha a kötött talajú, s részben vízzáró alapkőzettel rendelkező területeken esetlegesen mégis valószínűsíthető a terepről történő lefolyás is, akkor azt övárokkal szükséges összegyűjteni és elvezetni. Erre azonban erdészeti utak mellett gyakorlatilag nincs példa. A faállomány alatti, avarral borított területről a lepelszerű felszíni lefolyás nem jellemző.

Mindez azonban nem jelenti azt, hogy erdőterületen nincs felszíni lefolyás. Van, de az nem lepelszerű, hanem vonalak mentén történő. A terepfelszín egyenetlenségei miatt a víz jellemzően vonalak mentén gyülekezik össze. A víz először mikromedrekben folyik, amelyek egyesülve egyre fokozzák a vonal-menti lefolyás jellegét. Ahol vannak kevésbé fedett és kevésbé vízbefogadó területrészek is, természetesen van felszíni lefolyás, elsősorban vonalak (terephajlatok, utak és nyiladékok) mentén. A terepbejárások során a terepről érkező vonal-menti lefolyásokat fel kell deríteni, s azokkal külön kell foglalkozni.

Fentiek alapján a szegélyárokba jutó víz meghatározásakor elegendő csak az úthoz tartozó művi felületeket számításba venni, vagyis azokat, amelyek a szegélyárokra gravitálnak. Ezek általában az úttengely és a bevágás körömpontja közötti felületek, azaz a fél burkolat, a padka, az árok-rézsú, az árokfenék és a bevágási rézsú. Ettől némi eltérést okozhat, ha a burkolat egésze befelé vagy kifelé dől.

Az összegyülekező vizek mennyiségének meghatározása a vízgyűjtő terület és a mértékadó fajlagos esővízhozam szorzataként történhet, amely utóbbinak, – az ún. Racionális-módszer elvi megfontolása értelmében –, az összegyülekezési idővel azonos időtartamú csapadékeseményt lehet tekinteni.

Felvetődik azonban a kérdés, hogy az erdészeti út vízelvezetése vonatkozásában hogyan értelmezhető az

összegyülekezési idő, s hol van az összegyülekezési pont. Ha az erdészeti úton és az út menti árokban való összegyülekezés az erózió kialakulásának lehetősége vonatkozásában vizsgálandó, akkor az összegyülekezési idő a kritikus sebesség kialakulásához szükséges időtartammal vehető azonosnak. A különféle lejtések és talajtípusok azonban különféle kritikus sebességet eredményeznek, amelyekhez tehát különféle összegyülekezési idők és különféle összegyülekezési pontok tartoznak. Ebből adódóan ilyen módon nem lehet a mértékadó csapadék időtartamára vonatkozó egyetlen irányadó értéket megnevezni. A viszonylag kis távolságok miatti rövid (10-12 perces) összegyülekezési időre, s az egyéb körülményekre, mint a felületek benedvesedése, az időleges készleteződés, a párolgás és a beszivárgás miatti késleltető hatásra tekintettel, valamint a gyakorlatias egyszerűsítésre és kerekítésre is törekedve, úgy gondolom, hogy az erdészeti út vízvezetése vonatkozásában a 10 perces időtartamú csapadékokat lehet mértékadónak tekinteni.

A mértékadó csapadék időtartama mellett meg kell választani annak előfordulási gyakoriságát is. Az erdészeti utat nem szükséges az igen ritkán előforduló eseményekre tervezni, de az sem lenne kedvező, ha túlságosan gyakran okozna problémát a mértékadót meghaladó csapadék. Ennek megfelelően a 10-30 éves gyakoriság között célszerű választani. Jelen tanulmány a számításokat egy nagyobb és egy kisebb gyakoriságú csapadékeseményre mutatja be, azaz amikor a csapadékintenzitás 120 mm/óra, amely nagyjából 8 évenkénti előfordulású, és amikor a csapadékintenzitás 180 mm/óra, amely 33 évenkénti előfordulású. Az eme intenzitásokból következő mértékadó fajlagos esővízhozam tehát 120 l/óra*m², valamint 180 l/óra*m².

A számítás menete, amelynek eredményeit az 6. táblázat foglalja össze, a következő:

- Az újszerű állapotú, n=0,020-as medererdességgel jellemezhető, különféle lejtéssel (I=0,01~0,04) bíró vízvezető árokban (a fenékszélesség 0,40 m, a rézsűk hajlása 4/4), a Chezy-képlet alkalmazásával számítható a különféle h (m) vízszintmagasságok esetében kialakuló v (m/sec) vízsebesség.
- A v (m/sec) vízsebességek és a vízmélységtől függő A (m²) keresztmetszvény területek szorzataként adódik a különféle h (m) vízszintmagasságokhoz tartozó Q (m³/sec) vízhozam. (Ezeket az adatokat a táblázat nem tartalmazza)
- A vízvezető árokra gravitáló terület átlagos szélessége (jelen esetben legyen 6 m) és a mértékadónak tekintett q fajlagos esővízhozam (jelen esetben 120 illetve 180 l/óra*m²) szorzataként adódik, – közben mértékegységet is váltva –, az a Q_{fm} (m³/sec*fm) vízmennyiség, amely az árok minden egyes folyóméter szakaszán az árokhoz érkezik:

$$Q_{fm} = 120 \frac{l}{h * m^2} * 6 \frac{m^2}{fm} * \frac{1}{1000} \frac{m^3}{l} * \frac{1}{3600} \frac{h}{sec} = 0,0002 \frac{m^3}{sec * fm} \quad (1)$$

$$Q_{fm} = 180 \frac{l}{h * m^2} * 6 \frac{m^2}{fm} * \frac{1}{1000} \frac{m^3}{l} * \frac{1}{3600} \frac{h}{sec} = 0,0003 \frac{m^3}{sec * fm} \quad (2)$$

h, m	n=0,020 azaz 1/n=50				q=0,0002 m ³ /sec*fm				q=0,0003 m ³ /sec*fm			
	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04
	v, m/sec				L, távolság, fm				L, távolság, fm			
0,01	0,23	0,32	0,39	0,45	5	7	8	9	3	4	5	6
0,02	0,35	0,49	0,60	0,70	15	21	25	29	10	14	17	20
0,03	0,45	0,63	0,77	0,89	29	41	50	57	19	27	33	38
0,04	0,53	0,75	0,91	1,06	46	66	80	93	31	44	54	62
0,05	0,60	0,85	1,04	1,20	67	95	117	135	45	64	78	90
0,06	0,66	0,94	1,15	1,33	92	130	159	183	61	86	106	122
0,07	0,72	1,02	1,25	1,45	119	168	206	238	79	112	137	159
0,08	0,78	1,10	1,35	1,55	149	211	259	299	100	141	172	199
0,09	0,83	1,17	1,43	1,66	183	258	316	365	122	172	211	243

0,10	0,88	1,24	1,52	1,75	219	309	379	438	146	206	253	292
0,11	0,92	1,30	1,59	1,84	258	365	447	516	172	243	298	344
0,12	0,96	1,36	1,67	1,92	300	424	520	600	200	283	347	400
0,13	1,00	1,42	1,74	2,00	345	488	598	691	230	325	399	460
0,14	1,04	1,47	1,80	2,08	393	556	681	787	262	371	454	525
0,15	1,08	1,52	1,87	2,16	445	629	770	889	296	419	513	593

6. táblázat

Vízszintől és medereséstől függő vízsebességek, valamint azok kialakulásához szükséges távolságok a $q=0,0002$ és a $q=0,0003$ $m^3/sec * fm$ fajlagos esővízhozam esetén

- A különféle vízszintekhez tartozó Q (m^3/sec) vízhozam és a folyóméterenként érkező Q_{fm} ($m^3/sec * fm$) vízmennyiség hányadosaként adódik az L (m) távolság (árokhoz) fm -ben, amelyen az adott vízszinthez tartozóan, s adott sebességgel mozgó víz összegyülekezik.
- Ahogy a 6. táblázatból is kiténik, nem érdemes nagyobb vízmélységekkel számolni, mert 15 cm vízmélység fölött az eróziómentes árokhoz, már a legkisebb (1 %-os) árokfejlesztés és a nagyobb ($0,0003 m^3/sec * fm$) fajlagos vízhozam esetében is, meghaladják a 300 m-t.
- A 6. táblázatban minden sebességértékhez, illetve a „mögötte” lévő vízhozamhoz, tartozik egy távolság, amelyen az a vízmennyiség összegyülekezett. A határsebességnek tekintett vagy kijelölt sebességértékekhez tartozó távolságokat lehet eróziómentes árokhozaknak nevezni. Nagyobb hosszak esetén még több víz gyülekezik össze, amely magasabb vízszinttel és ezért a határsebességnél nagyobb sebességgel folyik az árokban.
- Minél nagyobb az árok esése, annál kisebb vízszint és vízhozam esetén alakul ki egy adott határsebesség, s így annál rövidebb árok szakaszt lehet eróziómentesnek tekinteni.
- A táblázatban a zöld szín a különféle esésű árokban fellépő $0,80 m/sec$ -ot csaknem elérő illetve azt meghaladó sebességeket, valamint az azok kialakulásához tartozó távolságokat szemlélteti.
- A táblázatban a lila szín a különféle esésű árokban fellépő $1,20 m/sec$ -ot csaknem elérő illetve azt meghaladó sebességeket, valamint az azok kialakulásához tartozó távolságokat jelöli.
- A táblázatban a kék szín a különféle esésű árokban fellépő $1,40 m/sec$ -ot csaknem elérő illetve azt meghaladó sebességeket, valamint az azok kialakulásához tartozó távolságokat mutatja.
- A táblázat adatai egyértelműen szemléltetik, hogy az eróziómentes árok szakasz hossza nemcsak a nagyobb eséseknél, hanem a kisebbeknél is lehet 300 m-nél rövidebb.
- Az eróziómentes árok szakaszt meghaladó hosszon a lejtéstől függetlenül, burkolást kell alkalmazni, vagy szakaszolni szükséges, azaz vízátervezést kell alkalmazni.
- A táblázatból az is következik, hogy akár nagyobb esésű árokknak is van olyan kezdeti eróziómentes szakasza, amelyeket nem kell burkolni, a lejtés növekedésével azonban ezek egyre rövidebbek.

Mivel az erózió lehetősége jelentős mértékben függ a talajfizikai sajátosságoktól, amelyek terepi helyszíni adottságoknak, s egyúttal tervezési és kivitelezési alapadatnak tekintendők, ezért a határsebességeket és azok kialakulásához szükséges árok hosszakat a talajfizikai típusokhoz rendelve célszerű megadni. Összeállítható tehát a különféle talajtípusokhoz tartozó, – az árok lejtésétől, valamint a mértékadó fajlagos esővízhozamtól is függő –, eróziómentes árok szakaszok táblázata. Mivel azonban a talajtípusok és a határsebességek egymáshoz rendelése az 1. ábra segítségével megtörténhet, valamint mivel határsebességi kategóriából sokkal kevesebb van, mint talajtípusból, ezért gyakorlati szempontból lényegesen egyszerűbb, ha az eróziómentes távolságok megadása nem a talajtípusokhoz, hanem a határsebességi kategóriákhoz történik.

A határsebességekhez és lejtési kategóriákhoz tartozó eróziómentes távolságok az 7. táblázat alapján adhatók meg, az adott határsebességeknek megfelelő szomszédos adatokból történő lineáris interpolációval.

Határsebesség v_{hatr} m/sec	$q=0,0002 \text{ m}^3/\text{sec}\cdot\text{fm}$				$q=0,0003 \text{ m}^3/\text{sec}\cdot\text{fm}$				$q=0,0004 \text{ m}^3/\text{sec}\cdot\text{fm}$			
	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04
	Távolság, fm				Távolság, fm				Távolság, fm			
0,60	67	37	25	21	45	24	17	14	34	18	13	11
0,80	163	81	56	44	109	54	38	29	81	41	28	22
1,00	345	159	106	80	230	106	71	54	173	79	52	40
1,20	659	280	183	135	439	187	122	90	329	140	91	67
1,40	1159	467	295	215	773	312	196	144	580	233	147	108

7. táblázat

Határsebességekhez tartozó eróziómentes távolságok a lejtés függvényében

A táblázat tartalmazza a $q=0,0004 \text{ m}^3/\text{sec}\cdot\text{fm}$ fajlagos vízhozamra vonatkozó értékeket is, amelyek a 240 mm/óra csapadékintenzitásnak felelnek meg. A jelenleg is érvényben lévő csapadékfüggvények [VMS 201/1-77] alapján, az ilyen intenzitású 10 perces időtartamú csapadékesemény előfordulási gyakorisága nagyjából 100 év (bekövetkezési valószínűsége 1%). Figyelembe véve azonban, hogy e csapadékfüggvények a 70-es évek előtti adatbázisra alapulnak, s ezért a mai érvényességük teljes joggal megkérdőjelezhető [Tárczy - Buzás, 2009], elsősorban a gyakrabban előforduló szélsőségek, azaz a biztonság lényeges csökkenése (talán feleződése?) miatt, akkor belátható, hogy ezek az adatok is alkalmazhatók, akár erdészeti utak esetében is. A tervezési segédletként, irányelvként való alkalmazhatóságot segíti, ha a távolsági értékek bizonyos mértékben kerekítettek. Erre mutat be javaslatot a *8. táblázat*, amelyhez hasonló lehetne az EUTI-nak is a része.

Határsebesség v_{hatr} m/sec	$q=0,0002 \text{ m}^3/\text{sec}\cdot\text{fm}$				$q=0,0003 \text{ m}^3/\text{sec}\cdot\text{fm}$				$q=0,0004 \text{ m}^3/\text{sec}\cdot\text{fm}$			
	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04	I=0,01	I=0,02	I=0,03	I=0,04
	Távolság, fm				Távolság, fm				Távolság, fm			
0,60	65	35	25	20	45	25	15	15	35	15	10	10
0,80	160	80	55	45	105	55	35	30	80	40	25	20
1,00	200	160	105	80	200	105	70	55	170	80	50	40
1,20	200	200	180	135	200	185	120	90	200	140	90	65
1,40	200	200	200	200	200	200	200	145	200	200	145	105

8. táblázat

Határsebességekhez tartozó eróziómentes távolságok kerekített értékei

Ha csak az árokban kialakuló sebesség és erózió lenne az egyetlen szempont, akkor az eróziómentes távolságokkal azonos távolságokra lehetne elhelyezni az átteresztőket, de természetesen vannak más szempontok is, amelyek a távolság megválasztásában minimumot vagy éppen maximumot jelenthetnek. Az átteresztők túlságosan sűrű, például 10-20 méterenkénti elhelyezése, még kis átmérők alkalmazása esetén is értelmetlen lenne és persze gazdaságtalan is. Az átteresztőknek tehát lehet egy olyan minimális távolsága, amelynél az eróziómentes árokszakaszcso rövidebb is lehet, de akkor az árkot burkolattal kell védeni. Az árokban összegyülekező és átvezetett vizek „szétterítése”, azaz elszivárogtatása érdekében viszont nem lehet túlságosan hosszú árokszakaszcsokat alkalmazni, ami tehát maximumként hathat.

Egy megvitatható és megvitatandó javaslat lehet például:

- Az átvezetett víz elszivárogtatása, vagy dagonyába, vizes élőhelyre vezetése esetén az átteresztőhöz tartozó árokszakaszcso minimum 50 m, maximum 150 m legyen, különlegesen indokolt esetben legfeljebb 200 m.
- Az átvezetett víz állandó vagy időszakos vízfolyásba vezetése esetén az átteresztőhöz tartozó árokszakaszcso legfeljebb 300 m hosszúságú legyen.

A táblázat gyakorlati alkalmazása során figyelemmel kell lenni arra, hogy ha a csapadékvizek összegyülekezésében szerepet játszó felület átlagos szélessége eltér a 6 m-től (egyirányú keresztdőlés, szélesítés, rakodósáv, stb. miatt), akkor az eltérésnek megfelelő arányban szükséges az eróziómentes távolságot is módosítani.

Ahogy korábban már említésre került, a táblázatban látható három mértékadó fajlagos vízhozam hozzávetőlegesen a 8, a 33 és a 100 éves előfordulási gyakoriságnak felel meg. Az ezek közüli választás általában a tervezendő létesítmény, azaz jelen esetben az erdészeti út értékétől és tervezett élettartamától függ, de a választásban természetesen egyéb szempontok is érvényesülhetnek.

5. Összegzés

Az eróziómentes árok hosszok figyelembe vétele az erdészeti utak tervezése során, részben az árokburkolás alkalmazása, részben pedig az átterestők elhelyezése sablonosságának feloldását célozza. A hosszú időszak alatt kialakult és rögzült gyakorlati szokásokat természetesen igen nehéz megváltoztatni. Mégis meg kell kísérelni, amely azonban csak egy konkrét és egyszerűen alkalmazható új irányelvvel lehetséges. Jelen tanulmány erre tesz egy kísérletet.

6. Felhasznált szakanyagok

EUTI, 2001. Erdészeti Utak Tervezési Irányelvei (Szerkesztette: Kosztka M. és Péterfalvi J.). Budapest, Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Erdészeti Hivatala

Fi I. 2000: Utak és környezetük tervezése. Budapest, Műegyetemi Kiadó

Kézdi Á. és Markó I. 1962: Földművek védelme és víztelenítése. 1. kötet. Budapest, Műszaki Könyvkiadó

MSZ 14043-2:2006. (Magyar szabvány) Talajmechanikai vizsgálatok. Talajok megnevezése talajmechanikai szempontból

Tárczy L. és Buzás K. 2009: Az útpályaszerkezetek víztelenítése. Közlekedésépítési Szemle, 59, (5): 27-30.

UTASÍTÁS, 1955. Utasítás az erdőgazdasági feltáró utak tervezésére (Összeállította: Pankotai Gábor). Kiadja: Országos Erdészeti Főigazgatóság

ÚT 2-1.215:2004. Közutak víztelenítésének tervezése (Útügyi műszaki előírás)

VMS 201/1-77. Rövididejű (10-180 perces) csapadékok meghatározása. Vízügyi Műszaki Segédlet. Budapest, 1978. Országos Vízügyi Hivatal

Adatok

Megjelent itt

2. szám

2013. ősz



Szerző

Kucsara Mihály

A Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karán a Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet munkatársa, egyetemi docens. Oktatási szakterülete a víztan és a vízgazdálkodás. Kutatási szakterülete az erdő és a vízviszonyok kapcsolata, az erdészeti vízgazdálkodás (az erdészeti szintű vízhasznosítás és vízkárelhárítás). Számos erdészeti út és vízgazdálkodási kislétesítmény tervezésében vett részt. Mintegy hatvan szakmai publikáció és szakanyag szerzője, illetve társszerzője.

Témakörök

Kiemelt • Útépítés

Kulcsszavak

erózió • környezetvédelem • vízelvezetés

Befogadva

2013. november 26.

© Copyright **Útügyi Lapok** 2013 • Minden jog fenntartva.



Települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok javítását célzó programok többkritériumos értékelése az útállapotok és a bizonytalanság figyelembevételével

Szerző(k) **Gulyás András**

Kivonat

A települések közötti közlekedési kapcsolatok leromlása fontossá teszi a korlátos felújítási erőforrások hatékony felhasználását. A szerző egy új módszert ismertet, mely figyelembe veszi az útállapotoktól függő utazási időt a közlekedési kapcsolatok javítását célzó felújítási változatok döntés-előkészítő értékelésében. Az útállapotban megmutatkozó bizonytalanság jellemzésére hasznosnak bizonyult a fuzzy változók alkalmazása. A bevezetésre javasolt módosított forgalom fogalma jól mutatja a személyek településközi utazásának minőségét. A komplex közlekedési igény index a társadalmi jellemzők értékelésére alkalmas, elsősorban a járási szintű kapcsolatokat tekintve. A kidolgozott új és hatékony többkritériumos értékelési és erőforrás-elosztási módszer, mely meglévő módszerek kombinálásán alapul, megfelelően segíti a településközi közlekedési kapcsolatok javítását célzó felújítási változatok közötti választást. Az értékelési módszer a változó nemzetgazdasági igényekből és a korlátos erőforrásokból kiindulva fuzzy változók használatával kezeli a műszaki, gazdasági és társadalmi jellemzőkben megmutatkozó bizonytalanságot.

1. Bevezetés

A településeken élő emberek tevékenységeit alapvetően meghatározzák a kapcsolatok, melyek egy jelentős része térbeli kapcsolat. A térbeli kapcsolatok legjellemzőbb fizikai megjelenése a közlekedési hálózat. A települések és a köztük fennálló közlekedési kapcsolatok együttesen alkotják a településhálózatot. A közlekedési kapcsolatok között egyaránt találhatók nagyobb és kisebb forgalmú elemek, az utóbbiakra általában nagyon nehéz megfelelően indokolható módon fejlesztési, felújítási forrást biztosítani. A kis forgalmú kapcsolati elemek ugyanakkor a hálózat szerves részét képezik, és az általuk kiszolgált népesség a társadalmi igazságosság és esélyegyenlőség elve szerint jogosan igényli azok elfogadható minőségét.

A települések közötti kistérségi kapcsolatok javítását célzó intézkedésekre fordítható erőforrások korlátosak, ezért elosztásukra korszerű és hatékony, eredményes módszereket célszerű alkalmazni. A kapcsolatokat meghatározó közlekedési hálózat jelenlegi helyzetének, állapotának ismerete szükséges bármely reális értékelés megalapozásához. A szűken vett gazdasági tényezők mellett további társadalmi hatások figyelembevétele is indokolt a döntés-előkészítési folyamat kiteljesítésére.

Az országos kisforgalmú mellékúthálózat állapotának javítása fontos problémaként jelentkezett Magyarországon az elmúlt években, mert az ilyen utak összes hossza meghaladja a tízezer kilométert. Az elérhető források megalapozott felhasználása csak a gazdasági hatékonyságtól eltérő alapon lehetséges. A fenntartási tevékenységeket nem lehet kizárólag a gazdaságossági mutatók szerint tervezni és ütemezni, mert a kisforgalmú mellékutakon a rossz burkolatállapotok ellenére sem teljesíthetők a gazdaságossági követelmények. A kisforgalmú mellékutak az országos úthálózat szerves részét képezik, ezért leromlásuk a teljes hálózat működőképességét negatívan befolyásolja. A társadalmi egyenlőséget tekintve ezen utak használói jogosan igénylik, hogy az állami források terjedjenek ki a kisforgalmú mellékutak fenntartására is. A beavatkozások tervezése és ütemezése jellemzően csak normatív módon, célprogramok végrehajtásával valósítható meg.

A meglévő állapotot jellemző paraméterek, valamint a társadalmi hatásokat leíró változók egyaránt számottevő bizonytalanságot hordoznak magukban. Ennek oka lehet egyfelől az a tény, hogy minden részadatot nem lehet pontosan felmérni, mert az rendkívül idő- és költség igényes, ezért gazdaságtalan és teljesíthetetlen lenne, másfelől a társadalmi jellegű tényezők jellemzően szubjektív értékeléssel, értékadással képezhetők, ami eleve

magában rejti a bizonytalanságot.

A kutatás alapkérdése a települések közötti szerkezeti kapcsolatok javítását célzó intézkedésekre fordítható korlátos erőforrások új elosztási módszerének alkalmazhatósága, mely a hatékonyság értékelésekor figyelembe veszi az érintett közlekedési hálózat állapotát és a bizonytalanságot. A hazai mikro-regionális térszerkezet jelenlegi átalakítása, a járások létrehozása különösen lényegessé teszi az elérhetőség kérdését és a megfelelő közlekedési kapcsolatok elősegítését annak érdekében, hogy a megújult települési hierarchiában az elvárt egyszerűség és hatékonyság biztosítható legyen.

2. Települések közötti kistérségi kapcsolatok értékelése

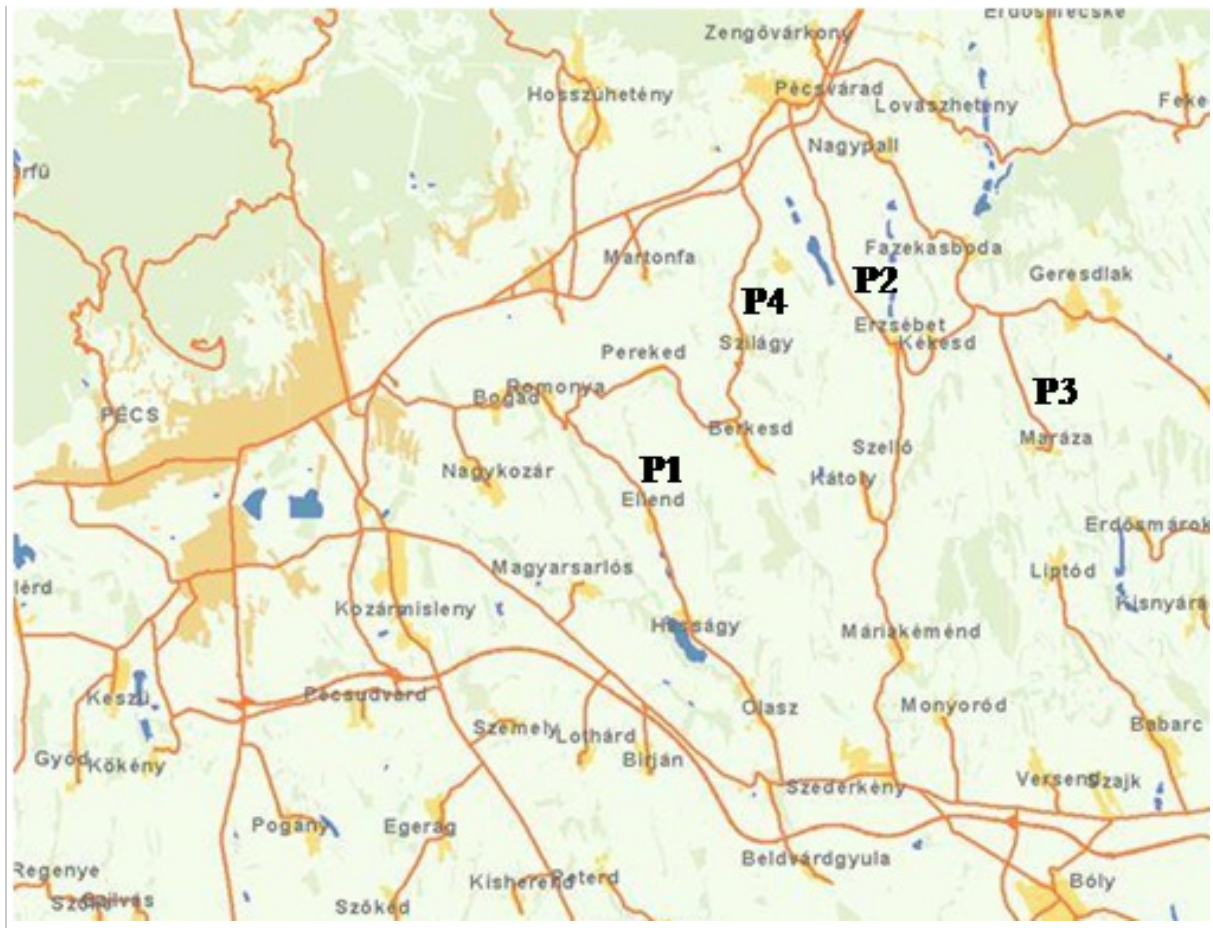
A kistérségi úthálózati jellegzetességek ismerete segítséget adhat az országos településhálózat bármiféle szerkezeti átalakításának tervezésében. A Központi Statisztikai Hivatal kistérségi bontású területi statisztikai adatainak bevonásával vizsgáltam az úthálózat szerkezetének összefüggését az adott kistérség általános fejlettségével. A kistérségi hatások megértése és az úthálózati jellemzőkkel való összefüggések feltárása útján következtetni lehet a közúthálózat fenntartási és fejlesztési feladatainak erőforrás igényére [Gulyás - Dobosi, 2006].

A mellékutak felújítási és rehabilitációs beavatkozásait általában gazdasági hatékonysági megfontolások alapján határozzák meg. A kisforgalmú mellékutak esetén azonban nem lehetséges a felújítási és rehabilitációs beavatkozások kizárólag gazdaságossági jellemzők alapján történő értékelése, mert a mutatók kedvezőtlen értékeket vesznek fel az alacsony forgalom miatt a rossz útállapotok ellenére is [Gulyás - Sántha, 2008].

A kisforgalmú mellékutak társadalmi igényeknek megfelelő burkolatgazdálkodása újszerű megoldásokat igényel, melyek bevezetése különösen nehéz egy általános gazdasági válság idején. Kisebb eredményeket sikerült elérni a magyar úthálózaton az EU társfinanszírozású programok segítségével. Kielégítő megoldást biztosíthat egy erre a célra elkülönített dedikált felhasználású forrás-rész, melynek felhasználása műszaki és társadalmi tényezők értékelése alapján lenne lehetséges.

Többkritériumos elemzést javasoltam a kiválasztott mellékutak prioritási rangsorolása és a megfelelő fenntartási beavatkozás meghatározása tekintetében. A többkritériumos elemzésben javasolt értékelési tényezők között szerepelt a forgalom nagysága, az útállapot jellemzők (egyenetlenség, felületi hibák és szerkezeti teherbírás), a tervezett beavatkozás becsült költsége és élettartama, a hálózati és elérhetőségi jellemzők, a közösségi közlekedés megléte, valamint az adott út relatív társadalmi-gazdasági jelentősége [Gulyás, 2012 b]. A többkritériumos értékelés lényege, hogy nemcsak a változatokat, hanem azok értékelési tényezőit is összehasonlítják, súlyozzák az eljárásban. Számos helyzetben alkalmazták a többkritériumos értékelést, a településközi nagyléptékű hálózatok tekintetében a Kormány által 2011-ben elfogadott „Az országos gyorsforgalmi főúthálózat nagytávú terve és hosszú távú fejlesztési programja” változatainak összehasonlítása során is [Kocsis - Szőke, 2011].

Az analitikus hierarchia eljárás (Analytic Hierarchy Process) hasznos módszernek bizonyult, melyet egy mintapéldában szemléltettem egy magyarországi kistérség leromlott állapotú és felújítást igénylő kisforgalmú mellékútjainak elemzésével. A módszer gyakorlati alkalmazására vonatkozó javaslatom a módosuló térszerkezetben kialakuló járások működésének infrastrukturális feltételeit kívánta javítani a felújítási projektek megalapozott kiválasztásával. Az elméleti megalapozással párhuzamosan az új tudományos eredmények gyakorlati hasznosítását szemléltetve négy kiválasztott Baranya megyei Pécs környéki település: Ellend, Erzsébet, Maráza és Szilágy kistérségi közlekedési kapcsolatait elemeztem példaként, elhelyezkedésüket és hálózati kapcsolataikat az *1. ábra* mutatja.



1. ábra

A kutatásban példaként vizsgált terület térképe [Forrás: Magyar Közút Nonprofit Zrt. Országos Közúti Adatbank] – P1-P4 a példaként elemzett utak helye

3. Módosított forgalom nagyság a közösségi közlekedés figyelembe vételével

A személyek napi utazásait egy általam javasolt új jellemzővel, a módosított átlagos napi forgalommal lehet realitásabban figyelembe venni a többkritériumos (vagy bármely más) értékelés során. A személyek utazásai egyéni vagy közösségi közlekedéssel történhetnek, melyek között a megosztást a szakirodalom szerint a binomiális logit modellel határozzák meg. A logit modell eredményét az analitikus forgalmi modellezésben alkalmazzák, de a szokásos gazdasági hatékonysági elemzésekben inkább az általános napi forgalommal dolgoznak.

A személygépkocsi egységjárműben kifejezett átlagos napi forgalom összetevői között az autóbuszok egység tényezőjének értéke 2,5; vagyis ennyi személygépkocsinak felel meg a forgalom lefolyásában egy autóbusz. Ez a számítási mód nem jellemzi megfelelően a közösségi közlekedési kapcsolatok jelentőségét, mely különös fontossággal bír a mellékutak által összekapcsolt települések esetén. A módosított átlagos napi forgalom figyelembe veszi a közösségi közlekedési járműveken utazók számát, és az összes utazóból számítja vissza a forgalom értékét. A számítás a személygépkocsik és az autóbuszok átlagos foglaltságán alapul, az autóbuszok esetén megkülönböztetve a csúcsidőszaki és a napközbeni foglaltságot.

A javasolt új változó megbízhatóbban jellemzi egy adott mellékút szakaszon a közösségi közlekedés meglétét és jelentőségét. Alkalmazása esetén a közösségi közlekedési hálózattal érintett útszakaszok a többkritériumos értékelés során előnyhöz jutnak a közösségi közlekedés nélküli, de hasonló jellemzőkkel bíró szakaszokkal szemben.

A mellékúthálózattal összekötött települések közösségi közlekedési kapcsolatát eltérő csúcsidőszaki és napközbeni járatszámok (gyakoriságok), valamint ezen időszakokban eltérő foglaltságok (utas számok) jellemzik. A példaként vizsgált települések esetén figyelembe vehető időszakok:

- csúcsidőszak reggel 6-8 óra között és délután 16-18 óra között összesen 4 óra,
- napközbeni időszak 5-6 óra között, 8-16 óra között, 18-21 óra között összesen 12 óra.

A közösségi közlekedés utasainak száma a következő képlettel határozható meg

$$P_t = \sum f_i O_i = f_p O_p + f_d O_d \quad (1)$$

ahol,

- P_t - a közösségi közlekedés utasainak száma,
- f_p - a közösségi közlekedés csúcsidei járatszáma,
- O_p - a közösségi közlekedés csúcsidei átlagos jármű foglaltsága,
- f_d - a közösségi közlekedés napközbeni járatszáma,
- O_d - a közösségi közlekedés napközbeni átlagos jármű foglaltsága.

A közösségi közlekedéssel utazók számából számítható egyéni közlekedés jellegű módosító változó (személygépkocsi mozgásokra átszámítva)

$$F_{mt} = \frac{P_t}{O_c} \quad (2)$$

ahol,

- F_{mt} - a közösségi közlekedés miatti átlagos napi forgalom-módosítás,
- P_t - a közösségi közlekedés utasainak száma,
- O_c - az egyéni közlekedés átlagos jármű foglaltsága.

Fentiek alapján a módosított átlagos napi forgalom

$$F_m = F_c + F_{mt} + F_e \quad (3)$$

ahol,

- F_m - a módosított átlagos napi forgalom,
- F_c - a személygépkocsik átlagos napi forgalma,
- F_{mt} - a közösségi közlekedés miatti átlagos napi forgalom-módosítás,
- F_e - a többi járműkategória átlagos napi forgalma (a személygépkocsik és az autóbuszok kivételével).

Az átlagos jármű foglaltságok javasolt értékei:

- a közösségi közlekedés csúcsidei átlagos jármű foglaltsága $O_p=35$
- a közösségi közlekedés napközbeni átlagos jármű foglaltsága $O_d=15$
- az egyéni közlekedés átlagos jármű foglaltsága $O_c=1,4$

A módosított átlagos napi forgalom meghatározásánál figyelembe kell venni a kis települések lakosságából adódó korlátot. A forgalom kétirányú, tehát egy lakos jellemzően két utazást tesz meg naponta, a központi településre és vissza. A javasolható közösségi közlekedési korlát mértéke a lakosság 80 %-a, eszerint $P_t < 0,8 L$ ahol L a lakosság, következésképpen ha $P_t > 0,8 L$ akkor $P_t = 0,8 L$

Szám példa

Település	Járatszám csúcsidőben	Járatszám nap közben	Átlagos napi forgalom	Személygépkocsi forgalom	Közösségi módosítás	Módosított forgalom
Ellend	6	6	436	309	124	560
Erzsébet	6	7	872	560	172	1044
Maráza	4	6	324	165	101	425

Szülő	6	9	513	334	165	678
-------	---	---	-----	-----	-----	------------

1. táblázat

A módosított átlagos napi forgalom számítása

A járatszámok forrása

A forgalmi adatok forrása

A vizsgált települések esetén a lakosság korlátot minden esetben érvényesíteni kellett.

Az eredmények nagyságrendileg ellenőrizhetők a logit modell segítségével. A logit modell az egyes utazási módok választási valószínűségét határozza meg [Ortúzar - Willumsen, 1994]. Egyéni és közösségi közlekedés közötti választás esetén

$$p_t = \frac{e^{V_t}}{e^{V_c} + e^{V_t}} \quad (4)$$

ahol,

p_t - a közösségi utazási mód választásának valószínűsége,

V_t - a közösségi utazási mód hasznossága,

V_c - az egyéni utazási mód hasznossága.

Feltételezve, hogy az egyéni és a közösségi közlekedés hasznosságának összege egységnyi, a logit modellt alkalmazva a közösségi közlekedési mód választásának valószínűsége 0,27 és 0,73 között változik. A módosított napi forgalmakban a közösségi közlekedési rész aránya a számpéldában 0,23 és 0,38 között alakul, ami megfeleltethető a logit modell eredményének.

4. Az útállapot hatása az eljutási időre a bizonytalanság figyelembe vételével

A települések közötti kapcsolatok minősítésben jelen lévő bizonytalanság kezelésére alkalmas módszer a fuzzy változók bevezetése és alkalmazása. A települések közötti utazások során az utazási sebességet az útállapotoktól függően választják meg, és ez a választás egyénenként változó, függ az adott gépkocsivezető szubjektív megítélésétől. A különböző utazási sebességek különböző eljutási időket eredményeznek, melyek összessége fuzzy változóval leírható.

A fuzzy változók alakja többféle lehet, leggyakrabban az aszimmetrikus háromszög alakú fuzzy változókat használják. Az aszimmetrikus háromszög alakú fuzzy változó egy értékhármassal jellemezhető, amelyben az l alsó határ, az m csúcspont (itt a fuzzy változó értéke 1) és az u felső határ szerepel, 2. ábra.

$$\tilde{a} = (l, m, u) \quad (5)$$

ahol,

\tilde{a} - háromszög alakú fuzzy változó,

l - az alsó határ,

m - a csúcspont helye,

u - a felső határ.

