

TARTALOM

FELELŐS KIADÓ:

László Sándor
(Magyar Közút Kht.)

FELELŐS SZERKESZTŐ:

Dr. habil. Koren Csaba

SZERKESZTŐK:

Dr. Gulyás András
Rétháti András
Schulek János
Schulz Margit
Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

LEKTORI TESTÜLET:

Apáthy Endre
Dr. Boromisza Tibor
Csordás Mihály
Dr. habil. Farkas József
Dr. habil. Fi István
Dr. habil. Gáspár László
Hórvölgyi Lajos
Huszár János
Jaczó Győző
Dr. Keleti Imre
Dr. habil. Mecsi József
Molnár László Aurél
Pallay Tibor
Dr. Pallós Imre
Regős Szilveszter
Dr. Rósa Dezső
Dr. Schváb János
Dr. Szakos Pál
Dr. habil. Szalai Kálmán
Tombor Sándor
Dr. Tóth Ernő
Varga Csaba
Veress Tibor

Címlapfotó:
Jákli Zoltán

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

2

Dr. Farkas József – Turi Dávid

Egy löszre alapozott lakóház károsodása

10

Dr. Orosz Csaba – Princz-Jakovics Tibor – Lázár Mihály

Közúti költség-haszon elemzések tapasztalatai Magyarországon
Eredmények és további feladatok, 2001–2005

14

Molnár László Aurél

Horvátország autópálya-programja

23

K.- Brassai Orsolya – Dr. Kegyes Csaba

A földrengésszámítás válaszspektrum görbéi
Gondolatok az EC8 szerinti görbékhez

29

Dr. habil Jankó László

Vasbeton szerkezetek korszerű megerősítése I. Anyagok

34

Dr. Boromisza Tibor

Hozzászólás Pej Kálmán: Főútvonalak burkolat-megerősítésének tervezői tapasztalatai c. cikkéhez

35

Tóth Csaba – Pethő László

Hozzászólás Pej Kálmán: Főútvonalak burkolat-megerősítésének tervezői tapasztalatai c. cikkéhez

37

Dr. Tóth Géza

Válasz Molnár László Aurél megjegyzéseire az „Autópálya-nyomvonalak vizsgálata Északkelet-Magyarországon a területfejlesztés” című cikkemmel kapcsolatban

39

Dr. Prezenszki József

A KTE irodalmi díjasai és diplomamunka pályadíjasok 2005-ben

40

Nemzetközi szemle

41

Biztonságos utakon a 21. században – felhívás előadások tartására

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

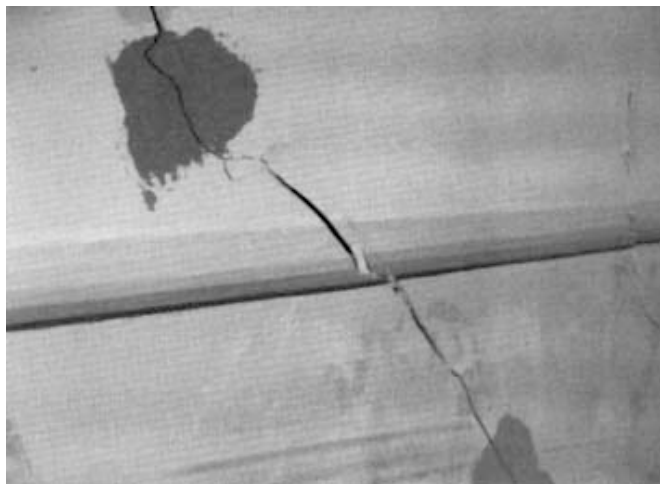
A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

Egy löszre alapozott lakóház károsodása

Dr. Farkas József¹ – Turi Dávid²

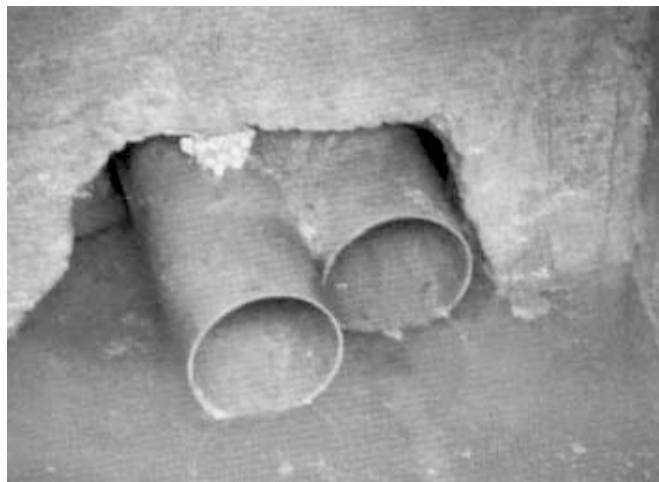
1. Bevezetés

Dombóvár egyik három lépcsőházas, 42 lakásos lakóházának középső része 2005. július 29-én hangtelenségek kíséretében megrepedt, a földszinti padozat megsüllyedt, a födémek elferdültek. A repedéseket gipsztapaszokkal fedték, s azok egy nap alatt áthasadtak (1. ábra). Július 30-án a falrepedések tágassága jelentősen nőtt. Augusztus 1-jén megvizsgálták a lakóház belső közműveit, de meghibásodást nem észleltek. Augusztus 2-án a Balázs Mérnöki Iroda Bt. (Pécs) négy kisátmérőjű fúrást végzett a legnagyobb süllyedésű épületrészek külső falai mentén, melyek mélysége 4,2 – 5,2 m volt. A Csillagtér Építőipari Kft. pedig hat 5 – 6 m mélységű dinamikus szondázást végzett az épület kritikus szakaszának szélső falai közelében. A megállapítás: „az épületen belül keletkezett repedések, süllyedések okai egyértelműen altalaj eredetűek; az altalaj nem megfelelő tömörsége miatt.” Ugyanezen a napon a Dombóvári Víz- és Csatornamű Kft. a károsodott épület DK-i oldalán (a vezetékek helyén) alapos közművizsgálatot végzett, de meghibásodás a házon kívül sem mutatkozott. A süllyedések azonban fokozódtak; az É-i lépcsőház és a hozzá D-ről csatlakozó lakások falai is átrepedtek, csempek hullottak a falakról, az ajtók, ablakok beszorultak.



1. ábra: A gipsztapaszok egy nap alatt átrepedtek

Augusztus 3-án feltárták a ház alatt, a lakóépület ny-i falán kívül húzódó, az 1970-es évek végén fektetett telefonkábel aknáját, és megállapították, hogy az aknában víz áll, s az aknából 2 db szürke (üres) PVC „védőcsőben” jelentős mennyiségű víz folyik az épület felé, illetve alá (2. ábra). Az aknában az elfolyó víz pótlódott. A feltárt aknából a ház felé vezető 2 db szürke



2. ábra: Az előtört akna, melyből a 2 db (szürke) PVC cső a ház alá vezette a vizet

PVC cső másik végét a lakóépület másik oldalán túl, az Árpád u. mellett lévő aknában találták meg. Ez az akna száraz volt; vagyis a két cső nem szállította eddig a vizet. A ház mögötti aknában azonnal lezárták a csöveket, így megszüntették a ház alá a vízbefolyást.

Augusztus 4-én a repedések tágassága – ugyan csökkenő intenzitással, de – tovább nőtt, s újabb repedések is jelentkeztek. Ezen a napon vették észre, hogy az épület ÉK-i sarkától 10-15 m távolságban, az utcai járda alatti távközlési akna vízzel van elárasztva. Ebből az aknából indult 3 db barna PVC cső a ház irányába – vélhetően a ház alatt átvezetve. A ház mögötti játszótéren leásva meg is találták a három PVC csövet, amelyekben a víz az épület felől folyt (3. ábra). Kiderült, hogy az utcai – vízzel elárasztott akna alatt húzódik a vízmű 125 mm átmérőjű, 1958-ban fektetett azbesztcement nyomócsöve, amely a károsodott lakóépület ÉK-i sarkától 6,5 m távolságban keresztezi a távfűtő vezetéket. Itt a víznyomócsövet 1979-ben „kiváltották”, s 133 mm-es átmérőjű acél csővel ível-



3. ábra: A három (barna) PVC cső, amely a csőtörés vizét az épület mögé vezette

¹ Okl. építőmérnök, egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora, a BME Geotechnikai Tanszék és a BME – MTA Geotechnikai Kutatócsoport vezetője; jofarkas@mail.bme.hu

² Okl. építőmérnök, doktorandusz, BME Geotechnikai Tanszék; turi@mail.bme.hu

ték át a távfűtő nyomvonal felett. A Víz- és Csatorna-mű Kft. szakemberei 8-10 mm átmérőjű korróziós lyukat találtak ezen az acélcsővön. A csövet kicserélték, s azután már nem folyt víz a kiszivattyúzott, utcai aknába. A ház süllyedését ekkor kezdték mérni.

Augusztus 5-én az épület ÉK-i sarka 1 cm/nap sebességgel süllyedt. A város polgármestere az önkormányzat védelmi bizottságának döntése alapján – a szakemberek véleményének figyelembevételével – 28 lakás azonnali kiürítését rendelte el. Az ezután elkészült – a kisátmérőjű fúrások eredményein alapuló, igen korrekt – szakértői vélemény (Balázs Bt.) a károsodás okaként egyértelműen „az alapokhoz való vízhozójutást” jelölte meg. Ez „egyrészt **csapadékvíz**, másrészt **közművíz**” – a szakvélemény szerint. „Csapadéketörés szempontjából a július 11-13-i, valamint a július végi igen nagy intenzitású esőt” említette közvetlen okként. Potenciális okként a lösz altalajt, a régi utca ki nem vizsgált csöveit, és az épület alatt el nem tömmedékelt pincéket, üregeket adta meg.

Ezek után az előzmények után kapott tanszékünk (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Geotechnikai Tanszéke) megbízást a szakértői vizsgálatokra; diagnózis és terápia adására.

2. A lakóépület leírása

Dombóvár szóban forgó része történelmi idők óta lakott terület. A lakóház ráépült az Árpád út egykori vonalára, amely mellett földszintes, részben alapincézett lakóépületek álltak. (Ezeket természetesen építés előtt a városi tanács lebontatta.) A 42 lakásos ház tervezéséhez három 5-7 m-es fúrást mélyítettek. Az épület alatti részre fúrás nem került. Az eredeti terepszint 132,65 és 133,39 mBf között változott. A földszint + 4 emeletes, 3 lépcsőházas, OTP beruházású lakóépületet 1982–83-ban adták át. PEVA alagútzsalus technológiával készült, 134,2 mBf szintű padlóvonallal, amely alatt 3,4 m mélységben (130,8 mBf) alakították ki a 3,75 m tengelytávolságú teherviselő harántfalak (16 db) alapozási síkját. Az épület körüli rendezett terepszint, illetve a járdaszint 133,75 mBf (-0,45 m) volt. A beton harántsávalapok talpszélessége 0,9 m (széleken), 1,2 m (13 db közbenső) és 1,4 m (dilatációnál) az alapozási tervek szerint. Terhelésük: 160 kN/m, 260 kN/m, illetve 340 kN/m. A sávalapokat 1,1 m magas vasbeton talpkoszorúval fejték, amelyből indították a merevítő vb. falak tuskéit. A harántalapot a széleken hosszirányú monolit vb, talpgerendákkal fogták össze. A lépcsőházi részek kivételével – ugyancsak -3,4 m mélységben alapozott, 1,1 m talpszélességű – közbenső sávalapokkal merevítették a harántalapos rendszert.

A régi nyomvonalú Árpád utca ÉNy-i oldalán haladt a víznyomócső és annak két oldalán – egymástól 4 m távolságban egy-egy telefonkábel. A tervező által készített

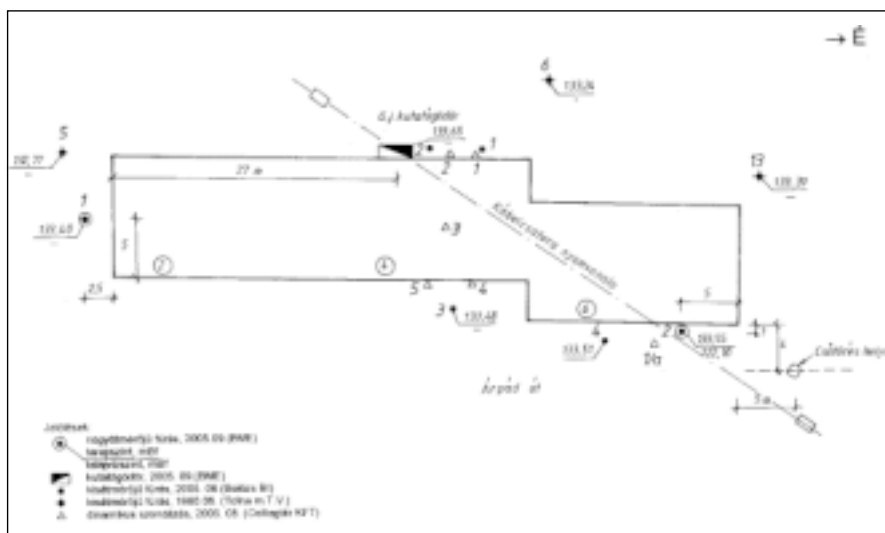
műleírás szerint a „közművek közül csak a postakábel megmaradó, melyet az épület építése előtt ki kell váltani”. A lakók elmondása szerint a beköltözés után épületsüllyedésre utaló jeleket nem tapasztaltak. Belső csőtörés előfordult, s akkor hajszálrepedéseket észleltek a csőtörés közvetlen környezetében a falon.

3. Altalaj- és talajvízviszonyok, talajfizikai jellemzők

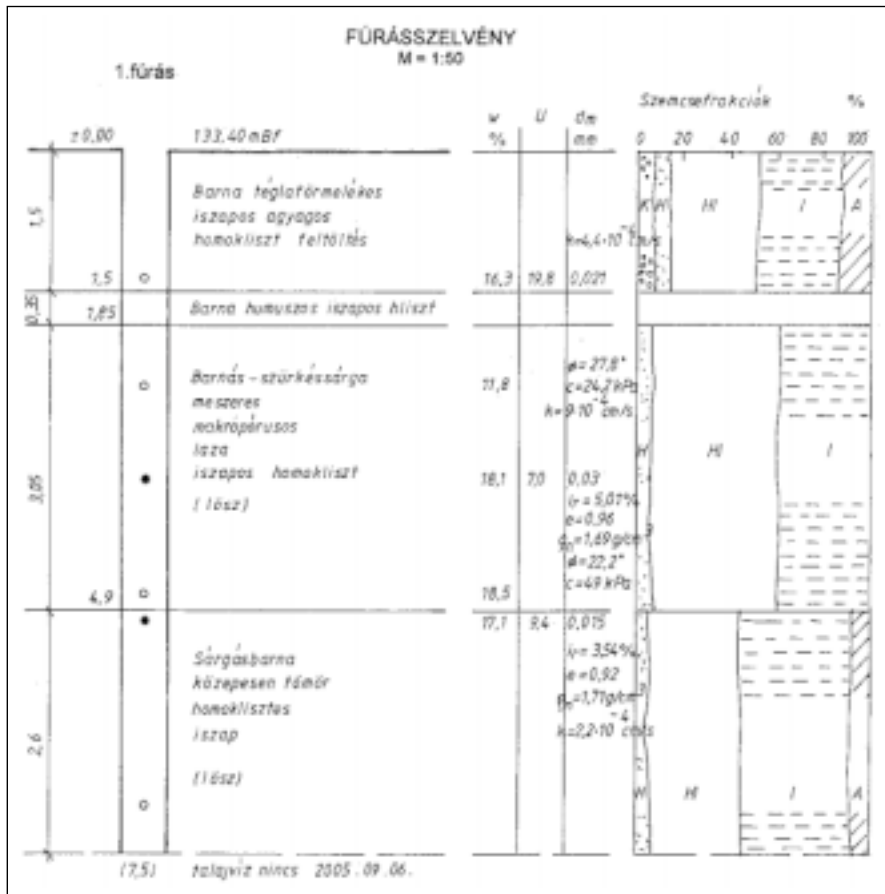
Dombóváron négy „völgy” található, s négy tájegységet választ el egymástól: ÉNy-ra a Külső-Somogyi Pannon tábla, DNy-i irányban a Zselicség, DK-re a Mecsek előtere, ÉK-re a Baranyai és a Tolnai hegyhát, mögöttük a Tolnai völgy. A térség legfőbb alakítója, a Kapos folyó itt fordul K-i irányból É-nak. A város vizsgált része a mintegy 40 km hosszú, 15 km széles, átlagosan 130-160 mBf-i tengerszemmagasságú Külső-Somogy tájegységhez tartozik, amelyet somogyi „**lössfelszínnek**” is neveznek. A terület alapkőzete a 20–120 m mélységben található pannóniai agyag és homok. Erre települt a felső pleisztocén kavicsos, murvás folyóvízi homok és a homokos-lössös deráziós üledéksor. Ennek felső 10-20 m vastagságú része a fosszilis talajokkal megosztott **lössösszlet**.