A fuzzy változó értékét egy adott helyen a $\mu(x)$ tagsági függvény mutatja meg.

$$\mu(x) = \frac{x - l}{m - l} \quad (6)$$

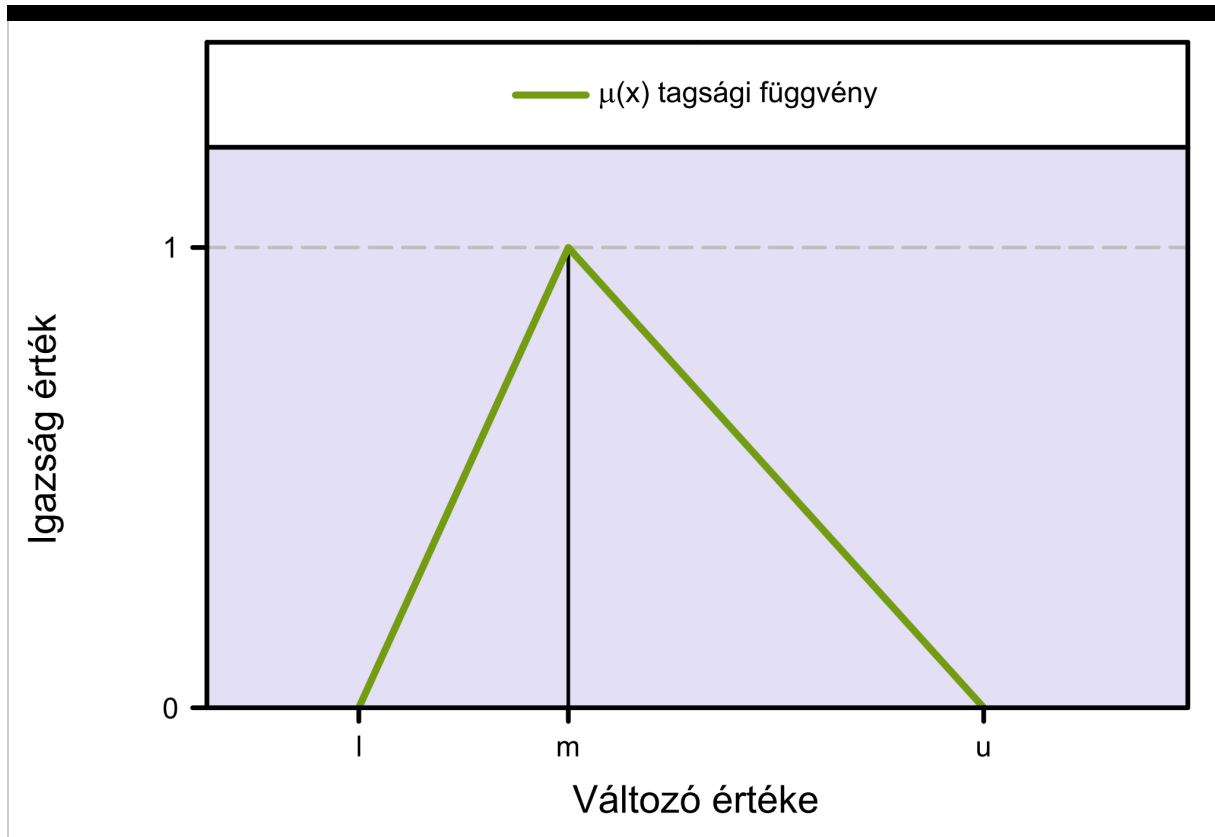
ha $x \in [l, m]$

$$\mu(x) = \frac{u - x}{u - m} \quad (7)$$

ha $x \notin [m, u]$

$$\mu(x) = 0 \quad (8)$$

egyébként



2. ábra

Háromszög alakú fuzzy szám grafikus ábrázolása

A fuzzy változókkal, konkrét esetben fuzzy számokkal műveletek végezhetők (pl.: összeadás, kivonás, szorzás, osztás) a klasszikus aritmetika szabályai szerint. Ilyenkor a fuzzy számokat jellemző megfelelő (csúcsponti) értékpárok között kell elvégezni az adott műveletet, amelynek során az eredmény is fuzzy szám lesz.

Összeadás, kivonás és szorzás esetében az ugyanolyan helyzetű, osztásnál viszont az ellentétes helyzetű (minimum és maximum) pontok alkotják ezeket az értékpárokat [Gazdagné, 2009].

A műveletek eredményeként kapott fuzzy szám megfelelő eljárással visszaalakítható konkrét értéké. Ez az – általában utolsó – lépés a defuzzyfikálás, melynek során meg kell határozni egy olyan konkrét értéket, amely az adott fuzzy változót a legjobban jellemzi. Gyakran alkalmazott módszerei [Kikuchi, 2007] a geometriai középpont módszer és a súlypont módszer. A defuzzyfikált konkrét érték egyszerűsített számítási módja:

$$C = \frac{l + m + u}{3} \quad (9)$$

vagy

$$C = \frac{l + 2m + u}{4} \quad (10)$$

ahol,

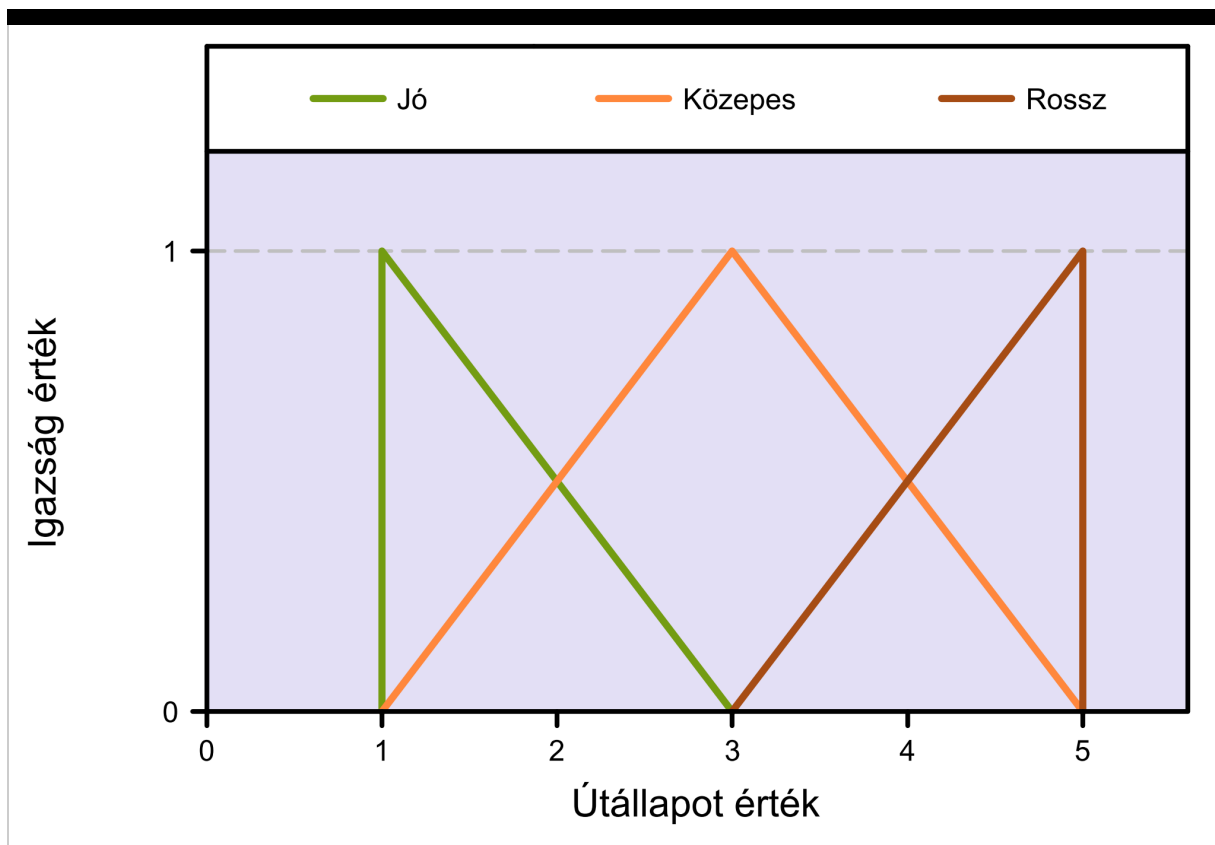
C - a konkrét számérték.

Az úthasználók által érzékelt útállapotokat elsősorban az útfelületi hibák határozzák meg, melyek közvetlen hatást gyakorolnak a kifejthető sebességre. Ilyen útfelületi hibák a kátyúk, a kipergés, a deformációk, a különböző repedések és a burkolatszél hibái. Az útállapotok hatását az eljutási időre többen elemezték. Egy lehetséges megközelítés, amikor az út geometriai jellemzőit és az utazáskényelmet fuzzy változók kombinációjával fejezik ki [Aldian - Taylor, 2003]. Ebben az esetben az úthasználók által érzékelt bizonytalan kategóriákat először verbálisan írják le, majd ezekből képeznek fuzzy változókat a teljes értéktartomány lefedésével.

A hazai úthálózat állapotának értékelését ötfokozatú skálán végzik a szakemberek, míg az úthasználók az ennek közelítőleg megfelelő verbális értékelést a gyakorlatban három fokozatban alkalmazzák: jó, közepes (megfelelő), rossz. A háromfokozatú verbális értékeléshez fuzzy számok rendelhetők a 2. táblázat és a 3. ábra szerint.

Útállapot értékelés	Fuzzy megfeleltetés
Jó	(1, 1, 3)
Közepes	(1, 3, 5)
Rossz	(3, 5, 5)

2. táblázat
Útállapot értékelés fuzzy számokkal



3. ábra
Útállapot értékelés fuzzy számokkal

Ha az útállapot értékelést több úthasználó végzi, a jellemző értékelés a verbálisan megadott véleményekhez rendelt fuzzy számok átlagolásával kapható meg. Ha az i -edik véleménynek az (u_i, m_i, l_i) fuzzy szám felel meg, akkor n értékelő esetén az átlagértéket jellemző fuzzy szám:

$$\tilde{A} = \left(\frac{\sum u_i}{n}, \frac{\sum m_i}{n}, \frac{\sum l_i}{n} \right) \quad (11)$$

számokon végzett alapműveletek utáni geometriai középpont módszerrel konkrét számértékké visszaalakított útállapot minősítés ($\tilde{A} \geq A$) adja meg. A külsőségi és átkelési szakaszok eltérő sebesség értékekkel rendelkeznek, ezért külön kell kezelni azokat, például mellékutak külsőségi szakaszain a sebesség akár 50 km/h-ra, átkelési szakaszain pedig akár 30 km/h-ra csökkenhet, ha rossz az útállapot. A valóságban többféle sebesség előfordul az egyéni kockázatvállalási szinttől függően, ezt írja le a fuzzy változó. Az egyéni és a közösségi közlekedés sebesség értékei is eltérőek, ezért külön kell kezelni őket, *3. táblázat*.

A javasolt megoldásban az útállapotot jellemző A átlagérték lehetséges értékkészlete

$$A \in [1,67; 4,33] \quad (12)$$

és ehhez lehet hozzárendelni a sebességeket, melyek az eljutási időt meghatározzák.

Sebesség értékek mellékutakon	Alapérték, km/h	Útállapottól függő sebesség, km/h
Külsőségi szakasz, szgk	70	$70 - (20 * (A - 1,67)) / 2,66$
Átkelési szakasz, szgk	50	$50 - (20 * (A - 1,67)) / 2,66$
Külsőségi szakasz, busz	60	$60 - (20 * (A - 1,67)) / 2,66$
Átkelési szakasz, busz	40	$40 - (20 * (A - 1,67)) / 2,66$

3. táblázat

Útállapottól függő sebességek meghatározásának képletei

Szám példa:

Példák az útállapot fuzzy értékelésére:

1. példa:

- négy értékelő közül egy közepes, három rossz minősítést adott,

a megfelelő fuzzy számok: (1, 3, 5); (3, 5, 5); (3, 5, 5); (3, 5, 5);

az átlagérték (2,5, 4,5, 5);

az ennek megfelelő konkrét számérték: 4,0.

2. példa:

- négy értékelő közül három közepes, egy rossz minősítést adott,

a megfelelő fuzzy számok: (1, 3, 5); (1, 3, 5); (1, 3, 5); (3, 5, 5);

az átlagérték (1,5, 3,5, 5);

az ennek megfelelő konkrét számérték: 3,33.

A vizsgált településekhez kapcsolódó utak véletlenszerűen megválasztott minősítésekkel elvégzett fiktív értékelése alapján a *4. táblázat* szerint határozhatók meg a sebességek. A módosított átlagos napi forgalom közösségi közlekedési részének aránya adja meg a busz kategóriák súlyozását. Az átkelési szakaszok aránya térképről becsülhető vagy az Országos Közúti Adatbank adataiból lekérdezhető. Ezen adatok ismeretében az átlagos eljutási sebesség kiszámítható, és felhasználható a későbbiekben, mint a javasolt többkritériumos értékelés egyik tényezője.

	Ellend	Erzsébet	Maráza	Szilágy
Útállapot értékelés	2,75	3,33	2,50	4,33
Külsőség szgk, km/h	61,9	57,5	63,8	50,0
Átkelés szgk, km/h	41,9	37,5	43,8	30,0

Külsőség busz, km/h	55,9	53,8	56,9	50,0
Átkelés busz, km/h	35,9	33,8	36,9	30,0
Közösségi arány, %	29	23	38	33
Átkelési arány, %	39	21	30	17
Átlagos sebesség, km/h	52,4	52,5	55,1	46,6

4. táblázat

Útállapottól függő sebességek számítása

5. Közlekedési szükséglet index

A településeken élő emberek tevékenységeit alapvetően meghatározzák a kapcsolatok, melyek egy jelentős része térbeli kapcsolat. A kis forgalmú kapcsolati elemek a hálózat szerves részét képezik, és az általuk kiszolgált népesség a társadalmi igazságosság és esélyegyenlőség elve szerint jogosan igényli azok elfogadható minőségét.

A települések közötti kistérségi kapcsolatokat biztosító mellékutak felújításának nemcsak közlekedési, hanem társadalmi indokai is vannak, melyek között a térbeli egyenlőtlenségek mérséklése és az életminőség javítása említhető. Ezzel a témával többek között foglalkozott egy észak-európai együttműködés, a Roadex projekt keretében egy szakértő bizottság. A projekt egyik eredménye a „Kisforgalmú utak állapotának társadalmi-gazdasági hatása”, mely a Roadex projekt III. ütemében készült el 2006-ban [Johansson, 2006].

A társadalmi, gazdasági és úthasználói igényeket egy közlekedési szükséglet indexben foglalták össze, melynek összetevői a társadalmi érzékenység, a kapcsolat fontossága, valamint a lakosság és a vállalkozók közlekedési igénye. A Roadex projektben javasolt közlekedési szükséglet index értéke 4 és 16 között változott.

A magyarországi településhálózat illetve közlekedési kapcsolatok, továbbá az elérhető adatok ismeretében javaslatot dolgoztam ki egy hazai közlekedési szükséglet index kialakítására, mely az adott út relatív társadalmi-gazdasági jelentőségét fejezi ki, és a döntés-előkészítő értékelés egyik tényezőjeként felhasználható.

A közlekedési szükséglet index (K) javasolt összetevői:

- társadalmi érzékenység (az érintett településekre összesített %-os arány)

o a népesség változása az elmúlt 10 évben (N)

o a munkanélküliségi ráta (M)

- kapcsolati fontosság (10 vagy 0)

o alternatív útvonal megléte (0) vagy hiánya (10) zsáktelepülésnél (Z)

- lakossági közlekedési igény

o alapszolgáltatások (posta, általános iskola, orvosi rendelő, töltőállomás) elérési ideje percben (E)

- vállalkozói közlekedési igény

o napi közlekedési kapcsolatot igénylő aktív cégek száma (C)

A közlekedési szükséglet index meghatározása:

$$K = N + M + Z + E + C \quad (13)$$

ahol,

K - a közlekedési szükséglet index,

N - a népesség változása az elmúlt 10 évben,

M - a munkanélküliségi ráta,

Z - a kapcsolati fontosság,

E - a lakossági közlekedési igény,

C - a vállalkozói közlekedési igény.

Szám példa:

Társadalmi érzékenység számítása

Adatforrás: KSH T-Star területi adatbázis

	Ellend	Erzsébet	Maráza	Szilágy
Lakónépesség száma az év végén 2011, fő	217	301	177	289
Lakónépesség száma az év végén 2001, fő	236	340	221	333
Lakónépesség csökkenése, %	8	11	20	13
Egy éven túl nyilvántartott álláskereső, db és %	4	0	1	6
	1,8	0,0	0,6	2,1
N+M	9,9	11,5	20,5	15,3

5. táblázat

Társadalmi érzékenység számítása

Kapcsolati fontosság értékelése

A kapcsolati fontosság csak zsáktelepülés esetén értékelhető 10 ponttal.

Település	Z
Ellend	0
Erzsébet	0
Maráza	10
Szilágy	0

6. táblázat

Kapcsolati fontosság

Lakossági közlekedési igény meghatározása

adatforrás: Internet, különböző térségi és települési weblapok

Az alapszolgáltatás elérési lehetősége a legközelebbi olyan településen áll fenn, ahol az alapszolgáltatás rendszeresen működik.

Település	Posta	Általános iskola	Orvosi rendelő	Töltőállomás
Ellend	Ellend	Bogád	Berkesd	Pécs
Erzsébet	Pécsvárad	Pécsvárad	Pécsvárad	Pécsvárad
Maráza	Geresdlak	Geresdlak	Geresdlak	Geresdlak
Szilágy	Berkesd	Berkesd	Berkesd	Pécsvárad

7. táblázat

Alapszolgáltatások elérési lehetősége

A számítási módszer továbbfejlesztéseként a későbbiekben súlyozó tényezőként figyelembe vehető az

alapszolgáltatás igénybevételi gyakorisága, amely például az általános iskola esetén magasabb.

Település	Posta	Általános iskola	Orvosi rendelő	Töltőállomás	Átlag
Ellend	0	7	11	15	8,3
Erzsébet	7	7	7	7	7,0
Maráza	7	7	7	7	7,0
Szilágy	3	3	3	7	4,0

8. táblázat
Alapszolgáltatások távolsága, km

Az alapszolgáltatások elérési ideje az átlagos távolságból és az előzőekben meghatározott, az úttalaptól függő sebességből számítható.

Település	Távolság	Sebesség	E
Ellend	8,3	52,4	9,5
Erzsébet	7,0	52,5	8,0
Maráza	7,0	55,1	7,6
Szilágy	4,0	46,6	5,2

9. táblázat
Alapszolgáltatások elérési ideje, perc

Vállalkozói közlekedési igény számítása (Adatforrás)

Település	Cégek	Felszámolás alatt	C
Ellend	10	2	8
Erzsébet	11	2	9
Maráza	4	2	2
Szilágy	5	1	4

10. táblázat
Vállalkozói közlekedési igény számítása

Közlekedési szükséglet index összesítése

Település	N+M	Z	E	C	K
Ellend	9,9	0	9,5	8	27,3
Erzsébet	11,5	0	8,0	9	28,5
Maráza	20,5	10	7,6	2	40,1
Szilágy	15,3	0	5,2	4	24,4

11. táblázat
Közlekedési szükséglet index számítása

6. Többkritériumos értékelés fuzzy változókkal

A mindennapi élethelyzetekben gyakori, hogy döntéseink meghozatala során több lehetséges változat közül kell választanunk, amelyhez segítséget ad a változatok különféle jellemzőire alapozott értékelés. A döntés-előkészítés tudományos megalapozásában az ilyen esetekre leggyakrabban a többkritériumos elemzést (Multi-Criteria Analysis) alkalmazzák. A módszer hatékonynak bizonyult az olyan problémák megoldásában, mint a városi közlekedési rendszerfejlesztési projektek kiválasztása, vagy a megbocsájtó és önmagát magyarázó útkörnyezetet létrehozó innovatív európai lehetőségek stratégiai értékelése [Macharis - Verbeke - De Brucker - Gelová - Weinberger - Vašek, 2008], feltételezve, hogy megfelelő pontosságú adatok álltak rendelkezésre. A többkritériumos értékelés fontosabb lépései: a probléma elemzése, a változatok definiálása, az értékelési tényezők megválasztása, az értékelési eljárás végrehajtása, valamint javaslattevés.

Bizonytalan vagy nem teljes körű információ esetén jól alkalmazható a fuzzy változókra alapozott többkritériumos értékelés, ezen belül meglehetősen elterjedt a fuzzy analitikus hierarchia eljárás (Analytic Hierarchy Process, AHP), mely alkalmas a különböző szakterületekről érkező szakértők véleményének integrálására során a bizonytalanság figyelembe vételére [Meixner, 2009]. A településközi úthálózati elemek felújítási változatainak értékelésére is jól felhasználható ez a módszer [Gulyás, 2012].

A különböző preferenciák ütköztetése egy olyan döntés-előkészítési javaslatot eredményez, amelyben a konkrét alátámasztó számértékek mellett megjeleníthető a bizonytalanság hatása. A legfrissebb szakirodalmi adatok szerint a kiegyensúlyozott regionális fejlődést segítő közútfejlesztési és felújítási projektek értékelésére is alkalmazták az analitikus hierarchia eljárást [Cho - Park, 2012].

Az értékelési tényezők súlyszámai kifejezik az adott tényező (kritérium) relatív fontosságát a változatok összehasonlításában. A súlyszámok meghatározása minden többkritériumos értékelés fontos eleme. A fuzzy változók bevezetésével az értékelési súlyok tágabb értelmezést nyernek, minthogy az alsó és felső határral jellemezhető intervallum reálisabb és a gyakorlatban jobban alkalmazható megoldást biztosít. Hasonló alapelven lehetséges fuzzy változókkal az építési tevékenységek időtartamában rejlő bizonytalanság leírása és kezelése [Danka, 2011].

Az analitikus hierarchia eljárás önállóan is használható, mint döntés-előkészítő módszer, de számos esetben kombinálják más döntés-támogató eljárásokkal. Ez utóbbiak között említhető a lineáris programozás, a genetikus algoritmusok, a neurális hálók, valamint más korszerű elemzési módszerek [Millet - Wedley, 2003].

Ugyanígy megfontolásból - javaslatom szerint - az AHP kombinálható a magyar fejlesztésű (Kindler József és Papp Ottó által kifejlesztett) KIPA többkritériumos értékelési módszerrel, létrehozva ez által egy új, hatékony többkritériumos értékelési és erőforrás-elosztási módszert, mely alkalmas - többek között - a települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok javítását célzó programok értékelésére, a változó nemzetgazdasági igényekhez igazodóan, korlátozott erőforrások esetén.

Míg az AHP alapvetően az értékelési tényezők páronkénti összehasonlításával dolgozik, a KIPA módszer lényege a változatok páronkénti összehasonlítása. Az AHP első szintű mátrixa az értékelési tényezők súlyszámainak meghatározását célozza. Az AHP eljárás a második hierarchikus szinten a változatok számszerű jellemzőinek összehasonlítását végzi el azok arányosításával.

A KIPA módszer mátrixában a változatok összehasonlítására és a preferált sorrend megállapítására alkalmas előny (preferencia) és hátrány (diszkvalifikancia) mutatók szerepelnek, hasonlóan az Európában széles körben alkalmazott Promethee eljáráshoz [Schneller - Podmaniczky B. - Podmaniczky L., 2006]. A KIPA módszer lényegében a változatok közötti különbségeken alapul, az AHP eljárás pedig a változatokat jellemző tényezőket veti össze. Mindkét esetben meg kell határozni az értékelési tényezők súlyszámait, melyhez a KIPA módszer a Guilford eljárást használja fel.

Az általam kidolgozott és bevezetésre javasolt új kombinált többkritériumos értékelési módszer lényege, hogy az értékelési tényezők súlyszámait a fuzzy AHP eljárással határozza meg, és ezeket a súlyszámokat alkalmazza a KIPA módszerben a változatok összehasonlítása során. Az eredeti KIPA módszerben a változatok összevetésekor ötfokozatú verbális skálákat használnak, melyek terjedelmét a súlyszámokból levezetve határozzák meg.

A javasolt új kombinált módszerben ezeket a verbális kategóriákat fuzzy változókkal leírva a változatok páronkénti összevetése skálafüggetlen módon valósítható meg, és a szakértői véleményekben rejlő

bizonytalanság az összehasonlítás során a fuzzy változók alkalmazásával figyelembe vehető. A fuzzy AHP súlyozás és az új elemként megjelenő fuzzy KIPA összevetés együttesen alkotja az új kombinált többkritériumos értékelési módszert.

Az új kombinált módszer kiküszöböli az AHP eljárás egy ismert gyenge pontját, nevezetesen az értékelési sorrend esetleges megváltozásának, a fordított értékelésnek a problémáját. További kutatási feladatként jelenik meg a későbbiekben az új kombinált többkritériumos értékelési módszer érzékenység-vizsgálata.

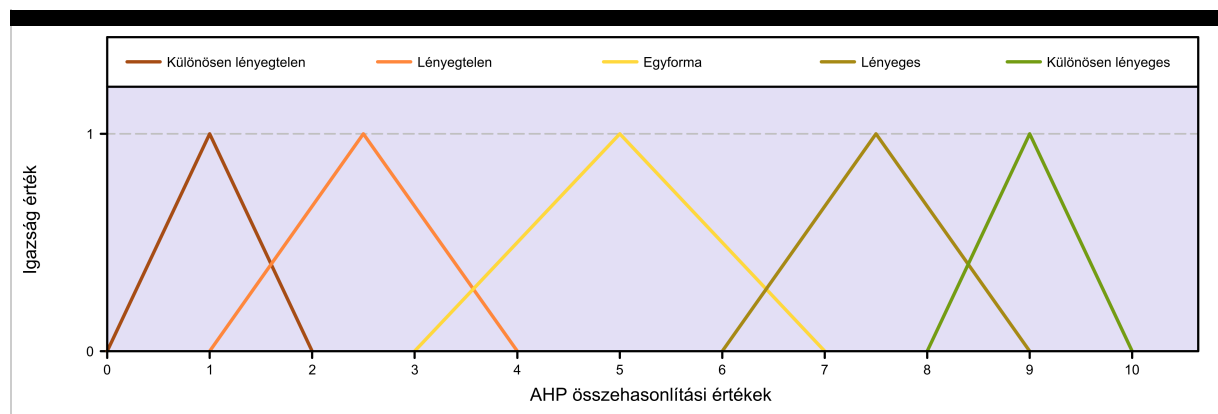
7. Fuzzy súlyszámok és összehasonlító értékek meghatározása

Az értékelési tényezőknek az AHP módszerben használatos eredeti összehasonlítási értékei: „1”, „3”, „5”, „7”, „9”, melyek egy lehetséges fuzzy változata a 12. táblázat és 1. ábra szerint alakul [Chatterjee - Mukherjee, 2010] alapján.

Verbális kategória	Leírás	Fuzzy szám
Különösen lényegtelen	A tényező sokkal kevesébé fontos, mint a másik	(0, 1, 2)
Lényegtelen	A tényező kevésbé fontos, mint a másik	(1, 2, 5, 4)
Egyforma	A két tényező egyforma	(3, 5, 7)
Lényeges	A tényező fontosabb, mint a másik	(6, 7, 5, 9)
Különösen lényeges	A tényező sokkal fontosabb, mint a másik	(8, 9, 10)

12. táblázat

Fuzzy AHP értékhármasok az értékelési tényezők összehasonlítására



4. ábra

Fuzzy AHP értékhármasok az értékelési tényezők összehasonlítására

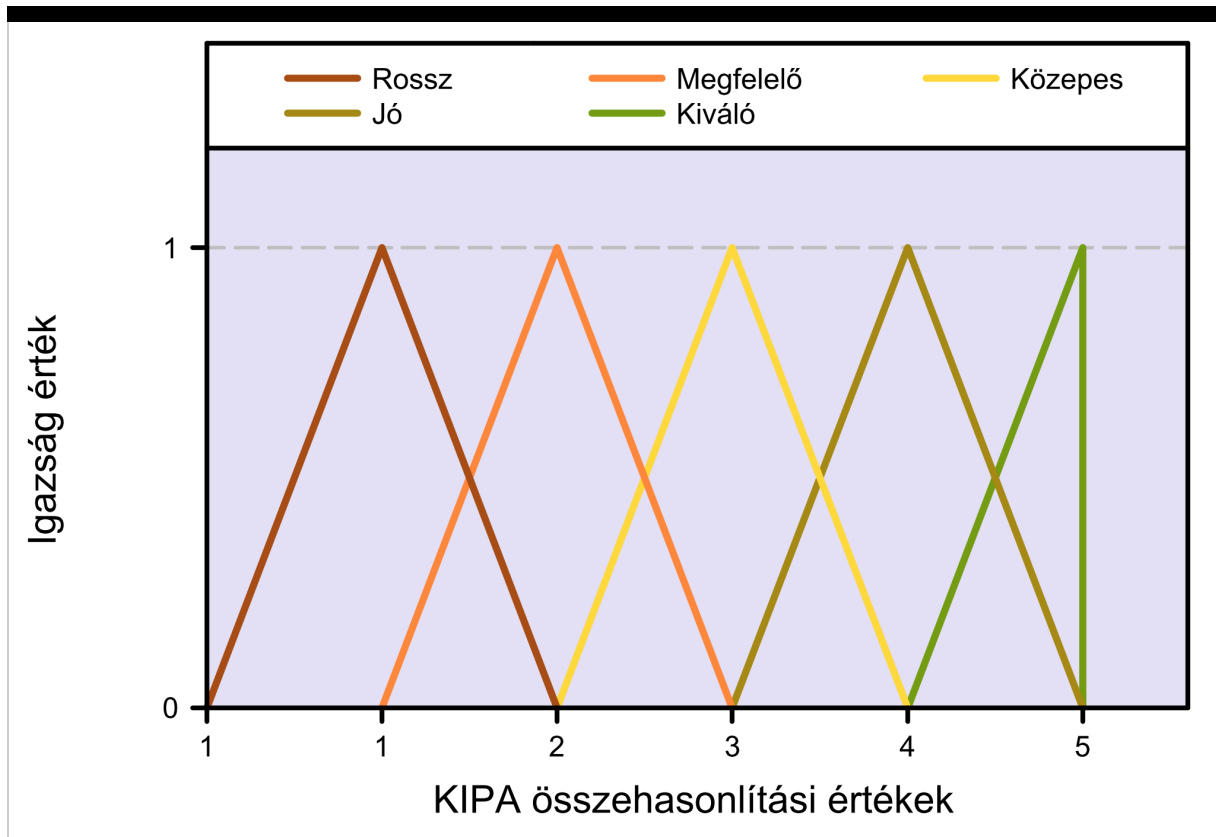
A változatok összehasonlítására a KIPA módszerben használatos eredeti verbális összevetési kategóriák: „kiváló”, „jó”, „közepes”, „elfogadható”, „rossz”, melyek fuzzy számokkal való leírása az általam kidolgozott új kombinált módszerben a 13. táblázat és a 5. ábra szerint alakul. Az egyes verbális kategóriáknak megfeleltetett fuzzy számok között ez esetben nincs átfedés. A KIPA módszer jó szakértői becslési lehetőséget nyújt a nem számszerűsíthető jellemzők kezelésére.

Verbális kategória	Leírás	Fuzzy szám
Kiváló	A legkedvezőbb változat az adott értékelési tényező szerint	(4, 5, 5)
Jó	Kedvező változat az adott értékelési tényező szerint	(3, 4, 5)
Közepes	Közömbös az adott értékelési tényező szerint	(2, 3, 4)
Megfelelő	Kedvezőtlen változat az adott értékelési tényező szerint	(1, 2, 3)

Rossz	A legkedvezőtlenebb változat az adott értékelési tényező szerint	(0, 1, 2)
-------	--	-----------

13. táblázat

Javasolt fuzzy KIPA értékhármasok a változatok összevetésére



5. ábra

Javasolt fuzzy KIPA értékhármasok a változatok összevetésére

8. Súlyozás és értékelés a javasolt új kombinált módszerben

A települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatokat javítását célzó programok többkritériumos értékelése során az általam figyelembe vételre javasolt értékelési tényezők:

- A beavatkozás becsült költsége (gazdasági tényező)
- A módosított forgalom (műszaki tényező)
- A közlekedési szükséglet index (társadalmi tényező)
- Az érintett lakosok száma (társadalmi tényező)

Az AHP módszer szerint a súlyszámok meghatározásához az értékelési tényezők páronkénti összehasonlítását szakértők végzik el minden lehetséges esetre, és az eredményeket n értékelési tényező esetén egy $n \times n$ méretű mátrix a_{ij} elemeiként jelenítik meg. A mátrix szimmetrikus ($a_{ij} = 1/a_{ji}$) és a főátló a_{ii} elemeinek értéke 1.

A fuzzy változatban az \tilde{a}_{ij} elemek fuzzy számokként jelennek meg. A relatív súlyokat tartalmazó fuzzy sajátvektor jó közelítéssel meghatározható a geometriai közép fuzzy aritmetikával történő kiszámításával.

$$\tilde{e}_i = \prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^{1/n} \quad (14)$$

$$\tilde{w}_i = \frac{\tilde{e}_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{e}_i} \quad (15)$$

$$\sum_1^n \tilde{w}_i = 1 \quad (16)$$

ahol,

\tilde{a}_{ij} - az értékelési tényezőket összehasonlító mátrix eleme,

\tilde{e}_i - a mátrix sajátvektora elemének közelítése,

\tilde{w}_i - az értékelési tényező relatív súlysza.

A kombinált módszer lényege, hogy az AHP módszerből nyert értékelési tényező súlyokat beillesztve a KIPA módszerbe, ezekkel végezhető el a változatok összehasonlítása.

Az előny vagy preferencia mutató kiszámításában a kedvezőbb vagy azonos változatok értékelési súlyszaainak összegét viszonyítják a súlyok összegéhez, ami természetesen 1, tehát elegendő a feltételnek megfelelő súlyszaok összegzése.

$$c_{ij} = \sum_{i \in (t_i \geq t_j)} w_i \quad (17)$$

ahol,

c_{ij} - az előnymutató,

w_i - az adott értékelési tényező súlysza,

$t_i; t_j$ - az adott változat összehasonlító értékelése.

A hátrány vagy diszkvalifikancia mutató kiszámításában a legnagyobb értékelési különbséget viszonyítják a skálaterjedelemhez

$$d_{ij} = \frac{(t_i - t_j)_{max}}{T} \quad (18)$$

ahol,

d_{ij} - a hátránymutató,

$t_i; t_j$ - az adott változat összehasonlító értékelése,

T - a skálaterjedelem.

A KIPA módszerben az értékelési skála terjedelme:

$$T = 20[(1 + 2w_{max}) - (1 - 2w_{max})] = 80w_{max} \quad (19)$$

ahol,

w_{max} - a hátránymutató,

A változatok összehasonlítása során egy értékelési fokozat különbség:

$$D = \frac{w_i}{4w_{max}} \quad (20)$$

ahol,

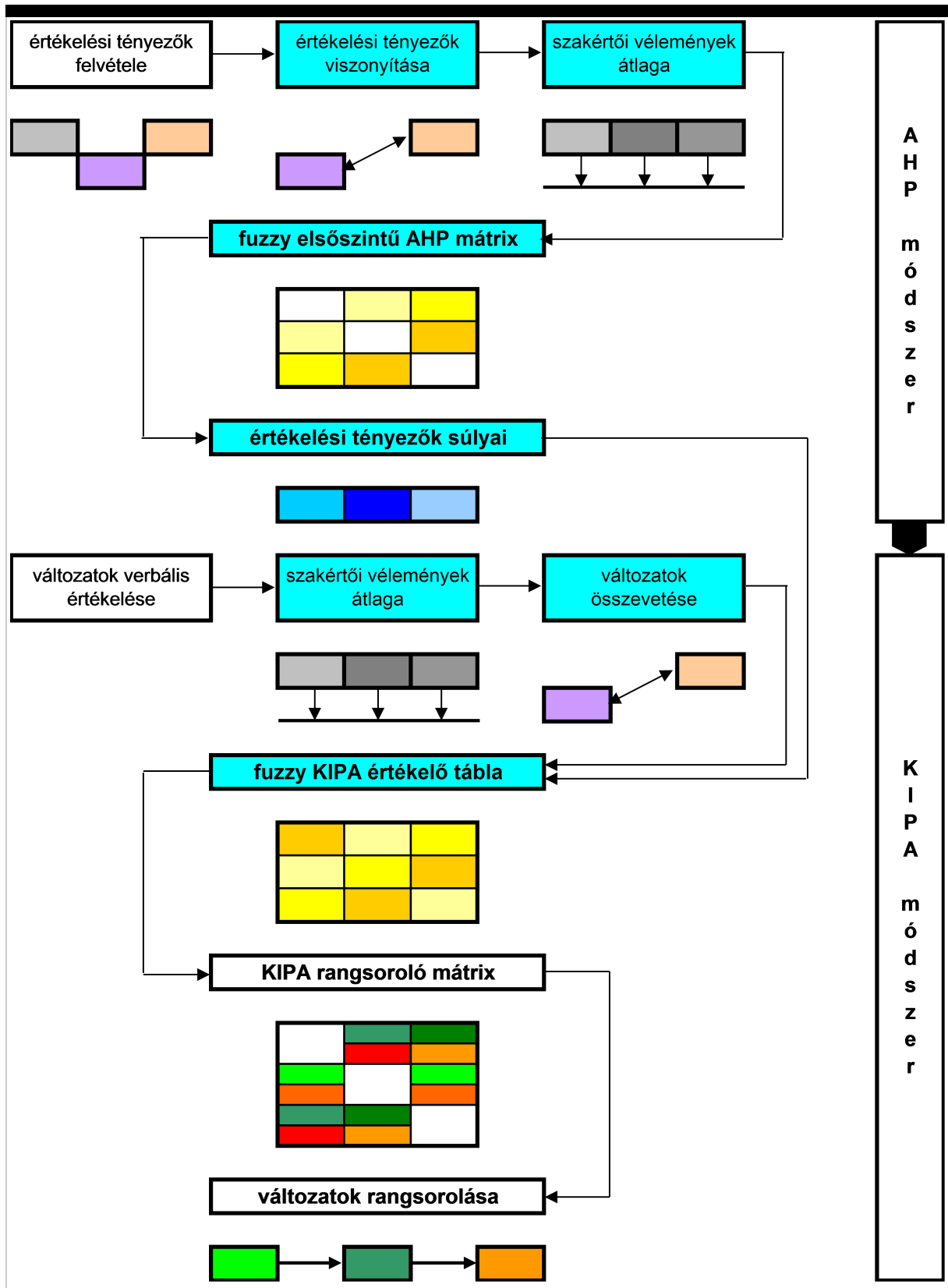
D - az egy értékelési fokozat különbség,

w_i - a vizsgált értékelési tényező súlysza.

A fuzzy számokként meghatározott előny- és hátrány mutatókat a geometriai középpont módszerrel konkrét

számértékké visszaalakítva a KIPA értékelő mátrix feltölthető, és az értékelés a KIPA módszer szerint az előny- és hátrány mutatók határértékeinek lépésenkénti változtatásával elvégezhető, az eredményből a változatok prioritási vagy preferencia sorrendje, rangsorolása megadható.

A kidolgozott új kombinált értékelési módszer áttekintését a 6. ábra szemlélteti, ahol a világoskék elemek a fuzzy változók alkalmazását mutatják.



6. ábra

A kidolgozott új kombinált értékelési módszer lépései

Szám példa:

Kiinduló adatok

A vizsgált - közlekedési kapcsolatokat javító - projektek jellemzőit a 14. táblázat tartalmazza. A fuzzy értékelések négy fiktív, de realisztikus szakértői véleményből kerültek kiszámításra mind az értékelési tényezők súlyszámait, mind a projekt változatok összevetését illetően. A beavatkozások költségét a közelmúltban Baranya megyében átadott ROP projektek fajlagos költségei alapján lehetett becsülni.

Település	B beavatkozás becsült költsége, MFt	F módosított forgalom $\dot{A}NF_{mod}$	K közlekedési szükséglet index	L érintett lakosok száma, fő
P1 Ellend	340	560	27,3	217
P2 Erzsébet	650	1044	28,5	301
P3 Maráza	310	425	40,1	177
P4 Szilágy	600	678	24,4	289

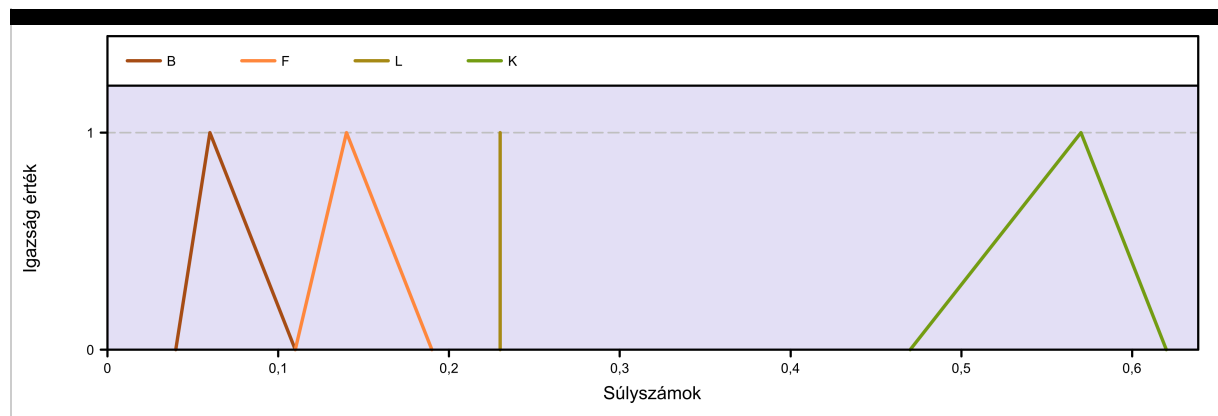
14. táblázat
A szám példa kiinduló adatai

Értékelési tényező súlyszámok fuzzy AHP eljárással

	B	F	K	L	Súly
B	(1; 1; 1)	(0,50; 0,27; 0,18)	(0,22; 0,16; 0,13)	(0,50; 0,27; 0,18)	(0,11; 0,06; 0,04)
F	(2,00; 3,70; 5,56)	(1; 1; 1)	(0,31; 0,20; 0,15)	(1,00; 0,42; 0,27)	(0,19; 0,14; 0,11)
K	(4,55; 6,25; 7,69)	(3,23; 5,00; 6,67)	(1; 1; 1)	(1,50; 3,13; 4,75)	(0,47; 0,57; 0,62)
L	(2,00; 3,70; 5,56)	(1,00; 2,38; 3,70)	(0,67; 0,32; 0,21)	(1; 1; 1)	(0,23; 0,23; 0,23)

15. táblázat
Első szintű fuzzy AHP mátrix és az értékelési tényezők súlyjai

A fuzzy súlyszámok grafikus ábrázolását a 7. ábra mutatja.



7. ábra
Az értékelési tényezők fuzzy súlyszámjai

A súlyszámok mérnöki szempontú jelentését vizsgálva megállapítható, hogy a szám példában a közlekedési

szükséglet index, mint társadalmi tényező a legnagyobb súllyal szerepel. A legkisebb súlyú értékelési tényező a többkritériumos értékelésben a beruházási költség, ezt követi a módosított forgalom és az érintett lakosok száma.

Változatok összehasonlító értékei fuzzy kombinált AHP - KIPA módszerrel

	B	F	K	L
Súly	(0,11; 0,06; 0,04)	(0,19; 0,14; 0,11)	(0,47; 0,57; 0,62)	(0,23; 0,23; 0,23)
P1	(3,00; 4,00; 5,00)	(1,50; 2,50; 3,50)	(1,75; 2,75; 3,75)	(1,50; 2,50; 3,50)
P2	(0,50; 1,50; 2,50)	(3,50; 4,50; 5,00)	(2,25; 3,25; 4,25)	(3,25; 4,25; 5,00)
P3	(3,00; 4,00; 5,00)	(1,25; 2,25; 3,25)	(3,25; 4,25; 5,00)	(0,75; 1,75; 2,75)
P4	(0,50; 1,50; 2,50)	(1,75; 2,75; 3,75)	(0,75; 1,75; 2,75)	(3,00; 4,00; 5,00)

16. táblázat

Projekt változatok összevetése fuzzy kombinált AHP - KIPA módszerrel

Változatok preferencia sorrendje a kombinált AHP - KIPA módszerrel

	P1	P2	P3	P4
P1		7 %	45 %	62 %
		12 %	36 %	16 %
P2	93 %		38 %	100%
	8 %		8 %	0 %
P3	62 %	62 %		62 %
	8 %	25 %		24 %
P4	38 %	7 %	38 %	
	8 %	11 %	8 %	

17. táblázat

Defuzzifikált KIPA mátrix az előny és hátrány mutatókkal

Az előny- és hátrány mutatók határértékeinek lépésenkénti változtatása:

100%; 0% P2 ≥ P4

90%; 10% P2 ≥ P1

60%; 20% P3 ≥ P1 és P1 ≥ P4

60%; 25% P3 ≥ P2 és P3 ≥ P4

A változatok preferencia sorrendje

P3 ≥ P2 ≥ P1 ≥ P4

Maráza ≥ Erzsébet ≥ Ellend ≥ Szilágy

Mérnöki szempontból vizsgálva az eredményt megállapítható, hogy a P3 változat a közlekedési szükséglet index miatt került az első pozícióba, mert az értékelési tényező magas súlyszáma és a változatok összevetése során az értékelési tényezőnek a zsáktelepülésből adódó nagyobb értéke egyaránt kedvezővé teszi ezt a változatot. A második legkedvezőbb a P2 változat, amelynek esetén a nagyobb forgalom és lakosság, valamint a magasabb közlekedési szükséglet index előrébb helyezi ezt a változatot. A harmadik helyezett a P3 változat lett közepes jellemzőkkel, míg a P4 változat lemaradását a legkisebb közlekedési szükséglet index értéke befolyásolta.

A számpélda alapján megállapítható, hogy a vizsgált településközi kapcsolatok esetén elsősorban a közlekedési szükséglet index határozza meg az eredményt.

A következő fényképek a vizsgált és értékelt közlekedési kapcsolatokat szemléltetik.



8. ábra
P1 Ellend







11. ábra
P4 Szilágy

9. Gyakorlati alkalmazási lehetőségek

Az eredmények gyakorlati jelentősége elsősorban az új forráselosztási módszer kidolgozásában mutatkozik meg, mely alkalmas a településközi közlekedési kapcsolatok javítására korlátos források esetén, felhasználva a kidolgozott új, a településközi úthálózati kapcsolatokat jobban leíró jellemzőket, valamint képes fuzzy változók bevezetésével a bizonytalanság kezelésére az értékelési folyamatban.

A településközi napi személyforgalmi utazásokat jellemző új mutató, valamint a közlekedési kapcsolatokat leíró, a bizonytalanságot figyelembe vevő új index megteremti egy szélesebb körű alkalmazás alapját a döntés-előkészítési folyamatokban, figyelembe veszi a magyar kistérségek szerkezeti sajátosságait és a mellékúthálózat jellemzőit, biztosítva ez által a nemzetgazdasági és társadalmi hasznosulást.

A települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok jellemzésében a fuzzy változók alkalmazása a többkritériumos elemzési módszerben az ilyen jellegű vizsgálatok terén új elemet hoz létre, és lehetőséget ad a gyakorlati alkalmazásra a magyar mellékúthálózat szükséges felújítása érdekében.

A járási közigazgatási szint bevezetése után előreláthatóan előtérbe kerül a kistérségi kapcsolatok minőségének kérdése, az útállapotok javításának, az utak, és ezen belül a kifizetési mellékutak felújításának igénye. A felújításra váró kifizetési mellékutak közül több szempont komplex figyelembevétele alapján érdemes kiválasztani a projekt javaslatokat. Célszerű ezért járási szinten elvégezni a javasolt többkritériumos elemzést az érintett kifizetési mellékutak vonatkozásában.

Az értékelés egységes szemléletének biztosítására indokolt egy módszertani segédlet és alkalmazási útmutató kidolgozása, melynek összeállításához reményem szerint jelen dolgozat is segítséget ad. Az állami közútkezelő szervezet megyei egységével összehangoltan a járási műszaki szakemberei a javasolt módszer alkalmazásával megalapozottan előkészíthetik a települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok javítását a lehető legnagyobb mértékben elősegítő projektek kiválasztását.

10. Összefoglalás

A településeket összekötő utak állapota romlik, míg a felújításukra fordítható források korlátozottak. Ezért fontos a kevés forrás hatékony felhasználása ott, ahol a leginkább szükséges. A projektek értékelésében más tényezőket, így a különböző szolgáltatások elérését is figyelembe kell venni. Az értékelt úton a közforgalmú közlekedés létének és gyakoriságának megfelelő súlyú figyelembevétele a módosított átlagos napi forgalom bevezetésével lehetséges.

A települések közötti közlekedési kapcsolatok minőségét gyakran szavakkal jobban lehet jellemezni, mint számokkal. Bár a szavak jelentése pontatlan és bizonytalan, fuzzy változókkal mégis megjeleníthetők. A településközi kapcsolatok fuzzy változókkal történő jellemzése különböző alkalmazási lehetőségekkel bír, mint például bemutatott fuzzy többkritériumos értékelés. A döntés-előkészítési folyamatban így figyelembe vehetők a bizonytalan, pontatlan, szubjektív minőségi tényezők is, oly módon, hogy nem szükséges konkrét számszerűsítésük.

Egy döntést pénzügyi és nem pénzügyi tényezők befolyásolnak. Mindkettőt figyelembe veszi a többkritériumos elemzés, amely hasznos, mert a társadalmi-gazdasági, környezeti és más jellemzők egyaránt értékelhetők. A kutatás eredménye egy olyan kombinált többkritériumos elemzési módszer létrehozása, amely a gyakorlatban alkalmazható a korlátozott erőforrások elosztására a települések közötti közlekedési kapcsolatok javítása érdekében, figyelembe véve az érintett közlekedési hálózat állapotát és a bizonytalanságot a hatékonyság értékelése során.

11. Hivatkozások

Aldian, A., Taylor, M. A. P.: Fuzzy Multicriteria Analysis for Inter-city Travel Demand Modelling. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5, October, p. 1294-1307., 2003.

Chatterjee, D., Mukherjee, B.: Study Of Fuzzy-Ahp Model To Search The Criterion In The Evaluation Of The Best Technical Institutions: A Case Study. International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(7), 2010, 2499-2510

Cho N., Park H.: Preliminary feasibility study for road projects incorporating balanced regional development. PIARC World Road Association Routes/Roads No. 356 , p. 56-63. 2012.

Danka, S.: Robust Resource Constrained Project Scheduling with Fuzzy Activity Durations. Pollack Periodica, Vol. 6, No. 3, pp. 131–142, 2011.

Gazdagné Rózsa E.: Fuzzy koncepció alapuló környezeti és egészségkockázat becslés Gyöngyösorsoszi környékén. Doktori értekezés, ELTE, Budapest, 2009

Gulyás, A., Dobosi, T.: Comparative analysis of road networks at micro-regional level. 9th International Road Conference, Budapest, May 2006.

Gulyás, A., Sántha, L.: Kisforgalmú utak kezelése a Nemzeti út-, hídfelújítási programban. Közúti és Mélyépítési Szemle 2008. 11. p. 27-29.

Gulyás, A.: Pavement management of secondary roads in Hungary. 4th European Pavement and Asset Management Conference. Malmö, Svédország, 2012.

Johansson, S. Socio-Economic Impacts of Road Conditions on Low Volume Roads. ROADDEX III Project Report, Letöltés

Kocsis, T., Szőke, B.: Az országos gyorsforgalmi főúthálózat nagytávú terve és hosszú távú fejlesztési programja: a változatértékelés módszertana. Közlekedésepítési Szemle, 61. 3. p. 1-7. 2011.

Kikuchi, S.: Fuzzy Sets Theory Approach to Transportation Problems. In: Artificial Intelligence in Transportation, Transportation Research Circular E-C113, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2007.

Macharis, C., Verbeke, A., De Brucker, K., Gelová E., Weinberger, J., Vašek, J.: Implementation scenarios and further research priorities regarding forgiving and self-explaining roads. Deliverable of the research project Infrastructure and Safety (IN-SAFETY), Sixth framework programme, Brussels, 2008.

Meixner, O.: Fuzzy AHP Group Decision Analysis and its Application for the Evaluation of Energy Sources.

Proceedings of the Proceedings of the 10th International Symposium on the Analytic Hierarchy/Network Process, Pittsburgh/PA, USA, 2009.

Millet, I., Wedley, W.C., 2002: Modelling Risk and Uncertainty with the Analytic Hierarchy Process. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 11: 97–107.

Schneller K., Podmaniczky B., Podmaniczky L.: Komplex rendszereket összemérő módszer alkalmazása a mezőgazdasági térfunkció elemzéseknél. Acta Agraria Kaposváriensis Vol 10. No 3. p. 269-278. 2006.

Ortúzar, J., Willumsen, L.: Modelling Transport. 2nd edition, Wiley, London, 1994.

Adatok

Megjelent itt

2. szám

2013. ősz



Szerző

Gulyás András

Okleveles építőmérnök, szakmérnök, habil PhD adjunktus a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Karán, a Magyar Közút Nonprofit Zrt. műszaki tanácsadója.

Témakörök

Kiemelt • Útgyzálkodás

Kulcsszavak

bizonytalanság • többkritériumos értékelés • útállapot

Befogadva

2013. november 7.

Abstract

The condition of transport connections among settlements is deteriorating while rehabilitation resources are constrained therefore their efficient use is important. The author describes a new method for taking into account the road condition dependent travel time within the decision preparing assessment of alternatives for rehabilitation of transport network connections. Fuzzy variables have provided a useful description of uncertainty in characterising the road condition quality. A recommended term, modified traffic based on daily personal trips is suitable for qualification of passenger transport connections among settlements. A complex index of transportation demand is applicable for characterising social effects in the frame of evaluation of micro-regional connections among settlements. A new

and efficient multi-criteria assessment and resource allocation method is suitable for assessment of programs aiming enhancement of micro-regional transport connections among settlements, combining existing methods, taking into account of the changing demand of the national economy and constrained resources, applying fuzzy variables for handling of uncertainty affecting the evaluation of financial and non-financial characteristics.



Hazai gyalogosbaleset típusok elemzése és összehasonlítása korábbi vizsgálatokkal

Szerző(k) **Kovácsné Igazvölgyi Zsuzsanna**

Kivonat

Egy 2003-as tanulmány szerint az Európai Unió útjain minden megtett kilométerre vetítve egy gyalogosnak 9-szer nagyobb az esélye, hogy balesetben hal meg, mintha autóban ülne. A jelen cikk elemzi a gyalogos balesetek súlyosságát, és rámutat arra a tényre, hogy a gyalogosok védtelen közlekedők. A vizsgált időszak (2008-2012) egy-egy jellemző tekintetében összehasonlításra kerültek korábbi hazai és osztrák gyalogos baleseti adatokkal. A cikk ismerteti a leggyakrabban előforduló gyalogos balesettípusokat, okokat és a gyalogosok felelősségét a balesetek létrejöttében.

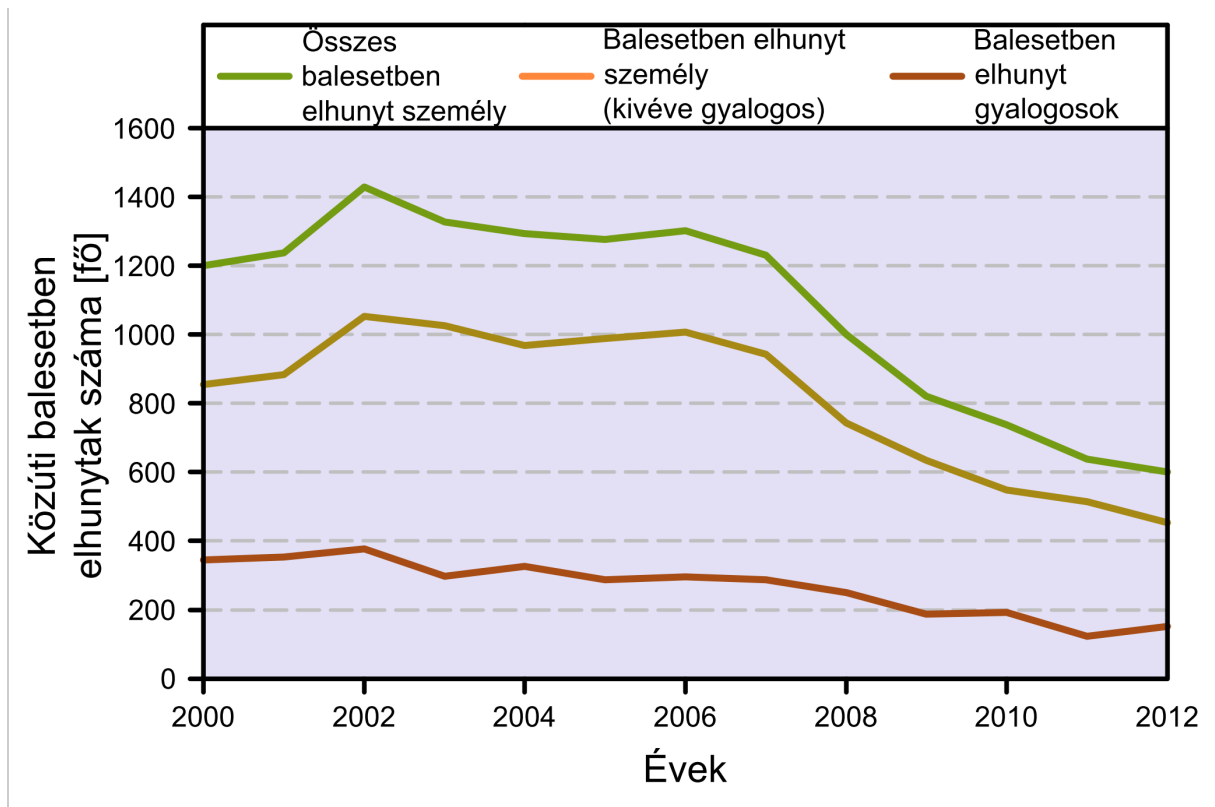
1. A vizsgálat célja és a gyalogos balesetek jelentősége

A gyalogosok sérülékeny közlekedési résztvevők, a kerékpárosok és segédmotor-kerékpárosok mellett. Egy 2003-as tanulmány szerint az Európai Unió útjain megtett minden kilométerre vetítve egy kerékpárosnak 8-szor nagyobb az esélye van arra, hogy meghaljon balesetben, mint az autóban ülőknek; egy gyalogosnak pedig 9-szer nagyobb az esélye, hogy balesetben hal meg. A WHO 2004-es jelentése szerint a férfiak háromszor nagyobb eséllyel sérülnek meg. A jelentés szerint a globális betegségteher 9. tényezője a közúti közlekedési baleset volt 1990-ben, 2020-ban durva becslések szerint ez már a 3. tényező lesz, megelőzve az AIDS-et. Ezért fontos a balesetek vizsgálatával, lehetséges megelőzésével foglalkozni. Az első gyalogos gázolást 1896-ban regisztrálták, amelyet személygépkocsi okozott [1].

Több hazai tanulmány vizsgálta a korábbi baleseti adatsorokat, és ajánlásokat tettek a balesetek számának csökkentésére. A KTI egy korábbi tanulmányában [Holló et al., 1980] a hazai gyalogos balesetek típusait elemezte. Egyik javaslatuk az volt, hogy az útkanyarban a kijelölt gyalogos átkelőhelyeket szüntessék meg. A különböző korcsoportokon belül különböző baleset típusok figyelhetők meg, melyeket a megelőző kampányoknál figyelembe kell venni. Holló szerint a gyalogos balesetek száma nagymértékben függ a motorizációtól [Holló et al., 1995]. Hazánk még az EU csatlakozás előtt vállalta, hogy 2010-re 30%-kal csökkenti a halálos balesetek számát és a balesetben elhunytak számát a 2001. évhez képest [Magyar közlekedéspolitika, 2004]. Az EU Fehér Könyv [2] 50%-os csökkentést írt volna elő 2020-ra. 2001-ben közlekedési balesetben 1239 személy veszítette életét (ebből 355 gyalogos), ez a szám 2010-ben 740 fő volt (gyalogos 192 személy), amely 40 és 46%-os csökkenés. 2012-ben a 2011-es évhez képest a gyalogos halottak száma és aránya is jelentősen megugrott (124-ről 152-re emelkedett).

2. Hazai gyalogosbalesetek alakulása és a jellemző balesettípusok ismertetése

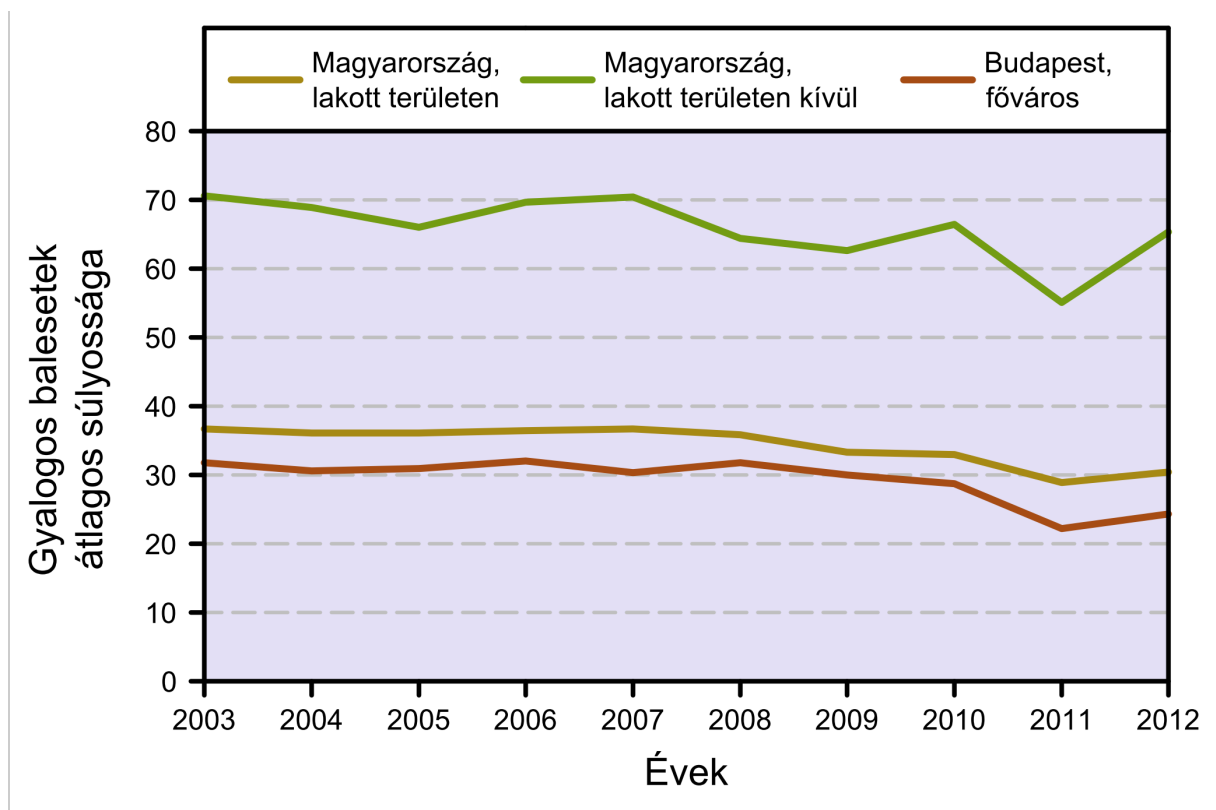
Gyalogusként meghalt közúti sérültek aránya az elmúlt 10 évben csökkenő tendenciát mutat. 2011-ben ez az arány jelentősen lecsökkent, de 2012-ben megugrott újra, és az arány 25% körül volt, amely legutóbb 2008 és 2010-ben volt. Az összes közúti balesetben elhunyt áldozatok száma viszont folyamatosan csökkent 2006 óta. Az elmúlt 13 év adatait az *1. ábra* szemlélteti.



1. ábra

Közúti balesetben meghalt személyek, gyalogosok száma 2000 és 2012 között [KSH]

Az adatok alapján elmondható, hogy a gyalogos baleset 91-92%-a lakott területen történik. Az elmúlt 10 évre rendelkezésre állt a balesetek évenként, lakott területen kívülre, lakott területre és Budapestre a 3 kimenetel (halálos, súlyos és könnyű sérüléssel járó baleset) bontásában. A balesetek átlagos súlyosságát a 2. ábra szemlélteti. A balesetek súlyossága lakott területen folyamatosan csökkent hazánkban 2011-ig. Viszont 2012-ben lakott területen, Budapesten és lakott területen kívül is jelentősen megugrott a balesetek átlagos súlyossága. Lakott területen kívül kevesebb baleset történik, viszont ezeknek a kimenetele a súlyosabb, mint lakott területen; szakemberek ezt a nagyobb gépjárműsebességgel indokolják. Lakott területen, és azon belül a fővárosban a 2011-es évben történt a legnagyobb pozitív változás az azt megelőző évekhez képest. A 2012-es adatok alátámasztják, hogy lakott területen további közlekedésbiztonsági beavatkozások szükségesek, ha 2050-re a zéró halálos balesetszámot szeretnénk elérni.



2. ábra

Gyalogos balesetek átlagos súlyossága 2003-2012-ig Magyarországon [forrás: KSH]

Egy 1995-ben készült cikkben [Holló et al., 1995] az 1994-es baleseti adatok kiértékelését végezték el. A sérüléssel járó balesetek 30%-a akkor gyalogos baleset volt, ez csökkenő tendencia, mert 1986-ban a balesetek 38%-a gyalogos baleset volt, 2012-ben pedig már csak a balesetek 16 %-a volt gyalogos baleset. A gyalogos balesetekben majdnem 40%-ban (az összes közúti balesethez viszonyítva 6%) az ok gyalogos hibájára vezethető vissza, mint például a tiltott helyen vagy tilos jelzésen való átkelés. Az elmúlt 5 év (2008-2012) azon gyalogos baleseteinek arányát mutatja be az 1. táblázat, amikor a gyalogos volt az okozó. A következőkben a balesetek kimenetele és a balesetszám közötti összefüggések vizsgálatát mutatja be a cikk.

Év	Összes balesetszám	Gyalogos balesetek száma	Esetek száma, amikor a gyalogos az okozó	%, amikor a gyalogos az okozó
2008	19174	3347	1371	41 %
2009	17864	2881	1089	38 %
2010	16308	2736	994	36 %
2011	15827	2486	939	38 %
2012	15174	2365	900	38 %

1. táblázat

Gyalogos balesetek aránya az összes balesethez képest 2008 és 2012 között [adatok forrása: KSH]

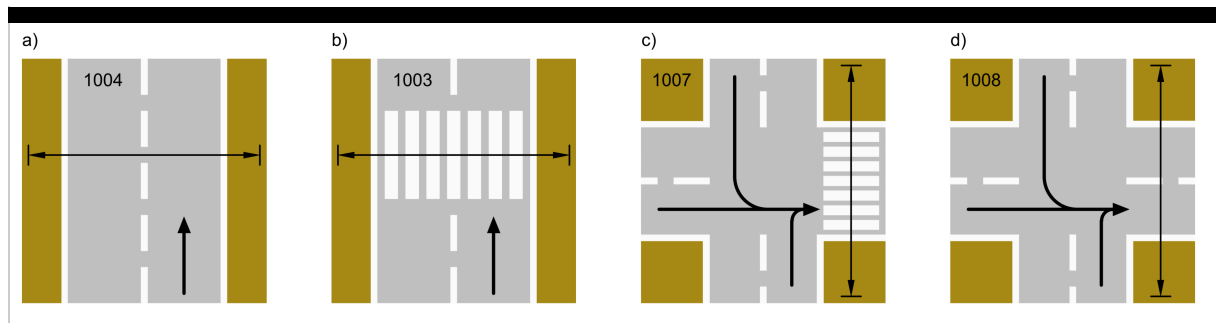
A gyalogos balesetek száma összességében csökkent. 2008-hoz képest az összes gyalogos baleset 29%-kal, a halálos baleset 38%-kal csökkent. Viszont a halálos balesetek száma 2011-hez képest majdnem 30 áldozattal megnőtt, és az összes balesethez képest 1%-kal nőtt a halálos balesetek száma. A változást a 2. táblázat utolsó két sora mutatja be. Fontos kihangsúlyozni, hogy az összes balesetszám mellett a halálos kimenetel részaránya segít, hogy teljesebb képet kapjunk a közlekedésbiztonság helyzetéről. A súlyos balesetek száma nem csökkent jelentősen 2011-ről 2012-re.

Év	Halálos	Súlyos	Könnyű	Végösszeg	Halálos baleset aránya, %
2008	244	1256	1847	3347	7 %
2009	183	1007	1691	2881	6 %
2010	188	941	1607	2736	7 %
2011	119	777	1590	2486	5 %
2012	148	760	1457	2365	6 %

2. táblázat

Országos gyalogos balesetek kimenetel szerinti bontásban [adatok forrása: KSH]

Fontos kihangsúlyozni, hogy a gyalogos balesetek 33%-a kijelölt gyalogos átkelőhelyen történt 2012-ben Magyarországon, 2003 óta ez az arány 25% felett volt, 2011-ben pedig meghaladta a 35%-ot. Ez is azt támasztja alá, hogy ezen gyalogátkelő típust kiemelten kell kezelni. A 4 legtöbbször előforduló balesettípusból kettő kijelölt gyalogos átkelőhelyhez kapcsolódik. Az elmúlt 10 év 4 leggyakoribb baleset típusait a következő ábrák (3. ábra) szemléltetik [KSH].



3. ábra

a, Gyalogos elütése útkereszteződésen kívül; b, Gyalogos elütése útkereszteződésben kijelölt gyalogátkelőhelyen; c, Gyalogos elütése nem útkereszteződésben kijelölt gyalogátkelőhelyen; d, Gyalogos elütése útkereszteződésben nem kijelölt gyalogátkelőhelyen

A 3. táblázat a fent említett 4 balesettípus előfordulásának számát és arányát tartalmazza. A 4 leggyakoribb gyalogos balesettípus 35 évvel ezelőtt is a 4 leggyakoribb közé tartozott a vizsgált 4 évben [Holló et al., 1980]. Az 1970-es években a 4 legjellemzőbb típus a gyalogos balesetek 84%-át lefedte. Ez a gyakoriság 2008 és 2012 között csak átlagosan 56% volt, amely azt jelenti, hogy más gyalogos balesettípusok relatív gyakorisága is nagyobb, mint 35 évvel ezelőtt. Fontos kiemelni, hogy az összes gyalogos baleset 1979-hez képest csökkent. A kijelölt gyalogátkelők számának növekedése pozitív hatással volt a tendenciára az elmúlt évtizedekben. Az 1003-as kóddal jelölt gyalogos balesettípus (Gyalogos elütés nem útkereszteződésben kijelölt gyalogos átkelőhelyeken) relatív gyakorisága jelentősen növekedett az 1976-1979 közötti adatokhoz képest, amely azt támasztja alá, hogy kiemelten kell kezelni ezen gyalogos átkelőhelyek biztonságát, a gócpontokban a részletes baleseti adatok kiértékelésére lesz szükség a kutatási folyamat további részeiben.

Vizsgált év	Gyalogos elütése útkereszteződésen kívül [1004] előfordulás aránya és száma		Gyalogos elütése nem útkereszteződésben kijelölt gyalogos átkelőhelyen [1003] előfordulás aránya és száma		Gyalogos elütése útkereszteződésben kijelölt gyalogos átkelőhelyen [1007] előfordulás aránya és száma		Gyalogos elütése útkereszteződésben nem kijelölt gyalogos átkelőhelyen [1008] előfordulás aránya és száma	
1976	41 %	2273	9 %	482	17 %	934	17 %	928
1977	38 %	2307	9 %	515	21 %	1255	16 %	941
1978	39 %	2462	8 %	522	22 %	1385	14 %	884

1979	39 %	2457	8 %	526	22 %	1369	14 %	903
2008	24 %	790	12 %	394	14 %	459	7 %	240
2009	20 %	572	12 %	340	15 %	430	9 %	265
2010	18 %	500	11 %	305	16 %	429	9 %	256
2011	18 %	453	12 %	308	18 %	444	10 %	237
2012	17 %	396	12 %	278	17 %	398	10 %	245

3. táblázat

A négy leggyakoribb baleset típus 1976-1979 és 2008-2012 évek között [KSH, Holkó et al., 1980]

A gyalogos balesetek ok és kimenetel szerinti elemzésénél jelen vizsgálat 2011-es adatokra támaszkodik. A járművezető hibájából 20 halálos baleset következett be, mert gyalogátkelőnél nem adta meg a gyalogosnak az elsőbbséget vagy a megállási kötelezettségét elmulasztotta kijelölt gyalogos átkelőhely előtt. A gyalogos hibájából 5 legfontosabb okot emel ki a KSH kiadvány, amelyeket a 4. táblázat foglal össze. A „vigyázatlan, hirtelen lelépés az úttestre” ok a leggyakoribb ok, ezután a sorban a „tilos jelzésen” vagy „tiltott helyen való átkelés” áll.

Ok	Halálos sérülé- s balesetek száma	Súlyos sérülé- s balesetek száma	Könnyű sérülé- s balesetek száma	Összes gyalogos baleset szám
Vigyázatlan, hirtelen lelépés az úttestre	14	135	263	412
Tilos jelzésen való átkelés	3	41	93	137
Tiltott helyen való áthaladás	5	32	83	120
Álló jármű vagy oszlop előtt való áthaladás	5	13	89	107
Zavaró magatartás áthaladás közben	3	19	27	49

4. táblázat

Gyalogos hibájából eredő gyalogos balesetek okai 2011-ben , balesetek kimenetelei [KSH, 2011]

Tilos jelzésen való átkelés miatt bekövetkezett gyalogos balesetek kimeneteleit az elmúlt 5 évben 2011-ig kedvezően alakultak. Míg 2008-ban a tilos jelzéses balesetekből 10%, 2011-re már csak 1% volt halálos. A súlyos sérülé- s balesetekben nem megfigyelhető ilyen tendencia. Az elmúlt 2 évben ezekben a balesetekben a halálos és a súlyos balesetek aránya jelentősen növekedett, míg a halálos balesetek részaránya +3%-kal, addig a súlyos balesetek aránya +5%-kal növekedett 2011-ről 2012-re. A balesetek súlyossága és relatív gyakorisága azt mutatja, hogy a szabálytalan átkelések arányát tovább kell vizsgálni, a gócpontokban pedig ellenőrizni kell a tilos és a szabad jelzés hosszát, átkelő típusát. Ha vannak törvényszerűségek, akkor ezek a jelzőlámpás csomópont gyalogosra történő méretezésébe beépíthetőek. A tilos jelzés hosszának, átkelő típusának vizsgálata belterületi közúton a további kutatás feladata.

Meg kell jegyezni, hogy a 2012-ben a figyelmetlen, gondatlan vezetés 23, a vigyázatlan, hirtelen lelépés az úttestre pedig 20 halálos balesetet eredményezett Magyarországon, amely 2011-hez képest jelentős növekedést mutat. A legsúlyosabb gyalogos baleset viszont „elsőbbség meg nem adása kijelölt gyalogátkelőhelyen” okra vezethető vissza a járművezetők részéről 2008 és 2012 között. Ez az ok 2012-ben 16 halálos 154 súlyos és 339 könnyű sérülé- s balesetet eredményezett.

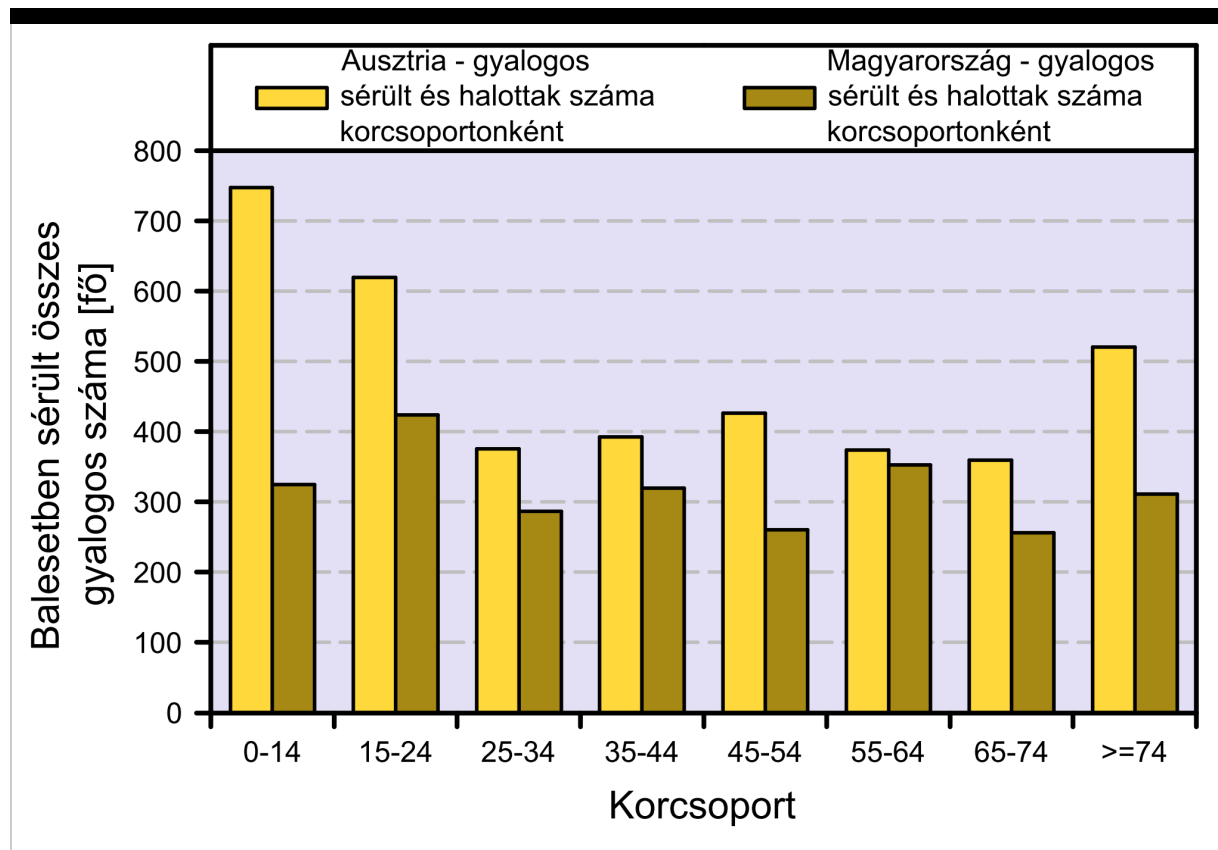
3. Ausztriai és magyar gyalogos balesetek néhány jellemzőjének összehasonlítása

Az Ausztriai Statisztikai Hivatal honlapján a legfrissebb adatok mellett megtalálható egy részletes elemzés a 2010-es évre vonatkozóan [Basic Fact Sheet 2010 Fußgänger]. Ezeket az adatokat a 2012-es magyar gyalogos baleseti adatokkal összevetve készült egy rövid elemzés néhány baleseti jellemző tekintetében. 2010-ben Ausztriában 98, míg Magyarországon 2010-ben 192 (2012-ben 124) volt a gyalogos áldozatok száma. A két ország lakosságában jelentős különbség nincs, kb. 10 millió fő, de közlekedési kultúrában és motorizációban van.

Az ausztriai balesetben megsérültek 8%-a gyalogos, az áldozatok aránya ennél sajnos jóval magasabb, 18%. Magyarországon ez az arány 25%. Ausztriában több gyalogos baleset történt (3836), de azoknak a súlyossága alacsonyabb. A halálos baleset fogalma mindkét országban megegyezik; viszont az osztrák statisztikában a súlyos és a könnyű sérültek arányát nem különböztetik meg.

Az osztrák közlekedési programban [SRSP, 2004] a gyalogátkelőknél végzett baleseti elemzés kimutatta, hogy vannak következményei annak, hogy az osztrák Közúti közlekedés rendjének szabályainak (StVO) 1994. évi módosításával teljes elsőbbséget adtak a gyalogosoknak a kijelölt gyalogos átkelőknél. Sajnos jelentősen megnőtt a balesetek száma ennél a létesítménytípusnál, közel 70-ről közel 110-re emelkedett 1996-ra a gyalogos sérüléssel járó balesetek száma, amely több mint 50%-os növekedés. A jelzőlámpás átkelőknél viszont csökkenést mutattak a baleseti adatok (80-ról 60-ra csökkent a sérüléssel járó balesetek száma).