Mint említettük, a tervezéskor három 5–7 m mélységű, a károsodás bekövetkezése után négy 4,2–5,2 m mélységű, kisátmérőjű fúrást és hat 5–6 m mélységű dinamikus szondázást végeztek. Magunk az altalajviszonyok pontosabb megismerése, a talajfizikai jellemzők meghatározása céljából két (7,5 m és 18 m mélységű) nagyátmérőjű, zavartalan mintavételt is lehetővé tevő fúrást mélyítettünk 2005. szeptember elején a 4. ábrán feltüntetett helyeken. Tekintve, hogy fő célunk az épület alatti lösz – eddig nem vizsgált – roskadóképességének a meghatározása, a nagy süllyedésű helyeken a roskadási kritériumok meglétének a felderítése volt; ezért az első fúrásunkat a lakóépület nem károsodott, D-i végfalához telepítettük, ahol feltételezhetően nem történt átázás, és a lösz megőrizte eredeti „szerkezetét”, zavartalan mintán vizsgálható a roskadóképessége.

A második fúrást a csőtörés, illetve a nagymértékű süllyedést szenvedett ÉK-i sarok közelében mélyítették.



4. ábra: A talajfeltárások helyszíni vázlata



5. ábra: A természetes állapotú altalaj fúrásszelvénye

tük, ahol várhatóan átázott, roskadt az altalaj, ahol „leromlottak” azok a nyírószilárdsági paraméterek, amelyeknek ismerete elengedhetetlenül szükséges az altalaj teherbírásának megítéléséhez, illetve az alapmegerősítés tervezéséhez. Ily módon tehát közelítő képet kaptunk arról, hogy milyen volt átázás előtt (1. fúrás), és milyen lett átázás után (2. fúrás) az épület alatti lösz állapota. A fúrások szelvényei az 5. és a 6. ábrán láthatók.

Vagyis az épület körüli rendezett terepszint alatt 1,5–2,15 m vastagságú barna, **téglatörmelékű, iszapos, agyagos homokliszt feltöltés** van. Ezt az eredeti terepszint alatti 0,25–0,35 m vtg. **humuszos fedőréteg** követi, majd ezután barnás-szürkésárga, **meszes, laza, makropórusos, iszapos homoklisztet (lössz)** tártunk fel az 1. fúrásban 4,9 m mélységig, a 2. fúrásban 13,2 m-ig. Ezt sárgásbarna, sárgásszürke közepesen tömör **homoklisztes iszap** követte az első fúrásban a feltárt 7,5 m-ig, a második fúrásban 16,3 m-ig. Az utóbbiban ezután barna, **vízáró, sovány agyag** következett a feltárt 18 m mélységig.

A károsodott lakóépület Ny-i szélső fala, illetve a 60 cm széles betonjárda mellett a legkritikusabbnak tűnő, legnagyobb süllyedésű helyen (ahol a kábelcsatorna húzódik) 4,75 m mélységű kutatógödört emeltünk ki közvetlen üregkutatás, valamint a harántfal tényleges alapsík mélységének és alapszélességének, továbbá a ház alatt átvezető kábelcsatorna „helyzetének” a megállapítása, az alapsík alóli zavartalan talajminta-vétel céljából (l. 4. ábra). Ezen a helyen a járdaszint: 133,65 mBf. A **feltöltés** itt 2,15 m vastagságú, sötét-szürke, humuszos, téglatörmelékű, homoklisztes

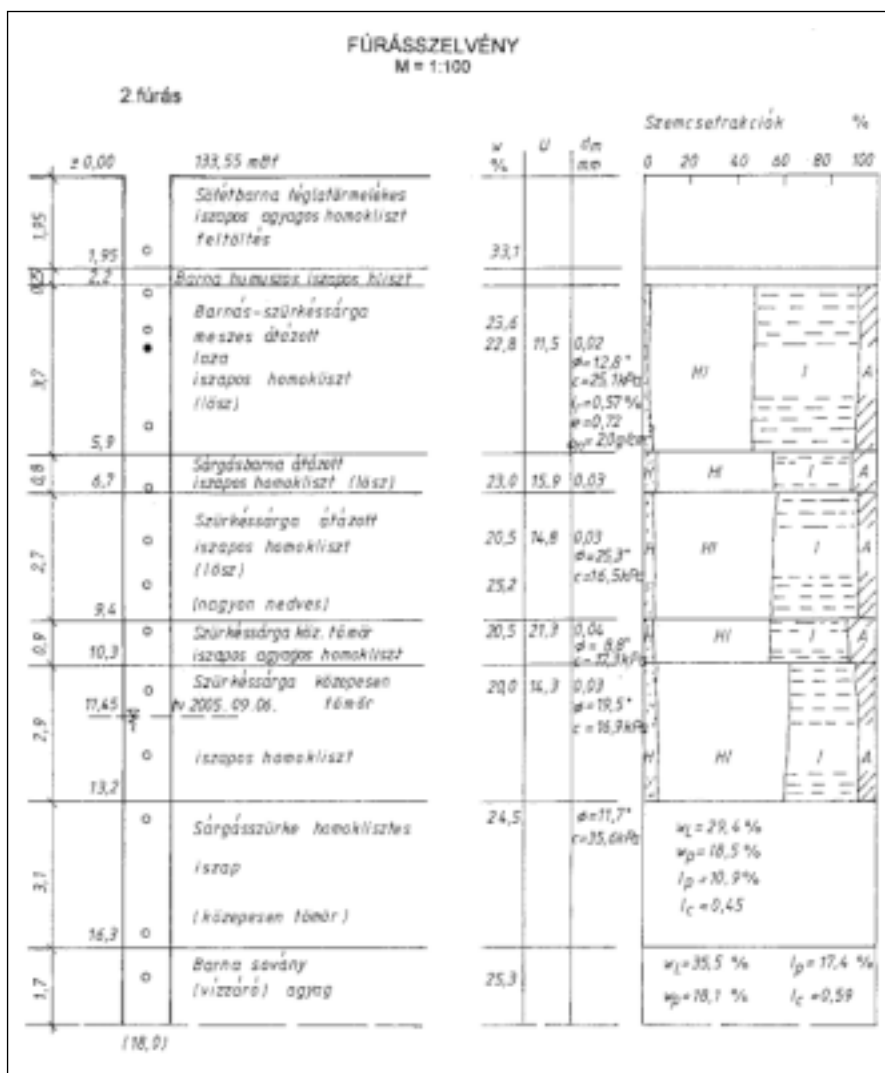
agyag volt. Alatta a feltárt 4,75 m mélységig barnás-szürkésárga, erősen **mészes, elázott, iszapos homokliszt (lössz)** következett.

A harántfal beton alapja a talptól felfelé végig **90 cm széles** (a tervben szereplő 1,2 m-rel szemben); az alapsík mélysége a járdaszint alatt 2,8 m, az épület padlószintje alatt 3,4 m (vagyis a tervnek megfelelő). Az alapsík alatt pincét, egyéb üreget, kimosási nyomokat nem észleltünk.

Az alapsík alól zavartalan talajmintákat vettünk szilárdsági és alakváltozási (összenyomhatósági) kísérletek végzéséhez. A kutatógödört keresztelte a kábelcsatorna, amely tulajdonképpen 2 db, egymással szembe fordított, 25 cm széles, 10 cm „szármagasságú” acélvályú. A zárt szelvényt formáló acélvályút (kábelcsatornát) oldalról és felülről 3-4 cm vastag monolit soványbetonnal fedték. (Alatta nem volt beton.) A „csatornában” 2 db 110 mm átmérőjű, „üres”, szürke színű PVC cső feküdt, alattuk (közük) egy 30 mm átmérőjű szigetelt

kábelrel. A markoló a kábelcsatornát kettétörte, így mód nyílt a ház alá bemenő két cső „üreghosszának” a meghatározására. A csövekbe dugott merev kábelt 7 m hosszúságig tudtuk benyomni, majd „koppant” a vége, jelezve, hogy a „csőnek ott a vége”. (Ez ferdén 5,3 m hosszan nyúlt az épület alá – befelé lejtéssel.) Meg kell jegyezni, hogy a kihúzott „mérőkábel” vége sáros, vizes volt! A kábelcsatorna talpának a szintje a ház szélénél – a geodéziai mérések szerint – 132,39 mBf volt. Az Árpád u. melletti, a csőtöréskor is száraz MATÁV aknában – ahonnan a kábelcsatorna indul – a csövek alsó szintje: 132,64 mBf. (A kutatógödör és az utcai akna távolsága 42 m.) Vagyis az Árpád út felől és a kutatógödörünk felől is lejtett az épület felé a kábelcsatorna, és a csőtörés vizét a hátsó aknából az épület alá vezető két PVC cső is!! Mivel a kábelcsatorna épület alatti részének a feltárására nem volt lehetőségünk, így annak épület alatti helyzete, folytonossága ismeretlen maradt. Egy biztos: a játszótér melletti (hátsó) aknából a víz a két szürke csövön az épület alá folyt, és – mivel az utcai aknában nem jelent meg – ott az altalajba szivárgott.

A fúrásokból és a kutatógödörből vett talajminták azonosítását, minősítését, osztályozását a szemeloszlási és a konzisztenciahatár vizsgálatok alapján végeztük. Ezek eredményeit az 5. és a 6. ábra fúrásszelvényei tartalmazzák. A természetes állapotú lösz áteresztőképességi együtthatójának értéke $k = 2,2 \cdot 10^{-4}$ és $9 \cdot 10^{-4}$ cm/s között változott, a víztartalom pedig $w = 11,8$ és $18,5\%$ között. A megsüllyedt házrész mellett mélyített 2. fúrásban a víztartalom: $w = 20,0 - 33,1\%$ volt, ami a vízzel való elárasztás tényét bizonyította. A



6. ábra: Az elárasztott, megroskadt altalaj fúrásszelvénye

nyírószilárdsági paramétereket triaxiális nyomókísérletekkel és közvetlen nyírókísérletekkel határoztuk meg. A természetes víztartalmú löszminták belső sűrűdési szöge: $\phi = 22 - 27,8^\circ$, kohéziója: 24,2 – 49 kPa volt. A 2. fúrásból, a károsodott épületrész mellől vett, vízzel elárasztott löszmintáknál viszont: $\phi = 8,8^\circ - 19,5^\circ$, $c = 16,5 - 25,1$ kPa; vagyis az elárasztott lösz jelentős teherbírás csökkenése volt érzékelhető. Az altalaj **összenyomhatóságát, roskadókéességét**, a süllyedés-számításhoz szükséges alakváltozási jellemzőit kompressziós (ödométeres) kísérletekkel határoztuk meg a fúrásokból és a kutatógödörből vett **zavartalan** mintákon. A $p = 100$ kPa és 200 kPa terhelési tartományban a lösz összenyomódási modulusa: $E_s = 3846$ és 7692 kPa között változott; jelezve a laza szerkezetét, illetve felpuhult állapotát. A kompressziós készülékben lévő mintákat a 200 kPa terhelést követő konszolidáció lejátszódása után **vízzel árasztottuk el** (az épület alatti talajhoz hasonlóan), s mértük a **hirtelen lejátszódó roskadás** mértékét. Az első fúrásból vett 17,1–18,1%-os (természetes) víztartalmú minták makropórusos szerkezetére utal a **roskadási tényező: $i_r = 3,38 - 5,07\%$ -os** értéke!! (Roskadási szempontból veszélyes a talaj, ha $i_r > 1\%$.) A lakóépület megsüllyedése előtt vízzel elárasztott (a második fúrásból és a kutatógödörből vett) minták esetén $i_r = 0,01 - 0,57\%$, jelezve, hogy az átázott, vízzel

elárasztott lösz az épületezter, illetve az önsúlyfeszültség hatására már roskadt!

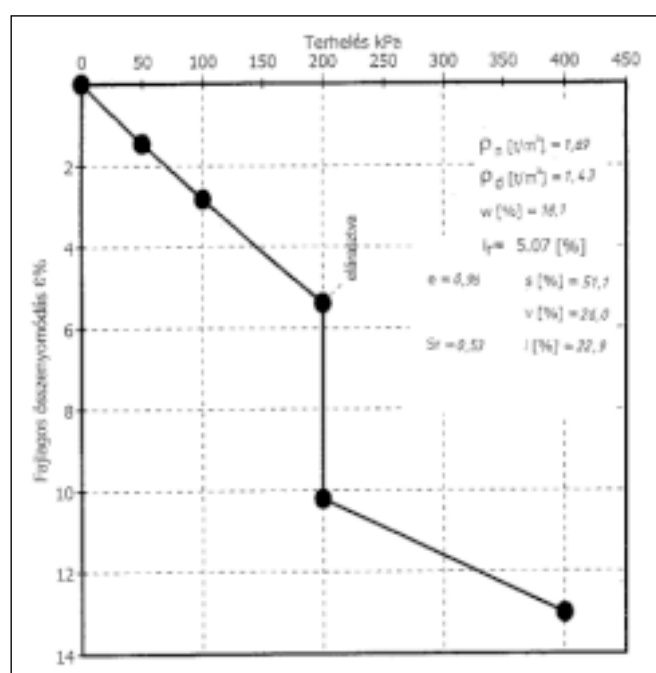
A természetes állapotú lösz árasztásos kompressziós görbéjére példát a 7. ábra mutat. A környéken mélyített – 10 m-nél nem mélyebb – korábbi fúrások nem érték el a talajvizet. A 2005. szeptember 6-án készített második fúrásunkban a talajvíz nyugalmi szintje 11,45 m mélységben állt be.

4. Talajteherbírás és süllyedések

Az épület teherhordó falait a földszinti padlószint (134,2 mBf) alatti 3,4 m mélységben alapozták, a barnás-szürkésárga, laza, makropórusos, iszapos homoklisztben (lössben). Számításaink szerint a 90 cm széles harántfalak alapjai alatti **természetes állapotú lösz** törőfeszültsége: $\sigma_t = 963,3$ kPa, a határfeszültség: $\sigma_H = 417,6$ kPa; a határteher: $F_H = 375,8$ kN/m. A mértékadó terhelések: $F_m = 180 - 260$ kN/m; vagyis talajtörés szempontjából a 90 cm széles sávalap is megfelelt. (A kiviteli terveken 1,2 m-es sáv szélesség szerepelt!)

A 2. fúrásunkból vett, átázott altalajra: $\sigma_t = 347,8$ kPa, $\sigma_H = 150,8$

kPa, a törőteher: $F_t = 313$ kN/m, ami az $F_m = 260$ kN/m-es mértékadó terhelésnél mindössze $n = 1,2$ biztonságot jelent a katasztrofális épületkarral („összedőlés”) szemben. Az a tény, hogy a törőte-



7. ábra: A természetes állapotú lösz árasztásos kompressziós görbéje

her az átázás miatt ilyen mértékben „megközelítette” a mértékadó terhelést, már „önmagában” is jelentős süllyedést okozott.