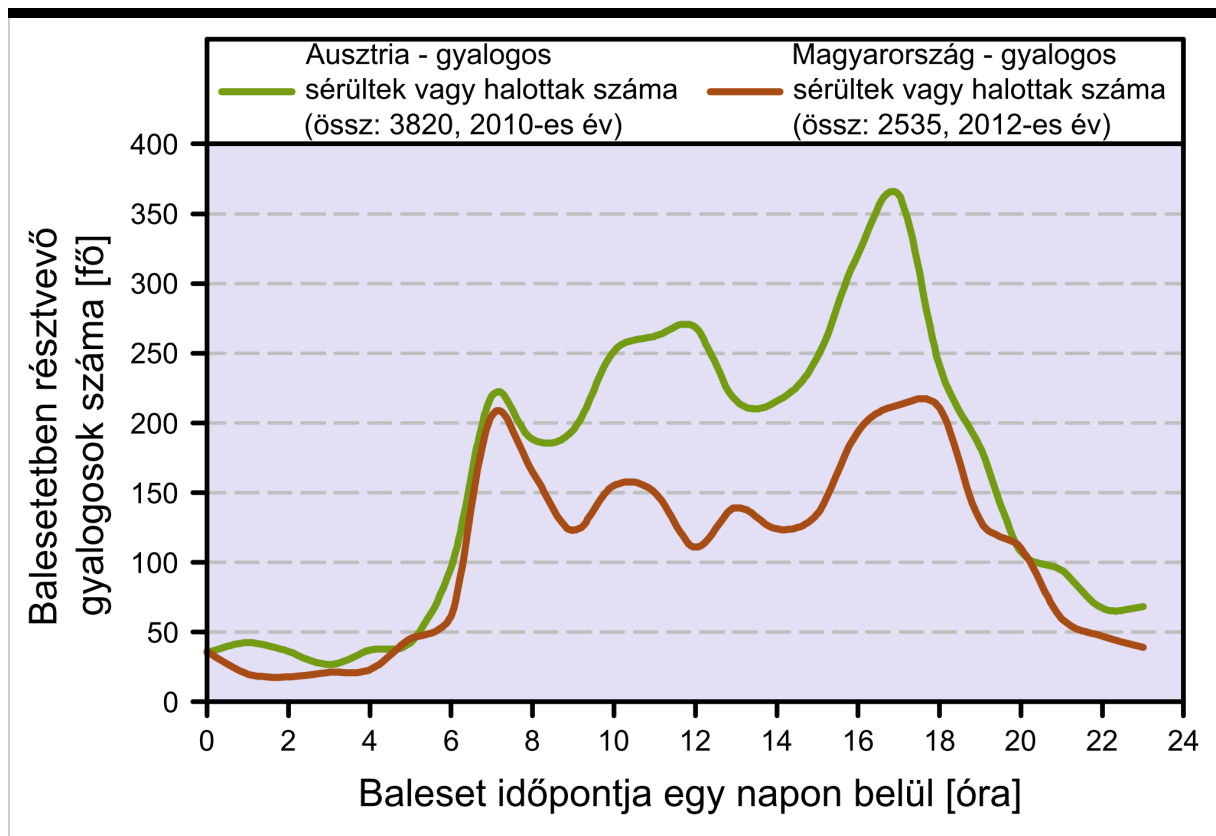
Az osztrák gyalogos balesetek 92%-a lakott területen történt, amely megegyezik a magyar adatokkal. Az összes gyalogos sérült és áldozatok számát összehasonlító grafikont a 4. ábra mutatja be. A gyalogos sérültek majdnem 40%-a 60 év feletti korosztályba tartozik, míg az osztrákoknál kiemelten veszélyeztetett korosztály a 0-14 éves és a 75 év feletti korcsoport volt.



4. ábra

Összes gyalogos sérült és áldozatok korcsoportonként Ausztriában (2010) és Magyarországon (2012) [adatok forrása: KSH, Basic Fact Sheet 2010 Fußgänger]

Ausztriában a legtöbb gyalogos baleset 10-13 és 16-18 óra között következik egy napon belül. Az összes gyalogos sérült és áldozat számát a baleset időpontja szerint szemlélteti az 5. ábra 24 órás bontásban. A két görbe trendje hasonló, a csúcsok a déli 12 órát kivéve ugyanott vannak.



5. ábra

Gyalogos elütések elszámlása egy napon belül Ausztriában (2010) és Magyarországon (2012) [adatok forrása: KSH, Basic Fact Sheet 2010 Fußgänger]

A két ország gyalogos baleseti adatainak további részletes összehasonlítása a 2012-es osztrák kiadvány megjelenése után lehetséges. Az elért eredmények után összevethetőek lesznek a két ország közlekedésbiztonsági beavatkozásai, kampányai. 2000 és 2011 között Norvégia és Dánia érte el a legnagyobb gyalogos balesetszám csökkenést 64-67%-ot [IRTAD, 2013]. A későbbiek során az előbb említett két ország stratégiáját, korábbi statisztikáit és közlekedésbiztonsági intézkedéseit feldolgozva élesebb képet kaphatunk a nagy pozitív változásról.

4. Konklúzió

A gyalogos balesetek 91-92%-a lakott területen történt Magyarországon és Ausztriában is. Az osztrák baleseti adatok rövid áttekintése képet ad egy hozzánk közeli nemzet közlekedésbiztonsági helyzetéről. Megállapítható, hogy a veszélyekre való felhívást korcsoportonként külön-külön kell megtenni, mert más-más típusú veszély fenyeget egy gyermeket és egy idős embert is. Ők a legvédtelenebbek, nem elfelejtve a mozgásukban korlátozott közlekedőket. Összességében elmondható, hogy a balesetek számának összehasonlítása önmagában nem elegendő az elemzésekhez és beavatkozásokhoz, mert a számuk csökkenő tendenciát mutat, ugyanakkor a baleset átlagos súlyosságában visszalépéseket mutatnak az adatok. Jelen cikk is arra hívta fel a figyelmet, hogy a nemzetközi trendekkel csak részben hasonlíthatóak össze az adatok (más a motorizáció, népességszám, közlekedési kultúra).

A kutatás további részében gócpontok felismerése a cél a főváros területén a kijelölt gyalogos átkelőhelyek tekintetében. Helyszíni bejárással, rövid forgalomszámlálással és konfliktusvizsgálattal hasznosabb és célzott eredményre juthatunk az egyes pontokon, amelyek esetében javaslatot tehetünk közlekedésbiztonsági beavatkozásokra. Jelen cikk rámutatott arra, hogy a legérzékenyebb helyszínek a kijelölt gyalogos átkelőhelyeken vannak, és az okon belül jelentős részt képvisel a szabálytalan átkelésekből eredő balesetek aránya; a szabálytalan átkelések aránya nem elhanyagolható.

5. Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnék a WinBal programmal való lekérdezések létrehozásában köszönetet mondani Tigyi Szabolcs közlekedésmérnöknek, a Közlekedéstudományi Intézet munkatársának.

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását a TÁMOP-4.2.2.B-10/1--2010-0009 program támogatja.

6. Felhasznált irodalom

ETCS (2011) European Transport Safety Council 2011 June 2010 Road Safety Target Outcome: 100,000 fewer deaths since 2001 5th 2008 Road Safety PIN Report (p: 25-35)

EU Fehérkönyv (2004) Európai bizottság Brüsszel, Útiterv az egységes európai közlekedési térség megvalósításához – Úton egy versenyképes és erőforrás-hatékony közlekedési rendszer felé

Government of the Federal State of Styria Department Transport and Planning: The Styrian Road Safety Programme 2004-2010 (2007)

Holló P. et al (1995) Observation of elderly pedestrians on signalized crossings and jaywalkers in the vicinity of pedestrian subways, ICTCT workshops Párizs

Holló P. et al. (1980). A hazai gyalogosbalesetek típusainak elemzése (13-19/80.sz. kutatási téma keretében) Közúti közlekedési tudományos kutató intézet, Budapest

IRTAD 2013 Road Safety Annual Report 2013 OECD/ITF 2013

Központi Statisztikai Hivatal (KSH) Közlekedési balesetek c. évkönyvek 2011, 2010, 2009, 2008 Budapest

Magyar közlekedéspolitikai 2003-2015 Gazdasági és közlekedési minisztérium, Budapest 2004

Statistic Austria Straßenverkehrsunfälle – Österreich, Basic Fact Sheet 2010 Fußgänger (nyelv: német)

Styrian Road Safety Programme 2004-2010 (2004) Strategies and measures to increase road safety on Styrian roads Second edition Steiermark

SWOV (2009) Fear-based information campaigns SWOV-factsheet, April 2009, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam (2009)

WHO (2004) WHO = World Health Organisation - The world health report 2004 - changing history

Internetes hivatkozások:

[1] <http://www.trauma.org/archive/history/epidemiology.html>

[2] <http://www.visionzeroinitiative.com>

[3] <http://www.visionzeroinitiative.com/> Traffic safety by Sweden The Vision Zero - No loss of life is acceptable

Adatok

Megjelent itt

2. szám
2013. ősz



Szerző

Kovácsné Igazvölgyi Zsuzsanna

2012-óta a BME Építőmérnöki Kar Út és Vasútépítési Tanszékén Doktorandusz hallgató. Kutatási témája Dr. Fi István vezetésével: Gyalogos mozgási és várakozási jelenségek vizsgálata közlekedéstervezési paraméterek

meghatározására. A kutatási témában megjelent publikációk száma több, mint 5. Részt vett a 2010-es International Summer School in Wiesbaden és a 2009-es MEPS Nemzetközi Várostervezési Gyakorlaton. A kutatás mellett az oktatásban vesz részt. A Közlekedéstudományi Egyesületnek 2008 óta tagja; az egyesület 2013. januárjában ezüstjelvénnel jutalmazta.

Témakörök

Kiemelt • Városi közlekedés

Kulcsszavak

balesetek okai • elemzés • Gyalogos balesetek • közlekedésbiztonság • trendek

Befogadva

2013. november 26.

Abstract

In the EU one has a 9-fold chance of dying in an accident as pedestrian compared to travelling in a car, according to a study made in 2013. Goal of this article is to point out that pedestrians are defenceless travellers by studying the severity of the accidents. I will compare Hungarian and Austrian data series (2008 to 2012) regarding certain features. The article is to present most common reasons and types of pedestrian accidents, and will refer to certain responsibilities of pedestrians in the accidents.



Közlekedési pályák teherbíró-képessége - Az alaprétegek hatásai

Szerző(k) **Karoliny Márton**

Kivonat

Az útpályaszerkezetek „teherbíróképessége” mint a forgalmi és környezeti hatásokkal szembeni ellenállóképesség nem kis mértékben függ az alaprétegek tulajdonságaitól.

A hazai gyakorlatban az alaprétegek tervezése, megvalósítása során a tényleges szilárdságtani tulajdonságokat egyrészt kevésbé ismerik, másrészt – ezen ismerethiány miatt – nem megfelelőképpen alkalmazzák a tényleges megoldások során.

Az írás áttekinti az útpályaszerkezeti szilárdságtan eszközeivel – a tényleges anyagtulajdonságok figyelembevételével – azokat a hatásokat, amelyeket az alaprétegek viselkedése a teljes útpályaszerkezetre gyakorol és javaslatokat fogalmaz meg az alkalmazások hatékonyságának javítására.

1. Bevezetés, az alaprétegekről

1.1. Bevezetés

Korábbi publikációmban [Karoliny, 2013] a közlekedési pályák teherbíró-képességét a földmű szempontjából tárgyaltam.

A földműcentrikus az írásban néhány fogalmat definiáltam, ezen definíciókat változatlan tartalommal használni fogom.

Ebben az írásomban az alaprétegek kérdéskörét vizsgálom.

1.2. Az alaprétegek funkciói

Az alaprétegek funkcióit [Szerzői kollektíva, 2012] röviden a következőkben lehet összefoglalni:

- felső alapréteg (jellemzően aszfaltréteg)
- még megfelelő hidegtűrő és melegtűrő viselkedés
- kellő merevség
- jó hajlító-húzó feszültségekkel szembeni ellenálló-képesség
- a terhelések egyenletes továbbadása a mélyebben lévő rétegekre
- alsó alapréteg
- megfelelő deformáció ellenálló-képesség
- megfelelő merevség (teherelosztás)
- alacsony repedés érzékenység

A fentiekhez még három – lényeges - funkció csatolható:

- a felette lévő réteg megépítéséhez szükséges képesség (pl.: a kellő tömörítéshez szükséges merevség)
- bizonyos mértékű vízzárási képesség, hogy az alsó alapréteg, illetve a földmű ne nedvesedjen el
- mindezeket a funkciókat időben, mind a környezeti hatások miatti változások, mind a forgalom terhelése miatti leromlások ellenére kellő ideig legyen képes biztosítani

Látható és érzékelhető, hogy ezen a funkciók meghatározása meglehetősen általános, azaz viszonylag kevés támpontot adnak a gyakorló pályaszerkezet tervezőnek, főleg azért, mert a funkcióteljesítési képesség nincs számszerűsítve.

Ugyanakkor az is felismerhető, hogy a réteg merevségének ezek a meghatározások nagy jelentőséget tulajdonítanak.

Az elmúlt közel két évtizedben ugyanakkor a merevség fontossága bizonyos mértékben túl lett értékelve. Elterjedt egy olyan szemlélet és gyakorlat, hogy a hidraulikus réteg mindenhol egységes teherbírást biztosít, „függetlenül attól, mi van alatta”.

Az alaprétegek tervezésénél ennek megfelelően egészségtelenül nagy részarányban lényegében két típust alkalmaztak a cementstabilizációt és a soványbetont (a szemcsés rétegek visszaszorultak a javító – védőréteg tartományba).

Érvényes szabályozásunk [ÚT 2-3.207] kötőanyag nélküli alapréteget három csoportban, csoportonként három maximális szemcseátmérővel jellemez.

Ez a választék elegendőnek tűnik, bár számomra nehezen érthető, hogy az úniós szabályozáshoz képest (ami lényegesen több D_{max} értéket ismer), miért kellett szűkíteni a lehetőséget.

(Nem tartozik szorosan ide, de meg kell jegyezni, hogy a 20 mm feletti D_{max} értékű rétegek legnagyobb száraz térfogatsűrűségének meghatározásához alig van vizsgálóeszköz, ami a korrekt tervezéshez mindenképpen szükséges.)

A hidraulikus kötőanyagú keverékeknel – miközben számos kötőanyagfajta és szilárdsági osztály fel van sorolva – a szabályozás kizárólag cement kötőanyagot és funkcióhoz kötött (védőréteg, alapréteg) szilárdsági osztályt tesz kötelezővé.

Véleményem szerint ez a szűkítés indokolatlan és lényegében kizárja az energiatakarékosság szempontjából is fontos kötőanyagfajtákat (hidraulikus tulajdonságú ásványok, mész, pernye, granulált kohósalak), továbbá a helyszíni talajstabilizáció lehetőségét is erősen korlátozza.

1.3. Alaprétegek típusai

Az alaprétegek tipizálására vonatkozóan alapvetően leíró jellegű meghatározások léteznek, a gyakorlatban három alapréteg típus különböztethető meg:

- szemcsés alaprétegek
- hidraulikus kötőanyaggal készített alaprétegek
- meglévő pályaszerkezetek, mint alaprétegek

Ez a tipizálás azt sugallja, hogy a típuson belül a tulajdonságok állandóak.

A valóságban az alaprétegek a környezeti és forgalmi terhelések, valamint esetleges kémiai hatásokra tulajdonságaikat változtatják, teljesítőképességük ezért közel sem lehet azonos.

A probléma elsősorban az, hogy a valóságban folyamatok mennek végbe (tömörödés, utószilárdulás, repedezés stb.), míg a méretezési – tervezési rendszereink ezeket nagyon ritkán veszik figyelembe.

1.4. Problémamegfogalmazás

Látható, hogy az alaprétegekkel kapcsolatban a hazai szakmai körökben jórészt kissé leegyszerűsített szinten megjelenő megállapítások találhatók.

A követelmények, képességek, a képességek hosszú távú változatlan megtartása meglehetősen szerényen van számszerűsítve.

A merevség túlhangsúlyozása ugyanakkor egy költséges és egyéb hibákat indukáló gyakorlatot honosított meg. A pályaszerkezet fontos részét képező alaprétegek tényleges tulajdonságait és hatását a teljes pályaszerkezetre tehát meglehetősen felületesen ismerjük.

Ezen írás célja azon hatások számbavétele és ismertetése, amelyeket az útpályaszerkezeti alaprétegek gyakorolnak a teljes útpályaszerkezetre, illetve főleg az aszfaltrétegekre.

2. Alaprétegek merevsége

Az eddigiekből is nyilvánvaló, hogy az alaprétegek egyik legfontosabb tulajdonsága a merevség. Vizsgáljuk meg a merevség tényleges alakulását különböző feltételrendszerekben.

2.1. Az alaprétegek méretezési merevségei

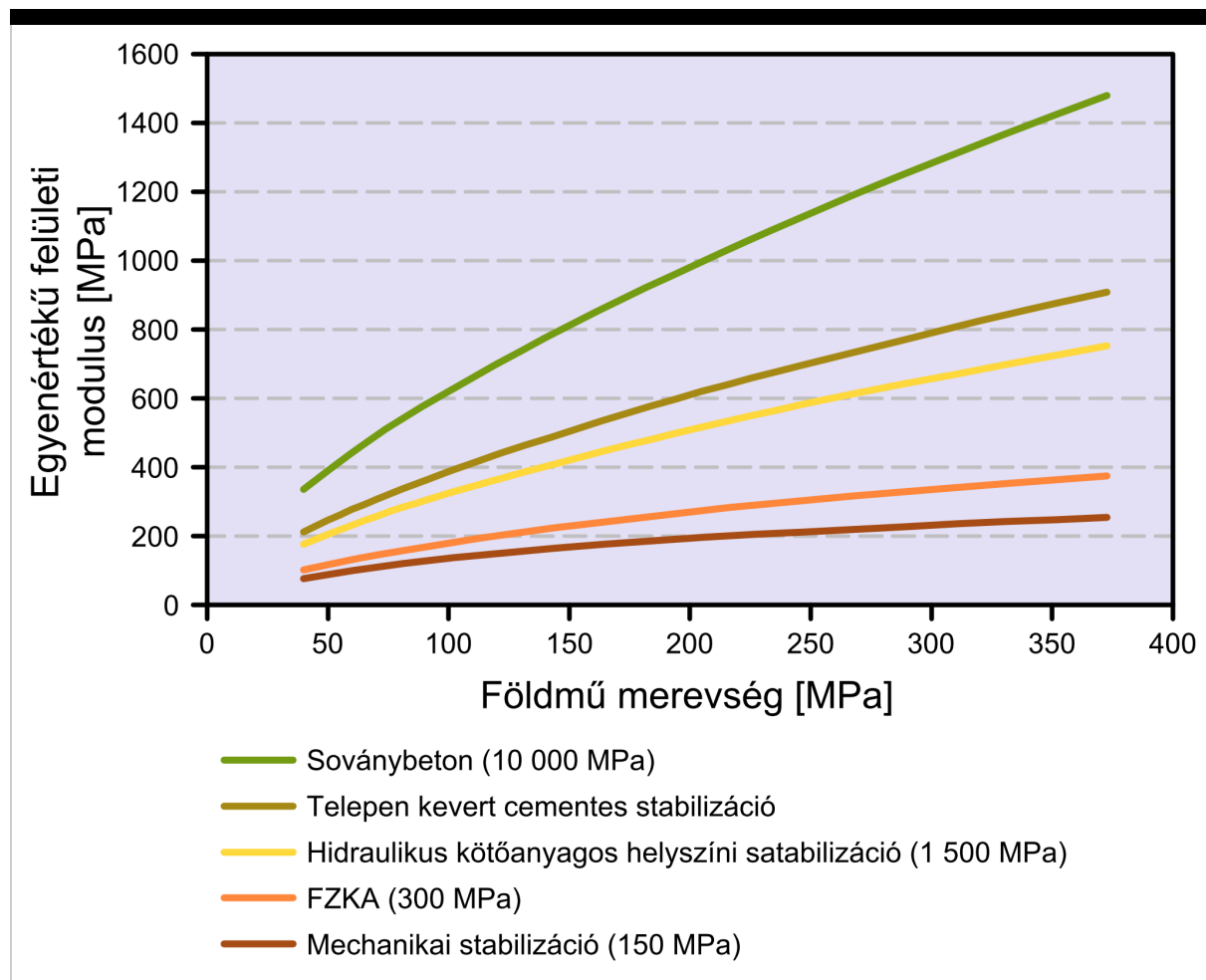
A különböző nemzetközi és hazai szabályozások jellemzően valamilyen tapasztalat, vagy modell elemzés

alapján a tipikus rétegek merevségét rögzítik, ezek alapján készült az új pályaszerkezetek tervezésére vonatkozó hazai szabályozás is. [ÚT 2-1.202:2005]

A nálunk használatos értékek alapvető forrása és magyarázata tanulmányozható a [Nemesdy, 1992] alatt.

Megjegyzendő, hogy a szabályozás [ÚT 2-1.202:2005] újabb kiadása a fent említett publikációban található [Nemesdy, 1992] kisebb mértékben eltérő merevségekkel számol, a továbbiakban én is ezeket használom.

Az érvényes merevségértékekkel egy számítássorozatot hajtottam végre egy tényleges földműmerevségi idősor alapján, amely értékeket az [Karoliny, 2013] alatt ismertettem.



1. ábra

200 mm vastagságú alaprég felületén értelmezhető egyenértékű felületi modulus a földmű különböző merevségeinek függvényében

Tanulmányozva a 1. ábrát, a hidraulikus kötésű rétegek nagyobb „teherelosztó” hatása nyilvánvaló.

Ugyanakkor azt is érdemes megfigyelni, hogy ezek a rétegek lényegesen „érzékenyebben” reagálnak a földműmerevség pozitív, vagy negatív változásaira (a vonalak meredekebben futnak).

Mindenesetre az a megállapítás, hogy a hidraulikus alaprég mindenhol képes egységes teherbírást biztosítani, legalább is megkérdőjelezhető, mert a földmű merevségek nem csak időben, hanem térben is nagyon jelentősen változnak, ezek hatására az egyenértékű felületi modulus is jelentősen változik.

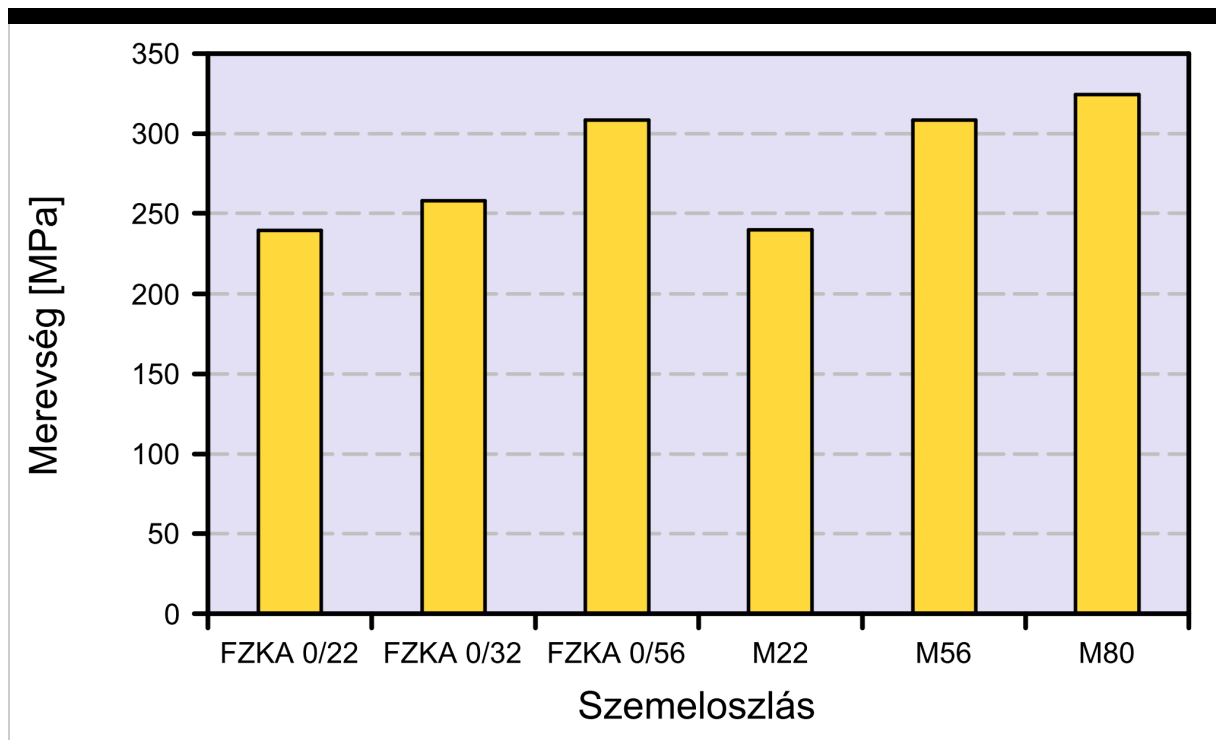
2.2. Szemcsés kötőanyagú rétegek merevsége regressziós összefüggés alapján

Hazai gyakorlatunk a réteg típusa szerint ad merevségértékeket, tehát van a mechanikai stabilizációnak és az FZKA rétegnek.

Ennek nincsenek igazán alátámasztott szilárdságtani alapjai, azaz ezek mérnöki becsléssel megállapított értékek. Az USA – ban alkalmazott eljárás [NCHRP, 2001] a szemcsés anyagok szemeloszlása alapján (a 60% - értékhez tartozó szemcseátmérő függvényében) ad számítható CBR értékeket és ebből számítható a merevség.

Az érvényes szabályozás szemeloszlásai alapján (a határgörbék középértékeivel számolva) meghatároztam a hazai szemcsés rétegek merevségértékeit.

Az eljárás kicsit leegyszerűsített (a súrlódási szöget figyelmen kívül hagyja) de véleményem szerint jobban jellemzi a valóságot, mint a tervezési értékek, nagy előnye, hogy rávilágít a nagyobb Dmax értékek használatának hasznosságára.



2. ábra

Számított alapréteg merevségek a szemeloszlás alapján

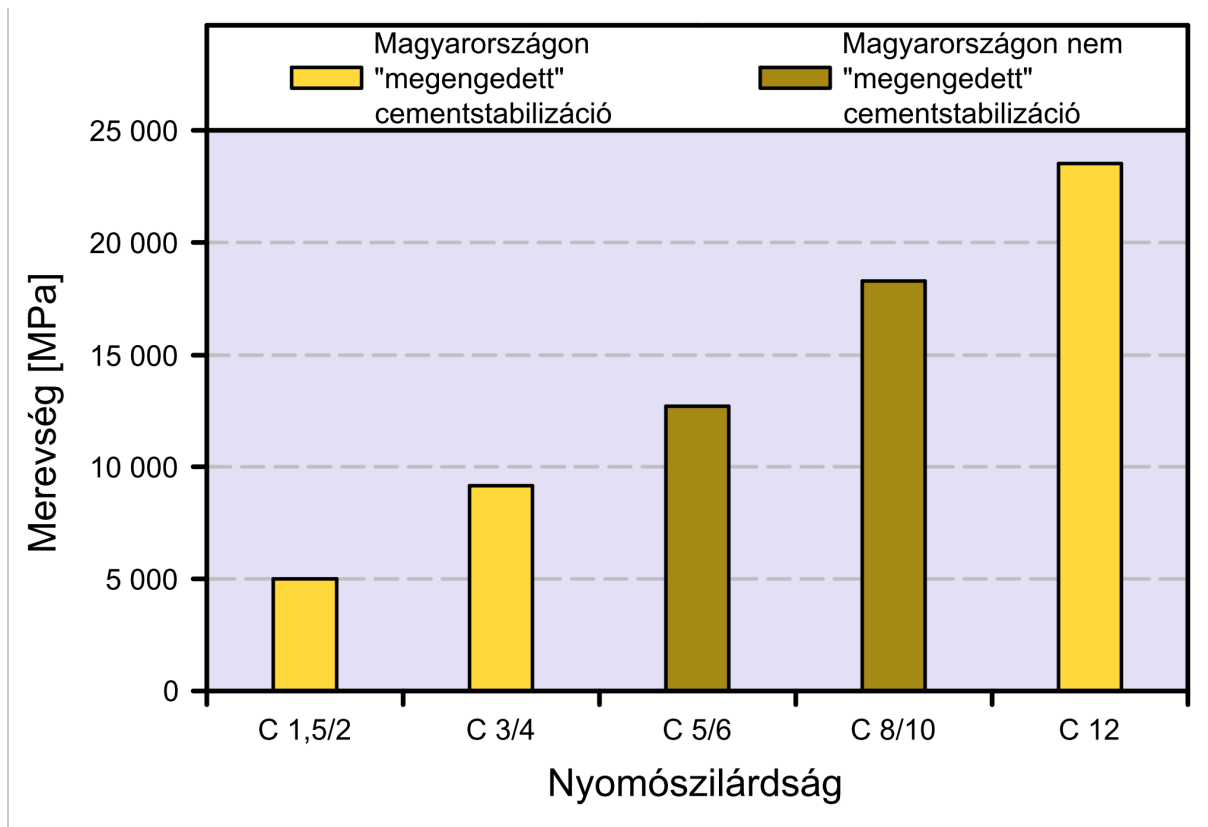
A 2. ábra alapján megállapítható, hogy hazai szabályozásunk az FZKA típusok esetében reális, a mechanikai stabilizáció esetére kissé konzervatív szemléletű.

Sajnálatosnak tartom, hogy a legutolsó 10 év jelentős építési projektjeinél a nagyon jelentős mennyiségben végrehajtott üzemi gyártásközi mérések adatait nem használták fel ezen becslések pontosítására.

2.3. Hidraulikus kötőanyagú rétegek merevsége az előírt szilárdságból számítva

Ismeretes, hogy a nyomószilárdság és a merevség között nagyon szoros kapcsolat van.

E kapcsolat alapján számítottam a különböző típusok merevségeit, piros színnel szerepelnek a „megengedett” alapréteg típusok.

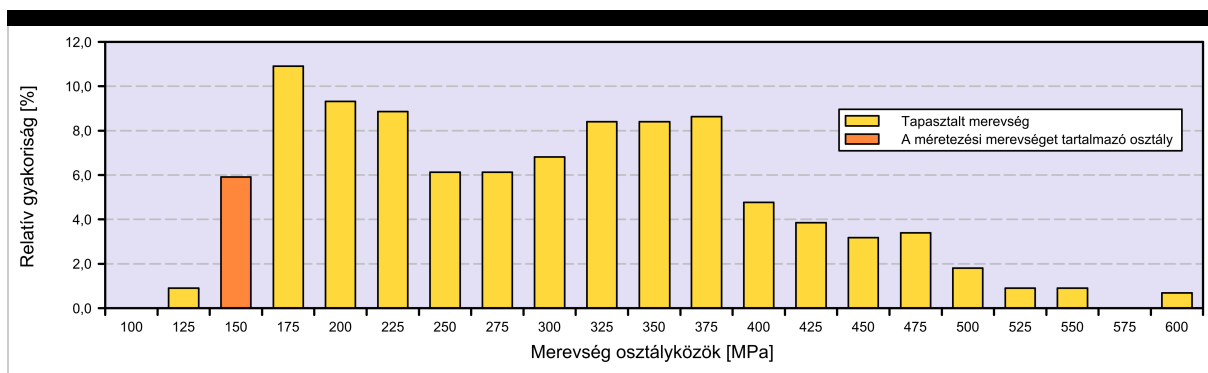


3. ábra
Cement kötőanyagú alaprétegek merevsége az előírt nyomószilárdság alapján

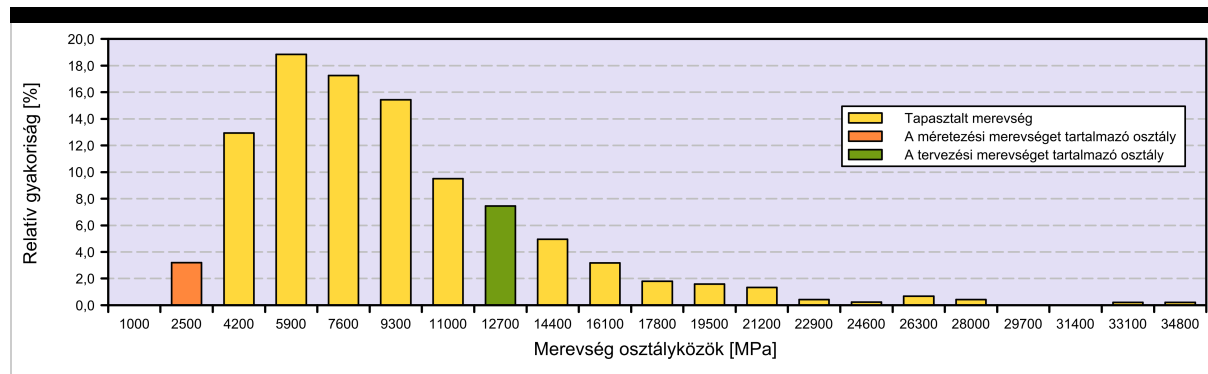
A diagramból átható, hogy a számított merevségek lényegesen meghaladják a méretezésnél használt értékeket. Itt meg kell jegyezni azt, hogy a magyarázott [Nemesdy, 1992], viszonylag alacsony méretezési merevség a stabilizációkra vonatkozó régi szabályozás alapján megvalósult esetekből vonta le a következtetést, az új szabályozás eredményeként lényegesen nagyobb minősítő szilárdságok – és merevségek – várhatók, tehát ezen előírást célszerű felülvizsgálni a magasabb tervezési merevségek alkalmazásának érdekében. Azt is meg kell jegyezni, hogy a cement kötőanyag kizárólagossá tétele számos, a diagramon szereplőknél alacsonyabb merevségű réteg alkalmazását kizárja.

2.4. Alaprétegek tényleges merevsége

Egy nagyobb autópálya építésnél az átadás előtt nehéz ejtősúlyos berendezéssel behajlásméréseket végeztek, ezek alapján – vissza – számolással – meghatároztam a szemcsés réteg illetve a cementstabilizáció merevségét. Mindenképpen meg kell jegyezni, hogy elsősorban a kötőanyagot nem tartalmazó rétegek, de kisebb mértékben a kötőanyagot tartalmazó rétegek beépített állapotban tanúsított merevsége eltér (jellemzően magasabb) mint amit a réteg felületén végrehajtott mérésekből számíthatunk, illetve a laboratóriumban mérhető értékektől. Ennek különböző okai vannak, elég itt azt megemlíteni, hogy a laboratóriumi merevségvizsgálatok egytengelyű feszültségállapottal operálnak, míg a pályaszerkezet egy két irányban teherhordó lemezrendszer. A vissza – számolás viszont, éppen ezért a tényleges viselkedésből ad merevségértékeket.



Tanulmányozva az eredményeket, tapasztalhatjuk, hogy a gömbölyűszemű, M 50 minőségű mechanikai stabilizáció a méretezési merevségértéket nagymértékben túllépi, ez egyben igazolja a 2. ábrán szereplő számítás helyességét.



5. ábra

Építés után mért cement stabilizáció merevségek relatív gyakoriságai

Hasonlót lehet tapasztalni a cementstabilizáció esetében, ahol meg kell jegyezni, hogy a szakaszon „mikrorepezítés” volt alkalmazva, ami – sikeres végrehajtás esetén – biztosan csökkenti valamennyire a merevséget.

Ugyanakkor, ha összehasonlítjuk a tapasztalt értékeket az érvényes tervezési szabályozásban szereplő, tervezési szilárdsághoz tartozó merevségértékkel, meglepő (talán nem is nagyon meglepő...) módon azt látjuk, hogy a mért értékek nagyon nagy része elmarad ettől.

Itt ugyanis két dologról van szó, egyrészt a méretezésnél alkalmazott – véleményem szerint indokolatlanul alulbecsült – merevségről, a másik pedig a szabályozásban [ÚT 2-3.207] leírt módon elrendő szilárdság (és az ebből számítható merevség) értékről.

Az előírt tervezési szilárdság értékeket laboratóriumi körülmények között (elkészített próbatesteken) vizsgáljuk, amely értékek nyilvánvalóan legfeljebb korrelációs kapcsolatban lehetnek a tényleges (a mérés időpontjában érvényes!) merevségekkel.

A méretezési előírások és a tényleges keverékelőállítás – rétegépítés előírásai, tehát nagymértékben elválnak egymástól gyakorlatunkban és ez nyilvánvalóan helytelen.

Nehéz szabadulni attól a gondolattól, hogy a méretezési merevség alacsony szinten tartása lényegében annak beismerése, hogy a szabályozás [ÚT-2.3.207] előírásai a gyakorlatban kijátszhatók, adott esetben az élettartamra gyakorolt negatív hatásokkal.

3. A merevség változásai

Egy elkészült réteg merevsége – itt hangsúlyozottan a rétegre, tehát nem a pályaszerkezetre gondolok – a forgalmi – környezeti terhelések, továbbá kémiai – fizikai folyamatok hatására változik.

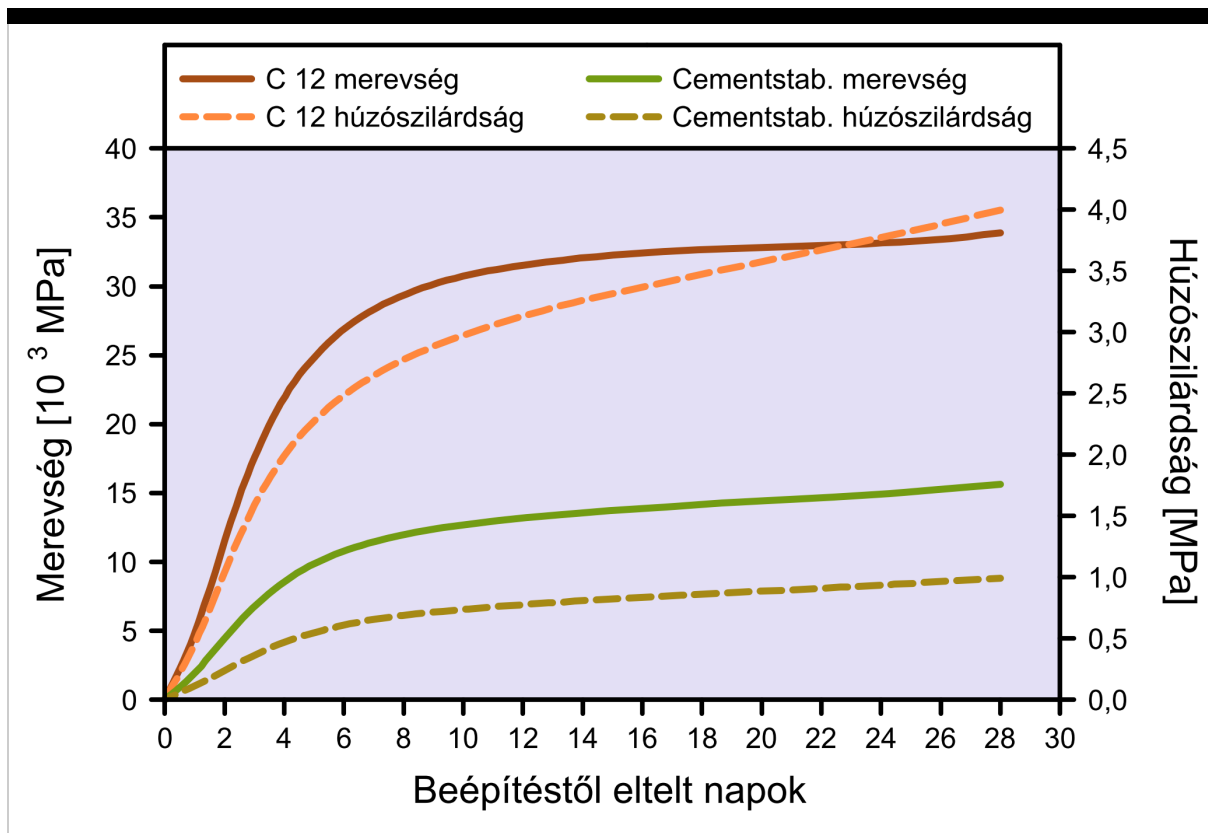
Ezen változások jellegének megismerése alapvető fontosságú kérdés, hiszen a teljes pályaszerkezet „teljesítőképesége” ezen változások egyféle eredőjeként nyilvánul meg, azaz a „leggyengébb láncszem” elv alapján egyetlen réteg hibái az egész pályaszerkezetre kihatnak.

Sajnálatos, hogy bár hazánkban az állapotfelméleti eljárások az országos közúthálózaton nemzetközi összehasonlításban is korszerűnek mondhatók, a mérési eredmények elemzése – főleg idősoros bontásokban – nem történik meg.

A továbbiakban – alapvetően figyelemfelhívó jelleggel – néhány, a merevség változásával kapcsolatos kérdést tárgyalok.

3.1. Hidraulikus kötésű rétegek szilárdulása

A hidraulikus kötésű rétegek szilárdulása során a merevségük és a húzószilárdságuk is változik. Két nagyobb projekt üzemi gyártásközi adatait dolgoztam fel a következő diagramban. Miután itt laboratóriumi próbatestek vizsgálati eredményei szerepelnek, szükséges megjegyezni, hogy a beépített réteg esetében a szilárdulási folyamat nagymértékben időjárásfüggő, azaz gyorsabb és lassabb is lehet.

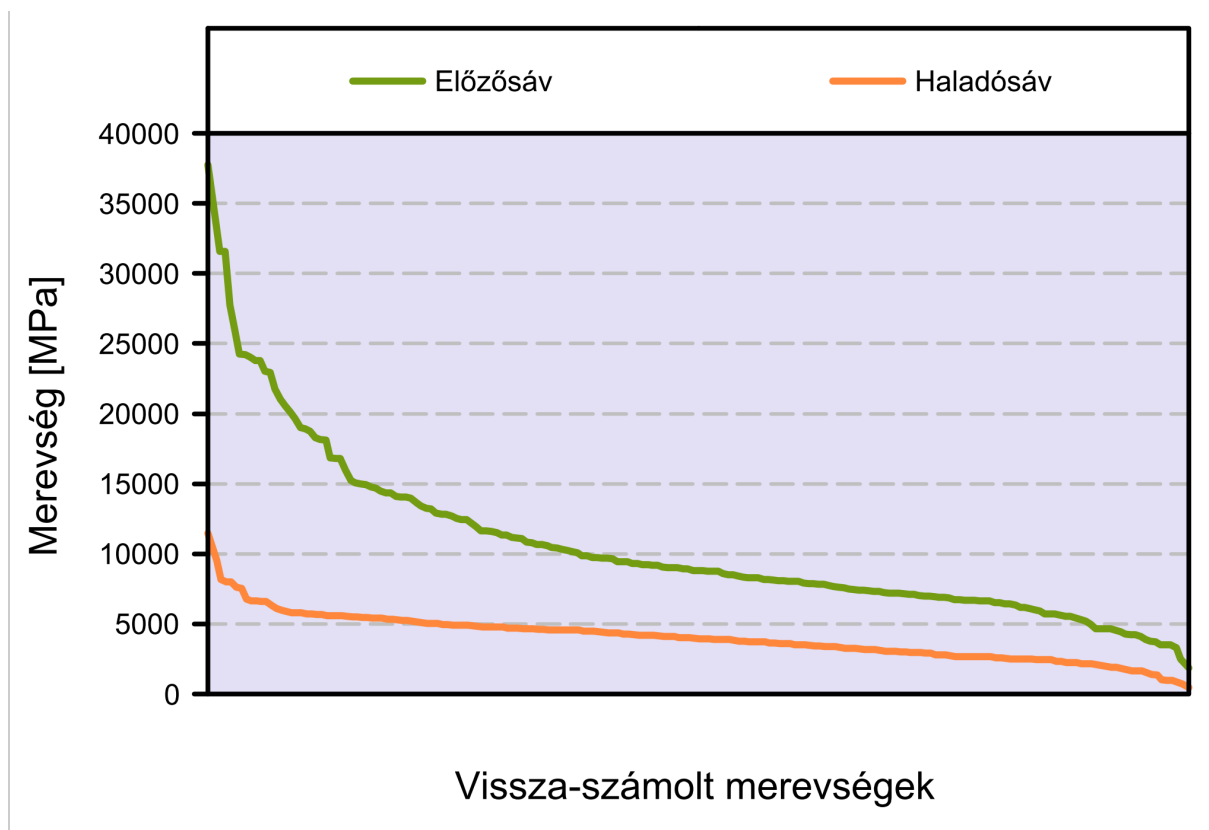


6. ábra

Hidraulikus alapréteg merevségének és húzószilárdságának alakulása a szilárdulási folyamatban

A 6. ábra tanúsága szerint mindkét hidraulikus kötésű réteg anyaga kb.: két hetes korban eléri a tervezési szilárdság értéket, ezek után azonban tovább szilárdul (nő a merevsége). Ami mindenképpen feltűnő, hogy a húzószilárdság értékek milyen hamar érnek el érdemi szilárdságot, ennek jelentősége a reflexiók repedések elleni védelemben mutatkozik meg.

3.2. Hidraulikus alapréteg merevsége hosszabb használati idő után



7. ábra

Visszaszámolt cementstabilizáció merevségek egy régóta működő autópályán

A 7. ábrán egy hosszú idő óta működő autópálya egy szakaszán végrehajtott behajlásmérésekből számított, a hidraulikus rétegre vonatkozó merevségértékek láthatók.

Az első, amit megfigyelhetünk, az a két forgalmi sáv merevségének különbsége, ami nyilvánvalóan a sokkal jobban terhelt haladósávon alacsonyabb.

Megfigyelve az abszolút értékeket, jól látható, hogy a mérési helyek döntő részén a vissza – számolt merevség nagyobb (lényegesen nagyobb) mint a tervezésnél elfogadott érték.

Azt is figyelembe kell venni, hogy a megvalósításkor még egy lényegesen kisebb szilárdsági értékeket megkövetelő előírás volt életben (praktikusan 80 kg/m³ cementadagolások voltak a jellemzők).

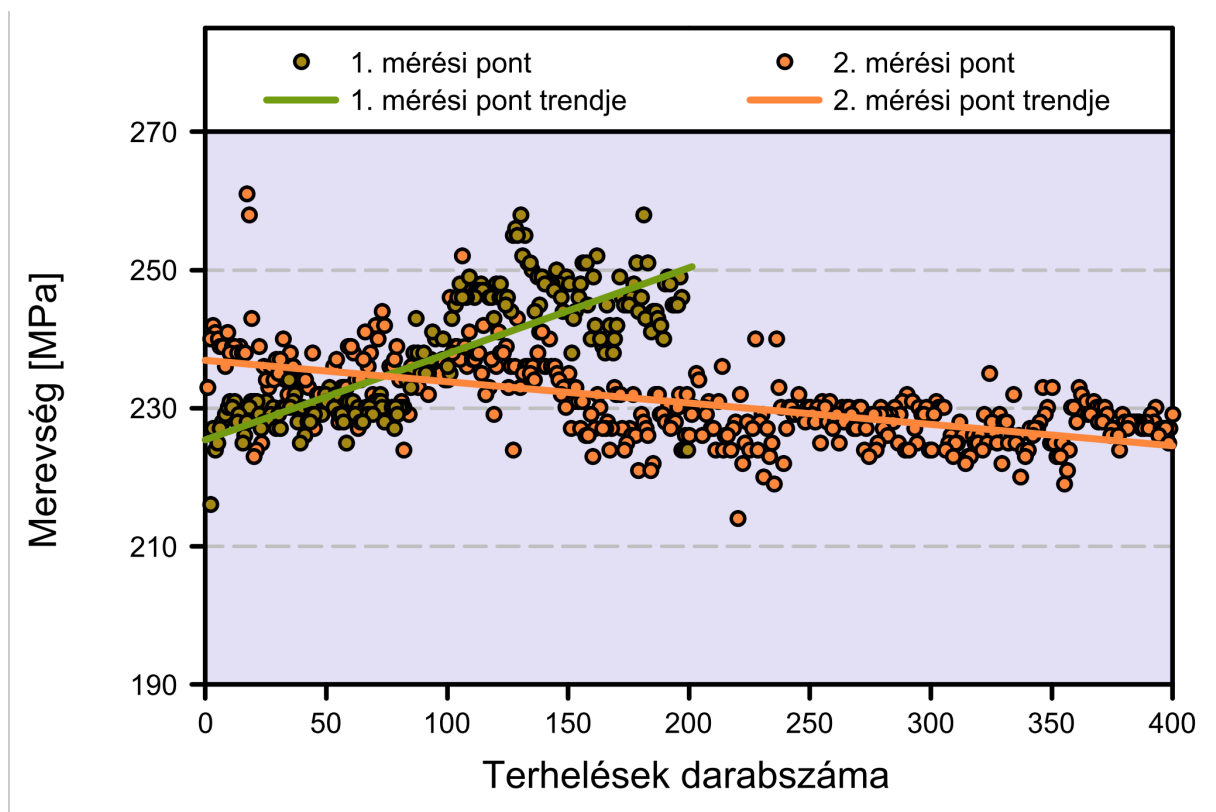
Azaz, a cementstabilizáció – igazoltan – lényegesen nagyobb „teljesítményt” mutat, mint méretezési szabályozásunk által elfogadott.

Itt, most arra kell, hogy utaljak, hogy a szabályozások biztonsági tényezői többletköltségeket indukálnak, a mérnök feladata pedig a társadalmilag elfogadható költségszint kialakítása, ebben még meglehetősen sok a tennivalónk.

3.3. Szemcsés alaprétegek merevségének változása

A szemcsés rétegekkel kapcsolatban elég általános vélekedés (nem alaptalan), hogy a forgalmi terhelések hatására „tömörödés” megy végbe, ezáltal a merevség (teherelosztó képesség) nő.

Inkább a figyelem felhívására bemutatok egy közelmúltban végrehajtott kísérleti eredményt.



8. ábra

Szemcsés rétegmerevségek változásai ismételt terhelések hatására

A 8. ábrán jól megfigyelhető, hogy az egymástól néhány méter távolságban lévő mérési pontokon a viselkedés teljesen eltérő.

Hazánkban a szemcsés alaprétegek lényegében teljes kizárásával megszűnt, illetve létre sem jött ezen rétegek tulajdonságainak vizsgálata (kutatása) a más országokban kifejlesztett, létrehozott új módszerek és koncepciók alapján.

A diagramon lévő viselkedéskülönbségnek van leírható fizikai magyarázata [Schofield – Wroth, 1968], [von Wolffersdorff 1995], röviden csak annyit lehet mondani, hogy az aktuális és a granulometriailag lehetséges hézag tényező, a súrlódási szög és a terhelés nagyságának ismeretében a folyamat számítással modellezhető. A kérdés azért bír nagy jelentőséggel, mert ezen ismeretek birtokában lehetséges olyan szemcsés összetétel kifejlesztése, amelynek merevsége (rétegmerevség) jelentősen meghaladja a használatos szemcsés rétegmerevségét.

Nem kevés olyan behajlasmérést (FWD készülékkel végrehajtott) dolgoztam fel, ahol kiugró szemcsés réteg merevségek (500 – 1000! MPa) mutatkoztak, amelyek tudatos elérése esetén – megfelelő technológiai tervezést és ennek alapján végrehajtott beépítést figyelembe véve élettartam költségében is gazdaságos, környezetkímélő és energiatakarékos megoldások születhetnének.

4. Az alapréteg merevsége és a járulékos igénybevételek

Az eddigiekben elsősorban azt igyekeztem alátámasztani, hogy az alaprétegeink merevsége lényegesen nagyobb a méretezésnél elfogadott értékekhez képest.

A következő pontban azt próbálom bemutatni, hogy a nagyobb merevség – bizonyos körülmények között – járulékos, vagy többlet igénybevételeket okoz, azaz a merevség növekedésének negatív következményei is lehetnek.

4.1. Kopóréteg igénybevételek

A „félmerev” pályaszerkezetek esetén a jelenleg érvényes útügyi műszaki előírás a megerősítési méretezési eljárással kapcsolatban a következőket írja le:

„Főként autópályák, gyorsforgalmi utak elhasználandó félmerev pályaszerkezeteinél és nagy forgalmú városi utak beton alapréteggű szerkezeteinél fordul elő, hogy a mértékadó behajlás igen kicsi, a burkolat azonban az

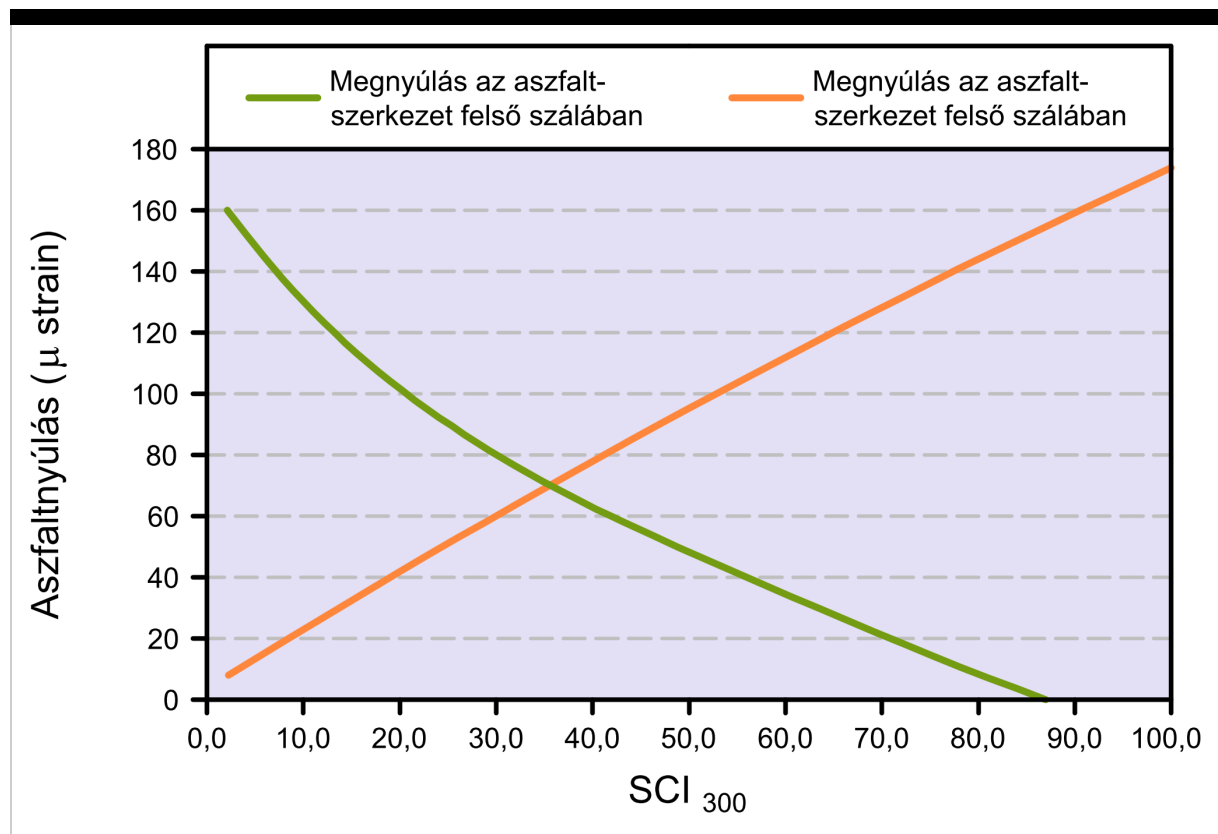
élettartam végén már fáradási repedéseket mutat.”

A jelenség a gyakorló szakember számára ismert, az alapkérdés az, hogy a repedések alulról felfelé, vagy felülről lefelé irányúak.

Kiterjedt kutatások [Van Gurp - Wennink, 1997], amelyek a méretező szoftverek felhasználásával nyert regressziós összefüggések létrehozására irányultak, számítottuk egy hazai mérőssor adataiból a következő diagramon lévő adatokat.

A 9. ábrán jól látható, hogy az aszfaltszerkezet tetején keletkező megnyúlások nagysága sok helyen eléri, illetve meghaladja az aszfaltszerkezet alsó szálában keletkező megnyúlás értékeit, a szerkezet tetején keletkező megnyúlások nagymértékben függenek az SCI300 értéktől, ami minél kisebb, annál nagyobb a pályaszerkezet merevsége.

Jól felismerhető, hogy mintegy 35 microméter SCI300 érték alatt, a kopóréteg nagyobb megnyúlás igénybevételt kap, mint az aszfalt alsó szál.



9. ábra

Aszfaltnyúlások és a mért teknőparaméterek összefüggése

A kopórétegeink nem csekély részén látható repedéseknek valószínűleg jelentős része ezen járulékos igénybevétel következménye.

4.2. Deviátorfeszültségek

Az aszfaltszerkezetek egyik tipikus tönkremenetele a keréknyomképződés.

Ez a tiszta rugalmasságtani anyagjellemzők alapján nem, vagy csak közelítően értelmezhető, mert itt az aszfalt viszkózus és plasztikus tulajdonságai is közrejátszanak.

Ugyanakkor a hagyományos rugalmasságtani megközelítés is (azaz az anyagok merevségét egy felvett hőmérsékleten értékeljük) érdekes eredményeket mutat.

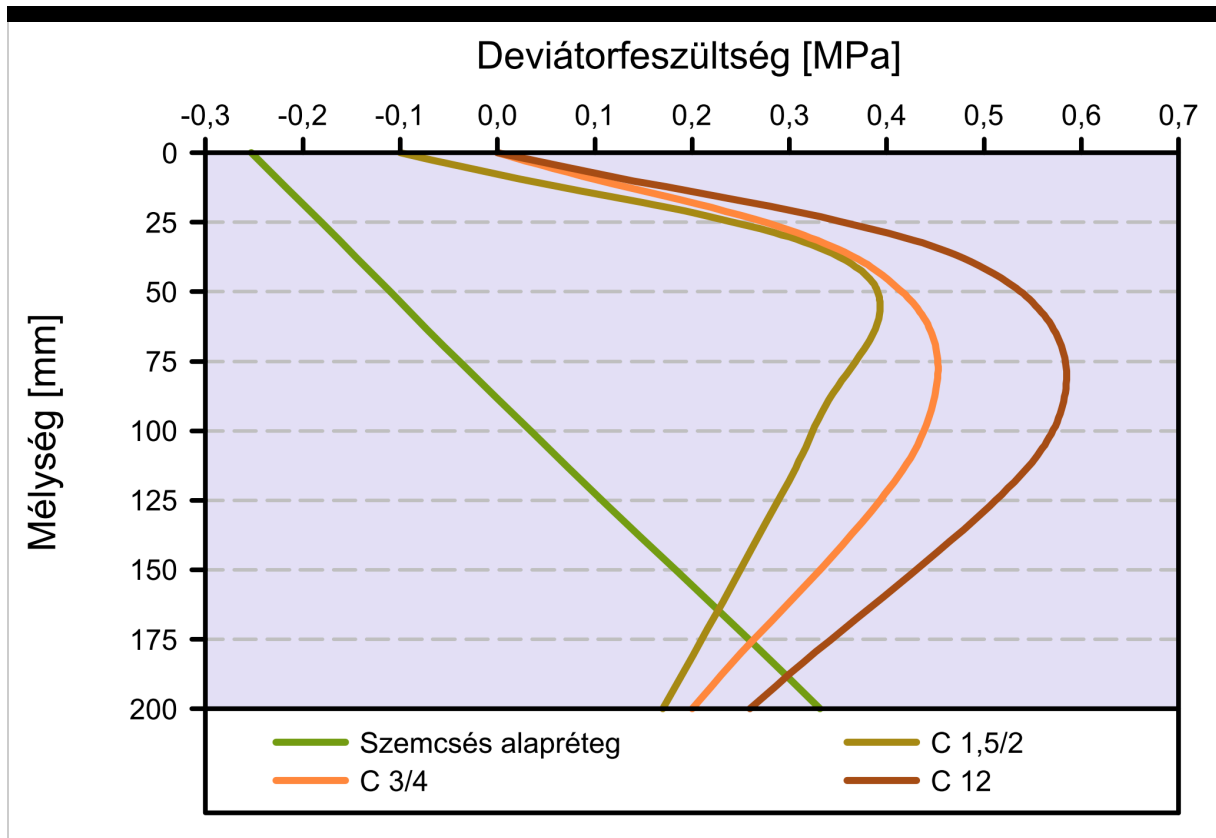
A diagramon egy próbaszámítás eredményei láthatók, 200 mm vastag aszfaltszerkezetben keletkező deviátor (nyíró) feszültségek ábrázolásával.

Jól felismerhető, hogy az egyre nagyobb alaprteg merevségek egyre nagyobb deviátorfeszültségeket indukálnak, ami a keréknyomképződés fő oka, főleg, a felszínhez közeli rétegekben, ahol az aszfaltrétegek hőmérséklete lényegesen magasabb.

Ezt a jelenséget [Leuthner - Wellner, 2007] „üllőhatásnak” nevezi, lényegében azt jelenti, hogy a merev alaprétegek következtében nagyobb a keréknyomképződés kockázata.

Itt hangsúlyozni kell, hogy a nagyobb igénybevétel nem jelent szükségszerűen nagyobb keréknyomosodást, mert az aszfaltkeverék deformációellenállása ezt a hatást képes ellensúlyozni, de a kockázat érdemben nagyobb.

Megjegyzendő az is, hogy a számítások a 10. ábrán feltüntetett alapréteg anyagoknál a méretezési merevségértékkel történtek, azaz – mint láttuk – a valóságban ennél lényegesen nagyobb alapréteg merevségek is lehetségesek, ami tovább növeli a kockázatot.

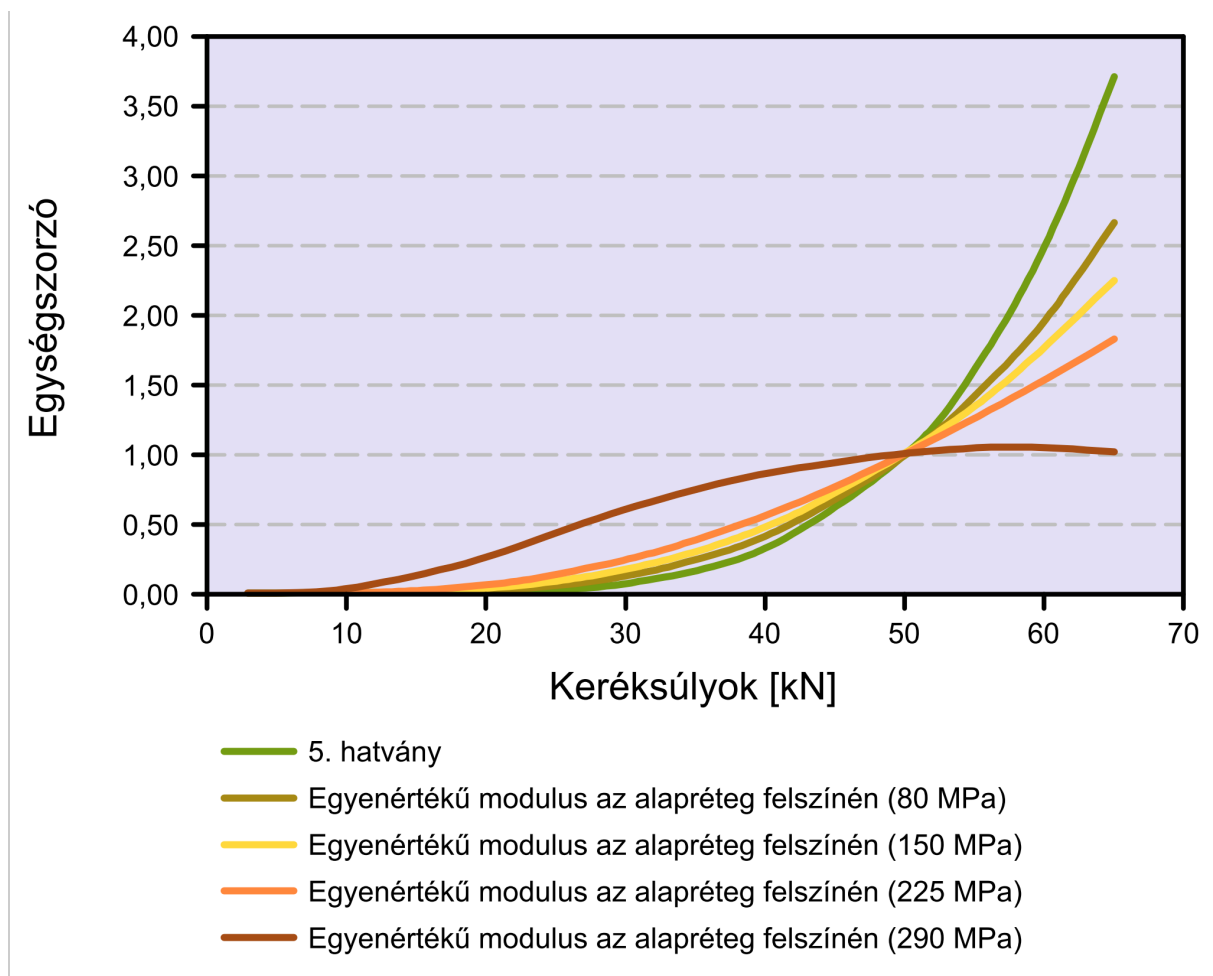


10. ábra
Deviátorfeszültségek az aszfaltszerkezetben

4.3. Tengelyterhelés szorzók

Az AASHO kísérlet óta általánosan elfogadott a pályaszerkezet méretezés területén az az akkor és ott tapasztalt tény, hogy a különböző tengelysúlyok rongáló hatása nem a tengelysúlyok arányával azonos, hanem az arány negyedik – ötödik hatványával.

Ez ma is méretezési eljárásunk egyik kiinduló „tétele”.



11. ábra
Egységkeréktényezők értékei

A kísérletet - az aszfaltburkolatok esetén – kizárólag „hajlékony” pályaszerkezeteken hajtották végre, azaz szemcsés alap és védőréteg lett alkalmazva, azaz nem vizsgáltak nagyobb merevséggel rendelkező hidraulikus kötésű alaprégeket.

Az azóta szerzett tapasztalatok illetve az analitikus méretezési eljárások alkalmazása ezt a kiinduló tételt jórészt megcáfolta.

A 10. ábra egy olyan számítás eredményét mutatja, ahol a „rongáló hatás” az aszfaltréteg alsó szálában keletkező megnyúlással van azonosítva és ez az érték került meghatározásra négy különböző pályaszerkezet esetére, különböző kerékterhelések hatását figyelembe véve.

Az egységsszorzó pedig a különböző keréksúly okozta megnyúlás és az 50 kN „egységkerék” megnyúlás hányadosa.

Jól felismerhető, hogy az egyre merevebb szerkezetek esetén egyre nagyobb az 50 kN alatti keréksúlyok hatása szemben az „5. hatványos” képletből számíthatóval, ez azt is jelenti, hogy a tényleges terhelésszámok (átszámítva) akár jelentősen is nagyobbak lehetnek.

Itt is hangsúlyozni kell, hogy a számítások az érvényes méretezési merevségértékekkel lettek végrehajtva, azaz – mint láttuk – a valós merevségek ennél lényegesen nagyobbak, tehát a többletterhelés is nagyobb.

Összefoglalva megállapítható, hogy a merevség túlhangsúlyozása érdemi többlet igénybevételeket okoz, ennek megfelelően növeli a más jellegű tönkremenetel kockázatát.

4.4. Reflexiós repedések

A reflexiós repedések témája klasszikusan mutatja hazai gyakorlatunk leíró – azaz nem analitikus – jellegét. Ennek sajnos következményei is vannak, ugyanis amikor nincsenek igazolt, előírható és főképpen mérhető értékek valamilyen tulajdonságra, az alkalmazásnál súlyos hibákat is véthetünk.

A reflexiós repedések kérdésének van egyébként „filozófiai” vetülete is, egyes országok (pl.: Franciaország) gyakorlata a reflexiós repedések „tudomásulvételét” veszi alapul azzal, hogy a hozam nagyobb, mint a kár és nem érdemes bonyolult (és drága) megoldásokkal kísérletezni, vegyük tudomásul, hogy az előnyök mellett,

többlettel fenntartással kell számolnunk, azaz viseljük el a reflexiós repedéseket.

A hazánkban mostanában megfogalmazott „zérus” fenntartás igény véleményem szerint gazdasági állapotunk mellett nem reális.

A kérdés azért is jelent meg így, ebben a formában, mert beruházásra (felújításra) jellemzően úniós (azaz költségvetésen kívüli) források állnak rendelkezésre, ugyanakkor a fenntartás a mindenkori költségvetés függvénye (praktikusan erre alig jut forrás).

Közgazdaságilag könnyen igazolható, hogy ez a szemlélet nem helyes, az már más kérdés, hogy ennek költségvetési konzekvenciáit valaki levonja – e.

4.5. A jelenség fizikai oka

Pályaszerkezeti rétegeink, a kialakuló hőmérsékletkülönbségek hatására változtatják hosszukat, dilatálnak. Ez a hőmozgás érdemi nagyságot a kohézióval rendelkező rétegekben ér el, a szemcsés rétegek esetében lényegében elhanyagolható.

A kohézióval rendelkező rétegben – amennyiben a fogadóréteg és közöttük érdemi súrlódás van (a gyakorlatban ez mindig létezik) – a gátolt alakváltozás miatt feszültségek keletkeznek, a hőmozgás irányának megfelelően és amennyiben ezek meghaladják a szilárdságértéket, tönkremenetel (repedés) keletkezik.

Szakmai köreinket leginkább a húzófeszültségek érdeklik (pályaszerkezeti kohézióval rendelkező anyagaink húzószilárdsága jellemzően alacsonyabb a nyomószilárdságnál), de egyes speciális körülmények között nem zárható ki a túl magas nyomófeszültségek miatti tönkremenetel (főleg táblatorlódás formájában).

Figyelembe kell venni azt, hogy a réteg a megszilárdulása (hidraulikus kötés, vagy lehülés) hőmérsékletéhez képest dilatál (ezt nevezhetjük referencia hőmérsékletnek), azaz a tényleges hőmérséklet különbséget ehhez kell viszonyítani.

Jellemző pályaszerkezet felépítéseink esetében az első kohézióval rendelkező réteg hidraulikusan kötött, értelmezhető és megismerhető húzószilárdsággal.

Amennyiben ezt a réteget „magára hagyjuk”, bizonyos időn belül kialakul egy „természetes” repedéstávolság.

Az erre a rétegre ráépített újabb réteg – aszfaltréteg - igénybevételei egyrészt a már leírt dilatációs mozgásból, másrészt az alátámasztó rétegben lévő repedés miatti többletfeszültségekből keletkezik.

Vegyük észre, hogy a folyamat meglehetősen bonyolult, mert új pályaszerkezet építése esetén nincs „magára hagyás”, a kötött alaprétegre viszonylag rövid időn belül ráépül a következő réteg (miközben a fogadóréteg szilárdulás még nagyon jelentős), aztán újabb rétegek épülnek (miközben pl. a szigetelő hatás miatt a lehülés – felmelegedés korlátozottabb).

Mindazonáltal lehetséges a keletkező igénybevételek számszerűsítése [de Bondt, 1999], ami alapján a következő független változók határozhatók meg:

- a réteg(ek) hőtágulási együtthatója
- a réteg(ek) merevsége
- a referenciahőmérséklethez (megszilárdulási) viszonyított hőmérsékletkülönbség
- a rétegek közötti súrlódás nagysága
- a réteg(ek) keresztmetszete
- az együttdolgozó lemez hossz (kialakult repedéstávolság)
- a réteg(ek) húzószilárdsága

Ezek ismeretében a feszültségek mind a hidraulikus rétegben, mind az aszfaltrétegben számíthatók.

Látni kell, ugyanakkor, hogy a függetlennek tekinthető változók egy része egymással van kapcsolatban, másrészt meglehetősen sztochasztikusak, azaz a számítások főleg az egyes változók szerepének érzékenységvizsgálatára és az általános tendenciák megismerésére használhatók.

4.6. A hidraulikus rétegek viselkedése

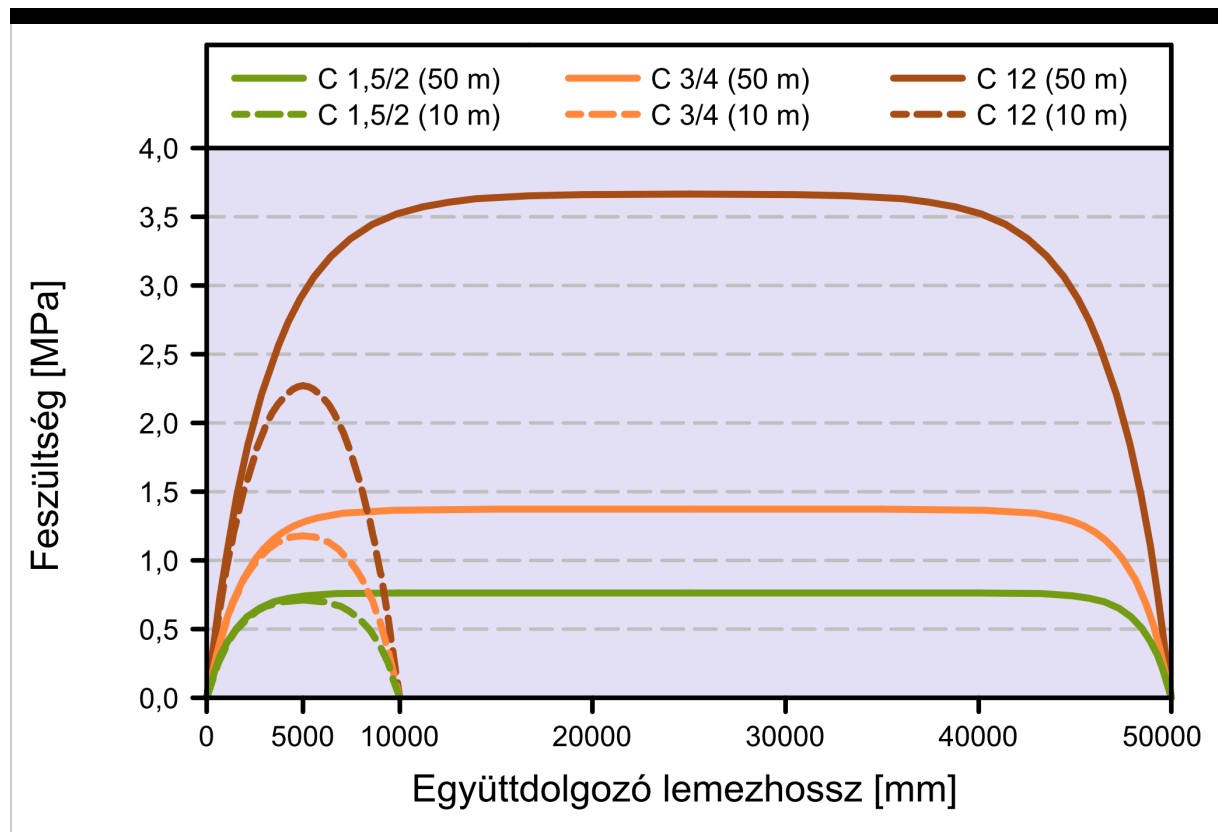
A megépített és megszilárdult hidraulikus réteg hőmozgását az alatta lévő réteg (szemcsés védőréteg, vagy földmű) korlátozza.

A megszilárdulási hőmérséklethez képest 20 °C hőmérsékletkülönbség hatására (azonos hőtágulási együtthatót feltételezve) a következő diagramon látható feszültségek keletkeznek a járatos alaprétegeinkben.

Jól látható, hogy a keletkező feszültség nagymértékben függ a réteg merevségétől és az együttdolgozó lemezhossztól.

A repedezési folyamat elvileg úgy megy végbe, hogy amikor a maximális húzófeszültség meghaladja az

aktuális húzószilárdságot, a lemez két részre szakad, ezután újra létrejön a húzófeszültség (alacsonyabb értékkel), ha ez még mindig nagyobb, mint a húzószilárdság, a lemez tovább feleződik. Ez a repedezési folyamat, ami csökkenti az együttdolgozó lemez hosszát az aszfalrétegben potenciálisan keletkező feszültségek szempontjából kedvező, mert a lemez hossz csökkenése, a feszültséget is csökkenti.



12. ábra

Hidraulikus rétegekben keletkező húzófeszültség

Megvizsgálva a keletkező feszültségek nagyságát és ezeket összevetve a 6. ábrán látható alapréteg húzószilárdságokkal, megállapítható, hogy különösen a C 12 esetében kérdéses, hogy létrejön – e a repedés. A reflexiós repedések elleni védekezés egyik lehetősége az együttdolgozó lemez hossz csökkentése, provokált repedések kialakításával.

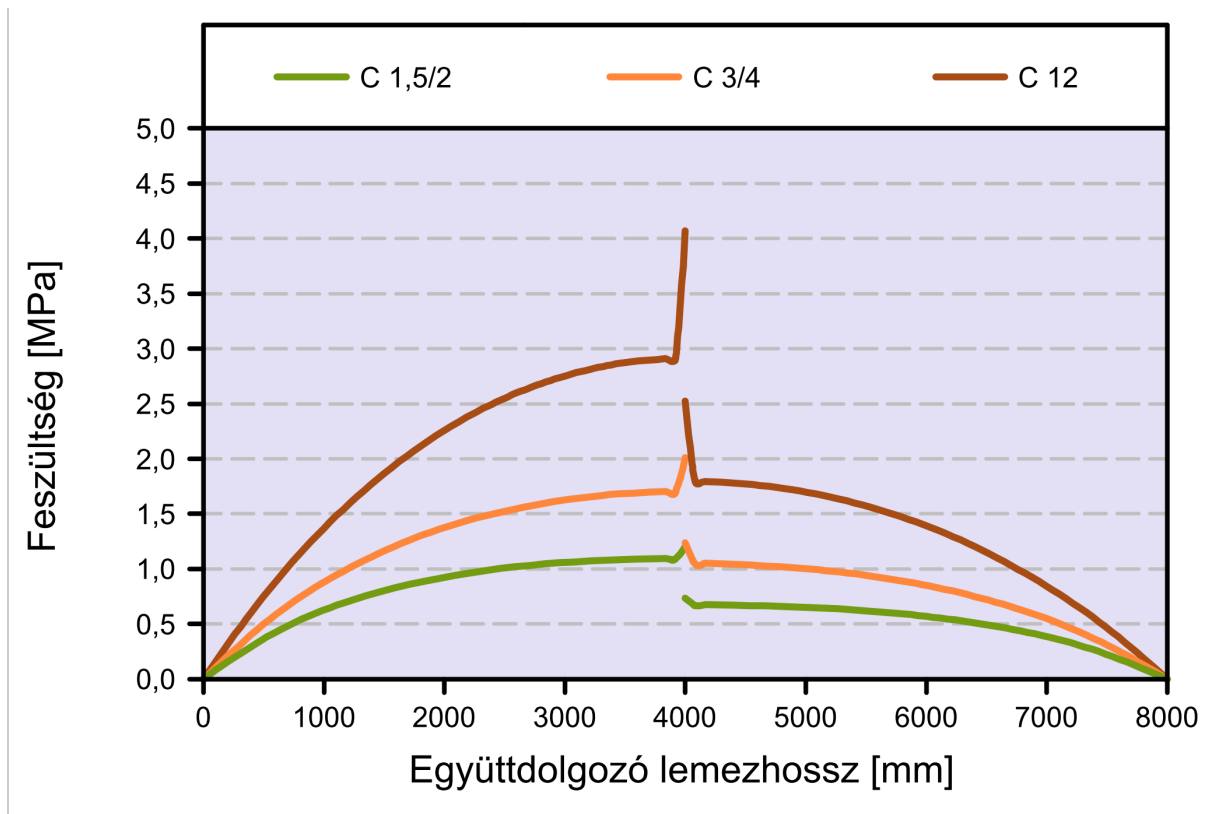
Ezek lehetnek befűrészelt hézagok, illetve friss állapotban (a beépítés során) kialakított dilatációs hézagok. Ezek a hazai gyakorlatban meglehetősen elterjedtek, célszerű megvizsgálni hatékonyságukat, ennek megfelelően számítottam a keletkező feszültségeket és ezt ábrázoltam a 13. ábrán.