A teherbírás csökkenésének az az oka, hogy az alapok alatt előforduló átmeneti talajokban (lössök) a szemcsék felületén lejátszódó jelenségek döntően fizikai folyamatok, s főként a víznek a még viszonylag durva szemcsék felületével való fizikai kölcsönhatásának a következményei. Az átmeneti talajok hézagjai még elég nagyok ahhoz, hogy a szabad pórusvíz azokban viszonylag szabadon mozoghat, így átteresztőképességük jelentős. Nem nevezhetők vízzárónak, de elég kicsinyek ahhoz, hogy a kapilláris jelenségek fontos szerephez jussanak. Mivel a talajok szemcséi között főleg fizikai hatások idéznek elő kötést és szilárdságot, ezért ez a szilárdság a víztartalom változásra érzékeny és nagyon gyorsan reagál; s pár százalékos érték változás a víztartalomban a szilárdság jelentős elvesztéséhez vezethet. Közelítő számításaink szerint – a természetes állapotú lösz általait és a biztonsági tényezők nélküli sávalap terhelést figyelembe véve – az épület a kivitelezése után 4 – 5 cm-t süllyedt. Ezt a viszonylag egyenletes süllyedést a merevített szerkezet károsodás nélkül elviselte; repedések nem alakultak ki az épületszerkezeteken. Ezek a süllyedések már az 1980-as évek végéig lejátszódtak.

A lössök szilárdsági és alakváltozási jellemzői általában kedvezők; károkat kizárólag akkor okoznak, ha vizet „kapnak”. A természetes állapotú, „zavartalan” löszmintákon végzett árasztásos kompressziós kísérletek eredményei (l. 4. ábra) alapján a károsodott épület altalaja roskadásveszélyes. Közismert, hogy a roskadás bekövetkezéséhez három feltételnek kell teljesülnie:

- roskadásveszélyes talaj,
- terhelés,
- vízhozzájutás együttes hatásának.

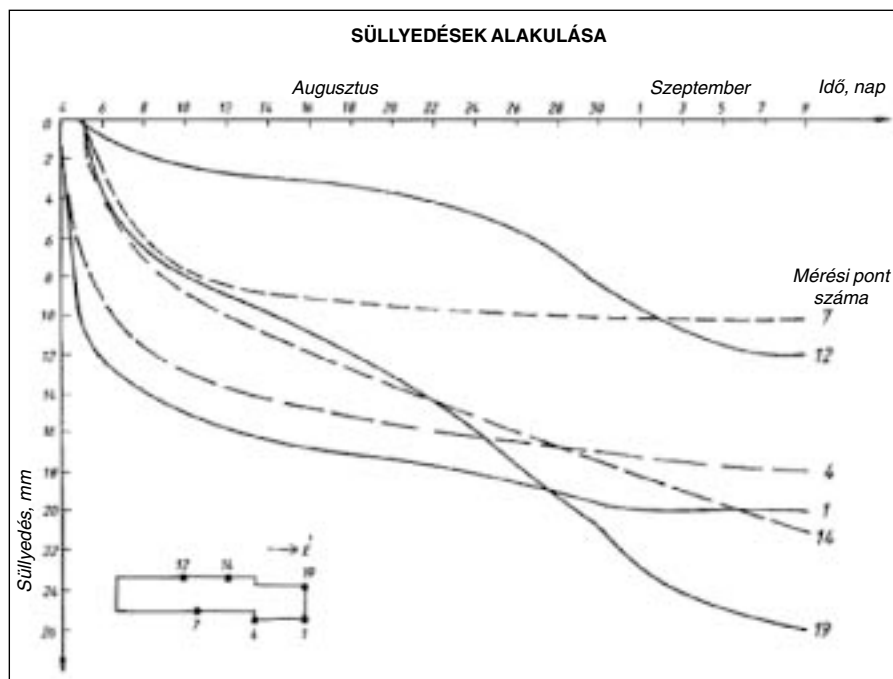
Az altalaj – mint említettük – vizsgálattal bizonyítottan roskadásveszélyes. A talaj terhelését az épület adta. S végül a roskadáshoz „szükséges” víz a csőtörésből származott. Vagyis a roskadás első két feltétele a ház megépítése óta létezett; a harmadik feltétel viszont csak a csőtöréssel „teljesült”; hiszen a területen a talajvíz mélyen van, így az épület altalaja a keletkezése óta (pleisztocén korú – jégkorszaki) nem szenvedett vízzel való elárasztást.

A **roskadás** nem más, mint a talaj szerkezetének víz hatására bekövetkező hirtelen megbomlása. A roskadás jellege és mértéke a talaj fizikai, illetve kémiai tulajdonságaitól, valamint a talajban működő hatékony feszültség nagyságától függ. A vizsgált épület alatti iszapos homokliszt talaj víztartalma a talajvíz mély helyzete miatt a csőtörés előtt $w = 18\%$ alatti volt. A víz a szem-

csék szögleteiben, érintkezési pontjain helyezkedett el. A felületi feszültség és a mészhártyák kötőhatása révén ekkor a szemcsék között összetartó erők működtek. E látszólagos kohézió azt eredményezte, hogy a szemcsék között nagyobb hézagok maradtak. A csőtöréskor bekövetkezett elárasztás hatására a meniszkuszok eltűntek, a „cementáló” mészhártyákban hajszálrepedések keletkeztek, így azután a kohézió megszűnt, a szemcsék egymáson el tudtak mozdulni. A vízelárasztást tehát térfogatcsökkenés, így épületsüllyedés kísérte, ami rövid idő alatt lezajlott (ezért roskadás a neve). A roskadás, a károsodás mértéke elsősorban a kezdeti hézagtényezőtől és víztartalomtól, az alapokra jutó terhelés nagyságától és az elárasztó víz mennyiségétől függ. Mivel a hézagtényező és a víztartalom is változik egy épület alatt, ráadásul esetünkben az épület különböző részeit változó mennyiségű víz árasztotta el, így az épület egyes részeinek süllyedése is eltérő volt, **roskadáskülönbség, billenés alakult ki.**

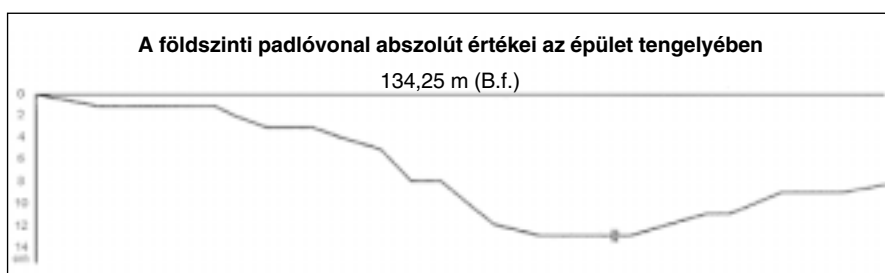
A károsodás folyamatát a talaj egyéb jellemzőin kívül a vízáteresztő-képessége is irányítja. Ha ez nagy, a folytonosan utánpótlódó víztömeg rövid idő alatt – mind vízszintes, mind függőleges értelemben – jelentős kiterjedésű talajtömböt tud telíteni. Ennek a következménye, hogy a talaj alakváltozási sebessége is nagy lesz, ami a szerkezet szempontjából nem kedvező, hiszen közismert, hogy a épületszerkezetekre a nagy és hirtelen bekövetkező mozgások veszélyesek, az alakváltozás előjele pedig a belső feszültségek és nyomatókok alakulásában jut szerephez. Ebből a szempontból az alakváltozás akkor a legveszélyesebb, ha az roskadásszerűen (pl. nyomócsőtörés hatására) következik be. Fokozza a veszélyt, hogy a mozgás rendszerint lokális jellegű.

Az épület alapsíkja alatti iszapos homokliszt (löss) roskadási tényezője a csőtörés előtt 5,1% volt; az azt lefelé követő homoklisztes iszapé is 3,4%. Számításaink szerint az épület terhe és a talaj önsúlyfeszültség hatására $s_r = 15,2$ cm-es süllyedés valószínűsít-



8. ábra: A süllyedések időbeli alakulása

hető a legjobban elázott altalajú épületrészeknél. Sajnos az épület falcsapos geodéziai (süllyedés) mérését csak augusztus 4-én kezdték meg, s a roskadás jelentős része addigra lejátszódott. Néhány jellegzetes pont mért süllyedésének időbeli alakulását mutatjuk be a 8. ábrán. A konszolidáció folyamata egyértelmű; a görbék ellaposodnak, a süllyedés-növekedés sebessége egyre kisebb. Az abszolút süllyedésekre lehet következtetni az épület földszinti padlószintjének az 1. ábrán bejelölt ABCD vonal menti beméréséből (9. ábra). Látható, hogy az épület D-i végének padlószintjéhez (134,25 mBf) viszonyítva 13 cm a mért maximális süllyedés. A süllyedő falak magukkal húzták az épület körüli 60 cm széles betonjárda belső szélét (10. ábra). A mért falsüllyedések és a járdabillenések összecsengtek.



9. ábra: A padozat abszolút süllyedése



10. ábra: A süllyedő fal magával húzta az épület körüli járdát

5. A károsodás okai

Az előzőkben ismertettettek alapján egyértelmű, hogy a **csőtörés okozta vízelárasztás** jelentős mértékben **lecsökkentette az altalaj szilárdságát, teherbírását**; a talajtöréssel szembeni biztonság 1,2 (tehát minimális) értékűre redukálódott. Ugyanakkor a makropórusos szerkezetű, laza állapotú, telítetlen **lösz a víz hatására roskadt**, s az ebből származó max. épületsüllyedés elérhette a 15 cm-t. Ezt a süllyedést, illetve az így kialakult süllyedéskülönbségeket az épület szerkezete már nem tudta elviselni: megrepedt, károsodott. A víz hatására természetesen a harántfalak közötti laza, épülettermeléses feltöltés is megroskadt, ami a földszinti padozatok süllyedéseiben jelentkezett.

Bár a csőtörés (a távfűtővezeték felül átívelő, ϕ 133 mm-es kiváltó acélcső korróziós kilyukadása) a

lakóépület ÉK-i sarka közelében történt, mégis a telefonkábelek védőcsöveiben, munkaárkaiban, illetve a régi utca közműárkaiban a 4. és a 6. lépcsőház környezetének az altalaját is eláztatta. Az Árpád utcai járda alatt húzódó ϕ 125 mm-es azbesztcement víznyomócső említett acél kiváltócsövén kialakult 8 – 10 mm átmérőjű lyukon 2,5 – 3 bár nyomással kiáramló víz a közműárkok (a „termett” talajnál lazább) anyagában részben az épület, részben É-i irányba szivárgott, s bejutott a vezeték felett kialakított távközlési aknába, majd innen a már említett 3 db barna PVC (kábel) védőcsövön jutott a károsodott lakóépület mögé. Egy régebbi helyszínrajz szerint a két kábelnyomvonal (a szürke és a barna csövek) egymáshoz csatlakozik (aknában). A feltárások szerint mindenesetre a barna színű védőcsövek által szállított csőtörési víz bejutott a szürke csövek aknájába, onnan pedig a lakóház felé (beméréseink szerint) lejtő védőcsöveken keresztül az épület alá. A védőcsövek lakóház alatti helyzete, állapota (megléte?) ismeretlen, mert – mint említettük – a csövekbe csupán 7,0 m hosszúságig lehetett benyomni a merev „mérőkábelt”, amely ott koppanással „megállt”.

Nem zárható ki, hogy a károsodott lakóház alatt húzódó régi út nyomvonala mentén megmaradt közműárkokban is az épület alá szivárgott a csőtörés vize. A kábel védőcsövek által a lakóház alá vezetett víz azokból kijutva a gravitáció hatására közel 45°-os egyenesekkel határolható „felületen” belül mozog, és szivárog lefelé. Általános esetben ez igaz, van azonban egy olyan körülmény, amely ezt az általános törvényszerűséget módosítja. Külföldön is, hazánkban is sokáig értetlenül álltak a szakemberek az előtt a jelenség előtt, hogy a nyomócsőtörés következtében nemcsak a környező talajtömeg szenved roskadást, hanem a távolabbiak is, súlyos károkat okozva az épület jelentős részén (mint esetünkben is). Ennek okát az idők folyamán sikerült tisztázni: a csövekből kiáramló víz a vezeték lazán visszatöltött munkaárkában vízszintes irányban (is) szivárog, mivel a víz a legkisebb ellenállás irányába folyik. A lösz az átteresztőképességét tekintve anizotróp: a vízszintes irányú átteresztőképessége lényegesen kisebb, mint a függőleges irányú. A vizsgált lakóház alatt – a D-i épületvég kivételével (4. ábra) – mindenütt történt roskadás.

Ami az elszivárgott víz mennyiségét illeti, figyelemre méltó a ház alatti talaj jelentős részének a 2. fúrásunkban, illetve a kutatógödörben tapasztalt totális átázása. Nem kizárt, hogy akár hetek óta folyt a kilyukadt, 3 bar nyomású ϕ 133 mm-es nyomócsőből a víz!

Felmerült a 2005 nyarán hullott nagy mennyiségű csapadék esetleges szerepe is. Tény, hogy júliusban Dombóváron 135,3 mm csapadék hullott, de a károsodást megelőző 6 nap alatt semmi. Ilyen mértékű csapadék a ház megépítése (1982) óta számos esetben előfordult. A térszín alatti agyagos feltöltés nem „nyeli” a csapadékot. Az épület körül végig 60 cm széles, hézagmentes betonjárda húzódott, amely a meg

nem süllyedt D-i épületrészek mellett továbbra is kifelé lejt. A lakóház körül olyan nagyobb vízgyűjtő mélyedés nem volt, ami nagyobb mennyiségű víz összegyűjtését és beszivárgását okozhatta volna.

A lakóépület károsodása után alaposan átvizsgálták a belső közműveket; de meghibásodást nem észleltek; vagyis az épületen belüli vezetékből sem valószínűsíthető a kiáramlás. A fő okot illetően: a **roskadásveszélyes lösz** jelenlétét, a roskadás bekövetkezésének tényét vizsgálataink eredményei egyértelműen bizonyították. A kutatógödörös feltárások alapján nyilvánvalóvá vált, hogy az **épület alá vezető PVC kábel „védőcsövek”** huzamosabb időn keresztül koncentráltan bevezették a csőtörés vizét.

Az épület alatti és környéki **üreg**ek, **pincék meglétét vizsgálataink kizárták**. Az épület harántfalait és az azokat összekötő falakat 3,4 m mélységben alapozták. Eddig a mélységig kivitelezéskor üreget nem találtak; de az ez alatti kis takarású üreg

építéskor beomlottak volna. Esetünkben a csőtörés vize nem közvetlenül, nyomás alatt jutott az épület alá, hanem hosszabb utat megtéve, valószínűleg nagyrészt kábelcsöveken keresztül; így az üregképződés valószínűsége csekély. A csőtörés vizét a lakóépület alá vezető két kábel védőcsövet a ház fala mellett feltártuk, a kutatógödört 4,75 m mélységig emeltük ki. Eddig a mélységig üreget, kimosási nyomot nem észleltünk, a gödör aljáról lenyomott betonvas lejjebb sem jelzett üreget. Az itt lévő harántfal alapja alatt folytonossági hiány nem volt.

A teljesség kedvéért geofizikai üregkutató vizsgálatot végeztünk az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Mérnökgeofizikai Főosztályával, akik szeizmikus tomográfiával és földradarral vizsgálták 13 – 16 m mélységig a károsodott épület altalaját. Az üreg léte vagy nemléte el-

sősorban az alpmegerősítés szempontjából „érdekes”. A geofizikai vizsgálatok eredményei szerint az épület É-i részén kicsi volt a nyíróhullám terjedési sebessége, azaz a talaj kisebb nyírószilárdságú. A szelvény menti bemerülő hullámos tomográfia alapján a talaj „mechanikai tulajdonságai” a mélységgel nőnek. A sebesség értékek szerint a „jó teherviselő réteg” 10 m-es mélységben kezdődhet (11. ábra, világosszürke szín). Pincére vagy egyéb konkrét üregre utaló jelenség a mérési eredményekben nem tapasztalható.