Tanulmányozva az eredményeket a következő megállapítások tehetők:

- jelentős különbség van az adalékanyag függvényében (a hőtágulási együtthatók miatt)
- a viszonylag sűrűen (az ábrán 4000 mm távolság van számítva) provokált repedések esetén – a viszonylag rövid együttdolgozó lemez hossz miatt – a keletkező feszültségek gyakran alulmaradnak a lehetséges húzószilárdság értékektől, azaz lehetséges, hogy nem jön létre a viszonylag rövid lemez hossz.

Ez a jelenség korántsem ritkaság egy kiterjedt vizsgálat [M6 MAÚT kézirát] számos helyen tapasztalta azt, hogy a „provokáció” után sem jött létre a hidraulikus rétegben teljes keresztmetszetű repedés.

- a diagram az előzőhöz hasonlóan 20 °C, a megszilárdulási hőmérsékletéhez viszonyított hőmérsékletkülönbséggel számol, ennél kisebb hőmérsékletkülönbség esetén a feszültségek értelemeszerűen kisebbek, tehát az „automatikus” lemez hossz csökkenéshez az építési időszak időjárása is szükséges.



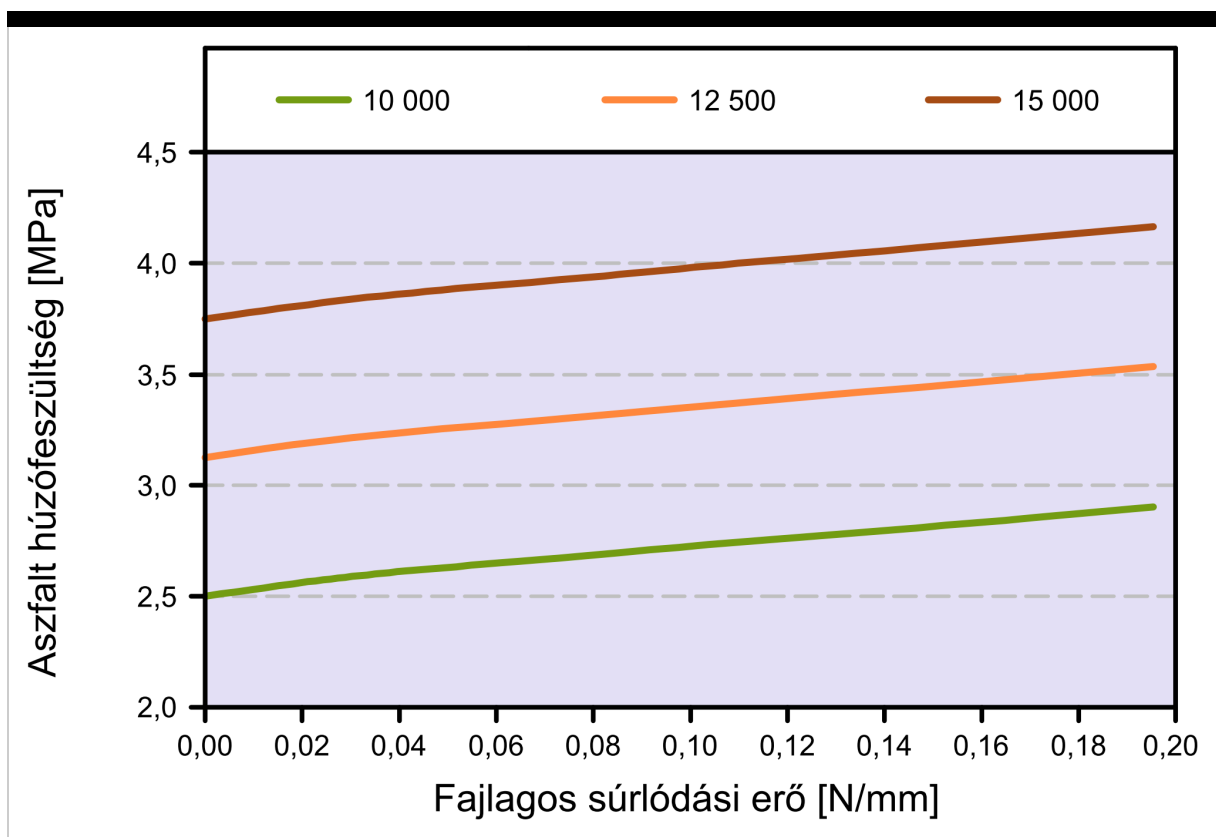
13. ábra

Hidraulikus rétegben keletkező húzófeszültség 50%-os keresztmetszet gyengítéssel bal oldal kvarc, jobb oldal mészkő

4.7. Az aszfaltréteg viselkedése

Vizsgáljuk meg, az aszfaltréteg igénybevételeit, az egyes változók függvényében, egyfajta érzékenységvizsgálat formájában.

Húzófeszültség függése a súrlódástól



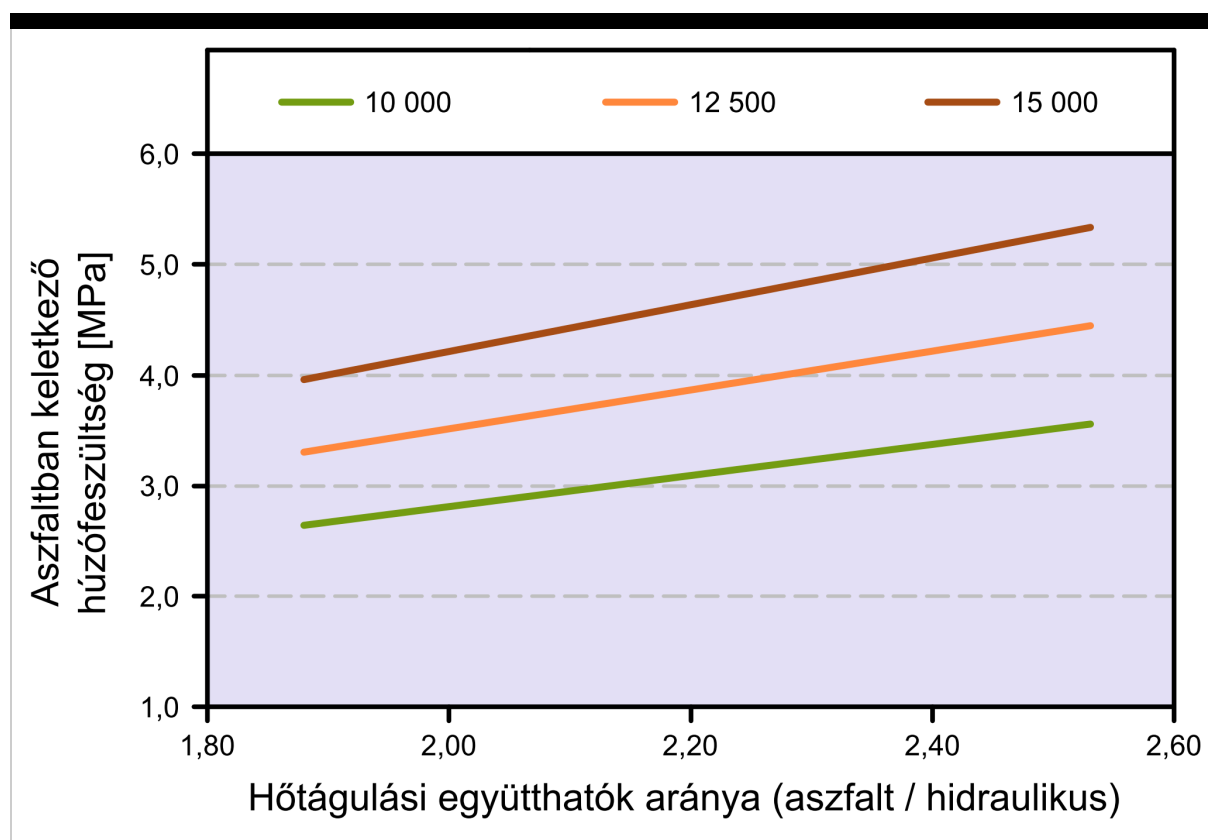
Az aszfaltrétegben keletkező húzófeszültség meglehetősen korlátozottan függ a súrlódási erőtől (praktikusan a súrlódási tényezőtől).

A 14. ábrán szereplő a 0,1 N/mm súrlódási erő értékek alatt, a valóságban irreálisak (körülbelül a jégen sikló korcsolya esetében léteznek hasonló erők), megállapítható tehát, hogy az aszfaltréteg „független” dilatációs mozgását a megszokott súrlódás befolyásolja de nem igazán lényeges mértékben.

Ezek alapján azok az elképzelések, hogy az aszfaltréteg és a hidraulikus kötőanyagú réteg közötti „elválasztó” hatású réteg képes csökkenteni az aszfaltrétegben keletkező feszültségeket, legalább is megkérdőjelezhetők. Ugyanakkor jól felismerhető, hogy az aszfalt merevségének nagyon lényeges hatása van a keletkező feszültségre.

Húzófeszültség függése a hőtágulási együtthatóktól

A 15. ábrán számítottam az aszfaltfeszültségeket a hőtágulási együtthatók arányának függvényében.



15. ábra

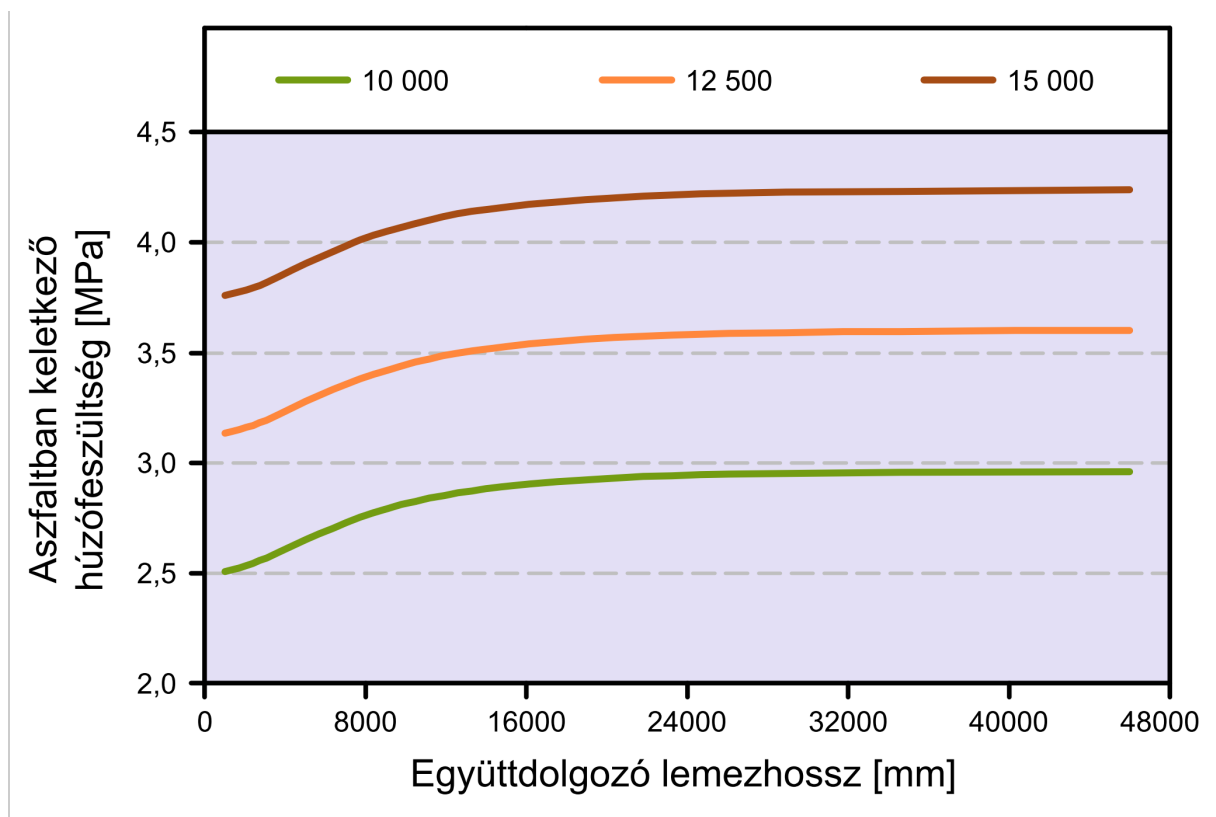
Aszfaltfeszültség függése a hőtágulási együtthatók arányától

Látható, hogy a hatás viszonylag jelentős, azaz minél nagyobb az együtthatók aránya, annál nagyobbak a feszültségek.

Ezen a területen vannak lehetőségek, bár szükségképpen korlátosak, mert az adalékanyag megválasztását egyéb – gazdaságossági, technológiai - kérdések - is befolyásolják.

Itt is észre kell venni, hogy az aszfaltmerevség hatása meglehetősen nagy.

Húzófeszültség függése az együttdolgozó lemezhasztól



16. ábra

Aszfalt húzófeszültségek különböző együttdolgozási lemez hossz esetén

Az elvégzett számítások alapján jól látható, hogy az együttdolgozó lemez hosszának – a kialakított, vagy létrejött repedéshálózat egy viszonylag alacsony távolságtartományban érzékelhető hatása van. Ugyanakkor itt is megállapítható, hogy az aszfaltmerektség hatása lényegesen nagyobb.

4.8. Hazai előírások

A reflexiós repedések (az aszfaltrétegben jelentkező) teljes kizárását hazai előírásaink [ÚT 2-3.207] nem feltételezik, jellemzően a „késleltetés” szerepel, mint cél a különböző javasolt módszerekben.

Ez felvet egy, a szerződések teljesítésével kapcsolatos problémát, nevezetesen a szavatosság – jótállás kérdését, mert a megrendelői oldal joggal vár el valamilyen belátható időn belüli hibátlanítást, ugyanakkor a javasolt módszerek (a szabályozás szerint is) ezt nem garantálják kellő hatékonysággal.

Elvárható lenne, hogy az összegyűlt tapasztalatok alapján (ez meglehetősen sok, főleg gyorsforgalmi úton elvileg rendelkezésre áll) az előírásokat átdolgozzák és a szükségesnek tartott megoldások számonkérhető (tehát mérhető) paramétereit meghatározzák.

A jelenlegi előírások alapvetően a következő elvi megoldásokat javasolják:

- a különböző rétegek „elválasztását” (ez gyakorlatilag a közöttük lévő súrlódás csökkentését jelenti)
- a hézagok megnyílásának „csökkentésével” (ez gyakorlatilag a hidraulikus alapréteg együttdolgozó lemez hosszának csökkentését jelenti provokált repedések kialakításával)
- a hidraulikus réteg „mikrorepszése”
- a kialakított repedések térségében a függőleges mozgás (az aszfaltréteg nyíróigénybevételét okozza) mértékének csökkentését
- „feszültségelnyelő” réteg készítését
- az aszfaltrétegek(ek) „tulajdonságainak” javításával

Megállapítható, hogy a javaslatok tendenciái alapvetően megfelelnek a szilárdságtani apparátussal bemutatott tendenciáknak, talán azzal a kivétellel, hogy a láthatóan nagyon nagy hatást gyakorló aszfaltmerektség kérdése nincs hangsúlyozva.

Ugyanakkor az is felfedezhető, hogy a javaslatok nem igazán felelnek meg a szilárdságtan terminusainak (talán nem véletlenül, hiszen ha azokat használnánk, akkor értékeket is kellene hozzájuk rendelni).

Meg kell említeni, hogy a kérdéssel foglalkozó nemzetközi szakirodalom sem tartalmaz átütő, minden

körülmények között működő megoldásokat.

Csak egy publikációt idézve [Danish Road Institute Report 138, 2004] megállapítható, hogy az alapvető eltérés a hazai gyakorlatunkhoz képest a rendszeres megfigyelésen alapuló, főleg a keveréktechnológiai kérdéseket vizsgáló szemlélet.

A hazai előírások alkalmazásának eredményeire vonatkozó személyes tapasztalataim szükségképpen korlátozottak, de megállapítható, hogy az általam bizonyos mértékig kárhozott hazai előírások alkalmazásával nem jelentéktelen mennyiségben sikerült azt a célt elérni, hogy a repedések aszfaltban való megjelenése késleltetett legyen, ugyanakkor vannak olyan szakaszok is, ahol ez nagymértékben nem teljesült. Azaz, érdemes lenne a kérdést részletesebben is vizsgálni és az előírásainkat ezek alapján módosítani.

A továbbiakban a hazai gyakorlat egyes kérdéseit röviden taglalom.

Mikrorepszítés

A mikrorepszítés közel 20 éve jelen van a hazai gyakorlatban, de hatását igazából nem lehetett egyértelműen megtapasztalni.

Az eljárás, ismereteim szerint Ausztriából került át hozzánk, ahonnan egyértelműen pozitív véleményeket hallottam, ezért – osztrák kollégáim hathatós segítségével – egy rövid tanulmányutat tartottam 2008-ban. A tanulmányút során vagy 200 km hosszúságú, újonnan épült pályaszerkezetet vizsgáltam meg vizuálisan, amelyek akkor 8 – 15 éves korúak voltak (Steierlandban), tapasztalataim szerint elvétele lehetett reflexiónak nevezhető repedést találni (miközben tapasztalni lehetett a viszonylag nagy alapréteg merevség miatti többletigénybevételek hatását is).

Az előkészítés során az volt a kérésem, hogy kifejezetten mikrorepszített szakaszokat válogassanak ki számomra.

A tapasztalat szerint tehát az eljárás sikeresnek mondható, ott, ahol „feltalálták”.

A szilárdságtani modellezések tendenciái is alátámasztják a sikerességet, hiszen a mikrorepszítéssel elvileg kialakuló dezintegrált réteg merevsége (nyomásra) kellően magas marad, de az együtműködő lemez hossz valószínűleg minimális, emiatt a hőtágulási együttható hatása (a hidraulikusan kötött alapréteg esetében) alig érvényesül.

Öt fontos kérdést sikerült még tisztáznom:

- az egyik a cementstabilizáció (lényegében nem használnak alacsony szilárdsági osztályú „soványbetont”) tömörségi előírása, ami lényegesen nagyobb, mint nálunk (95% az egyszerű Proctor vizsgálathoz viszonyítva, de jellemzően 102 – 105% a teljesítés. (ez hazánkban lényegesen alacsonyabb)
- a cementadagolások jellemzően alacsonyabbak voltak, mint a nálunk használatosak (nem volt 100 kg/m³ értéknél nagyobb)
- az alkalmazott adalékanyagok döntő része nem kvarc, hanem főleg kristályos kőzetek görgetegei (nálunk a kvarc elég jellemző adalékanyag), viszont jellemző a zúzott adalékanyag
- a „mikrorepszítést” a lehető legnagyobb tömegű vibrációs hengerrel végzik
- a hőingás (minimális, illetve maximális hőmérséklet közötti különbség) 10 – 15 °C- kal kisebb, mint nálunk

Azaz, részben a kialakult eljárások, részben a környezeti hatások eltérnek a nálunk megszokottaktól.

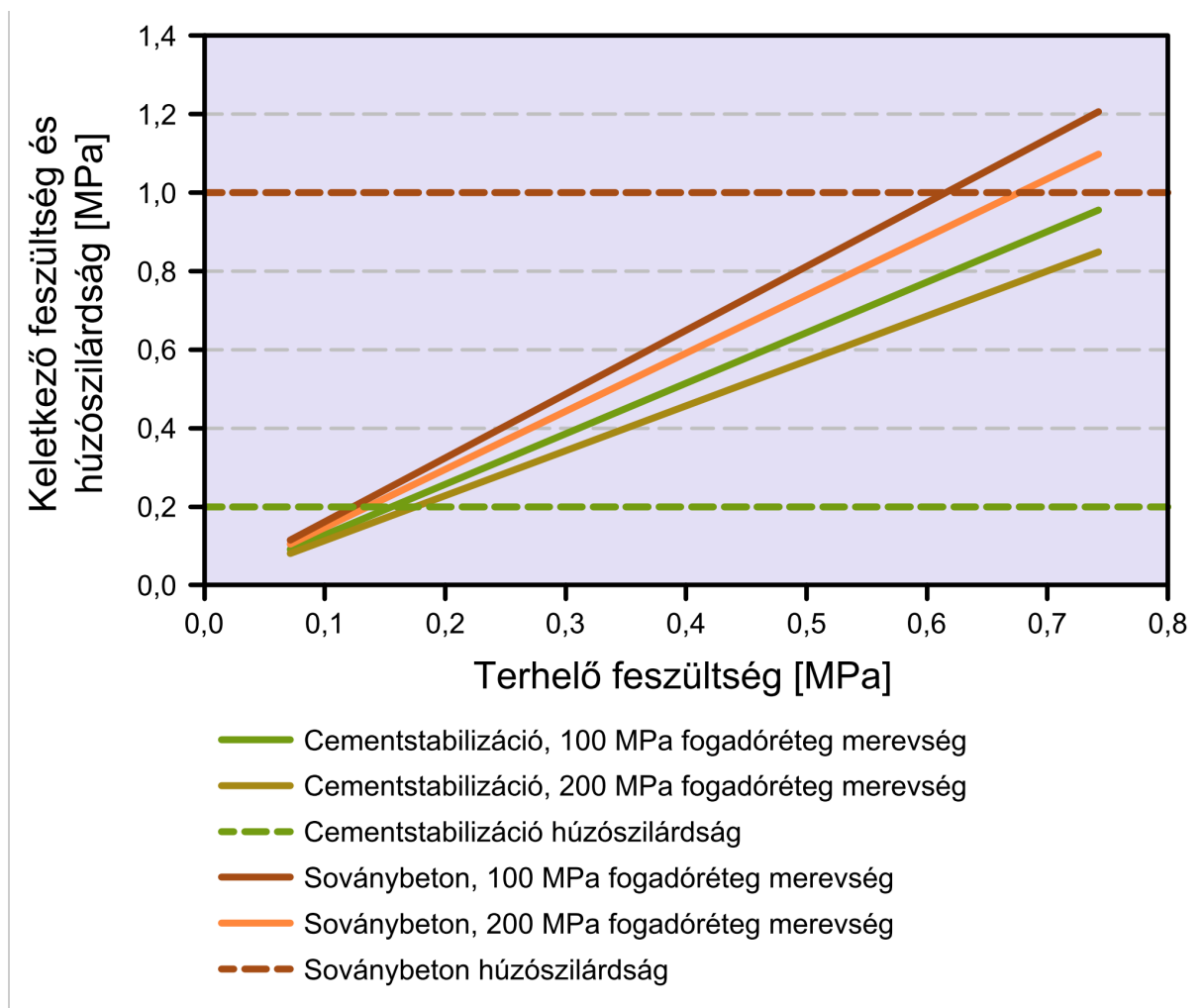
Az eredményességet és az egyszerű eljárást végiggondolva egy számítást végeztem arra az esetre, ahol mikrorepszítést kívánunk alkalmazni.

A következő diagramon jól megfigyelhető, hogy a szilárdulási folyamat során, ha hatékony repszítést akarunk végrehajtani, egyrészt figyelembe kell venni a „repszítendő” réteg alatti merevséget, másrészt, ha valóban „repszíteni” akarunk, meglehetősen nagy terhelő feszültséget kell alkalmazni.

A diagramon feltüntettem a szilárdulási folyamat korai szakaszában várható húzószilárdsági értékeket.

Azok a feszültségértékek, ahol a repedés ténylegesen létrejön nagyon magasak (gondoljunk bele, hogy a tárcsás mérésnél a terhelő feszültség 0,3 – 0,5 MPa), ezeket a vibrációval növelt súlyerők esetében sem egyszerű elérni a hengerek terhelést átadó felületeinél, azaz valóban nagy tömegű hengereket kell alkalmazni és ezek alkalmazása a C 12 rétegtípus esetében valószínűleg irreleváns (azaz nem hatékony).

A (korlátozott) tapasztalatok alapján hatékonynak minősíthető eljárás alkalmazása tehát szintén átgondolt, a szilárdság és anyagtan ismeretében specifikált módon lehetséges.



17. ábra

200 mm vastag hidraulikus réteg húzófeszültségei "mikrorepezítés" esetén

Elválasztás, feszültségelnyelés, aszfalterősítés

Szabályozásaink és az azokat az egyes projektekre alkalmazó „tenderspecifikációk” a fenti szavakat szilárdságtani fogalomként használják.

A reflexiós repedések - az aszfaltrétegekben keletkező repedések – azért jönnek létre, mert a különböző hatások eredőjeként létrejövő húzófeszültség meghaladja az aszfalt húzószilárdságát.

Az „elválasztás” (a hidraulikus kötésű alapréteg és az aszfaltrétegek között értelmezve) nyilvánvalóan azt jelenti, hogy a két réteg különböző hőmozgása nincs korlátozva.

Ez két módon valósulhat meg:

1. a két réteg közötti súrlódás csökkentésével
2. egy olyan közbenső réteg elkészítésével, ami nagymértékű vízszintes alakváltozásokat képes elviselni

Az 1.) alatti megoldásra lényegében nincs esély, anyagaink minimális súrlódási ellenállása is (a ráépített réteg tömegéből eredő súlyerő miatt) is nagyon jelentős súrlódó erőt ad.

A 2.) alatti megoldásnak megfelelő réteg szilárdságtani tulajdonságairól ad becslést Molenaar [CT4860, 2006], ezek szerint az adott alacsony hőmérsékleteken mintegy 50 MPa merevség lenne kívánatos, ami meglehetősen alacsony érték.

A vízszintes alakváltozások (a közbenső rétegben létrejövő „elcsúszás”) bizonyos vastagságot is megkövetel. Megvalósítása tehát nem könnyű, de nem is lehetetlen, véleményem szerint erre a felületi bevonatokhoz hasonlóan elkészített rétegek lehetnek a legalkalmasabbak.

Egy ilyen rétegnek van még egy másik hatása, a hidraulikus rétegben keletkező repedések továbbterjedését az aszfaltrétegekre megakadályozhatja.

A kérdés a hagyományos szilárdságtan kereteit meghaladja, a hazánkban (szakmánkban) lényegében ismeretlen törésmechanika eszközeit kell (kellene) alkalmazni.

Autóink szélvédője jellemzően többrétegű (leginkább háromrétegű) ahol a két szélső, „merev” és „rideg” üveg

között egy azonos optikai tulajdonságokkal rendelkező „lány” ragasztóréteg helyezkedik el.
A funkciója egyértelműen a – nagyon helytelen szóhasználattal – „feszültségelnyelés” ami a szimpla szilárdságtanban azt jelenti, hogy jelentős az alakváltozó képessége.
Ezáltal az esetleges repedés végpontjában, ahol a teherviselő felület minimális (elvileg akár zérus is lehet) nagyon kis erő hatására is nagyon nagy (elvileg végtelen nagy) feszültség is keletkezhet (ez a repedés „továbbterjedését” jelenti).
Egy nagy alakváltozó képességű (de integritását megőrző, „lány” réteg) ezt a „repedésterjedést” képes megakadályozni, mert képes „nagy” teherviselő felületet kialakítani.
A jelenlegi gyakorlatunkban elterjedten alkalmazott geoműanyagok valószínűleg nem képesek ezt a repedés továbbterjedést megakadályozni, legalább is nem kevés esetben tapasztaltam, hogy az ép (geoműanyaggal készült réteg) alatt és felett is létrejöttek a repedések.
A geoműanyagok használatát egyébként az a vélekedés is segíti, hogy képesek az „aszfalt erősítésére”.
Erre vonatkozóan javasolható elolvasni a hivatkozott szakirodalmat. [Almássy, 2010]

5. Összefoglalás

Cikkemben áttekintettem a hazai útalapok tulajdonságai közül azokat, amelyek a közlekedési pályák teherbíró-képességét érdemben befolyásolják.
Az áttekintés eredményeként megállapítható, hogy a hazai szabályozás és a gyakorlat kevésbé támaszkodik a szilárdságtan hazánkban is ismert eredményeire, ennek megfelelően pályaszerkezeteink gazdaságossága és viselkedése nincs azon a színvonalon, amelyre gazdasági állapotaink alapján szükség lenne.
A szinte teljesen hiányzó kutatási tevékenység pedig a jövő kilátásait is megkérdőjelezi.
Cikkemben ezekre a problémákra kívántam jobbító szándékkal a figyelmet felhívni.

6. Irodalomjegyzék

Almássy Kornél Aszfalt pályaszerkezeti rácsok viselkedése PhD. értekezés Budapest, 2010

CT4860 Structural Design of Pavements; Molenaar 2006

de Bondt A. H. Anti – reflective cracking design of (reinforced) asphaltic overlays PhD dissertation; Delft University of Technology, Delft – 1999.

Dr. Nemesdy Ervin: Az új magyar típus – útpályaszerkezetek mechanikai méretezésének háttere Közlekedés és Mélyépítéstudományi szemle 1992/8

Guide for Mechanistic – Empirical Design of new and rehabilitated pavement structures, NCHRP; Illinois 2001

Karoliny Márton: Közlekedési pályák teherbíróképessége. A földmű hatásai. Útügyi Lapok; 2013.

Leutner, Rolf; Wellner, Frohmut; Prognose der Lebensdauer von Asphaltbefestigungen auf der Grundlage struktureller Eigenschaften, Straße + Autobahn 5/2007

M6 autópálya Érd-Dunaújváros, Vizsgálat, kiértékelés és szakvélemény az aszfaltrepedések okainak feltárásához (MAUT munkabizottság, kézirat)

Mechanistic Design of Semi-Rigid Pavements An Incremental Approach Danish Road Institute Report 138/2004

P.-A. von Wolffersdorff: Hypoplastisches Stoffgesetz für granulare Materialien mit einer plastischen Fließbedingung für kritische Zustände, 5. Oktober 1995, Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik der Universität Fridericiana in Karlsruhe.

Schofield – Wroth, Critical state soil mechanics 1968. McGraw-Hill Publishing Company Limited

Szerzői kollektíva: Útpályaszerkezetek anyagai és építéstechnológiája. Id. Dr. Gáspár László útügyi technológiai továbbképzés jegyzet. Magyar Közút Nonprofit Zrt. Budapest, 2012.

ÚT 2-1.202:2005 Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése

ÚT 2 – 3.207, Útpályaszerkezetek kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú alaprétegei

Adatok

Megjelent itt

2. szám

2013. ősz



Szerző

Karoliny Márton

Okleveles építőmérnök, szakmérnök, mérnök-közgazdász. A MAUT Útpályaszerkezetek szakbizottság elnöke, jelenleg aktív, szakmai tanácsadással foglalkozó nyugdíjas.

Témakörök

Kiemelt • Útépités

Kulcsszavak

hidraulikus réteg húzószilárdsága • hidraulikusan kötött alapréteg • merevség • szemcsés alapréteg

Befogadva

2013. november 26.

Abstract

The loadbearing-capacity of pavement structures as the resistance against the traffic and environmental impacts depends a large extent on the properties of the base layers. In Hungarian practice the actual strength of materials properties are known limited during the design and construction of base layers and other hand because of this lack of knowledge it is not applied properly in real solutions. This paper reviews the effects, which is exercised on the whole pavement structure by the behaviour of base layers, with tools of pavement strength of materials and the actual material properties are taken into account. This article makes proposals to improve the efficiency of applications.

Települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok javítását célzó programok többkritériumos értékelése az útállapotok és a bizonytalanság figyelembevételével

Szerző(k) **Gulyás András**

Kivonat

A települések közötti közlekedési kapcsolatok leromlása fontossá teszi a korlátos felújítási erőforrások hatékony felhasználását. A szerző egy új módszert ismertet, mely figyelembe veszi az útállapotoktól függő utazási időt a közlekedési kapcsolatok javítását célzó felújítási változatok döntés-előkészítő értékelésében. Az útállapotban megmutatkozó bizonytalanság jellemzésére hasznosnak bizonyult a fuzzy változók alkalmazása. A bevezetésre javasolt módosított forgalom fogalma jól mutatja a személyek településközi utazásának minőségét. A komplex közlekedési igény index a társadalmi jellemzők értékelésére alkalmas, elsősorban a járási szintű kapcsolatokat tekintve. A kidolgozott új és hatékony többkritériumos értékelési és erőforrás-elosztási módszer, mely meglévő módszerek kombinálásán alapul, megfelelően segíti a településközi közlekedési kapcsolatok javítását célzó felújítási változatok közötti választást. Az értékelési módszer a változó nemzetgazdasági igényekből és a korlátos erőforrásokból kiindulva fuzzy változók használatával kezeli a műszaki, gazdasági és társadalmi jellemzőkben megmutatkozó bizonytalanságot.

1. Bevezetés

A településeken élő emberek tevékenységeit alapvetően meghatározzák a kapcsolatok, melyek egy jelentős része térbeli kapcsolat. A térbeli kapcsolatok legjellemzőbb fizikai megjelenése a közlekedési hálózat. A települések és a köztük fennálló közlekedési kapcsolatok együttesen alkotják a településhálózatot. A közlekedési kapcsolatok között egyaránt találhatók nagyobb és kisebb forgalmú elemek, az utóbbiakra általában nagyon nehéz megfelelően indokolható módon fejlesztési, felújítási forrást biztosítani. A kis forgalmú kapcsolati elemek ugyanakkor a hálózat szerves részét képezik, és az általuk kiszolgált népesség a társadalmi igazságosság és esélyegyenlőség elve szerint jogosan igényli azok elfogadható minőségét.

A települések közötti kistérségi kapcsolatok javítását célzó intézkedésekre fordítható erőforrások korlátosak, ezért elosztásukra korszerű és hatékony, eredményes módszereket célszerű alkalmazni. A kapcsolatokat meghatározó közlekedési hálózat jelenlegi helyzetének, állapotának ismerete szükséges bármely reális értékelés megalapozásához. A szűken vett gazdasági tényezők mellett további társadalmi hatások figyelembevétele is indokolt a döntés-előkészítési folyamat kiteljesítésére.

Az országos kisforgalmú mellékúthálózat állapotának javítása fontos problémaként jelentkezett Magyarországon az elmúlt években, mert az ilyen utak összes hossza meghaladja a tízezer kilométert. Az elérhető források megalapozott felhasználása csak a gazdasági hatékonyságtól eltérő alapon lehetséges. A fenntartási tevékenységeket nem lehet kizárólag a gazdaságossági mutatók szerint tervezni és ütemezni, mert a kisforgalmú mellékutakon a rossz burkolatállapotok ellenére sem teljesíthetők a gazdaságossági követelmények. A kisforgalmú mellékutak az országos úthálózat szerves részét képezik, ezért leromlásuk a teljes hálózat működőképességét negatívan befolyásolja. A társadalmi egyenlőséget tekintve ezen utak használói jogosan igénylik, hogy az állami források terjedjenek ki a kisforgalmú mellékutak fenntartására is. A beavatkozások tervezése és ütemezése jellemzően csak normatív módon, célprogramok végrehajtásával valósítható meg.

A meglévő állapotot jellemző paraméterek, valamint a társadalmi hatásokat leíró változók egyaránt számottevő bizonytalanságot hordoznak magukban. Ennek oka lehet egyfelől az a tény, hogy minden részadatot nem lehet pontosan felmérni, mert az rendkívül idő- és költség igényes, ezért gazdaságtalan és teljesíthetetlen lenne, másfelől a társadalmi jellegű tényezők jellemzően szubjektív értékeléssel, értékadással képezhetők, ami eleve

magában rejti a bizonytalanságot.

A kutatás alapkérdése a települések közötti szerkezeti kapcsolatok javítását célzó intézkedésekre fordítható korlátos erőforrások új elosztási módszerének alkalmazhatósága, mely a hatékonyság értékelésekor figyelembe veszi az érintett közlekedési hálózat állapotát és a bizonytalanságot. A hazai mikro-regionális térszerkezet jelenlegi átalakítása, a járások létrehozása különösen lényegessé teszi az elérhetőség kérdését és a megfelelő közlekedési kapcsolatok elősegítését annak érdekében, hogy a megújult települési hierarchiában az elvárt egyszerűség és hatékonyság biztosítható legyen.

2. Települések közötti kistérségi kapcsolatok értékelése

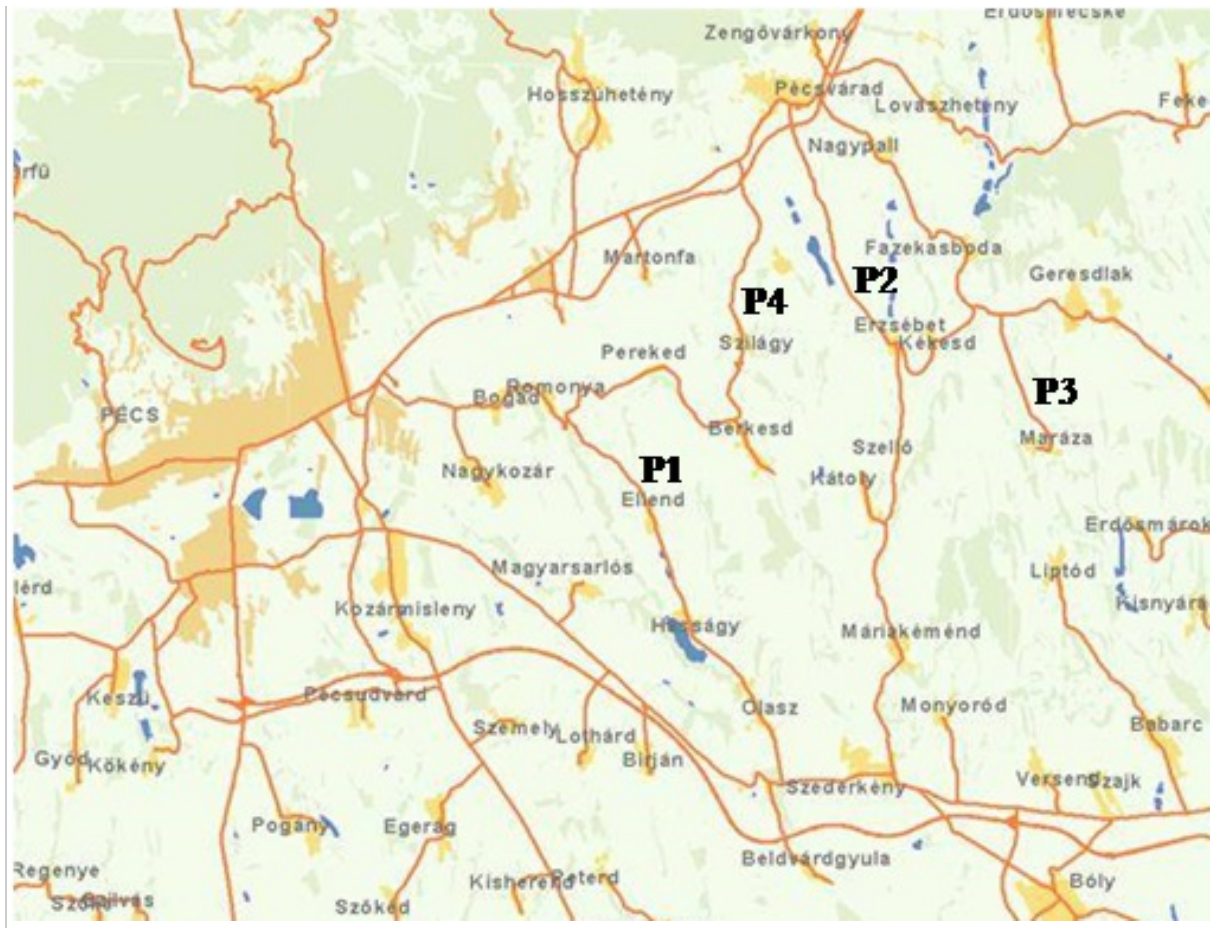
A kistérségi úthálózati jellegzetességek ismerete segítséget adhat az országos településhálózat bármiféle szerkezeti átalakításának tervezésében. A Központi Statisztikai Hivatal kistérségi bontású területi statisztikai adatainak bevonásával vizsgáltam az úthálózat szerkezetének összefüggését az adott kistérség általános fejlettségével. A kistérségi hatások megértése és az úthálózati jellemzőkkel való összefüggések feltárása útján következtetni lehet a közúthálózat fenntartási és fejlesztési feladatainak erőforrás igényére [Gulyás - Dobosi, 2006].

A mellékutak felújítási és rehabilitációs beavatkozásait általában gazdasági hatékonysági megfontolások alapján határozzák meg. A kisforgalmú mellékutak esetén azonban nem lehetséges a felújítási és rehabilitációs beavatkozások kizárólag gazdaságossági jellemzők alapján történő értékelése, mert a mutatók kedvezőtlen értékeket vesznek fel az alacsony forgalom miatt a rossz útállapotok ellenére is [Gulyás - Sántha, 2008].

A kisforgalmú mellékutak társadalmi igényeknek megfelelő burkolatgazdálkodása újszerű megoldásokat igényel, melyek bevezetése különösen nehéz egy általános gazdasági válság idején. Kisebb eredményeket sikerült elérni a magyar úthálózaton az EU társfinanszírozású programok segítségével. Kielégítő megoldást biztosíthat egy erre a célra elkülönített dedikált felhasználású forrás-rész, melynek felhasználása műszaki és társadalmi tényezők értékelése alapján lenne lehetséges.

Többkritériumos elemzést javasoltam a kiválasztott mellékutak prioritási rangsorolása és a megfelelő fenntartási beavatkozás meghatározása tekintetében. A többkritériumos elemzésben javasolt értékelési tényezők között szerepelt a forgalom nagysága, az útállapot jellemzők (egyenetlenség, felületi hibák és szerkezeti teherbírás), a tervezett beavatkozás becsült költsége és élettartama, a hálózati és elérhetőségi jellemzők, a közösségi közlekedés megléte, valamint az adott út relatív társadalmi-gazdasági jelentősége [Gulyás, 2012 b]. A többkritériumos értékelés lényege, hogy nemcsak a változatokat, hanem azok értékelési tényezőit is összehasonlítják, súlyozzák az eljárásban. Számos helyzetben alkalmazták a többkritériumos értékelést, a településközi nagyléptékű hálózatok tekintetében a Kormány által 2011-ben elfogadott „Az országos gyorsforgalmi főúthálózat nagytávú terve és hosszú távú fejlesztési programja” változatainak összehasonlítása során is [Kocsis - Szőke, 2011].

Az analitikus hierarchia eljárás (Analytic Hierarchy Process) hasznos módszernek bizonyult, melyet egy mintapéldában szemléltettem egy magyarországi kistérség leromlott állapotú és felújítást igénylő kisforgalmú mellékútjainak elemzésével. A módszer gyakorlati alkalmazására vonatkozó javaslatom a módosuló térszerkezetben kialakuló járások működésének infrastrukturális feltételeit kívánta javítani a felújítási projektek megalapozott kiválasztásával. Az elméleti megalapozással párhuzamosan az új tudományos eredmények gyakorlati hasznosítását szemléltetve négy kiválasztott Baranya megyei Pécs környéki település: Ellend, Erzsébet, Maráza és Szilágy kistérségi közlekedési kapcsolatait elemeztem példaként, elhelyezkedésüket és hálózati kapcsolataikat az *1. ábra* mutatja.



1. ábra

A kutatásban példaként vizsgált terület térképe [Forrás: Magyar Közút Nonprofit Zrt. Országos Közúti Adatbank] – P1-P4 a példaként elemzett utak helye

3. Módosított forgalomnagyság a közösségi közlekedés figyelembe vételével

A személyek napi utazásait egy általam javasolt új jellemzővel, a módosított átlagos napi forgalommal lehet realitásabban figyelembe venni a többkritériumos (vagy bármely más) értékelés során. A személyek utazásai egyéni vagy közösségi közlekedéssel történhetnek, melyek között a megosztást a szakirodalom szerint a binomiális logit modellel határozzák meg. A logit modell eredményét az analitikus forgalmi modellezésben alkalmazzák, de a szokásos gazdasági hatékonysági elemzésekben inkább az általános napi forgalommal dolgoznak.

A személygépkocsi egységjárműben kifejezett átlagos napi forgalom összetevői között az autóbuszok egység tényezőjének értéke 2,5; vagyis ennyi személygépkocsinak felel meg a forgalom lefolyásában egy autóbusz. Ez a számítási mód nem jellemzi megfelelően a közösségi közlekedési kapcsolatok jelentőségét, mely különös fontossággal bír a mellékutak által összekapcsolt települések esetén. A módosított átlagos napi forgalom figyelembe veszi a közösségi közlekedési járműveken utazók számát, és az összes utazóból számítja vissza a forgalom értékét. A számítás a személygépkocsik és az autóbuszok átlagos foglaltságán alapul, az autóbuszok esetén megkülönböztetve a csúcsidőszaki és a napközbeni foglaltságot.

A javasolt új változó megbízhatóbban jellemzi egy adott mellékút szakaszon a közösségi közlekedés meglétét és jelentőségét. Alkalmazása esetén a közösségi közlekedési hálózattal érintett útszakaszok a többkritériumos értékelés során előnyhöz jutnak a közösségi közlekedés nélküli, de hasonló jellemzőkkel bíró szakaszokkal szemben.

A mellékúthálózattal összekötött települések közösségi közlekedési kapcsolatát eltérő csúcsidőszaki és napközbeni járatszámok (gyakoriságok), valamint ezen időszakokban eltérő foglaltságok (utas számok) jellemzik. A példaként vizsgált települések esetén figyelembe vehető időszakok:

- csúcsidőszak reggel 6-8 óra között és délután 16-18 óra között összesen 4 óra,
- napközbeni időszak 5-6 óra között, 8-16 óra között, 18-21 óra között összesen 12 óra.

A közösségi közlekedés utasainak száma a következő képlettel határozható meg

$$P_t = \sum f_i O_i = f_p O_p + f_d O_d \quad (1)$$

ahol,

- P_t - a közösségi közlekedés utasainak száma,
- f_p - a közösségi közlekedés csúcsidei járatszáma,
- O_p - a közösségi közlekedés csúcsidei átlagos jármű foglaltsága,
- f_d - a közösségi közlekedés napközbeni járatszáma,
- O_d - a közösségi közlekedés napközbeni átlagos jármű foglaltsága.

A közösségi közlekedéssel utazók számából számítható egyéni közlekedés jellegű módosító változó (személygépkocsi mozgásokra átszámítva)

$$F_{mt} = \frac{P_t}{O_c} \quad (2)$$

ahol,

- F_{mt} - a közösségi közlekedés miatti átlagos napi forgalom-módosítás,
- P_t - a közösségi közlekedés utasainak száma,
- O_c - az egyéni közlekedés átlagos jármű foglaltsága.

Fentiek alapján a módosított átlagos napi forgalom

$$F_m = F_c + F_{mt} + F_e \quad (3)$$

ahol,

- F_m - a módosított átlagos napi forgalom,
- F_c - a személygépkocsik átlagos napi forgalma,
- F_{mt} - a közösségi közlekedés miatti átlagos napi forgalom-módosítás,
- F_e - a többi járműkategória átlagos napi forgalma (a személygépkocsik és az autóbuszok kivételével).

Az átlagos jármű foglaltságok javasolt értékei:

- a közösségi közlekedés csúcsidei átlagos jármű foglaltsága $O_p=35$
- a közösségi közlekedés napközbeni átlagos jármű foglaltsága $O_d=15$
- az egyéni közlekedés átlagos jármű foglaltsága $O_c=1,4$

A módosított átlagos napi forgalom meghatározásánál figyelembe kell venni a kis települések lakosságából adódó korlátot. A forgalom kétirányú, tehát egy lakos jellemzően két utazást tesz meg naponta, a központi településre és vissza. A javasolható közösségi közlekedési korlát mértéke a lakosság 80 %-a, eszerint $P_t < 0,8 L$ ahol L a lakosság, következésképpen ha $P_t > 0,8 L$ akkor $P_t = 0,8 L$

Szám példa

Település	Járatszám csúcsidőben	Járatszám nap közben	Átlagos napi forgalom	Személygépkocsi forgalom	Közösségi módosítás	Módosított forgalom
Ellend	6	6	436	309	124	560
Erzsébet	6	7	872	560	172	1044
Maráza	4	6	324	165	101	425

Szülő	6	9	513	334	165	678
-------	---	---	-----	-----	-----	------------

1. táblázat

A módosított átlagos napi forgalom számítása

A járatszámok forrása

A forgalmi adatok forrása

A vizsgált települések esetén a lakosság korlátot minden esetben érvényesíteni kellett.

Az eredmények nagyságrendileg ellenőrizhetők a logit modell segítségével. A logit modell az egyes utazási módok választási valószínűségét határozza meg [Ortúzar - Willumsen, 1994]. Egyéni és közösségi közlekedés közötti választás esetén

$$p_t = \frac{e^{V_t}}{e^{V_c} + e^{V_t}} \quad (4)$$

ahol,

p_t - a közösségi utazási mód választásának valószínűsége,

V_t - a közösségi utazási mód hasznossága,

V_c - az egyéni utazási mód hasznossága.

Feltételezve, hogy az egyéni és a közösségi közlekedés hasznosságának összege egységnyi, a logit modellt alkalmazva a közösségi közlekedési mód választásának valószínűsége 0,27 és 0,73 között változik. A módosított napi forgalmakban a közösségi közlekedési rész aránya a számpéldában 0,23 és 0,38 között alakul, ami megfeleltethető a logit modell eredményének.

4. Az útállapot hatása az eljutási időre a bizonytalanság figyelembe vételével

A települések közötti kapcsolatok minősítésben jelen lévő bizonytalanság kezelésére alkalmas módszer a fuzzy változók bevezetése és alkalmazása. A települések közötti utazások során az utazási sebességet az útállapotoktól függően választják meg, és ez a választás egyénenként változó, függ az adott gépkocsivezető szubjektív megítélésétől. A különböző utazási sebességek különböző eljutási időket eredményeznek, melyek összessége fuzzy változóval leírható.

A fuzzy változók alakja többféle lehet, leggyakrabban az aszimmetrikus háromszög alakú fuzzy változókat használják. Az aszimmetrikus háromszög alakú fuzzy változó egy értékhármassal jellemezhető, amelyben az l alsó határ, az m csúcspont (itt a fuzzy változó értéke 1) és az u felső határ szerepel, 2. ábra.

$$\tilde{a} = (l, m, u) \quad (5)$$

ahol,

\tilde{a} - háromszög alakú fuzzy változó,

l - az alsó határ,

m - a csúcspont helye,

u - a felső határ.

A fuzzy változó értékét egy adott helyen a $\mu(x)$ tagsági függvény mutatja meg.

$$\mu(x) = \frac{x - l}{m - l} \quad (6)$$

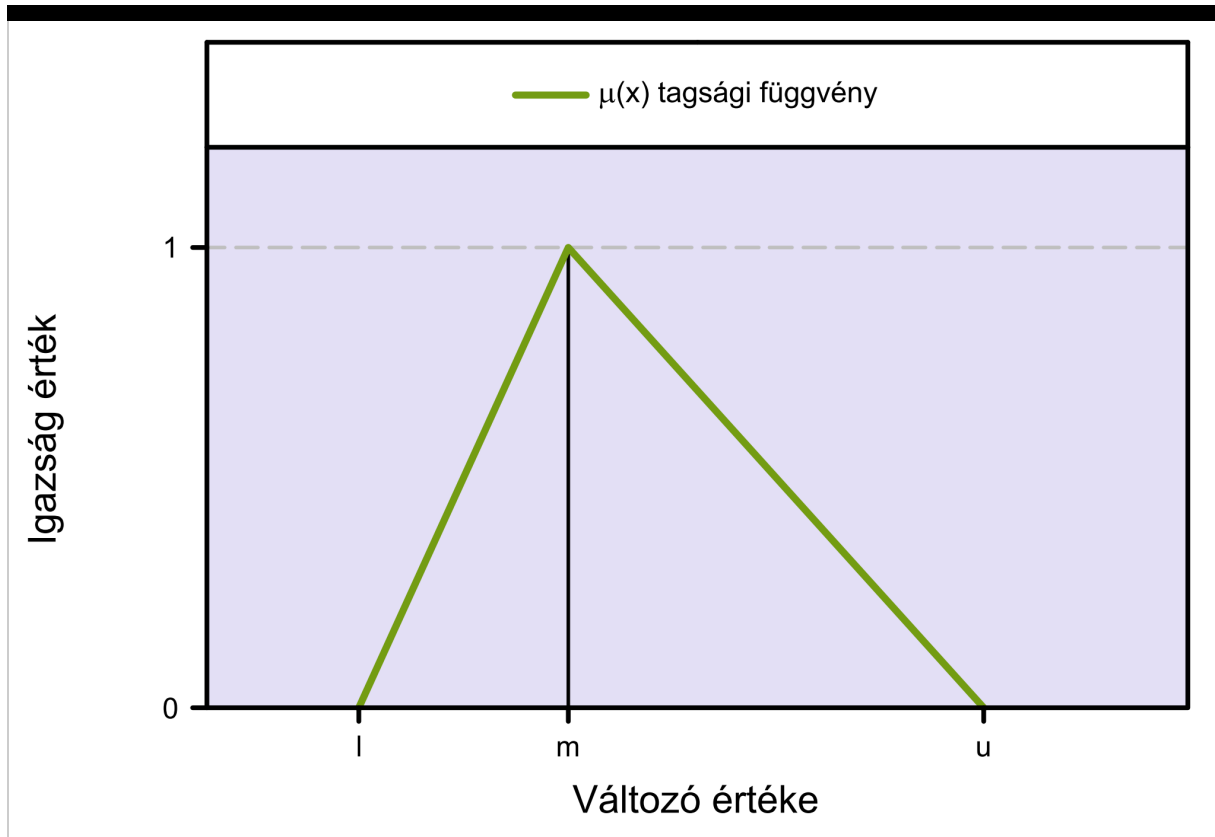
ha $x \in [l, m]$

$$\mu(x) = \frac{u - x}{u - m} \quad (7)$$

ha $x \notin [m, u]$

$$\mu(x) = 0 \quad (8)$$

egyébként



2. ábra

Háromszög alakú fuzzy szám grafikus ábrázolása

A fuzzy változókkal, konkrét esetben fuzzy számokkal műveletek végezhetők (pl.: összeadás, kivonás, szorzás, osztás) a klasszikus aritmetika szabályai szerint. Ilyenkor a fuzzy számokat jellemző megfelelő (csúcsponti) értékpárok között kell elvégezni az adott műveletet, amelynek során az eredmény is fuzzy szám lesz.

Összeadás, kivonás és szorzás esetében az ugyanolyan helyzetű, osztásnál viszont az ellentétes helyzetű (minimum és maximum) pontok alkotják ezeket az értékpárokat [Gazdagné, 2009].

A műveletek eredményeként kapott fuzzy szám megfelelő eljárással visszaalakítható konkrét értéké. Ez az – általában utolsó – lépés a defuzzyfikálás, melynek során meg kell határozni egy olyan konkrét értéket, amely az adott fuzzy változót a legjobban jellemzi. Gyakran alkalmazott módszerei [Kikuchi, 2007] a geometriai középpont módszer és a súlypont módszer. A defuzzyfikált konkrét érték egyszerűsített számítási módja:

$$C = \frac{l + m + u}{3} \quad (9)$$

vagy

$$C = \frac{l + 2m + u}{4} \quad (10)$$

ahol,

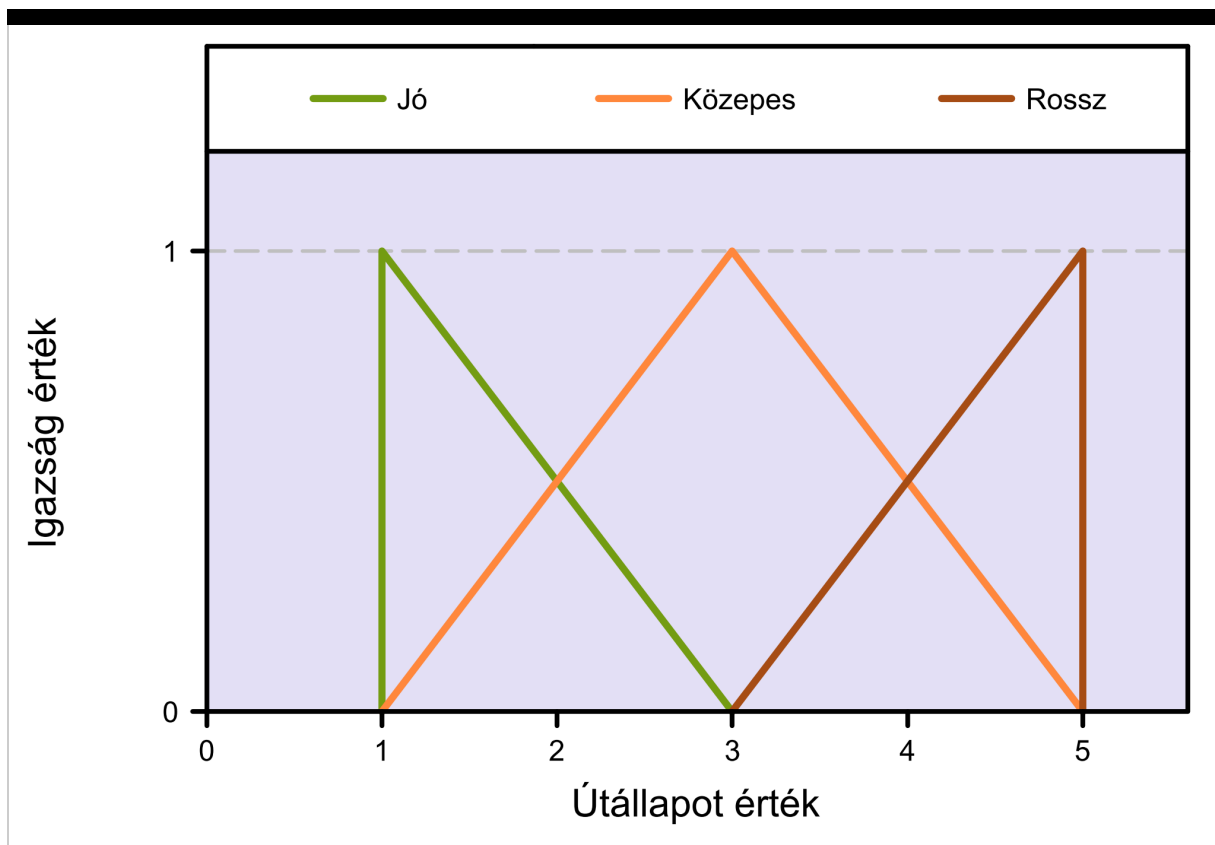
C - a konkrét számérték.

Az úthasználók által érzékelt útállapotokat elsősorban az útfelületi hibák határozzák meg, melyek közvetlen hatást gyakorolnak a kifejthető sebességre. Ilyen útfelületi hibák a kátyúk, a kipergés, a deformációk, a különböző repedések és a burkolatszél hibái. Az útállapotok hatását az eljutási időre többen elemezték. Egy lehetséges megközelítés, amikor az út geometriai jellemzőit és az utazáskényelmet fuzzy változók kombinációjával fejezik ki [Aldian - Taylor, 2003]. Ebben az esetben az úthasználók által érzékelt bizonytalan kategóriákat először verbálisan írják le, majd ezekből képeznek fuzzy változókat a teljes értéktartomány lefedésével.

A hazai úthálózat állapotának értékelését ötfokozatú skálán végzik a szakemberek, míg az úthasználók az ennek közelítőleg megfelelő verbális értékelést a gyakorlatban három fokozatban alkalmazzák: jó, közepes (megfelelő), rossz. A háromfokozatú verbális értékeléshez fuzzy számok rendelhetők a 2. táblázat és a 3. ábra szerint.

Útállapot értékelés	Fuzzy megfeleltetés
Jó	(1, 1, 3)
Közepes	(1, 3, 5)
Rossz	(3, 5, 5)

2. táblázat
Útállapot értékelés fuzzy számokkal



3. ábra
Útállapot értékelés fuzzy számokkal

Ha az útállapot értékelést több úthasználó végzi, a jellemző értékelés a verbálisan megadott véleményekhez rendelt fuzzy számok átlagolásával kapható meg. Ha az i -edik véleménynek az (u_i, m_i, l_i) fuzzy szám felel meg, akkor n értékelő esetén az átlagértéket jellemző fuzzy szám:

$$\tilde{A} = \left(\frac{\sum u_i}{n}, \frac{\sum m_i}{n}, \frac{\sum l_i}{n} \right) \quad (11)$$

számokon végzett alapműveletek utáni geometriai középpont módszerrel konkrét számértékké visszaalakított útállapot minősítés ($\tilde{A} \geq A$) adja meg. A külsőségi és átkelési szakaszok eltérő sebesség értékekkel rendelkeznek, ezért külön kell kezelni azokat, például mellékutak külsőségi szakaszain a sebesség akár 50 km/h-ra, átkelési szakaszain pedig akár 30 km/h-ra csökkenhet, ha rossz az útállapot. A valóságban többféle sebesség előfordul az egyéni kockázatvállalási szinttől függően, ezt írja le a fuzzy változó. Az egyéni és a közösségi közlekedés sebesség értékei is eltérőek, ezért külön kell kezelni őket, *3. táblázat*.

A javasolt megoldásban az útállapotot jellemző A átlagérték lehetséges értékkészlete

$$A \in [1,67; 4,33] \quad (12)$$

és ehhez lehet hozzárendelni a sebességeket, melyek az eljutási időt meghatározzák.

Sebesség értékek mellékutakon	Alapérték, km/h	Útállapottól függő sebesség, km/h
Külsőségi szakasz, szgk	70	$70 - (20 * (A - 1,67)) / 2,66$
Átkelési szakasz, szgk	50	$50 - (20 * (A - 1,67)) / 2,66$
Külsőségi szakasz, busz	60	$60 - (20 * (A - 1,67)) / 2,66$
Átkelési szakasz, busz	40	$40 - (20 * (A - 1,67)) / 2,66$

3. táblázat

Útállapottól függő sebességek meghatározásának képletei

Szám példa:

Példák az útállapot fuzzy értékelésére:

1. példa:

- négy értékelő közül egy közepes, három rossz minősítést adott,

a megfelelő fuzzy számok: (1, 3, 5); (3, 5, 5); (3, 5, 5); (3, 5, 5);

az átlagérték (2,5, 4,5, 5);

az ennek megfelelő konkrét számérték: 4,0.

2. példa:

- négy értékelő közül három közepes, egy rossz minősítést adott,

a megfelelő fuzzy számok: (1, 3, 5); (1, 3, 5); (1, 3, 5); (3, 5, 5);

az átlagérték (1,5, 3,5, 5);

az ennek megfelelő konkrét számérték: 3,33.

A vizsgált településekhez kapcsolódó utak véletlenszerűen megválasztott minősítésekkel elvégzett fiktív értékelése alapján a *4. táblázat* szerint határozhatók meg a sebességek. A módosított átlagos napi forgalom közösségi közlekedési részének aránya adja meg a busz kategóriák súlyozását. Az átkelési szakaszok aránya térképről becsülhető vagy az Országos Közúti Adatbank adataiból lekérdezhető. Ezen adatok ismeretében az átlagos eljutási sebesség kiszámítható, és felhasználható a későbbiekben, mint a javasolt többkritériumos értékelés egyik tényezője.

	Ellend	Erzsébet	Maráza	Szilágy
Útállapot értékelés	2,75	3,33	2,50	4,33
Külsőség szgk, km/h	61,9	57,5	63,8	50,0
Átkelés szgk, km/h	41,9	37,5	43,8	30,0

Külsőség busz, km/h	55,9	53,8	56,9	50,0
Átkelés busz, km/h	35,9	33,8	36,9	30,0
Közösségi arány, %	29	23	38	33
Átkelési arány, %	39	21	30	17
Átlagos sebesség, km/h	52,4	52,5	55,1	46,6

4. táblázat

Útállapottól függő sebességek számítása

5. Közlekedési szükséglet index

A településeken élő emberek tevékenységeit alapvetően meghatározzák a kapcsolatok, melyek egy jelentős része térbeli kapcsolat. A kis forgalmú kapcsolati elemek a hálózat szerves részét képezik, és az általuk kiszolgált népesség a társadalmi igazságosság és esélyegyenlőség elve szerint jogosan igényli azok elfogadható minőségét.

A települések közötti kistérségi kapcsolatokat biztosító mellékutak felújításának nemcsak közlekedési, hanem társadalmi indokai is vannak, melyek között a térbeli egyenlőtlenségek mérséklése és az életminőség javítása említhető. Ezzel a témával többek között foglalkozott egy észak-európai együttműködés, a Roadex projekt keretében egy szakértő bizottság. A projekt egyik eredménye a „Kisforgalmú utak állapotának társadalmi-gazdasági hatása”, mely a Roadex projekt III. ütemében készült el 2006-ban [Johansson, 2006].

A társadalmi, gazdasági és úthasználói igényeket egy közlekedési szükséglet indexben foglalták össze, melynek összetevői a társadalmi érzékenység, a kapcsolat fontossága, valamint a lakosság és a vállalkozók közlekedési igénye. A Roadex projektben javasolt közlekedési szükséglet index értéke 4 és 16 között változott.

A magyarországi településhálózat illetve közlekedési kapcsolatok, továbbá az elérhető adatok ismeretében javaslatot dolgoztam ki egy hazai közlekedési szükséglet index kialakítására, mely az adott út relatív társadalmi-gazdasági jelentőségét fejezi ki, és a döntés-előkészítő értékelés egyik tényezőjeként felhasználható.

A közlekedési szükséglet index (K) javasolt összetevői:

- társadalmi érzékenység (az érintett településekre összesített %-os arány)

o a népesség változása az elmúlt 10 évben (N)

o a munkanélküliségi ráta (M)

- kapcsolati fontosság (10 vagy 0)

o alternatív útvonal megléte (0) vagy hiánya (10) zsáktelepülésnél (Z)

- lakossági közlekedési igény

o alapszolgáltatások (posta, általános iskola, orvosi rendelő, töltőállomás) elérési ideje percben (E)

- vállalkozói közlekedési igény

o napi közlekedési kapcsolatot igénylő aktív cégek száma (C)

A közlekedési szükséglet index meghatározása:

$$K = N + M + Z + E + C \quad (13)$$

ahol,

K - a közlekedési szükséglet index,

N - a népesség változása az elmúlt 10 évben,

M - a munkanélküliségi ráta,

Z - a kapcsolati fontosság,

E - a lakossági közlekedési igény,

C - a vállalkozói közlekedési igény.

Szám példa:

Társadalmi érzékenység számítása

Adatforrás: KSH T-Star területi adatbázis

	Ellend	Erzsébet	Maráza	Szilágy
Lakónépesség száma az év végén 2011, fő	217	301	177	289
Lakónépesség száma az év végén 2001, fő	236	340	221	333
Lakónépesség csökkenése, %	8	11	20	13
Egy éven túl nyilvántartott álláskereső, db és %	4	0	1	6
	1,8	0,0	0,6	2,1
N+M	9,9	11,5	20,5	15,3

5. táblázat

Társadalmi érzékenység számítása

Kapcsolati fontosság értékelése

A kapcsolati fontosság csak zsáktelepülés esetén értékelhető 10 ponttal.

Település	Z
Ellend	0
Erzsébet	0
Maráza	10
Szilágy	0

6. táblázat

Kapcsolati fontosság

Lakossági közlekedési igény meghatározása

adatforrás: Internet, különböző térségi és települési weblapok

Az alapszolgáltatás elérési lehetősége a legközelebbi olyan településen áll fenn, ahol az alapszolgáltatás rendszeresen működik.

Település	Posta	Általános iskola	Orvosi rendelő	Töltőállomás
Ellend	Ellend	Bogád	Berkesd	Pécs
Erzsébet	Pécsvárad	Pécsvárad	Pécsvárad	Pécsvárad
Maráza	Geresdlak	Geresdlak	Geresdlak	Geresdlak
Szilágy	Berkesd	Berkesd	Berkesd	Pécsvárad

7. táblázat

Alapszolgáltatások elérési lehetősége

A számítási módszer továbbfejlesztéseként a későbbiekben súlyozó tényezőként figyelembe vehető az

alapszolgáltatás igénybevételi gyakorisága, amely például az általános iskola esetén magasabb.

Település	Posta	Általános iskola	Orvosi rendelő	Töltőállomás	Átlag
Ellend	0	7	11	15	8,3
Erzsébet	7	7	7	7	7,0
Maráza	7	7	7	7	7,0
Szilágy	3	3	3	7	4,0

8. táblázat
Alapszolgáltatások távolsága, km

Az alapszolgáltatások elérési ideje az átlagos távolságból és az előzőekben meghatározott, az úttalapottól függő sebességből számítható.

Település	Távolság	Sebesség	E
Ellend	8,3	52,4	9,5
Erzsébet	7,0	52,5	8,0
Maráza	7,0	55,1	7,6
Szilágy	4,0	46,6	5,2

9. táblázat
Alapszolgáltatások elérési ideje, perc

Vállalkozói közlekedési igény számítása (Adatforrás)

Település	Cégek	Felszámolás alatt	C
Ellend	10	2	8
Erzsébet	11	2	9
Maráza	4	2	2
Szilágy	5	1	4

10. táblázat
Vállalkozói közlekedési igény számítása

Közlekedési szükséglet index összesítése

Település	N+M	Z	E	C	K
Ellend	9,9	0	9,5	8	27,3
Erzsébet	11,5	0	8,0	9	28,5
Maráza	20,5	10	7,6	2	40,1
Szilágy	15,3	0	5,2	4	24,4

11. táblázat
Közlekedési szükséglet index számítása

6. Többkritériumos értékelés fuzzy változókkal

A mindennapi élethelyzetekben gyakori, hogy döntéseink meghozatala során több lehetséges változat közül kell választanunk, amelyhez segítséget ad a változatok különféle jellemzőire alapozott értékelés. A döntés-előkészítés tudományos megalapozásában az ilyen esetekre leggyakrabban a többkritériumos elemzést (Multi-Criteria Analysis) alkalmazzák. A módszer hatékonynak bizonyult az olyan problémák megoldásában, mint a városi közlekedési rendszerfejlesztési projektek kiválasztása, vagy a megbocsájtó és önmagát magyarázó útkörnyezetet létrehozó innovatív európai lehetőségek stratégiai értékelése [Macharis - Verbeke - De Brucker - Gelová - Weinberger - Vašek, 2008], feltételezve, hogy megfelelő pontosságú adatok álltak rendelkezésre. A többkritériumos értékelés fontosabb lépései: a probléma elemzése, a változatok definiálása, az értékelési tényezők megválasztása, az értékelési eljárás végrehajtása, valamint javaslattevés.

Bizonytalan vagy nem teljes körű információ esetén jól alkalmazható a fuzzy változókra alapozott többkritériumos értékelés, ezen belül meglehetősen elterjedt a fuzzy analitikus hierarchia eljárás (Analytic Hierarchy Process, AHP), mely alkalmas a különböző szakterületekről érkező szakértők véleményének integrálására során a bizonytalanság figyelembe vételére [Meixner, 2009]. A településközi úthálózati elemek felújítási változatainak értékelésére is jól felhasználható ez a módszer [Gulyás, 2012].

A különböző preferenciák ütköztetése egy olyan döntés-előkészítési javaslatot eredményez, amelyben a konkrét alátámasztó számértékek mellett megjeleníthető a bizonytalanság hatása. A legfrissebb szakirodalmi adatok szerint a kiegyensúlyozott regionális fejlődést segítő közútfejlesztési és felújítási projektek értékelésére is alkalmazták az analitikus hierarchia eljárást [Cho - Park, 2012].

Az értékelési tényezők súlyszámai kifejezik az adott tényező (kritérium) relatív fontosságát a változatok összehasonlításában. A súlyszámok meghatározása minden többkritériumos értékelés fontos eleme. A fuzzy változók bevezetésével az értékelési súlyok tágabb értelmezést nyernek, minthogy az alsó és felső határral jellemezhető intervallum realisabb és a gyakorlatban jobban alkalmazható megoldást biztosít. Hasonló alapelven lehetséges fuzzy változókkal az építési tevékenységek időtartamában rejlő bizonytalanság leírása és kezelése [Danka, 2011].

Az analitikus hierarchia eljárás önállóan is használható, mint döntés-előkészítő módszer, de számos esetben kombinálják más döntés-támogató eljárásokkal. Ez utóbbiak között említhető a lineáris programozás, a genetikus algoritmusok, a neurális hálók, valamint más korszerű elemzési módszerek [Millet - Wedley, 2003].

Ugyanígy megfontolásból - javaslatom szerint - az AHP kombinálható a magyar fejlesztésű (Kindler József és Papp Ottó által kifejlesztett) KIPA többkritériumos értékelési módszerrel, létrehozva ez által egy új, hatékony többkritériumos értékelési és erőforrás-elosztási módszert, mely alkalmas - többek között - a települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok javítását célzó programok értékelésére, a változó nemzetgazdasági igényekhez igazodóan, korlátozott erőforrások esetén.

Míg az AHP alapvetően az értékelési tényezők páronkénti összehasonlításával dolgozik, a KIPA módszer lényege a változatok páronkénti összehasonlítása. Az AHP első szintű mátrixa az értékelési tényezők súlyszámainak meghatározását célozza. Az AHP eljárás a második hierarchikus szinten a változatok számszerű jellemzőinek összehasonlítását végzi el azok arányosításával.

A KIPA módszer mátrixában a változatok összehasonlítására és a preferált sorrend megállapítására alkalmas előny (preferencia) és hátrány (diszkvalifikancia) mutatók szerepelnek, hasonlóan az Európában széles körben alkalmazott Promethee eljáráshoz [Schneller - Podmaniczky B. - Podmaniczky L., 2006]. A KIPA módszer lényegében a változatok közötti különbségeken alapul, az AHP eljárás pedig a változatokat jellemző tényezőket veti össze. Mindkét esetben meg kell határozni az értékelési tényezők súlyszámait, melyhez a KIPA módszer a Guilford eljárást használja fel.

Az általam kidolgozott és bevezetésre javasolt új kombinált többkritériumos értékelési módszer lényege, hogy az értékelési tényezők súlyszámait a fuzzy AHP eljárással határozza meg, és ezeket a súlyszámokat alkalmazza a KIPA módszerben a változatok összehasonlítása során. Az eredeti KIPA módszerben a változatok összevetésekor ötfokozatú verbális skálákat használnak, melyek terjedelmét a súlyszámokból levezetve határozzák meg.

A javasolt új kombinált módszerben ezeket a verbális kategóriákat fuzzy változókkal leírva a változatok páronkénti összevetése skálafüggetlen módon valósítható meg, és a szakértői véleményekben rejlő

bizonytalanság az összehasonlítás során a fuzzy változók alkalmazásával figyelembe vehető. A fuzzy AHP súlyozás és az új elemként megjelenő fuzzy KIPA összevetés együttesen alkotja az új kombinált többkritériumos értékelési módszert.

Az új kombinált módszer kiküszöböli az AHP eljárás egy ismert gyenge pontját, nevezetesen az értékelési sorrend esetleges megváltozásának, a fordított értékelésnek a problémáját. További kutatási feladatként jelenik meg a későbbiekben az új kombinált többkritériumos értékelési módszer érzékenység-vizsgálata.

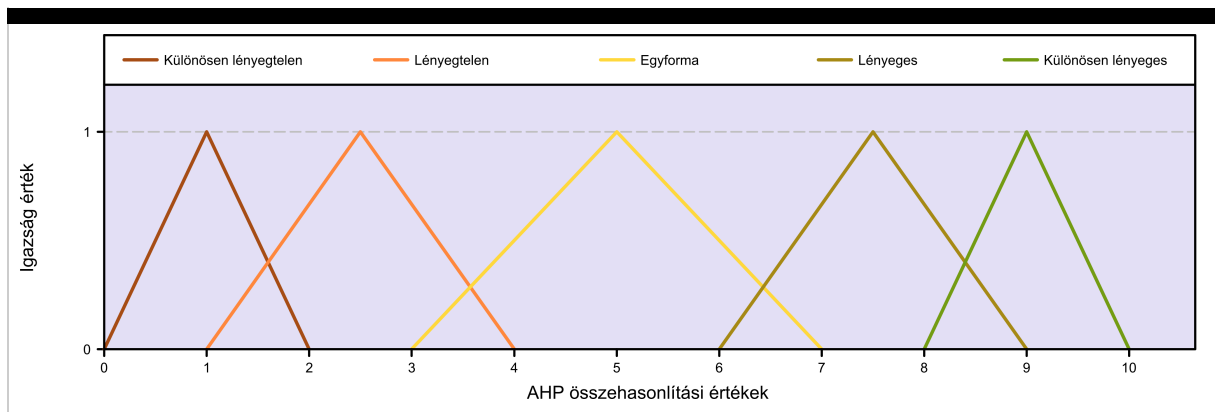
7. Fuzzy súlyszámok és összehasonlító értékek meghatározása

Az értékelési tényezőknek az AHP módszerben használatos eredeti összehasonlítási értékei: „1”, „3”, „5”, „7”, „9”, melyek egy lehetséges fuzzy változata a 12. táblázat és 1. ábra szerint alakul [Chatterjee - Mukherjee, 2010] alapján.