6. Alpmegerősítés

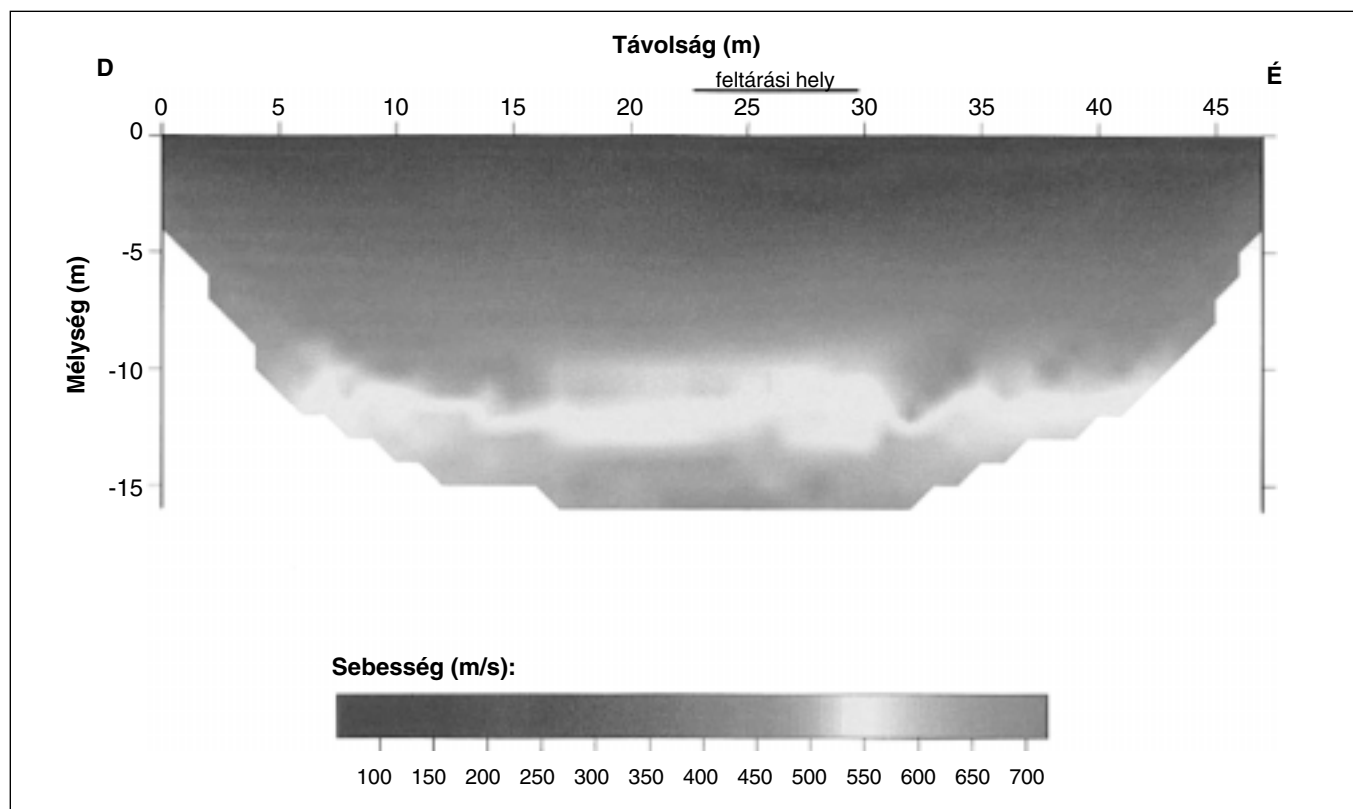
A tárgyi lakóépületen a süllyedések, a süllyedéskülönbségek hatására jelentős tágasságú repedések, földemferdülések alakultak ki, amelyek:

- részben a hajlításból vagy húzásból származó húzófeszültségek következtében keletkeztek, s általában függőlegesek;
- részben a nyírési hatásokból jöttek létre ferde vagy függőleges irányban, legtöbbször a nyílászáró szerkezetekkel áttört helyeken.

Az alpmegerősítés kérdését – a felszerkezethez hasonlóan – megfelelő műszaki, gazdaságossági mérlegeléssel kell kezelni, de a stabilizálás gyorsasága sem mellékes az adott esetben.

Az alpmegerősítésre a következő eljárások jöhetnek szóba:

- aláfalazás, alábetonozás,
- Uretek-technológia,
- Soilfrac-eljárás,
- talajszilárdítás,
- mikrocölöpös megerősítés,
- jet-grouting technológia.



11. ábra: Szeizmikus tomográfiával végzett vizsgálatok eredményei

Mérlegelés után (mint a 4 –5 szintes és afeletti épületeknél általában) a **jet-grouting technológia** alkalmazását javasoltuk az alapmegerősítésre. Az eljárás garantálja, hogy korszerű gépekkel kis helyen is eredményesen lehet dolgozni anélkül, hogy jelentősen megbontanánk az altalajt vagy az épületet.

A tapasztalatok szerint a vizsgált, károsodott épület feltöltés alatti iszapos homokliszt altalajába 60 cm-nél nagyobb cölöpátmérő nem, vagy csak igen nagy energiával készíthető. A cölöpkészítéshez a víz és a cement 1:1 arányú keverékét alkalmazzák.

A tárgyi lakóépület altalajviszonyát, annak állapotát figyelembe véve a jet-oszlopok talpsíkját a 9,5 – 10 m mélységben kezdődő, közepesen tömör, iszapos, agyagos homoklisztbe 1,5-2,0 m hosszan javasoltuk befogni. A jet-cölöpök „helyzetét” illetően két javaslatot adtunk.

- a) A teherviselő falak két oldalán, függőlegesen készülnek; majd a vb. talpgerenda koronafúróval történő (cca f 200 mm-es) átfúrása után pl. 2 db – talppal összeillesztett – vízszintes U tartóval, a korrózió-védelmet is nyújtó betonozással váltanak ki a falat jet-oszlopokra.
- b) A jet-oszlopok kétoldali készítéséhez koronafúróval átfúróják a beton sávalapot a vb. talpgerenda alatti „konzolok” belső részénél olyan szög alatt, hogy a cölöptengelyek a terepszint alatti 10-11 m-es mélységben messék a függőleges fal-tengelyeket.

Természetesen az alapmegerősítésen kívül szükség lesz a földszinti helyiségek padozatának megfelelő ágyazású felújítására is.

Végezetül megemlíjtük, hogy az épület tartószerkezeteinek károsodásaival, azok megerősítésével a BME Tartószerkezetek Tanszéke foglalkozott; annak ismertetése egy külön publikáció feladata lesz.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak dr. Matuscsák Tamás és dr. Armuth Miklós egyetemi docenseknek a károsodott lakóház tartószerkezeteinek alapos és hozzáértő vizsgálatáért, dr. Czakó János egyetemi adjunktusnak és Szabotin Péter földmérőnek a süllyedésmérések gondos elvégzéséért, Törös Endre főosztályvezetőnek és Pattantyús-Á. Miklós tudományos munkatársnak a munkánkat nagyban segítő geofizikai mérések elvégzéséért. Köszönjük megbízónknak, az OTP Garancia Biztosító kárrendezési főosztályának (személy szerint Bak László főosztályvezetőnek és Török Péter megyei igazgatónak) a károsodott épület tervei rendelkezésünkre bocsátását; dr. Balázs Ferenc ügyvezető igazgatónak az előzetes vizsgálatok eredményeinek gyors és szakszerű prezentálását; Hilbert János mérnöknek (a „Dombó Pál” Lakásépítő és Fenntartó Szövetkezet), Oszbach Tibor vállalkozónak és Sebrek Csaba építész szakértőnek a helyszíni feltárások során adott hathatós segítséget.

Summaries

József Farkas – Dávid Turi: Damage of a block of flats, founded on loess subsoil (Page 2)

The paper describes the causes of the quick, large settlement of a block of flats in a country town, the results of the soil investigations; the role of subsoil collapse, and the effects of wetting. Further to the diagnosis, a therapy is also presented to provide adequate and economic means for reinforcement of the foundation.

László Aurél Molnár: Motorway development program in Croatia (Page 14)

In the second half of the year 2005, a Hungarian expert team has called a visit at the Croatian Motorway Company and the Zagreb-Split motorway section, finished in the last months. The aim of the visit was to get information concerning the technical, organizational and financial methods of the motorway development in Croatia. It was come to know that the main sources of the Croatian results are the long-term development program and the national consensus among all political factors to support it. The three piles of the realization are the calculable and coherent financing model, the stability of the executive organization and the conformity of the technical norms to the topographical situation and to the traffic needs.

Közúti költség-haszon elemzések tapasztalatai Magyarországon¹

Eredmények és további feladatok, 2001–2005

Dr. Orosz Csaba² – Princz-Jakovics Tibor³ – Lázár Mihály⁴

1. Bevezetés, előzmények

Az elmúlt években rendszeressé vált, hogy a különféle közútfejlesztési pályázatokhoz, tervezési munkákhoz költség-haszon elemzéseket készítenek. Néhány elemzést publikáltak [pl. Orosz (2002)], több kapcsolódó elemzés pedig nyilvánosan [pl. KTI – Horváth Péter (2004)] elérhető⁵. Fontos tanulságokat mutatnak

a) a **KIOP**⁶ és

b) az **INTERREG**⁷ projektek megvalósíthatósági tanulmányaihoz, pályázati dokumentációihoz csatolt gazdasági vizsgálatok. Ilyen projektek keretében van ma lehetőség alapvető közútfejlesztési források elnyerésére. Az 1. ábra és az 1. táblázat hét (+ egy) ilyen tervet szemléltet négy témakörben. A bemutatott esetekben alapos összehasonlító gazdasági értékelések készültek a szükséges **költség-haszon elemzések** alapján. A gazdasági vizsgálatok készítésekor a GKM „Útmutató”⁸ (2003) előírásait vettük figyelembe.

2. A gazdasági vizsgálatok, költség-haszon elemzések szükségessége

A műszaki tartalom, a környezetvédelmi és területfejlesztési hatások vizsgálatán kívül elemi fontosságú egy beruházás gazdasági hatékonyságának a vizsgálata⁹.

¹ Ütügyi Napok, Bükkföld, 2005. szeptember. A cikk az elhangzott előadás rövidített változata alapján készült

² Okl. építőmérnök, egyetemi docens, BME Út- és Vasútépítési Tanszék

³ Okl. építőmérnök, projektmenedzser, BME Területfejlesztési Kutatási Központ

⁴ Építőmérnök hallgató, gyakornok, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

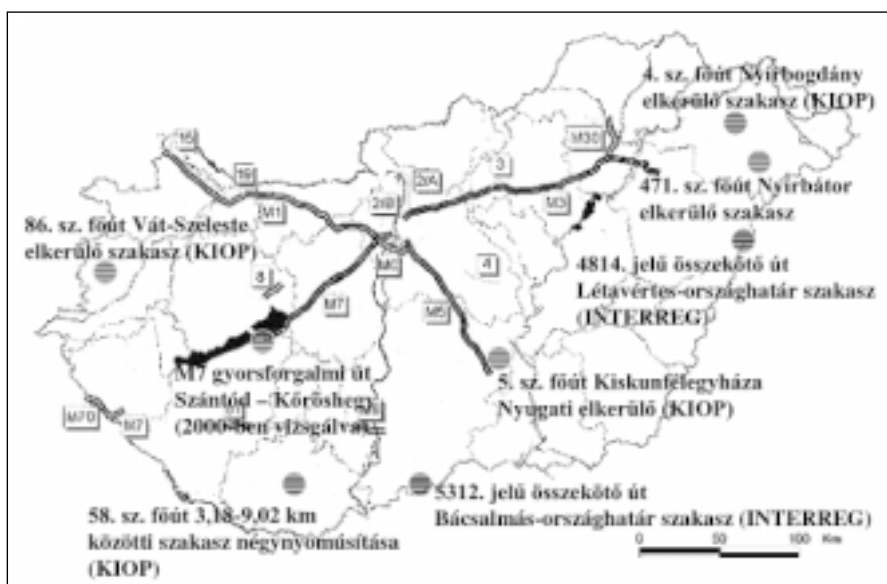
⁵ A tapasztalatok szerint ma még más a helyzet a gyorsforgalmú útfejlesztések ügyében. Ezeket az eredményeket ritkán publikálják, egyes adatok sokáig rejtve maradnak (pl. az M7 gyorsforgalmi út Szántód – Köröshegy közötti szakasza)

⁶ KIOP = **Környezetvédelem és Infrastruktúra Operatív Program**: az EU ún. Strukturális Alapjai közül az Európai Regionális Fejlesztési Alap keretében

⁷ INTERREG IIIA: Határ menti együttműködés, határon átnyúló gazdasági és szociális kapcsolatok fejlesztése

⁸ „Útmutató a külterületi közúthálózati fejlesztések költség-haszon vizsgálatához I. és II. – belső és külső hatások” című szakanyagok, GKM (2003) Ajtay et al.

⁹ Megvalósítaná-e a vizsgált beruházást egy felelős döntéshozó? Ilyen ütemezésben építené? Ilyen szélesen? Ilyen [e%] eséssel? Útdíj nélkül? El lehet játszani a gondolattal, vajon miként döntene Széchenyi István vagy Baross Gábor.



1. ábra: A vizsgált közútfejlesztések (2004–2005)

Az infrastruktúra-fejlesztésre rendelkezésre álló források végesek; ezért elsődleges szempont a fenntarthatóság, a költséghatékonyság. A közlekedési infrastruktúrát úgy kell fejleszteni az elérhető erőforrások felhasználásával, hogy az a lehetőségek szerint hatékony legyen. A gazdasági hatékonyság kimutatását az EU-ban jogszabályok írják elő. A Strukturális Alapokhoz benyújtott pályázatoknak így projektenként tartalmazniuk kell gazdasági elemzést. A nem megfelelő hatékonyság kizáró ok a támogatások odaítélésekor¹⁰.

Amikor közlekedésfejlesztésről, közlekedési infrastruktúrával kapcsolatos beruházásokról beszélünk, kulcsszó a fenntartható fejlődés. A leginkább költség-hatékony beruházások egyre „fogynak”. A költség-haszon elemzések hozzásegíthetik a szakembereket (és a politikusokat) a hatékony projektek kiválasztásához.

3. A közúti költség-haszon elemzés módszere

A költség-haszon elemzéseket a **COBA**¹¹ 11 módszerrel végeztük el. A COBA 11 módszer a kötött utazási mátrix (Fixed Trip Matrix) szerinti becslési módszert¹² alkalmazza. Ez a becslés azon a feltételezésen alapul, hogy egy új út építésekor csak az alternatív útvonalakra terelődik át a forgalom¹³ (nincs jelentős „ger-

¹⁰ Nettó jelenérték NJÉ, (Net Present Value, NPV) > 0; Haszon/költség arány (Benefit Cost Ratio BCR) > 1; Belső megtérülési hányad BMH, (Internal Rate of Return IRR) > 5%

¹¹ COst Benefit Analysis, 11. szoftver-verzió

¹² A módszert részletesen a Highways Agency, England (1996), azaz COBA kézikönyv mutatja be. Hasznos még az Adler (1987) és a Mishan E. J. (1982) szakirodalom

A beruházások főbb mutatószámainak összehasonlító értékelése

	A	B	C	D	E	F
	Vizsgált útszakasz	Kiépítési jellemzők	Beruházási költség [millió Ft] (nettó)	Nettó jelenérték [millió Ft] (millió EUR)	BCR* haszon/költség arány	IRR* belső megtérülési hányad [%]
Elkerülő utak						
1	5. sz. főút Kiskunfélegyháza ÉNy-i tehermentesítő út	teljes hossz: 7,45 km megépül 2007-re	1 600,0 (2003. évi áron)	1 021,0 4,048	1,564	7,9
2	86. sz. főút Vát–Szeleste elkerülő szakasz	teljes hossz: 9,45 km (bekötésekkel együtt) megépül 2007-re	6 960,0 (2003. évi áron)	6 391,1 25,564	2,031	10,5
3	471. sz. főút Nyírbátor elkerülő szakasz II/A+III/2.A változat (11 változat közül)	a nyomvonal hossza II/A: 8,8 km III. építési ütemben III/2.A: 3,57 km II/A. megépül: 2006-ra, III/2.A: 2008-ra	1 772,3 (2003. évi áron)	1 943,2 7,773	1,359	7,4
4	4. sz. főút Nyírbogdány elkerülő szakasz	teljes hossz: 4,9 km megépül 2006-ra	1 772,3 (2003. évi áron)	6 54,1 2,616	1,364	7,2
Négynyomúsítás						
5	58. sz. főút 3,175–9,020 km sz. közötti szakasz	teljes hossz: 5,85 km megépül 2006-ra	2 560,0 (2003. évi áron)	899,9 3,600	1,453	7,6
Határátkelőhelyek korszerűsítése						
6	4814. jelű út Létavértes–országhatár közötti szakasz	a korszerűsítendő út hossza: 5,27 km megépül 2006-ra	718,769 (2003. évi áron)	2 783,0 11,132	4,944	23,6
7	5312. jelű út Bácsalmás–országhatár közötti szakasz	a felújítandó útszakasz hossza: 9,5 km megépül 2006-ra	1 040,0 (2003. évi áron)	2 213,8 8,855	2,919	15,7
8	M7 gyorsforgalmi út Szántód–Kőröshegy közötti szakasz (A.2.k.)	a vizsgált változatok hossza: 15-18 km	40 180,0 (2003. évi áron)	-15 083 -63,132	0,493	–

* Belső hatásokból számított mutatók (nem integrált értékek). A fentieknél az integrált értékek kedvezőbbek.

jesztett” forgalom). A COBA-val végzett értékelés során a jelenlegi úthasználói költségekhez képest a jövőbeli, fejlesztett úthálózaton elért (idő-, járműüzemi és baleseti költségekből származó) úthasználói hasznokat (költségmegtakarításokat) hasonlítottuk össze a beruházások költségeivel (építési és fenntartási költségek, költségkülönbségek).

A jelenlegi kiépítettség, azaz a „**nélküle eset**” a **Do-minimum** változat¹⁴. „A tervezési esetet” (**Do-something** változat) az új építésű vagy a felújított változat jelenti. Az úthasználói költségek számításához a forgalmi vizsgálatok eredményeit használtuk fel. A fejlesztésekből adódó költségeket és a nettó hasznokat (költségmegtakarításokat) az építés és az üzemelés minden egyes évére, az első építési évtől kezdődően, 25 éves periódusra számítottuk ki. Figyelembe vettük, hogy az „Útmutató (2003)”-ban található fajlagos baleseti költségek és időkölségek változatlan áron (tehát reálértéken) is évi 4%-kal nőnek. A jövőben keletkező költségeket, illetve hasznokat az építés befejezésének az évére értékeltük át. Számításainkban „i”=5%-os kamatlábat (diszkont rátát) használtunk a bázisévre (többnyire 2005 vagy 2006) diszkontáláshoz.

¹³ Feltételezzük, hogy a kiindulási és a végpont közötti forgalom valamely része az új (vagy felújított) útra terelődik át, azonban ugyanaz marad a kiindulási hely és a végcél közötti összes forgalom nagysága.

¹⁴ Ezt hazánkban – olykor, tévesen „**Do-nothing**”-nak értelmezik. Hagyják a régi utat tönkremenni. „**Do minimum**” – **szakszerű, gondos fenntartást jelent** – fejlesztés nélkül – nemzetközileg.

4. Az értékelt közúti beruházások

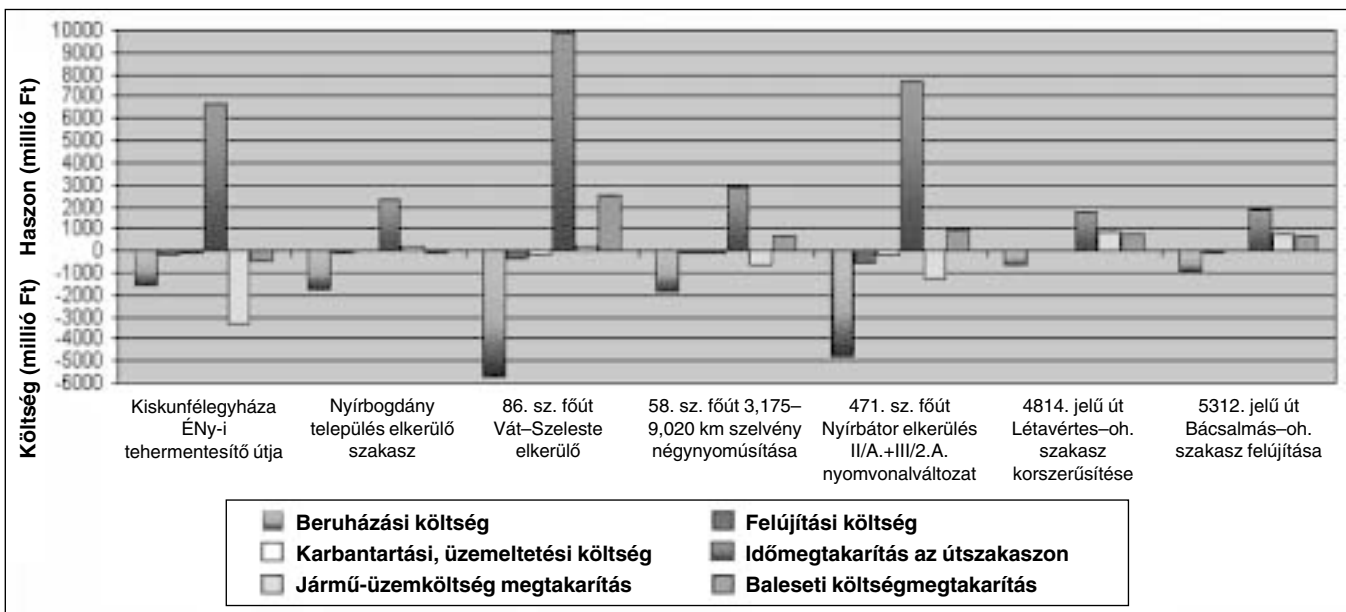
Az utóbbi időben költség-haszon elemzések készültek (az 1. ábra és 1. táblázat szerint) a következő projektekre:

- 1.) **5. sz. főút** – Kiskunfélegyháza ény-i tehermentesítő út;
- 2.) **86. sz. főút** – Vát-Szeleste elkerülés;
- 3.) **471. sz. főút** – Nyírbátor elkerülő szakasz II/A+III/2.A változata (11 változat közül);
- 4.) **4. sz. főút** – Nyírbogdány település elkerülő szakasz;
- 5.) **58. sz. főút** – 3,175–9,020 km sz. közötti szakasz négynyomúsítása;
- 6.) **4814. jelű összekötő út** – Létavértes és az országhatár közötti szakasz;
- 7.) **5312. jelű összekötő út** – Bácsalmás és az országhatár közötti szakasz.

Esettanulmányként a felsorolt hét jellemző projekt vizsgálatát mutatjuk be. Összefoglaló jelleggel valamennyi vizsgált beruházás értékelési mutatója látható az 1. táblázatban (D, E, F oszlopok), illetve a 2. és a 3. ábrán. Ezeket az értékeket a belső hatásokból származó hasznok alapján számítottuk, az integrált értékek ennél kedvezőbbek.

Mindegyik beruházás-típusra bemutatunk egy jellemző projektet.

- a) A **4. sz. főút Nyírbogdány települést elkerülő szakasza** kedvező geometriai kialakítású. A tranzit forgalom az elkerülő úton fog haladni; és mivel ezek aránya jelentős, így viszonylag nagyok az időmegtakarítások. Nem akkora mértékben,



2. ábra: A beruházások költség- és haszonelemeinek összehasonlító értékelése

mint a Kiskunfélegyháza elkerülőn, mert Nyírbogdány településen nem keletkeznek súlyosabb torlódások. A járműüzemköltség-megtakarítások ebben az esetben pozitívak (a rövidebb úthossz eredményeként). A baleseti költségek kismértékben növekednek (2. ábra). Ez a beruházás gazdaságilag mindenképpen hatékonynak minősül.

- b) Az **58. sz. főút 3+175–9+020 km sz. közötti négy nyomúsítása** esetében szintén arányaiban jelentős az időmegtakarítás. A négy nyomúsítás hatására várhatóan folyamatosabb és torlódásmentes lesz a forgalom. A jármű-üzemköltségek ugyanakkor itt is nőnek a nagyobb sebesség következtében. A szélesebb, biztonságosabb pályaszervezeten kevesebb baleset történik, növelve a baleseti költségmegtakarítást.
- c) A **határ menti közútfejlesztésekkel** (Létavértes, Bácsalmás) szintén jelentős az időmegtakarítás. A jármű-üzemköltségekben is megtakarítás keletkezik a forgalomátterelődés következtében csökkenő utazási távolságoknak köszönhetően. (Néhány célállomás rövidebb úton érhető el.) A baleseti költségek csökkennek (hálózati szinten a korszerűsített útszakasz forgalombiztonságot javító hatása következtében).

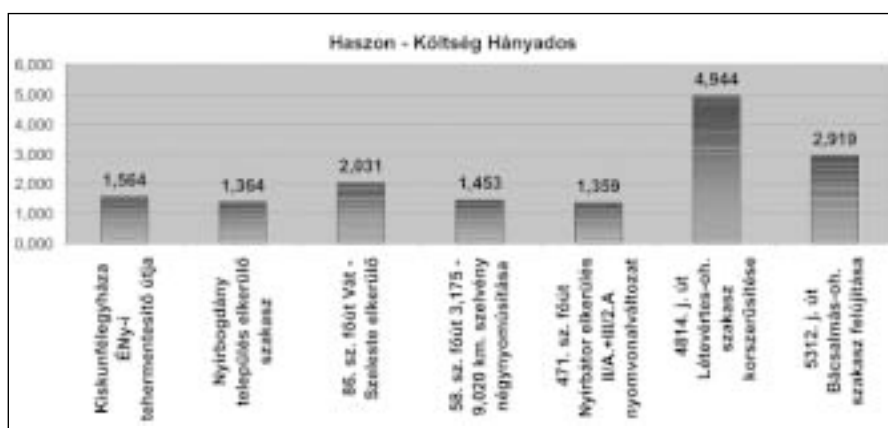
Az 1. táblázat 8. sora összehasonlításképpen közli az **M7 gyorsforgalmi út „Köröshegy szakasz”** egykori „A. 2. k” változatának értékelési mutatóit. (Ennél a változatnál drágább és hosszabb autópálya épül 2005–2006-ban. A valóságos mutatók így még kedvezőtlenebbek.) Jól látható, hogy az újonnan értékelt projektek gazdasági mutatói sokkal kedvezőbbek.

5. A beruházások összehasonlító értékelése

A gazdasági vizsgálatok (1. táblázat „D” és „E” oszlopai) azt mutatják, hogy **mindegyik beruházás esetében pozitív a nettó jelenérték (NPV)**. A 86. sz. főút Vát–Szeleste elkerülő¹⁵ nettó jelenértéke kiugróan a legmagasabb a vizsgált beruházások közül. A két határ menti közútfejlesztésnél a jó hatékonysági mutatók elsősorban a jelenlegi alacsony színvonalú kiépítettség miatti szűk keresztmetszeti hatásnak, valamint a sebességkorlátozások feloldásának köszönhetőek.

Értelemszerűen a **haszon-költség hányadosok (BCR)** értéke minden esetben **nagyobb, mint 1.** (3. ábra). Ebből az következik, hogy mind a hét vizsgált projekt megtérülő beruházást jelent a nemzetgazdaság számára a 25 éves értékelési időszak alatt. A hasznok meghaladják a költségek mértékét, és a beruházások a belső hatások számított mutatói (indikátorai) alapján gazdaságosnak minősülnek.

Ugyanakkor meg kell jegyezni: korábban sokkal gazdaságosabb projektek értékelésében is részt vettünk! Amennyiben nincs más olyan domináns szempont, amely érdemben befolyásolná a döntést, úgy az Egyesült Királyságban (ahol a COBA 11 szoftvert fejlesztették)



3. ábra: A beruházások haszon-költség hányadosának összehasonlító értékelése

¹⁵ Az engedélyezési tervek szerint a padkát burkolt leállósávvá alakítják át, így az elkerülő út 88. sz. főútig terjedő szakasza 2x2 sávós autópályaként üzemelhet 2015-től

valószínűleg először a 6-os, a 7-es, majd később a 2-es jelű projekteket építenék meg. Az 1., a 3., a 4. és az 5. jelű további mérlegelés, esetleg halasztás tárgya lenne, mivel a haszon/költség hányados 1,3–1,6 között van, tehát nem kiemelkedően magas érték.

6. Tapasztalatok, következtetések

A bemutatott értékelés során csak az ún. belső hatásokból származó: az időköltség, a jármű-üzemköltség, valamint a baleseti költség megtakarításokkal elért hasznokat vettük figyelembe. A külső hatásokból származó hasznok (légszennyezettség, zajterhelés) tovább javítják az eredményességet. Elkerülő utak vizsgálata esetén ezek figyelembevételére is szükséges. A pályázattal során gyakran megkövetelik a gazdaságélénkítő hatás számítását is¹⁶. Ez az adat azonban csak tájékoztató jellegű, nem vesszük be a költség-haszon elemzés eredményeibe.

Záró megjegyzések, megoldandó feladatok

- Az Útmutató 2005-ös felülvizsgálata során a szakminisztérium **radikálisan** (kb. 60%-ra) **csökkentette az időértékeket**. Amennyiben ezekkel a fajlagos értékekkel újraszámítanánk az eddig vizsgált projekteket, akkor szinte mindegyik esetben valószínűsíthetően erősen romlana a hatékonyság.
- Megítélésünk szerint a **külső, illetve a gazdaságélénkítő hatások számításának módszertana számos ponton vitatható**. Például hasznok halmozott számbavétele; bizonytalan mértékű és erőltettnek tűnő gazdaságélénkítő („Münchhausen báró”-t idéző) hatások; túlzott erőforrás-igényes számítások (80%–20% szabály¹⁷). Javasoljuk ezek felülvizsgálatát, továbbfejlesztését is!
- Az eredmények tényleges összehasonlító értékeléséhez szükség lenne **utólagos felülvizsgálatokra**. Ezek azonban rendre elmaradnak. Ez a felülvizsgálat történhetne az eredmények pontosítása,

¹⁶ A „gazdaságélénkítő” hatást általában 20 km-nél hosszabb közútfelvezetések esetén kell számítani, becsülni (vagy ahol esetleg egyes pályázatokhoz külön kérik). Részletesen lásd még Ajtay (2004)

¹⁷ Az erőforrások (munkaidő) 80%-át fordítjuk 20%-nyi külső hatásokból származó haszon és gazdaságélénkítő hatás számításra.

alapadatok nyerése, megfelelő paraméterezés vagy az útmutatók javítása céljából.