Verbális kategória	Leírás	Fuzzy szám
Különösen lényegtelen	A tényező sokkal kevesébé fontos, mint a másik	(0, 1, 2)
Lényegtelen	A tényező kevésbé fontos, mint a másik	(1, 2, 5, 4)
Egyforma	A két tényező egyforma	(3, 5, 7)
Lényeges	A tényező fontosabb, mint a másik	(6, 7, 5, 9)
Különösen lényeges	A tényező sokkal fontosabb, mint a másik	(8, 9, 10)

12. táblázat

Fuzzy AHP értékhármasok az értékelési tényezők összehasonlítására



4. ábra

Fuzzy AHP értékhármasok az értékelési tényezők összehasonlítására

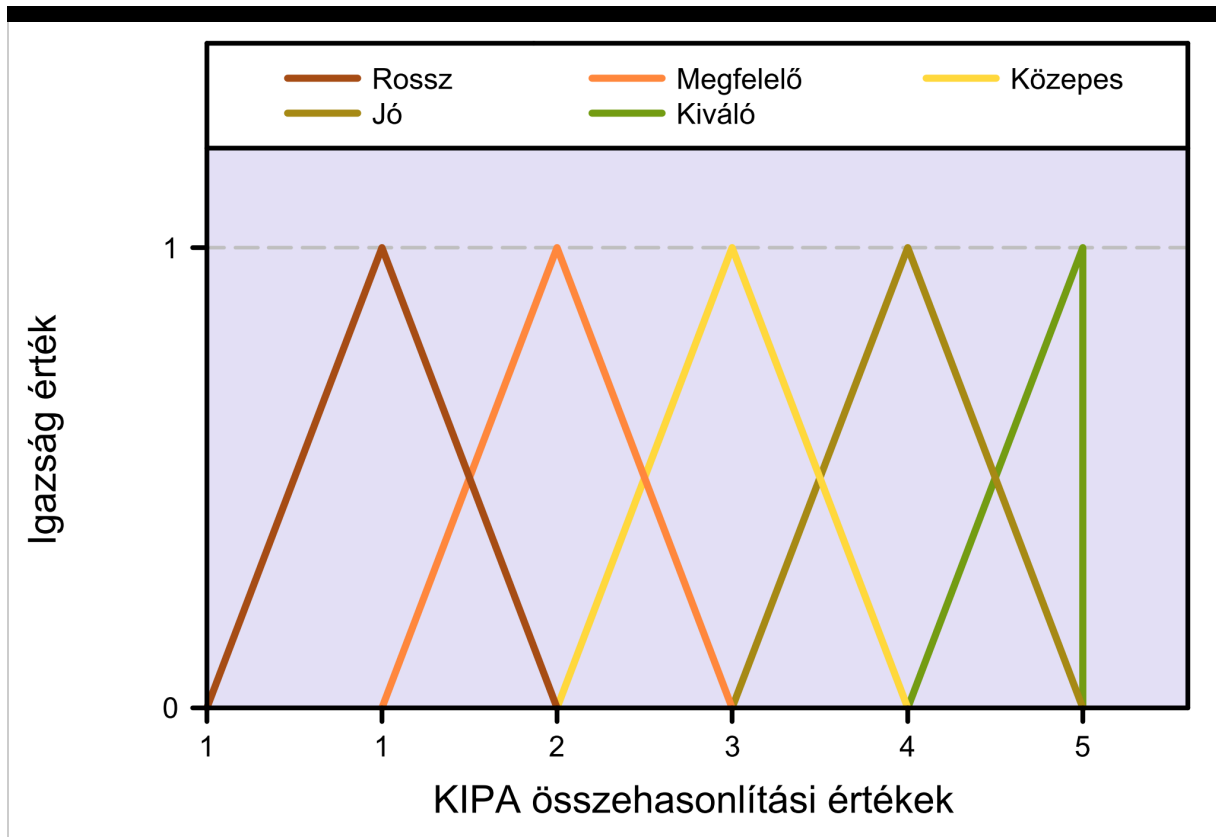
A változatok összehasonlítására a KIPA módszerben használatos eredeti verbális összevetési kategóriák: „kiváló”, „jó”, „közepes”, „elfogadható”, „rossz”, melyek fuzzy számokkal való leírása az általam kidolgozott új kombinált módszerben a 13. táblázat és a 5. ábra szerint alakul. Az egyes verbális kategóriáknak megfeleltetett fuzzy számok között ez esetben nincs átfedés. A KIPA módszer jó szakértői becslési lehetőséget nyújt a nem számszerűsíthető jellemzők kezelésére.

Verbális kategória	Leírás	Fuzzy szám
Kiváló	A legkedvezőbb változat az adott értékelési tényező szerint	(4, 5, 5)
Jó	Kedvező változat az adott értékelési tényező szerint	(3, 4, 5)
Közepes	Közömbös az adott értékelési tényező szerint	(2, 3, 4)
Megfelelő	Kedvezőtlen változat az adott értékelési tényező szerint	(1, 2, 3)

Rossz	A legkedvezőtlenebb változat az adott értékelési tényező szerint	(0, 1, 2)
-------	--	-----------

13. táblázat

Javasolt fuzzy KIPA értékhármasok a változatok összevetésére



5. ábra

Javasolt fuzzy KIPA értékhármasok a változatok összevetésére

8. Súlyozás és értékelés a javasolt új kombinált módszerben

A települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatokat javítását célzó programok többkritériumos értékelése során az általam figyelembe vételre javasolt értékelési tényezők:

- A beavatkozás becsült költsége (gazdasági tényező)
- A módosított forgalom (műszaki tényező)
- A közlekedési szükséglet index (társadalmi tényező)
- Az érintett lakosok száma (társadalmi tényező)

Az AHP módszer szerint a súlyszámok meghatározásához az értékelési tényezők páronkénti összehasonlítását szakértők végzik el minden lehetséges esetre, és az eredményeket n értékelési tényező esetén egy $n \times n$ méretű mátrix a_{ij} elemeiként jelenítik meg. A mátrix szimmetrikus ($a_{ij} = 1/a_{ji}$) és a főátló a_{ii} elemeinek értéke 1.

A fuzzy változatban az \tilde{a}_{ij} elemek fuzzy számokként jelennek meg. A relatív súlyokat tartalmazó fuzzy sajátvektor jó közelítéssel meghatározható a geometriai közép fuzzy aritmetikával történő kiszámításával.

$$\tilde{e}_i = \prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^{1/n} \quad (14)$$

$$\tilde{w}_i = \frac{\tilde{e}_i}{\sum_{i=1}^n \tilde{e}_i} \quad (15)$$

$$\sum_1^n \tilde{w}_i = 1 \quad (16)$$

ahol,

\tilde{a}_{ij} - az értékelési tényezőket összehasonlító mátrix eleme,

\tilde{e}_i - a mátrix sajátvektora elemének közelítése,

\tilde{w}_i - az értékelési tényező relatív súlysza.

A kombinált módszer lényege, hogy az AHP módszerből nyert értékelési tényező súlyokat beillesztve a KIPA módszerbe, ezekkel végezhető el a változatok összehasonlítása.

Az előny vagy preferencia mutató kiszámításában a kedvezőbb vagy azonos változatok értékelési súlyszaainak összegét viszonyítják a súlyok összegéhez, ami természetesen 1, tehát elegendő a feltételnek megfelelő súlyszaok összegzése.

$$c_{ij} = \sum_{i \in (t_i \geq t_j)} w_i \quad (17)$$

ahol,

c_{ij} - az előnymutató,

w_i - az adott értékelési tényező súlysza,

$t_i; t_j$ - az adott változat összehasonlító értékelése.

A hátrány vagy diszkvalifikancia mutató kiszámításában a legnagyobb értékelési különbséget viszonyítják a skálaterjedelemhez

$$d_{ij} = \frac{(t_i - t_j)_{max}}{T} \quad (18)$$

ahol,

d_{ij} - a hátránymutató,

$t_i; t_j$ - az adott változat összehasonlító értékelése,

T - a skálaterjedelem.

A KIPA módszerben az értékelési skála terjedelme:

$$T = 20[(1 + 2w_{max}) - (1 - 2w_{max})] = 80w_{max} \quad (19)$$

ahol,

w_{max} - a hátránymutató,

A változatok összehasonlítása során egy értékelési fokozat különbség:

$$D = \frac{w_i}{4w_{max}} \quad (20)$$

ahol,

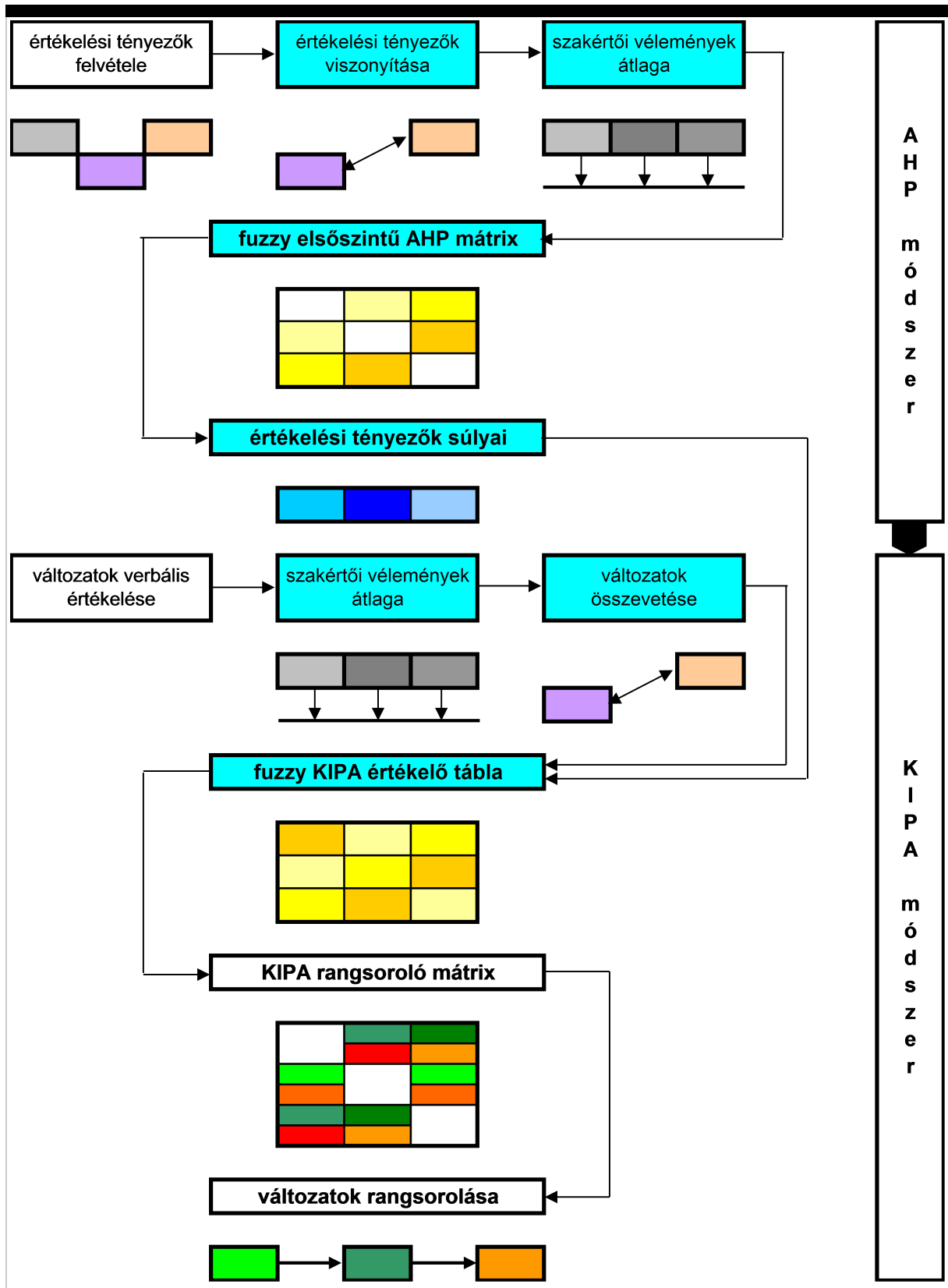
D - az egy értékelési fokozat különbség,

w_i - a vizsgált értékelési tényező súlysza.

A fuzzy számokként meghatározott előny- és hátrány mutatókat a geometriai középpont módszerrel konkrét

számértékké visszaalakítva a KIPA értékelő mátrix feltölthető, és az értékelés a KIPA módszer szerint az előny- és hátrány mutatók határértékeinek lépésenkénti változtatásával elvégezhető, az eredményből a változatok prioritási vagy preferencia sorrendje, rangsorolása megadható.

A kidolgozott új kombinált értékelési módszer áttekintését a 6. ábra szemlélteti, ahol a világoskék elemek a fuzzy változók alkalmazását mutatják.



6. ábra

A kidolgozott új kombinált értékelési módszer lépései

Szám példa:

Kiinduló adatok

A vizsgált - közlekedési kapcsolatokat javító - projektek jellemzőit a 14. táblázat tartalmazza. A fuzzy értékelések négy fiktív, de realisztikus szakértői véleményből kerültek kiszámításra mind az értékelési tényezők súlyszámait, mind a projekt változatok összevetését illetően. A beavatkozások költségét a közelmúltban Baranya megyében átadott ROP projektek fajlagos költségei alapján lehetett becsülni.

Település	B beavatkozás becsült költsége, MFt	F módosított forgalom $\dot{A}NF_{mod}$	K közlekedési szükséglet index	L érintett lakosok száma, fő
P1 Ellend	340	560	27,3	217
P2 Erzsébet	650	1044	28,5	301
P3 Maráza	310	425	40,1	177
P4 Szilágy	600	678	24,4	289

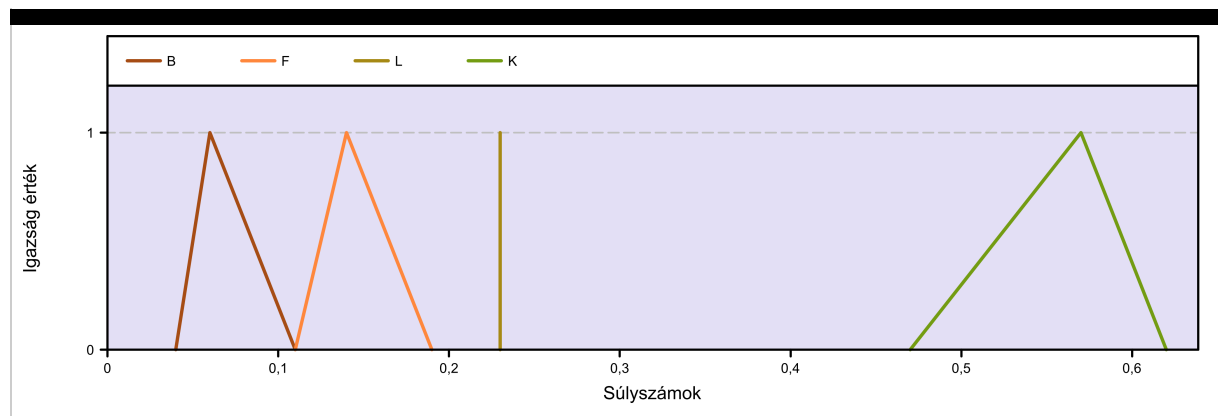
14. táblázat
A szám példa kiinduló adatai

Értékelési tényező súlyszámok fuzzy AHP eljárással

	B	F	K	L	Súly
B	(1; 1; 1)	(0,50; 0,27; 0,18)	(0,22; 0,16; 0,13)	(0,50; 0,27; 0,18)	(0,11; 0,06; 0,04)
F	(2,00; 3,70; 5,56)	(1; 1; 1)	(0,31; 0,20; 0,15)	(1,00; 0,42; 0,27)	(0,19; 0,14; 0,11)
K	(4,55; 6,25; 7,69)	(3,23; 5,00; 6,67)	(1; 1; 1)	(1,50; 3,13; 4,75)	(0,47; 0,57; 0,62)
L	(2,00; 3,70; 5,56)	(1,00; 2,38; 3,70)	(0,67; 0,32; 0,21)	(1; 1; 1)	(0,23; 0,23; 0,23)

15. táblázat
Első szintű fuzzy AHP mátrix és az értékelési tényezők súlyjai

A fuzzy súlyszámok grafikus ábrázolását a 7. ábra mutatja.



7. ábra
Az értékelési tényezők fuzzy súlyszámjai

A súlyszámok mérnöki szempontú jelentését vizsgálva megállapítható, hogy a szám példában a közlekedési

szükséglet index, mint társadalmi tényező a legnagyobb súllyal szerepel. A legkisebb súlyú értékelési tényező a többkritériumos értékelésben a beruházási költség, ezt követi a módosított forgalom és az érintett lakosok száma.

Változatok összehasonlító értékei fuzzy kombinált AHP - KIPA módszerrel

	B	F	K	L
Súly	(0,11; 0,06; 0,04)	(0,19; 0,14; 0,11)	(0,47; 0,57; 0,62)	(0,23; 0,23; 0,23)
P1	(3,00; 4,00; 5,00)	(1,50; 2,50; 3,50)	(1,75; 2,75; 3,75)	(1,50; 2,50; 3,50)
P2	(0,50; 1,50; 2,50)	(3,50; 4,50; 5,00)	(2,25; 3,25; 4,25)	(3,25; 4,25; 5,00)
P3	(3,00; 4,00; 5,00)	(1,25; 2,25; 3,25)	(3,25; 4,25; 5,00)	(0,75; 1,75; 2,75)
P4	(0,50; 1,50; 2,50)	(1,75; 2,75; 3,75)	(0,75; 1,75; 2,75)	(3,00; 4,00; 5,00)

16. táblázat

Projekt változatok összevetése fuzzy kombinált AHP - KIPA módszerrel

Változatok preferencia sorrendje a kombinált AHP - KIPA módszerrel

	P1	P2	P3	P4
P1		7 %	45 %	62 %
		12 %	36 %	16 %
P2	93 %		38 %	100%
	8 %		8 %	0 %
P3	62 %	62 %		62 %
	8 %	25 %		24 %
P4	38 %	7 %	38 %	
	8 %	11 %	8 %	

17. táblázat

Defuzzifikált KIPA mátrix az előny és hátrány mutatókkal

Az előny- és hátrány mutatók határértékeinek lépésenkénti változtatása:

100%; 0% P2 ≥ P4

90%; 10% P2 ≥ P1

60%; 20% P3 ≥ P1 és P1 ≥ P4

60%; 25% P3 ≥ P2 és P3 ≥ P4

A változatok preferencia sorrendje

P3 ≥ P2 ≥ P1 ≥ P4

Maráza ≥ Erzsébet ≥ Ellend ≥ Szilágy

Mérnöki szempontból vizsgálva az eredményt megállapítható, hogy a P3 változat a közlekedési szükséglet index miatt került az első pozícióba, mert az értékelési tényező magas súlyszáma és a változatok összevetése során az értékelési tényezőnek a zsáktelepülésből adódó nagyobb értéke egyaránt kedvezővé teszi ezt a változatot. A második legkedvezőbb a P2 változat, amelynek esetén a nagyobb forgalom és lakosság, valamint a magasabb közlekedési szükséglet index előrébb helyezi ezt a változatot. A harmadik helyezett a P3 változat lett közepes jellemzőkkel, míg a P4 változat lemaradását a legkisebb közlekedési szükséglet index értéke befolyásolta.

A számpélda alapján megállapítható, hogy a vizsgált településközi kapcsolatok esetén elsősorban a közlekedési szükséglet index határozza meg az eredményt.

A következő fényképek a vizsgált és értékelt közlekedési kapcsolatokat szemléltetik.



8. ábra
P1 Ellend







11. ábra
P4 Szilágy

9. Gyakorlati alkalmazási lehetőségek

Az eredmények gyakorlati jelentősége elsősorban az új forráselosztási módszer kidolgozásában mutatkozik meg, mely alkalmas a településközi közlekedési kapcsolatok javítására korlátos források esetén, felhasználva a kidolgozott új, a településközi úthálózati kapcsolatokat jobban leíró jellemzőket, valamint képes fuzzy változók bevezetésével a bizonytalanság kezelésére az értékelési folyamatban.

A településközi napi személyforgalmi utazásokat jellemző új mutató, valamint a közlekedési kapcsolatokat leíró, a bizonytalanságot figyelembe vevő új index megteremti egy szélesebb körű alkalmazás alapját a döntés-előkészítési folyamatokban, figyelembe veszi a magyar kistérségek szerkezeti sajátosságait és a mellékúthálózat jellemzőit, biztosítva ez által a nemzetgazdasági és társadalmi hasznosulást.

A települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok jellemzésében a fuzzy változók alkalmazása a többkritériumos elemzési módszerben az ilyen jellegű vizsgálatok terén új elemet hoz létre, és lehetőséget ad a gyakorlati alkalmazásra a magyar mellékúthálózat szükséges felújítása érdekében.

A járási közigazgatási szint bevezetése után előreláthatóan előtérbe kerül a kistérségi kapcsolatok minőségének kérdése, az útállapotok javításának, az utak, és ezen belül a kifizetési mellékutak felújításának igénye. A felújításra váró kifizetési mellékutak közül több szempont komplex figyelembevétele alapján érdemes kiválasztani a projekt javaslatokat. Célszerű ezért járási szinten elvégezni a javasolt többkritériumos elemzést az érintett kifizetési mellékutak vonatkozásában.

Az értékelés egységes szemléletének biztosítására indokolt egy módszertani segédlet és alkalmazási útmutató kidolgozása, melynek összeállításához reményem szerint jelen dolgozat is segítséget ad. Az állami közútkezelő szervezet megyei egységével összehangoltan a járási műszaki szakemberei a javasolt módszer alkalmazásával megalapozottan előkészíthetik a települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok javítását a lehető legnagyobb mértékben elősegítő projektek kiválasztását.

10. Összefoglalás

A településeket összekötő utak állapota romlik, míg a felújításukra fordítható források korlátozottak. Ezért fontos a kevés forrás hatékony felhasználása ott, ahol a leginkább szükséges. A projektek értékelésében más tényezőket, így a különböző szolgáltatások elérését is figyelembe kell venni. Az értékelt úton a közforgalmú közlekedés létének és gyakoriságának megfelelő súlyú figyelembevétele a módosított átlagos napi forgalom bevezetésével lehetséges.

A települések közötti közlekedési kapcsolatok minőségét gyakran szavakkal jobban lehet jellemezni, mint számokkal. Bár a szavak jelentése pontatlan és bizonytalan, fuzzy változókkal mégis megjeleníthetők. A településközi kapcsolatok fuzzy változókkal történő jellemzése különböző alkalmazási lehetőségekkel bír, mint például bemutatott fuzzy többkritériumos értékelés. A döntés-előkészítési folyamatban így figyelembe vehetők a bizonytalan, pontatlan, szubjektív minőségi tényezők is, oly módon, hogy nem szükséges konkrét számszerűsítésük.

Egy döntést pénzügyi és nem pénzügyi tényezők befolyásolnak. Mindkettőt figyelembe veszi a többkritériumos elemzés, amely hasznos, mert a társadalmi-gazdasági, környezeti és más jellemzők egyaránt értékelhetők. A kutatás eredménye egy olyan kombinált többkritériumos elemzési módszer létrehozása, amely a gyakorlatban alkalmazható a korlátozott erőforrások elosztására a települések közötti közlekedési kapcsolatok javítása érdekében, figyelembe véve az érintett közlekedési hálózat állapotát és a bizonytalanságot a hatékonyság értékelése során.

11. Hivatkozások

Aldian, A., Taylor, M. A. P.: Fuzzy Multicriteria Analysis for Inter-city Travel Demand Modelling. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5, October, p. 1294-1307., 2003.

Chatterjee, D., Mukherjee, B.: Study Of Fuzzy-Ahp Model To Search The Criterion In The Evaluation Of The Best Technical Institutions: A Case Study. International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(7), 2010, 2499-2510

Cho N., Park H.: Preliminary feasibility study for road projects incorporating balanced regional development. PIARC World Road Association Routes/Roads No. 356 , p. 56-63. 2012.

Danka, S.: Robust Resource Constrained Project Scheduling with Fuzzy Activity Durations. Pollack Periodica, Vol. 6, No. 3, pp. 131–142, 2011.

Gazdagné Rózsa E.: Fuzzy koncepció alapuló környezeti és egészségkockázat becslés Gyöngyösorsoszi környékén. Doktori értekezés, ELTE, Budapest, 2009

Gulyás, A., Dobosi, T.: Comparative analysis of road networks at micro-regional level. 9th International Road Conference, Budapest, May 2006.

Gulyás, A., Sántha, L.: Kisforgalmú utak kezelése a Nemzeti út-, hídfelújítási programban. Közúti és Mélyépítési Szemle 2008. 11. p. 27-29.

Gulyás, A.: Pavement management of secondary roads in Hungary. 4th European Pavement and Asset Management Conference. Malmö, Svédország, 2012.

Johansson, S. Socio-Economic Impacts of Road Conditions on Low Volume Roads. ROADEX III Project Report, Letöltés

Kocsis, T., Szőke, B.: Az országos gyorsforgalmi főúthálózat nagytávú terve és hosszú távú fejlesztési programja: a változatértékelés módszertana. Közlekedésépítési Szemle, 61. 3. p. 1-7. 2011.

Kikuchi, S.: Fuzzy Sets Theory Approach to Transportation Problems. In: Artificial Intelligence in Transportation, Transportation Research Circular E-C113, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2007.

Macharis, C., Verbeke, A., De Brucker, K., Gelová E., Weinberger, J., Vašek, J.: Implementation scenarios and further research priorities regarding forgiving and self-explaining roads. Deliverable of the research project Infrastructure and Safety (IN-SAFETY), Sixth framework programme, Brussels, 2008.

Meixner, O.: Fuzzy AHP Group Decision Analysis and its Application for the Evaluation of Energy Sources.

Proceedings of the Proceedings of the 10th International Symposium on the Analytic Hierarchy/Network Process, Pittsburgh/PA, USA, 2009.

Millet, I., Wedley, W.C., 2002: Modelling Risk and Uncertainty with the Analytic Hierarchy Process. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 11: 97–107.

Schneller K., Podmaniczky B., Podmaniczky L.: Komplex rendszereket összemérő módszer alkalmazása a mezőgazdasági térfunkció elemzéseknél. Acta Agraria Kaposváriensis Vol 10. No 3. p. 269-278. 2006.

Ortúzar, J., Willumsen, L.: Modelling Transport. 2nd edition, Wiley, London, 1994.

Adatok

Megjelent itt

2. szám

2013. ősz



Szerző

Gulyás András

Okleveles építőmérnök, szakmérnök, habil PhD adjunktus a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Karán, a Magyar Közút Nonprofit Zrt. műszaki tanácsadója.

Témakörök

Kiemelt • Útgyáldalkodás

Kulcsszavak

bizonytalanság • többkritériumos értékelés • útállapot

Befogadva

2013. november 7.

Abstract

The condition of transport connections among settlements is deteriorating while rehabilitation resources are constrained therefore their efficient use is important. The author describes a new method for taking into account the road condition dependent travel time within the decision preparing assessment of alternatives for rehabilitation of transport network connections. Fuzzy variables have provided a useful description of uncertainty in characterising the road condition quality. A recommended term, modified traffic based on daily personal trips is suitable for qualification of passenger transport connections among settlements. A complex index of transportation demand is applicable for characterising social effects in the frame of evaluation of micro-regional connections among settlements. A new

and efficient multi-criteria assessment and resource allocation method is suitable for assessment of programs aiming enhancement of micro-regional transport connections among settlements, combining existing methods, taking into account of the changing demand of the national economy and constrained resources, applying fuzzy variables for handling of uncertainty affecting the evaluation of financial and non-financial characteristics.

© Copyright **Útügyi Lapok** 2013 • *Minden jog fenntartva.*



Typesetting math: 100%

A mezőgazdasági utak, mint a mezőgazdasági ágazat infrastruktúrája

Szerző(k) **Dr. habil. Kosztka Miklós CSs**

Kivonat

Bevezetés Mezőgazdálkodásunk megújítása közben számos problémával találkozhatunk, amelyek megoldása évtizedek óta késlekedik. A hivatkozási alap mindig a pénzügyi fedezet hiánya, amelynek megteremtésére sem tettünk meg mindent, mert az uralkodó költség - haszon elemzésre alapozott döntési modellekkel azok megtérülése nem bizonyítható. Amennyiben ezeknek a problémáknak a megoldására fordítandó beruházási költségek nem térülnek meg, de a beavatkozásokra [...]

1. Bevezetés

Mezőgazdálkodásunk megújítása közben számos problémával találkozhatunk, amelyek megoldása évtizedek óta késlekedik. A hivatkozási alap mindig a pénzügyi fedezet hiánya, amelynek megteremtésére sem tettünk meg mindent, mert az uralkodó költség - haszon elemzésre alapozott döntési modellekkel azok megtérülése nem bizonyítható. Amennyiben ezeknek a problémáknak a megoldására fordítandó beruházási költségek nem térülnek meg, de a beavatkozásokra a mezőgazdasági termelés érdekében szükség van, akkor ezeket a beruházásokat nem tekinthetjük termelő beruházásnak, hanem azt egy másik kategóriába, az infrastruktúra körébe kell besorolni.

Az infrastruktúra értelmezésének számtalan változata ismert. Ezek közül érdeklődésünk középpontjában a mezőgazdálkodáshoz köthető infrastruktúra áll, amelyre az infrastruktúra fogalmát le kell szűkíteni.

A mezőgazdasági infrastruktúra fogalmának meghatározásakor az infrastruktúra általános elemzéséből indultunk ki, majd azt leszűkítettük a további tárgyalásunknak megfelelően. Ezek szerint mezőgazdasági infrastruktúrának tekintjük a mezőgazdasági termeléssel összefüggő közlekedési hálózatot, és a mezőgazdasági vízgazdálkodást.

2. Az infrastruktúra fogalma és szerepe a mezőgazdasági termelésben

2.1. Az infrastruktúra megjelenése a mezőgazdálkodás területén

Az infrastruktúra latin eredetű szó, amely eredetileg alépítményt, alapszerkezetet jelent, mégpedig olyant, ami általában a társadalmi-gazdasági újratermelés háttérét biztosítja.

Aktív életünk egyik részét munkával, másik részét munkaerőnk újratermelésével (pihenéssel, szórakozással stb.) töltjük el. A munkát megfelelő munkaeszközökkel végezzük, amelyek értéke amortizációjukon keresztül közvetlenül beépül a termék árába. Ezek a termelőeszközök, amelyek nélkül a terméket előállítani nem lehet. A munkaerőnk újratermelése általában munkaidőn kívül történik a pihenés időszakában. Mindennapjaink pihenéssel töltött időszakában is igénybe veszünk olyan eszközöket, létesítményeket, beruházásokat, amelyek a munkaerő újratermelésének folyamatában részt vesznek, de közvetlenül egy-egy termék előállításában ezek nem jelennek meg. Munkaidőnkben is vannak olyan szükségleteink, amelyek nem szolgálják közvetlenül a termelést, azzal nem függenek szorosan össze, de hiányuk a termelési folyamatokat akadályozná (munkahelyi étkező, szociális helyiségek stb.). A termelés és a munkaerő újratermelésének folyamatához szükséges az információk átadása-átvétele, valamint a földrajzi egységeket összekötő közlekedési kapcsolatok megteremtése. Egyes nemzetgazdasági ágazatok jelentősen függenek a természeti körülményektől. Ezeknek a hatásoknak a kivédése, csökkentése ösztársadalmi érdek, amit éppen ezért a társadalmat képviselő államnak kell biztosítani. Annak ellenére, hogy ezekben az ágazatokban, bizonyos esetekben a termelés feltétele a hatékony védelem, annak költségeit nem lehet a területen termelő gazdasági egységre hárítani, annak közösségi hatása miatt (árvízvédelem, belvízvédelem stb.).

Amennyiben így végigtekintünk a termelés folyamatán, akkor láthatjuk, hogy vannak az új termék előállításában közvetlenül résztvevő és az új termék előállításában részt nem vevő, de ahhoz szorosan hozzátartozó műszaki-gazdasági feltételek.

Ezzel el is jutunk az infrastruktúra egyik meghatározásához, amely szerint közgazdasági szempontból az infrastruktúra: az új termék előállításában közvetlenül részt nem vevő, de ahhoz szorosan hozzátartozó gazdasági feltételek gyűjtő neve.

Magát az infrastruktúrát két nagy csoportra oszthatjuk:

- a termelő (vagy műszaki) infrastruktúra elsősorban a közlekedést, a vezetékes ellátó-hálózatokat, a távközlést foglalja magában,
- a humán (vagy szociális) infrastruktúra a lakásállományt, az oktatási és kulturális intézményeket, általában a vidék szempontjából alapvetően fontos helyi ellátórendszereket.

A termelő infrastruktúra minden olyan berendezés és hálózat, amely a szállításhoz és hírközléshez szükséges, azaz szárazföldi (közúti, vasúti) szállítási, belvízi szállítási (folyók, csatornák), tengeri szállítási (kikötők), légi fuvarozási (repülőterek), vízelosztási, energiaelosztási (villanyáram, olaj, gáz) és távközlési (telefon, rádió, televízió, telematika stb.) hálózatok, beleértve a műholdakat.

A mezőgazdasági infrastruktúrát a termelő, műszaki infrastruktúra körébe soroljuk.

Az infrastruktúra fogalmkörébe tehát nyolc témakör sorolható:

- a közlekedés, alágazataival;
- az árukezelés;
- a raktározás-készletezés és logisztikai;
- a vízgazdálkodás;
- a posta;
- a távközlés;
- az idegenforgalom,
- a nemzetgazdaságban a szolgáltatási szektor egészét átfogó rendszer (oktatás, egészségügy stb.).

A mezőgazdasági infrastruktúra szempontjából ezek közül a fontos elemek:

- a közlekedés, alágazataival;
- az árukezelés;
- a raktározás-készletezés és logisztikai központok;
- a vízgazdálkodás.

Mivel az árukezelés, raktározás-készletezés és logisztika nem választható el a közlekedéstől, ezért a mezőgazdasági infrastruktúra tárgyköre két fő csoportra szűkíthető:

- a mezőgazdasági termeléssel összefüggő közlekedési hálózatra, a mezőgazdasági úthálózatra
- a mezőgazdasági vízgazdálkodásra.

2.2. A mezőgazdasági termelés átalakításának infrastruktúrális feltételei

A hazai mezőgazdaság megújítására jelentős törekvések folynak. A hagyományos termékszerkezet átalakítása azonban megköveteli a termelés biztonságának fokozását, illetve a megtermelt áru eljuttatását a fogyasztóhoz minőségromlás nélkül. Ehhez a termelés biztonságának oldaláról meg kell szüntetni a belvíz és árvízveszélyt, a szállítás oldaláról biztosítani kell az időjárásbiztos helyi külterületi úthálózatot és annak kapcsolatát a közúthálózathoz.

Az integrált vidékfejlesztés területén jelentős szerepe lesz a mezőgazdasági infrastruktúra fejlesztésének. Ebből a szempontból az infrastruktúrát a lehető „legtágabban” szükséges értelmezni és figyelembe venni. Feltétlenül figyelembe kell venni a közlekedési hálózatfejlesztések törekvéseit, mint amilyen a települések közötti kapcsolatokat megteremtő helyi és helyközi közlekedési hálózatoknak, a helyi külterületi úthálózatoknak a megteremtése, amelyekhez csatlakoznak a gazdasági utak és hálózat (mezőgazdasági és erdészeti úthálózatok). Az integrált vidékfejlesztésnek az infrastruktúrára vonatkozó általános teendői lehetnének:

- a vidék térségi szintű közúti (közösségi közlekedési) kapcsolatainak javítása;
- a vasút megtartása, fejlesztése;
- a város – falu kapcsolatok javításához, kiteljesítéséhez szükséges hálózati infrastruktúrális elemek (akár külön kedvezményekkel vagy dotációval biztosított) fejlesztése (pl. mobil szolgáltatások, minibusz-hálózatok,

Internet és intranet);

- az épülő autópálya hálózatra „rácsatlakozó” mellék úthálózat rekonstrukciója és a mezőgazdasági útépités;
- a mezőgazdasági termelést segítő, támogató és biztonságossá tevő vízgazdálkodási létesítmények és intézkedések sorozatának megteremtése.

Ennek a hálózatnak a kialakítására még jelentős erőfeszítéseket kell tenni nem csak anyagi oldalról, hanem a mezőgazdasági termelés igényeit elsősorban szem előtt tartó, megfelelő műszaki fejlesztésekkel (komplex hálózati tervek kidolgozásának módszere, ezek beépülése a vidékfejlesztési tervekbe stb.).

A vízgazdálkodás megújításának megvalósítására integrált nagytársasági állami fejlesztési programok beindítása szükséges. E fejlesztési programok lényegi eleme a táji adottságoknak legmegfelelőbb szakágazati irányoknak, vagy azok kombinációinak meghatározása és az ezek hatékony műveléséhez szükséges tájfejlesztési eszközök megtervezése és alkalmazása.

A hazai vízkincs jövőbeni felértékelődése is új szemléletet igényel ezen a téren. Ehhez a hazai vízgazdálkodás-vízrendezés stratégiájának kialakítása és ennek alapján a szükséges beavatkozások megtétele elengedhetetlenül vált.

Hasonlóan fontos infrastrukturális feltétel a közlekedés-szállítás és az olcsó energiaellátás biztosítása.

Környezetileg kulturált, intenzív termelés, gazdálkodás csak a termelést biztonságosan kiszolgáló úthálózattal, felszíni vízrendezéssel (vízelvezetés, vízpótlás, tározás) és kielégítő, a helyi megújuló erőforrásokat legjobban hasznosító energiahálózattal képzelhető el.

A teljes új agrárvertikum megteremtésének nélkülözhetetlen eleme a feldolgozóipar szerkezeti újraépítése. Az új feldolgozó ágazat kialakításának elvei között elsődleges szempont a technológiájában és méretében környezetbarát, energiatakarékos és decentralizált rendszer kialakítása. Ez megteremti a helyi foglalkoztatás leggazdaságosabb módjait, valamint a feldolgozásra kerülő termények gyors és szállítási költségekben takarékos célba juttatását. Az ilyen irányú fejlesztések megkövetelik a mezőgazdasági bekötőutak és telepi belső utak kiépítését.

A vízgazdálkodásunk megújítása nem képzelhető el a megfelelő infrastruktúrák fejlesztése nélkül. Ezeket átfogó szemlélettel kell megtervezni a fejlesztésekre össze kell kötni a tájegység teljes területének igényeivel. Meg kellene teremteni a szomszédos falvakat összekötő önkormányzati/gazdasági utakból álló településközi összekötő úthálózatot. Ezek segítenék a falvak sokvariációs összefogását, értékeik közös kínálatát, népességük megtartását. Ezt összekötve a vízrendezés feladataival eljutunk a birtokrendezés problémájához, amely az infrastruktúra átgondolt fejlesztésének alapja.

3. Irodalomjegyzék

Ányos A. (1984): Mezőgazdasági utak építése és fenntartása, Mezőgazdasági kiadó Budapest

Csorja Zs. (1980): A mezőgazdasági meliorációs utak műszaki irányelvei, Budapesti Műszaki Egyetem Útépitési Tanszék, Budapest

Csorja Zs.-Fi I.- Mentsik Gy. (1981): Mezőgazdasági üzemi földutak tervezési segédlete, Budapesti Műszaki Egyetem Útépitési Tanszék, Budapest

Csorja Zs.-Kosztka M.-Péterfalvi J.-Markó G.-Primusz P. (2008): Mezőgazdasági utak tervezési előírásai (A KTSZ kiegészítése), 18. számú tervezési útmutató, Magyar Útügyi Társaság, Budapest

Herpay I.-Pankotai G. (1963): Mezőgazdasági útépités, Mezőgazdasági kiadó Budapest

Kosztka M. (2000): Erdőfeltárás a természetközeli, többcélú, többtulajdonosú erdőgazdálkodás feltételei között, NyME Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Tanszék, Sopron

Rác J.-Herpay I.-Ányos A. (1974): Mezőgazdasági utak tervezési irányelvei, MÉM Beruházási Főosztály-Erdészeti és Faipari Egyetem Erdészeti Szállítástani Tanszék, Budapest-Sopron

Richtlinien für den landwirtschaftlichen Wegebau RLW (1965), Verlag Wasser und Boden, Hamburg

4. Köszönetnyilvánítás

A cikk alapja A mezőgazdasági infrastruktúra alapjai című jegyzet MGIN 1 modulja, amely TÁMOP - 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült. A projektet az EU és a Magyar

Állam 44 706 488 Ft összegben támogatta.

Adatok

Megjelent itt

2. szám

2013. ősz



Szerző

Dr. habil. Kosztka Miklós CSs

Nyugat-Magyarországi Egyetem emeritus professzora. Az erdészeti útépités, útfenntartás és erdőfeltárás területén végzett kutatási eredményei jelentősek. Ezeket a gyakorlati életben is felhasználják. Főbb kutatási területei többek közt a mező- és erdőgazdasági utak fejlesztése, vegyszeres és meszes talajstabilizáció, rendszerszemléletű útfenntartás, feltáráshálózatok építése és fenntartása, erdőfeltárás a megváltozott társadalmi viszonyok között, közutak környezetvédelme, az erdészeti utak pályaszerkezetének tervezése.

Témakörök

Kiemelt • Útgazdálkodás

Kulcsszavak

Befogadva

2013. október 28.