- Mindezzel együtt tárgyilagosan és optimista megközelítéssel megállapítható: az (egykori) UKIG, az ÁKMI és a mindenkori szakminisztérium által felügyelt szakterületen a hazai költség-haszon elemzések módszertana és gyakorlata nagyon sokat fejlődött az elmúlt 15 évben. Csak remélni lehet, hogy ez a jó eredmény (és a kapcsolódó szakmai nyilvánosság) hamarosan kiterjed a következő négy további szakterületre is:
 - gyorsforgalmi utak építése;
 - önkormányzati utakkal kapcsolatos fejlesztések és beavatkozások;
 - vasúti fejlesztések;
 - városi közlekedési fejlesztések és beavatkozások.

Irodalom

- Adler, Hans A. (1987): Economic Appraisal of Transport Projects, Johns Hopkins University Press Baltimore – London. Published for the World Bank. 210 oldal.
- Ajtay Sz., Albert G. (2004): A gazdaságélénkítő hatás számítása a külterületi közúthálózati fejlesztések költség-haszon vizsgálatánál, Közúti és Mélyépítési Szemle, 54. évf. 2. sz. 5 oldal.
- Gazdasági és Közlekedési Minisztérium közúti közlekedési főosztály (2003): Útmutató a külterületi közúthálózati fejlesztések költség-haszon vizsgálatához; I. belső hatások, 13 oldal.
- Gazdasági és Közlekedési Minisztérium közúti közlekedési főosztály (2003): Útmutató a külterületi közúthálózati fejlesztések költség-haszon vizsgálatához; II. külső hatások, 15 oldal.
- Highways Agency, England (1996): Economic Assessment of Road Schemes: COBA Manual, 250 p.
- KTI – Horváth Péter (2004): A közlekedési alágazatok egyes fő beruházástípusainak összehasonlító hatékonyság- és hatásértékelése; Kutatási zárójelentés a GKM számára, 89 oldal.
- Mishan, E. J. (1982): Költség-haszon elemzés, Cost - Benefit Analysis, Budapest, 320 oldal.
- Orosz Cs., Princz-Jakovics T. (2002): Szeged város nyugati irányú elkerülése; A nagy távon ésszerű fejlesztési változatok vizsgálata; Közúti és Mélyépítési Szemle, 52. évf. 3. sz. 121–126. oldal

Summary

Csaba Orosz – Tibor Princz-Jakovics – Mihály Lázár: Hungarian Experiences with Cost Benefit Analyses of Public Road Investments. Achievements and Further Tasks, 2001-2005.

The paper gives a summary on some recent road cost-benefit analyses in Hungary. It is positive, that since 1990 cost – benefit analyses became very common in Hungarian public road practice. Publication of CBA results helps to compare efficient and too demanding projects. However some problems occur in some fields like motorway investments (limited publicity) and municipal road improvements (ad hoc decisions). Similar, compatible method needed for rail investments and for urban transport projects. Recent revision, radical decrease of (VOT) Value of Time data may also cause confusion with incoherent CBA results.

Horvátország autópálya-programja

Molnár László Aurél¹

Magyar szakértői csoport tett látogatást 2005 októberében a Hrvatske Autoceste d.o.o. (Horvát Autópálya Rt., rövidítve: HAC) társaságnál a horvát autópálya-építési program műszaki, szervezeti és pénzügyi körülményeinek megismerése és az A1 Zagreb–Split autópálya újonnan forgalomba helyezett Bosiljevo–Zadar–Split szakaszának tanulmányozása céljából. Dolgozatunk a tanulmányút tapasztalatait foglalja össze, természetesen nem törekedve a teljességre, de megkísérelve kiemelni azokat a momentumokat, amelyek hasznosak lehetnek a magyar autópálya-program továbbvitele során.

Horvátországban 2001. áprilisig egységes közúti hatóság irányította az autópálya-hálózat fejlesztését. A szükséges forrást az állami költségvetés nyújtotta, és így a program ki volt szolgáltatva az állami költségvetés mindenkori állásának. (Gyakoriak voltak az elvonások, a kifizetési halasztások stb.) 2001 áprilisában az egységes szervezet kettévált, és 100% állami tulajdonú társaságként létrejött a Hrvatske Autoceste d.o.o. (HAC, azaz Croatian Motorways Ltd., Horvát Autópályák Kft.), illetve a Hrvatske Ceste d.o.o. (HC, azaz Croatian Roads, Ltd., Horvát Utak Kft.). Azóta ez a két társaság látja el a horvátországi utak és autópályák fejlesztési és kezelési feladatait. Mellettük meghatározott autópálya-szakaszokon, illetve rész-hálózatokon még a következő három koncessziós társaság is működik:

- Bina Istra d.o.o. (Isztriai „Y” Autópálya Kft.) – osztrák-német tulajdon, HAC részesedéssel;
- Autocesta Rijeka–Zagreb d.d. (Rijeka–Zágráb Autópálya Rt.) – állami tulajdon;
- Autocesta Zagreb–Macelj d.o.o. (Zágráb–Macelj Autópálya Kft.) – mintegy 75% HAC tulajdon.

Az üzemeltetés jellemzőit, beleértve a díjszedés rendszerét is, a HAC és a három koncessziós társaság összehangolta. Így tehát az utas számára közös, melyik pályaszakaszon utazik.

Történelmi visszapillantás

A horvát autópálya-program nyitó éve 1970, amikor megkezdték a Zágráb–Rijeka autópálya építését. 1971-ben megnyílt az első 11 km hosszú szakasz Oštrovica és Kikovica között, majd 1972-ben a Zágráb (Lučko csomópont) – Karlovác szakasz. 1980-ban adták át a Zágráb–Lipovac szakaszt a későbbi X. folyosóban (77 km). 1970 és 1990 között összesen 247 km autópálya és 50 km fél-autópálya épült meg.

A függetlenné vált Horvátország 1991-ben megkezdte az autópálya-hálózat kiépítésének előkészítését, majd azonnal megindult az építés is. 1991 és 1999 között forgalomba helyeztek 110 km autópályát és 82 km fél-autópályát.

A függetlenségi háború után Horvátország kidolgozta a közlekedésfejlesztés nemzeti stratégiáját, amelyben meghatározta a nemzeti utak főhálózatát és annak prioritásait. Erre vonatkozóan teljes politikai és társadalmi konszenzus jött létre, amit azóta is minden politikai erő tiszteletben tart.

Horvátország autópálya-hálózata és a Transz-Európai Hálózat (TEN)

Horvátország

- fekvése a kontinensen,
- topográfiai és gazdasági adottságai,
- formája és a szomszédos országokkal kialakult határai

meghatározzák az autópálya-hálózat szerkezetét. Hangsúlyos szerepet játszik ezen belül az Adria – mint a kontinens belsejébe legmélyebben benyúló tenger. A hálózat gerincét így az V. Helsinki folyosó ágai, a X. folyosó és az Adria–Jón autópálya alkotja (1. és 2. táblázat). Ez a hálózat jól kiszolgálja az ország belső kapcsolati igényeit, beleértve, hogy az ország két legtávolabbi vidéke, Eszék–Vukovár, illetve Ploče–Dubrovnik környéke az V/c folyosó közvetítésével, Bosznia-Hercegovinán keresztül lényegesen közelebb van egymáshoz, mint Zágrábban át. Észre kell venni azt is, hogy ez a hálózat szervesen illeszkedik a Balkán, a Kárpát-medence és az észak-adriai térség úthálózatához, ilyen formán kiemelt szerepet játszik a társadalmi és gazdasági felzárkózásban, különösen az idegenforgalomban.

A program alapjai és működése

A program alapja három jogi dokumentum:

- az országos területrendezési terv, amely tartalmazza az autópálya-hálózatot is;

1. táblázat

A fő közlekedési folyosók Horvátországban

• V. folyosó	<ul style="list-style-type: none"> • V/B ág: Rijeka–Zágráb–Budapest • V/B2 ág: Rijeka–Trieszt • V/C ág: Ploče–Szarajevó–Eszék–Budapest
• X. folyosó	<ul style="list-style-type: none"> • Fő ág: München–Salzburg–Ljubljana–Zágráb–Belgrád–Szkopje • X/A ág: Grác–Maribor–Zágráb–Split
• Adria–Jón közlekedési folyosó	<p>Hét államot érint: Olaszország – Szlovénia – Horvátország – Bosznia és Hercegovina – Montenegró – Albánia – Görögország</p> <p>Zadar–Split között azonos a X/A folyosóval.</p> <p>Hossza: 1550 km, ebből 500 km Horvátországban</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nyomvonala: Trieszt–Koper–Rijeka–Zadar–Split–Ploče–Dubrovnik–Bar–Durrresi–Igoumenitsa–Patras–Kalamata

¹ Okl. mérnök, főtanácsos, GKM; molnar.laszlo@gkm.gov.hu

2. táblázat
Horvátország tervezett autópálya-hálózata

neve (száma)	Az autópálya		Az érintett folyosó
	nyomvonala	hossza (km)	
A1	Zagreb–Bosiljevo–Split–Dubrovnik	554	X/A
A2	Macelj–Zagreb	60	X/A
A3	Bregana–Zagreb–Lipovac	305	X
A4	Goričan–Zagreb	97	V/B
A5	Beli Manastir–Osijek–Svilaj	89	V/C
A6	Bosiljevo–Rijeka	81	V/B
A7	Rupa–Rijeka–Žuta Lokva	98	Adria–Jón
A8	Kanfanar–Matulj–Parmani	74	
A9	Kaštel–Pula	84	
A10	Mali Prolog–Ploče	13	V/c
A11	Zagreb–Sisak	46	
Összesen		1501	

- a megyei területrendezési tervek, amelyek kötelezően az állami tervre épülnek;
- az utakról szóló törvény.

Magához az építéshez két átfogó engedély szükséges:

- A „lokációs” engedélyt a területrendezési tervek és a környezeti hatástanulmányok alapján a Környezetvédelmi és Területrendezési Minisztérium adja ki.
- Az „építési” engedélyben a szaktárca a lokációs engedély által meghatározott létesítmény műszaki-biztonsági feltételeit határozza meg.

Az országos területrendezési terv készítése során minden jelentős vonalas létesítményt olyan mélységig megterveztek, hogy a későbbi műszaki tervezéskor pl. az autópálya vagy egy vasútvonal nyomvonala legfeljebb néhány száz méteren, esetleg egy kilométeren belül mozdulhat csak el. Ezeknek a nyomvonalaknak a kimunkálása hosszadalmas és aprólékos egyeztetéseket igényelt, de mindvégig szem előtt tartották, hogy megvalósításuk közérdek, tehát meg kell találni a kielégítő, kompromisszumos megoldást. A magisztrális, állami döntésekbe a helyi szerveknek nincsen érdemi beleszólásuk. A hálózatok kijelölése hierarchikus elvek szerint állami hatáskörbe tartozik. Gyakorlatilag tehát ez jelenti a közérdekűség nyilvánítását. A megvalósítás további szakaszaiban és a megvalósítást illetően már sem a helyi önkormányzatoknak, sem civil szervezeteknek, sem magánszemélyeknek nincsen módjuk a folyamat lefékezésére. Kisebbségi konkrét kérdésekben ugyan a HAC folyamatos kapcsolatot tart a helyi szervekkel, és nyújt is apró gesztusokat, hiszen a fejlesztés végső célja éppen a helyi gazdaság és társadalom támogatása, de ez nem jelent eltérést a kitűzött céloktól és nem szolgáltatja ki a programot lokális érdekeknek.

A megyei rendezési tervek az országos tervben meghatározott nyomvonalakot 1:5000 méretarányban tartalmazzák. Erre készül el a részletes környezeti hatástanulmány, amelynek megállapításait, javaslatait

minisztériumi bizottság ellenőrzi, majd közszemlére bocsátják. Annak eredményeit a tervező vagy beépíti a tervbe, vagy kellő indoklással elutasítja. **Az így módosított, kiegészített tervet 15-20 tagú tárcaközi bizottság vitatja meg**, amelyben az érintett szaktárcaikon kívül civil szervezetek is részt vesznek. E bizottság munkája nyomán szakmai kompromisszum, majd politikai döntés születik. **Itt jelenik meg az a fórum, amely teljességgel hiányzik a magyar jogrendből, s amely az óhatatlan érdektükközések feltárására és az előnyök-hátrányok mérlegelése alapján annak méltányos, kompromisszumos feloldására szolgál.** (Ezzel szemben a magyar rend szerint Justicia bekötött szemű asszisztenseinek kell egyhangú döntésre jutniuk, mégpedig korántsem egyenlő érdekérvényesítési felhatalmazásokkal.) [3]

A lokációs engedély birtokában a műszaki kérdések kerülnek előtérbe. A műszaki terv, amelyre a szaktárca építési engedélyt ad, általában a pályázati tervvel párhuzamosan készül. Minden alkalommal – a FIDIC irányelvei szerint – nemzetközi verseny dönti el a kivitelezés jogát. A szükséges területek megszerzése általában nem okoz nehézséget. Ebben azonban közrejátszik a háborús háttér és a földek alacsony ára is.

A HAC feladatai és a finanszírozás

A Hrvatske Autoceste d.o.o. (HAC) 100% állami tulajdonú korlátolt felelősségű társaság. Igazgatóságát és felügyelő bizottságát a kormány nevezi ki.

A HAC modern és hatékony szervezet, mintegy 2300 alkalmazottal. 2001-ben alapították, majd 2005-ben tovább modernizálták. A korszerűsített működési séma szerint hét osztályból és hat önálló divízióból épül fel. Komplex módon ellátja a kiépülő autópálya-hálózat építési előkészítési és építetetői-lebonyolítói feladatait, a megépült autópályákon gondoskodik az üzemeltetésről és a fenntartásról, továbbá gondozza az autópálya-fejlesztési program pénzügyeit. Fő feladatai a következők:

- tervezés, terveztetés;
- a lokációs, építési és működési engedélyek megszerzése;
- területek és szolgáltatások megszerzése;
- az építési munkálatok lebonyolítása;
- a felügyelet és az ellenőrzés megszervezése;
- az útpályák és a mérnöki létesítmények fenntartása;
- járőrözés, útellenőrzés az autópályákon, az autópályák védelme;
- döntések az útmenti területek használatáról;
- az útdíjszedés megszervezése és lebonyolítása;
- gondoskodás az autópálya-építés és -fenntartás finanszírozásáról.

A HAC saját bevételekkel rendelkezik, és közvetlenül felelős az autópálya-hálózat rábízott részének építéséért és menedzsmentjéért. A hálózat kialakításáról és megépítéséről szóló stratégiai döntést mélyreható összehasonlító vizsgálatok és gazdasági elemzések alapozták meg, az időtényező figyelembevételével. A

3. táblázat

Az autópálya				
száma	neve	hossza	fajlagos költsége 1000 USD	teljes költsége 1000 USD
A1	Zagreb – Split – Dubrovnik	554	8 681	4 807 262
A2	Zagreb – Macelj	60	9 545	572 805
A3	Bregana – Zagreb – Lipovac	305	4 722	1 441 817
A4	Zagreb – Goričan	97	7 206	698 284
A5	Beli Manastir – Osijek – Svilaj	89	5 641	500 193
A6	Bosiljevo – Rijeka	81	7 673	623 394
A7	Rupa – Rijeka – Žuta Lokva	98	8 550	841 069
A8	Istria „Y”: Kanfanar – Matulj	74	4 076	300 602
A9	Istria „Y”: Kaštel – Pula	84	4 053	339 209
A10	Mali Prolog – Ploče	13	7 647	98 644
A11	Zagreb – Sisak	46	6 086	282 372
Összesen		1 501	6 999	10 505 651

megvalósíthatósági vizsgálatok számításba vették a létesítmények élettartama alatt várható direkt és indirekt hasznokat és a megtérülési jellemzőket. A hálózat – részben megépült, részben előkészítés alatt álló – szakaszainak költségadatait a 3. táblázat illusztrálja.

A mindenkor nagy kérdés: **Honnan származik, honnan érkezik a pénz?**

A HAC tevékenységére, fejlesztésre, üzemeltetésre és fenntartásra négy fő forrás a fedezet:

- 0,6 kuna/l az eladott üzemanyagok árából, amit a forgalmazó közvetlenül a HAC-nak utal át;
- útdíjbevételek az autópálya és szolgáltatásai használata után, valamint a túlméretes és túlsúlyos járművek úthasználati díjai;
- az útmenti ingatlanok és létesítmények bérbé, koncesszióba adásából származó bevételek (benzinkutak, vendéglők stb.);
- hosszú lejáratú bankhitelek, kötvények.

2001-től minden üzemanyag árából 60 lipa (0,6 kuna, cca. 5 eurocent) az autópályák építésére, és ugyanennyi a hagyományos közutakra fordítandó. Ez a HAC-nak évi mintegy 210 millió euró biztos bevételt jelent, amit az üzemanyag-forgalmazóktól közvetlenül megkap. Ez tehát a „horvát csoda”, mert ez a bázis a társaságot hitelképpessé teszi. Hitelképpességüket alátámasztja az állami garancia is. Ez az anyagi biztonság tette lehetővé, hogy a 2001-ben megkezdett, négy éves ciklusokra megszabott programot eddig tartani tudták, sőt 2005-ben már megkezdheték a felvett hitelek törlesztését is. Megítélésük szerint a PPP megoldások nem működnek megbízhatóan, mert az egyelőre kis forgalom miatt elengedhetetlen az állami kiégésítés.

Már az előzetes vizsgálatok jelezték, hogy a programnak jelentős társadalmi előnyei lesznek. Ezt igazolták más európai országok tapasztalatai is. A teljes kiépítés után a horvát autópálya-hálózat fajlagos hossza 1 millió lakosra vetítve 286 km lesz. Ez az érték Németországban 226 km, Franciaországban 148 km. Várhatóan a hálózatnak a gépkocsi-km/lakos mutatóval jellemezhető forgalmi terhelése is meg-

felel majd a mai fejlett Európának: Horvátországban 2025-ben 2,2, 2030-ban 2,8 lesz, az 1997. évi adat Németországban 2,3, Franciaországban 1,6 volt.

A 2001-2004 közötti ciklusban, majd annak szerves folytatásaként 2005-ben a korábban megépített 391 km autópályából és 131 km fél-autópályából álló hálózat továbbfejlesztéseként a 4. táblázatban felsorolt autópálya-szakaszok épültek meg. A 2005. után megépülő autópályákat pedig az 5. táblázat tartalmazza.

A 2001-2004 közötti ciklus teljes költsége 2500 millió euró. Ezen belül az előkészítés költsége – a területek megszerzésével és az egyéb létesítmények áthelyezésével – a 20%-ot is elérheti. (Lakott területektől távolabb ezek az összegek nyilván kisebbek.) A költségek 38,4%-át (959 millió euró) a HAC saját bevételeiből fedezte, 61,6%-át (1541 millió euró) a hazai és a nemzetközi pénzpiacon felvett hosszú lejáratú hitelekből. Ezek átlagos futamideje 13 év, kamata 4%. A költsé-

vel – a 20%-ot is elérheti. (Lakott területektől távolabb ezek az összegek nyilván kisebbek.) A költségek 38,4%-át (959 millió euró) a HAC saját bevételeiből fedezte, 61,6%-át (1541 millió euró) a hazai és a nemzetközi pénzpiacon felvett hosszú lejáratú hitelekből. Ezek átlagos futamideje 13 év, kamata 4%. A költsé-

4. táblázat

Megépült autópálya-szakaszok
2001–2005

Év	Autópálya	Szakasz	Hossz (km)
2001.	A3	Bregana – Zagreb	14
2002.	A3	Velika Kopanica – Županja	26
2003.	A4	Breznički Hum – Varasdin	24
	A1	Bosiljevo – Mala Kapela Gornja Ploča – Zadar 2	36 60
2004.	A1	Mala Kapela – Gornja Ploča	95
		Zadar 2 – Pirovac	37
	A7	Vrpolja – Dugopolje Jušići – Jurdani	45 4
Σ			341
2005.	A1	Mala Kapela alagút + a hozzá vezető út	5,8+0,2=6
	A7	Pirovac – Vrpolje	33
		Jurdani – Rupa	9
Összesen			389

5. táblázat

A 2005. év után épülő autópálya-szakaszok

Autópálya	Szakasz	Hossz (km)
A4	Goričan – Letenye Mura-híd	1
A5	Beli Manastir – Osijek – Svilaj + Metković (B&H) – Ploče	102
A1	Dugopolje – Ploče Ploče – Dubrovnik	96 80
A7	Žuta Lokva – Permani	92
A3	Županja – Lipovac	29
A11	Zagreb – Sisak	46
Összesen		446

6. táblázat

A költségek forrásai	
9,3%	útdíj
25%	üzemanyag-rész
5%	bérleti bevétel
61%	hitel
A hitelek szerkezete	
31%	kereskedelmi bankok
30%	biztosítók
10%	külkereskedelmi bankok
3%	nemzetközi pénzügyi intézmények (EBRD, EIB, IBRD)
8%	nemzetközi fejlesztési bankok (KfW)
18%	kötvények

gek forrásait és a hitelek szerkezetét a 6. táblázat mutatja.

A modell eddigi működése bebizonyította, hogy a HAC képes lesz mind a felvett hitelek törlesztésére, mind a program további szakaszainak teljesítésére.

A 2005–2008. évi program ambiciózus pénzügyi tervet tartalmaz:

Összes beruházás:	1 497,18 millió euró
ebből	
építés	1 297,28 millió euró
építési területek megszerzése,	
területek használati joga	40,37 millió euró
tanulmánytervek	81,10 millió euró
újrahasznosítás	31,87 millió euró
ellenőrzési szolgáltatások	46,56 millió euró

A 2005–2008 közötti ciklusra a terv megnyugtatóan biztosítja a szükséges forrásokat. A várható bevételek jelentősen meghaladják a hitelek visszafizetéséhez szükséges összegeket, tehát a program az állam számára nyereséges. A törlesztést már megkezdték. A többletbevételeket az állam egyéb fejlesztésekre (pl. vasút) fogja fordítani. A cash-flow terv 2030-ig kitekintve készült. A hitelfelvételt két kormányzati ciklusra kiterjedően tervezték meg, így a program nem függ a kormányváltásoktól és a politikai vetélkedéstől.

Az útdíjak beszédése

A horvát autópályákon a közvetlen díjszedés nyílt és zárt változatai működnek, az adottságoktól függően. A jelenlegi tarifa az első járműosztályban 0,40 kuna/km. A nehéz tehergépkocsik osztályában a díj ennek 3,3-szerese. Fizetni gyakorlatilag bármilyen módon és eszközzel lehet: készpénzzel (kuna, vagy bármilyen külföldi valuta), illetve hitel- vagy bank-kártyával. Emellett többféle előfizetési lehetőség is van (jegyek, mágneskártyák, elektronikus díjbeszedés).

A nyílt rendszert néhány rövid szakaszon alkalmazzák, ahol így egyetlen megállásra van csak szükség. Az általánosan alkalmazott zárt rendszerben minden be- és kilépő sávot ellenőriznek. 2005-ben a HAC egy továbbfejlesztett rendszert vezetett be, egyesítve a pénzügyi ellenőrzés, a forgalomszámlálás és a videofelügyelet funkcióit. Ennek tapasztalatait azonban még

nem összegezték. Ebben a teljesen integrált rendszerben mód van arra is, hogy a teljes rendszert és annak minden részletét, illetve pontját ellenőrizzék a főközpontból.

Az útdíjbevétel 2003-ban 87 900 000 euró volt, 2004-ben 126 110 000 euró (143 %).

Műszaki jellemzők

A tervezési sebesség általános esetben $V_t = 120$ km/h. Ebből azonban a helyi körülmények szerint rutinszerűen engedményeket adnak. Nehéz hegyi szakaszokon $V_t = 100$ km/h, sőt a Sveti Rok és Maslenica közötti szakaszon megelégedtek 80 km/h értékkel.

120 km/h tervezési sebesség esetén a következő jellemzőket alkalmazzák:

Minimális ívsugár:	$R_{\min} = 750$ m
Minimális átmeneti ív:	$L_{\min} = 95$ m
Maximális emelkedő:	$q_{\max} = 4\%$
Minimális domború ívsugár:	$R_{\min} = 19\ 000$ m
Minimális homorú ívsugár:	$R_{\min} = 13\ 000$ m
A burkolat oldalesése:	$e = 2,5 - 7,0\%$
Koronaszélesség:	$K = 29,40$ m

Az útkorona szerkezete a következő:

A forgalmi sávok szélessége irányonként:	2x3,75 m
Középső elválasztó sáv:	4,00 m
Leálló sáv irányonként:	3,00 m
Padka (töltésben/bevágásban, a víz-elvezetéstől és a szegélytől függően):	2,00–2,50 m

Alagútban (Mala Kapela)

A forgalmi sávok kiemelt szegélyek között:	2x3,85 m
Szegély két oldalon:	2x0,92 m

A megállási látótávolság, az oldalakadály és egyéb részletek tekintetében sokkal kevésbé igényesek, mint a magyarországi gyakorlat. (1. és 2. ábra) Előfordul pl. keskenyebb útkorona, ott New Jersey elemek adnak védelmet. A lassító-gyorsító sávok is rövidebbek, mint a magyar előírás szerint. (Hasznos lenne tételesen összevetni egymással a két tervezési szabályzatot!) A helyszíni tapasztalatokat mégis úgy lehetne összegezni, hogy az alkalmazott megoldások utazás közben sokkal kevésbé tűnnek kisztílnak vagy veszélyesnek, mint akadémikus vizsgálatok alapján.



1. ábra



2. ábra

Viszonylag sűrűn, általában a csomópontok előtt és után, portálra helyezett változtatható jelzéseképű táblák adnak módot sebességkorlátozásra, illetve információk kiírására. (3. ábra) A diszpécser szolgálat él is ezzel a lehetőséggel. Pl. a Mala Kapela alagútban jelezték a kinti ködöt, igaz, csak horvátul. A Maslenica – Sveti Rok szakaszon pedig már többször előfordult, hogy amikor



3. ábra

megerősödött a bőra – itt mértek már 240 km/h szélességet is, éppen mint a Katrina hurrikán sebessége volt 2005 nyarán a Karib tengeren –, lezárják a kritikus szakaszt, a forgalmat pedig a régi útra terelik.

A csomópontok kiosztásáról, annak elveiről konkrét információkat nem kaptunk, de tapasztalható, hogy

7. táblázat

Csomópontok az A1 autópályán

A szakasz neve	hossza (km)	A csomópontok száma
Zagreb/Lučko – Bosiljevo Y	105,4	6
Bosiljevo Y – Žuta Lokva	58,1	3
Žuta Lokva – Zadar 1	128,5	8
Zadar 1 – Split/Dugopolje	124,9	9
Összesen	416,9	26
Átlagos csomóponti távolság	16,7 km	
Maximális/minimális	3,8 / 32,8 km	
Átlagos távolság a tengerparton	13,9 km	

kiosztásuk sokkal ritkább, mint Magyarországon. Ebben közrejátszhatnak a domborzat és a település-szerkezet sajátosságai is, de talán jogos a feltevés, hogy az elsődleges ok a műszaki logika elsőbbsége a helyi érdekérvényesítéssel szemben. Az A1 autópálya csomópont-kiosztásáról a 7. táblázat mutat be adatokat.

Műtárgyak, hidak és alagutak

Horvátország 11 autópályáján a hidak együttes hossza 52,5 km. Többségük vasbeton, de a közép- és nagy nyílástartományban néhány acélhíd is van.

Említésre méltó, hogy a HAC üzemelteti a világ egyik legnagyobb ívhídját, amely a Krk szigetre vezet. A kettős híd a szárazföldről 390 m ívnyílással éri el a Svata Marko szigetet, majd onnan tovább 244 m nyílással Krk szigetét. Az ív 13x6,5 m keresztmetszetű hármass vasbeton szekrény, amely 11,4 m széles kocspályát hordoz. A részint talajra, részint az ívekre támaszkodó pillérek száma 31. A híd teljes hossza 1309,5 m.

A hidakon a kocspályát természetesen változatlan szélességgel vezetik át, de a nagyobb hidakon a leálló sáv gyakran elmarad.

A horvát autópályákon számos alagút is épült (8. táblázat). Az alagutakban a pályaszélesség általában 7,7 m + 2x0,96 m szegély. A teljes keresztmetszet 58 m². Leálló sáv tehát nincsen, de meghatározott sűrűséggel mindkét oldalon leállóhelyek vannak (javításra, vészhelyzetre).

A biztonsági berendezések az alagút teljes építési költségének 15-20%-át is eléri. (Hosszabb alagútnál ez az érték értelemszerűen nagyobb.)

8. táblázat

A horvát autópályák alagútjai

Az autópálya		Az alagutak	
száma	neve	száma	hossza (m)
A1	Zagreb – Bosiljevo – Split – Dubrovnik	22	42 280
A2	Macelj – Zagreb	6	5 311
A4	Goričan – Zagreb	2	2 180
A6	Bosiljevo – Rijeka	12	10 033
A7	Rupa – Rijeka – Žuta Lokva	12	21 213
A8	Kanfanar – Matulji	1	5 062
Összesen		55	86 079

A forgalom nagysága, ellenőrzése és irányítása

A forgalom nagysága Zágrábtól távolodva csökken. A 9. táblázat példaként a 2004. évi adatokat mutatja be.

Az átlagos napi forgalom (ÁNF) az A1 autópályán nyáron átlag 10 000 E/nap, hétvégén 30 000 E/nap. Csúcsidőben a kétirányú alagutak előtt nem ritka a 15 km hosszú kocscsatorna! A társaság kedvezményekkel, propagandával agitál a hétközi utazásra. Sokaknál hatásos már a kampány.

Gyors forgalomfejlődésre számítanak. Ha az átlagforgalom eléri a 12 000 E/nap értéket, megépítik a párhuzamos alagutat is.

Az autópálya – mint közlekedési rendszer – megköveteli a forgalom állandó felügyeletét és irányítását,

9. táblázat

Forgalomnagyságok a horvát autópályákon

Az autópálya neve	helyszín	ÁNF E/nap
A1	Zágráb közelében	33 600
	Ogulin	6 700
	Žuta Lokva	8 700
	Maslenica híd	11 400
	Split	3 500
A3	Zágráb közelében	20 100
	Nova Gradiška	14 100
	Đakovo	9 500
	Županja	4 800
A4	Zágráb közelében	24 500
	Breznički Hum	7 900
	Varašdin	4 300

beleértve az utazók tájékoztatását is az őket érintő aktuális kérdésekről. Az erre szolgáló összetett rendszer kialakítása megfelel a korszerű követelményeknek. Ezen belül az adott szakasz forgalmi igényei szerint megtalálható az intelligens forgalomirányítás (ITS), a video-ellenőrzés, a változtatható jezőképző táblák rendszere, a nyilvános és üzemi távközlés stb., amibe beépül az útdíjszedés információs rendszere is.

Üzemeltetés és fenntartás

A 2005–2008. évekre rutin-fenntartásra 265 millió eurót, periodikus fenntartásra 106 millió eurót irányoznak elő.

Az üzemeltetők átlagosan 50 km-es pályaszakaszt gondoznak. Speciális feladatok esetén ez természetesen módosul, csökken.

Az útmenti pihenőket nem a HAC működteti, hanem bérbe adja azokat. Az autópálya-társaságnak nem éri meg a WC-k működtetése, ezért az egyszerű pihenőket is koncesszióba adják. Egy komplex pihenőhely bérleti díja 3 000 – 30 000 Euro/hó között változik. Nagysága a forgalomtól függ. Úgy tapasztalták, hogy 10 000 E/nap ÁNF fölött már rentábilis.

Nagy gondot jelent a téli szolgáltatás, mert a horvát autópályák zöme jellegzetesen a nyári idegenforgalmat szolgálja. A külföldiek számára a szezon csak 3 hónap, a belföldiek többsége pedig hétfélig utas. A forgalom télen gyér, így a hóeltakarítás, a síkosság megszüntetése a hegyi szakaszokon a kis forgalom miatt gyakran nem elég hatékony. Nyáron viszont a kiugró hétfélig csúcsok okoznak dugókat és baleseti veszélyt. A társaság különféle eszközökkel, kedvezményekkel, reklámmal itt is eredményesen ösztönöz a hétközi utazásra, a forgalom jobb eloszlására.

Autópálya és környezet

Horvátország számára elsődleges szempont a környezet védelme. Erre sarkallja őket egyrészt az idegenforgalom mint a gazdaság húzó-ágazata, másrészt az ország különleges természeti értékei: a világviszonylatban egyedülálló karsztok, az erdőborította hegyek, a sziklacsúcsok, valamint a tenger. Vezérelvük tehát, hogy mindent megadjanak a turistáknak, ami a természet sérelme nélkül megadható.

Ezért különös jelentősége van a vízelvezetésnek és a vízvédelemnek. Az autópálya mentén a burkolatról lefolyó felszíni vizeket szigorú rendben összegyűjtik, és csak megtisztítva bocsátják a befogadóba.

A zaj elleni védelemre viszont nincsen horvát szabvány, ezért a német előírásokat használják. A zajfalak magassága általában 2-5 m. Pl. a Bosiljevo–Sveti Rok szakaszon mintegy 5%-ban épült zajfal. Igaz, a hegyvidékek laksűrűsége viszonylag kicsi. Benyomásainkat összegezve mégis úgy tűnik, Horvátországban sokkal kevesebb zajfal épül az autópályák mentén, mint Magyarországon. Célzott vizsgálat lenne szükséges annak kiderítésére, hogy valóban kevesebb-e a zajelhárító berendezés, és ha igen, annak az előírások tartalma, értelmezése, vagy szigorúsága-e az oka.

Az erdős, hegyi terepen különösen fontosak a vadátjárók. Épülnek zöld-hidak, vadállatok számára felüljárók és folyosók, csövek és föld alatti csatornák a kis emlősöknek és egyéb gerinces állatoknak, továbbá kételtű-alagutak. Az állatok mozgását, különösen a nagyvadakét, kiépített monitoring rendszer kíséri figyelemmel. A zöld-hidakon az állatok mozgását, „forgalmát” szenzorok rögzítik. A műtárgyak kialakítását a tapasztalatok elemzésével véglegesítik.

Ugyancsak a helyi viszonyok határozzák meg a földművek, a töltések, a bevágások kialakítását és erózió elleni védelmét. Nagy gondot fordítanak a tájba illesztésre és lehetőleg őshonos növényzet telepítésére. Az építkezések során gyakran okoz gondot a földművek állékonyságának a biztosítása. A hegyi terepen, szélsőséges rétegvizonyok és rossz talajfizikai jellemzők mellett mindez érthető.

Környezetvédelmi, de egyúttal gazdasági kérdés is a kőanyagellátás. Új bányát nyitni nehéz, nem is az elsődleges tájrombolás miatt, hanem a rekultivációs kötelezettségek és azok kikényszerítésének kockázata miatt. Számos esetben fordult elő, hogy mire a bányanyitási engedélyben előírt rekultivációra sor került volna, az engedélyes megszűnt, nyoma veszett. Ezért fontos anyagforrás maga a régi út, de az alagutakból nyert kő is igen értékes. Bevágásokat is építenek emiatt bővebb szelvényvel.

Utazás az A1 Zagreb–Split autópályán

Az A1 autópálya Zágráb délnyugati kijáratánál, a Lučko csomóponton kezdődik. A csomópont után állították fel a beléptető kapusort. Mellette van az autópálya-mérnökiség, ahol a teljes horvát díjszedő rendszer központja is működik. A csomópont felé vezető városi autópályán, különösen annak hídjain, amelyek 1970 körül épültek, folyik a teljes rekonstrukció. A Karlováciig terjedő síkvidéki szakaszon is felpályás burkolatjavítást végeznek.

A 70-es években épült autópálya érdekessége az a több kilométer hosszú magas vezetőségű szakasz, amely Karlovcától északra átszeli a Kupa folyó mocsaras völgyét, egyetlen lendülettel keresztezve a Kupa-csatornát, a vasútvonalat, a Kupa folyót s a nagy kiterjedésű vizes élőhelyeket – amelyekre, valljuk be, akkoriban még messze nem fordítottunk olyan nagy gondot, mint manapság.

Karlovác után az autópálya minden átmenet nélkül nehéz hegyi terepen folytatódik. Bosiljevonál nagyvonalú elválasztási csomópontban ágazik el a Rijeka felé vezető ág, amelynek a Bosiljevo – Ravna Gora közötti utolsó szakasza ugyancsak 2005-ben készült el. Az A1-es autópálya viszont itt délnek fordul Ogulin és Brinje felé. Ogulintól délre eléri a Kapela hegységet, amelynek csúcsai megközelítik az 1000-1200 m-es magasságot. A Mala Kapela alagút a hegységet a Velika Kapela és a Mala Kapela hegység között, 599 mAf magasságban keresztezi. Fölötte a Velika Panos hegy csúcsának magassága 1079 mAf, a két hegység közötti Kapela hágóé 887 mAf. Az alagút hossza 5680 m. (10. táblázat)

A magyar küldöttség meglátogatta a Mala Kapela alagút forgalomirányító központját.

A szolgálati helyen 70 dolgozó van, köztük 30 tűzoltó. Ketten adnak állandó központi szolgálatot, egyikük a forgalom, másikuk a műszaki rendszer ellenőrzéséért felelős. A folyamatos szolgálat általában csak ellenőrzést végez, de szükség esetén be is avatkozik, és átveszi a forgalom irányítását.

Telefonszolgálat, világítás, vízellátás az alagút teljes hosszában van. A szellőztetés automatikus kapcsolatban van az érzékelőkkel: figyelemmel kísérik a CO, a CO₂, a füst stb. alakulását.

Szoros kapcsolatot tartanak a rendőrséggel. Állandó telefon-összeköttetés van, a naplót is állandóan figyelik. A forgalmat szükség esetén a rendőrség állítja le. Fontos, de még messze nem tökéletes a mentőrendőr-tűzoltó hármas kapcsolat (pl. erdőtűzek esetén). Tárgyalások folynak a belügyminisztériummal mozgó autópálya-rendőrség létesítéséről is.

Egyelőre egy alagút épült két forgalmi sávval, két irányú forgalommal. (4. ábra) Nyáron, csúcsidőben előfordult, hogy egyirányúsították, a kisebbik forgalmi irányt a régi útra terelve. Elkészült már a második cső is, de most még csak menekülő-útként és szervizútként használják. A két cső között 6 járművel járható átkötés és 16 gyalogos vészkijárat van a második alagút felé.

Az alagutakban aszfalt útburkolat épült. Kérdésünkre, hogy ez nem veszélyes-e, azt válaszolták, hogy a ventilátorok képesek lokalizálni a mérgező anyagok keletkezését. Az új osztrák előírások is megengedik az aszfaltot, pedig számolnak az egyéb anyagok, pl. a falfestékek égéstermékével is.

A forgalomba helyezett alagút elméleti kapacitása 1400 jmű/óra. Ezt az értéket azonban a tényleges for-

10. táblázat

Az A1 autópálya leghosszabb alagútjainak adatai

Mala Kapela alagút	
a Velika Panos hegycsúcs magassága	1079 mAf
Kapela hágó magassága (a Velika Kapela és a Mala Kapela hegység között)	887 mAf
az alagút magassága	599 mAf
az alagút hossza	5680 m
Sveti Rok alagút a Velebit hegységben	
a Tulove grede hegycsúcs magassága	1120 mAf
Alan hágó	1044 mAf
az alagút magassága	561 mAf
az alagút hossza	5670 m



4. ábra

galom nem éri el. Sokakban működik ugyanis a bezártág érzés, az alagútban őket érő stressz miatt egy pszichológiai gátlás, és ők jóval lassabban haladnak, mint az elméletileg megengedhető és forgalmilag ideális sebesség. Az átlagsebesség a megengedett 80 km/h helyett sokszor csak 48-55 km/h. Jellemző a „hernyó-effektus”: csúcsforgalomban egyetlen 2 perces megállás már 2,5 km hosszú sort okoz. Ezért pl. a Sveti Rok alagútban már az is elfordult, hogy az alagút személyzete kézzel integetve készítette az autósokat gyorsabb haladásra.

Az alagút mindkét végén tűzoltó alakulat tart ügyeletet. Ők látják el a veszélyes járművek kísérését is.

Az alagút forgalmi központjában független meteorológiai állomás is van. Figyelemmel kísérik a látásviszonyok, a pára, az eső-hó, a légnyomás, a hőmérséklet, a szél mindenkori alakulását, az aszfaltot borító vízréteg vastagságát, a só mennyiségét a burkolaton stb.

Az alagútban 77 fix kamera van, a bejáratok előtt további 4 forgatható. A belső kamerákat 300-500 m-enként szerelték fel, továbbá a leálló helyeknél. Látókörökét a szűk beltér korlátozza. Automatikusan jelzik a 40 km/h alatti sebességet, a leállást, a fényviszonyok változását (szikra, tűz). A felvételeket 48 óráig a memóriában tárolják, azután archiválják.

A kamerákon kívül tűzjelző automaták is vannak az alagutakban. Ezek észlelik a kamerák jelzéseit, jelzik, ha a poroltókat valaki leemeli, és tűzjelző kábelen át jelzik a hőmérséklet emelkedését is. Az oltás automatikusan is megindul, és automata is ad az utasoknak vészutasításokat.

A Mala Kapela alagút forgalma 2005. június 30., a spliti szakasz üzembe helyezése óta 30%-kal nőtt. Azóta nagyobb rendkívüli esemény még nem volt. A hétfégi forgalomban az A1 autópálya tíz alagútjában összesen 20-25 kisebb esemény (defekt, üzemanyaghiány stb.) fordult elő. Megdöbbenő, hogy a közönség milyen primitív hibák elkövetésére is képes. (Pl. volt, aki megállt az alagútban, mert „a gyereknek pisilnie kellett”.). Példaként bemutatták egy kisebb, valós tűzeset archív felvételeit. Egy zárt kisteherautó motorolaja túlhevült. Három percen belül sikerült a központnak azonosítania, és a személyzet elébe kerülve leállította. De ha pl. valaki leemeli egy kézi poroltót, az automata két másodpercen belül leállítja a forgalmat.

Megható színfolt, hogy az alagútban – mint más alagutakban is – Szent Borbála kápolnát építettek.

A Mala Kapela és a Velebit hegység, a Sveti Rok alagút közötti szakasz a Lika fennsíkot szeli át. Tipikus hátrányos helyzetű, nehezen megközelíthető hegyvidék, ami ráadásul a háború alatt frontvonal is volt. Nagyon sok robbanó szerkezet maradt a terepen, a lakosság nagy része elmenekült, többségében csak az öregek maradtak otthon. Így az autópálya a terület feltárásában, újjáélesztésében, a korszerű, új arculat kialakításában, az idegenforgalom felélesztésében döntő szerepet játszik. Az autópálya mentén kiépített elektromos hálózat pedig, ami az alagutak üzemeltetéséhez, a csomóponti közvilágítás kiépítéséhez, egyéb üzemi igények kielégítéséhez volt szükséges, és aminek beruházási költsége a teljes autópálya-költség 10%-át is megközelítette, a terület kiszolgálásában is igen nagy szerepet kap.

A tenger fölé magasodó Velebit hegységet az A1 autópálya 561 mAf magasságában az 5670 m hosszú Sveti Rok alagúttal keresztezi. A Velebit csúcsai Zadar fölött meghaladják az 1700 mAf magasságot. Az alagút fölötti csúcs 1120 mAf magas, a csúcs alatti Alan hágó pedig, ahol a régi út vezet, 1044 mAf (10. táblázat). A Mala Kapelához hasonlóan még itt is csak az egyik cső működik.

A Sveti Rok gyönyörű sziklahegy. Csipkés mészkőtornyok magasodnak az alagút kijárata fölé. S ahogy Zágráb felől jövet az utazó kilép az alagútból, mélyen maga alatt hatalmas vízfelületet pillant meg. Tónak látszik, mégsem tó, hanem valódi sósvízű tenger: a *Novigradsko more*. Ez a Zadar és Velebit között húzódo hosszú, keskeny öböl, a *Velebitske kanal* legbelső zuga, amit a keskeny, szurdokszerű *Lovska zdrila* köt csak össze a tengeröböllel. Ezt a szurdokvölgyet íveli át a Maslenica híd.

Az alagút tengerre nyíló kapuja előtt hatalmas terasz épült. Az alagutat ugyanis korábban fúrták, mint ahogy az autópálya épült, így a kitermelt kő nagy részét deponálni kellett. Ebből épült a terasz: monumentális kilátóhely, örökösre berendezett bástya a Velebit monumentális várfalán (5. ábra). (A párkányra könyökölve az esős időben is páratlan panorámát csodáljuk, miközben ciceronénk egy üveg gyógyfüves ágyaspálinkát vesz elő. Mint mondja, ezen a ponton



5. ábra



6. ábra

erre a látványra a néphagyomány szerint ezzel a helyi specialitással illik koccintani.)

Az autópálya a Sveti Rok alagúttól meredeken ereszkedik le a tengerhez, a Maslenica hídra. A szintkülönbség 12 km hosszón 600 m. Az átlagos esés tehát 5%. Közben négy viadukt és három rövidebb alagút, két pihenőhely.

A tervezési sebesség 80 km/h. A megengedett sebesség is 80 km/h. Lassú sáv épült a teherautók számára lefelé is! (Keskenyebb, mint a másik kettő, 2,75, max. 3,00 m lehet.) Természetesen kapaszkodó sáv van a felfelé vezető pályán is. Mellette nincsen leállósáv, csak javítóhelyek. A legkisebb ívsugár egy teljes útfordulóban ($\alpha > 180^\circ$) $R=345$ m.

Rendkívüli hely! A híres adriai szél, a bóra, itt különlegesen veszélyes. Az eddig mért legnagyobb szélsébség 240 km/h. A szél erősségét az autópálya kezelője is folyamatosan méri, de a diszpécserek inkább hisznek a saját szemüknek. Ha a forgalomfigyelő kamerák azt mutatják, hogy a kamionok túlságosan kilengenek, a diszpécser saját hatáskörével élve lezárja az egész autópálya-szakaszt, és a forgalmat a szélnek kevésbé kitett régi útra tereli. A régi híd ugyanis védett helyen van, az mindig használható, viszont hágóalagútja 100 m-rel magasabban van, mint a Sveti Rok. Hosszabb is a régi út, rosszabbak a műszaki jellemzői. Végül is nem véletlenül építették az autópályát. Éppen ezért a HAC minden eszközt meg kíván ragadni, hogy a folyamatos üzemeltetést biztosíthassa. Újabban pl. speciális szélfogó elemeket tesztelnek a Maslenica híd védelmére, ami képes lenne megfelelő szélárnyékot képezni az autópálya mentén.

A Maslenica híd után Zadar térségébe érünk. A rendkívüli körülmények szokatlan, szinte zsúfolt forgalomtechnikai megoldásokat követelnek. (6. ábra) A magyar előírásokhoz szokott utasok berzenkedve nézik, de végül is elfogadják az alkalmazott megoldásokat.

Zadarnak két csomópontja van. Szakértőink itt ismerkedhettek meg a díjszedés gyakorlati részleteivel.

Minden valutát elfogadnak készpénzben is, és minden kártyát. Kívánságra adnak áfás számlát is (R1 a jele). Az akkori tarifa személygépkocsik részére 0,4 KHR/km. A fülékében ülő pénztáros feladata: a jármű felismerése (tevékenységét a kamerák és az automata ellenőrzi), valamint a díjbeszedés lebonyolítása. Az

alapbizonylat papír mágneskártya. Minden kapunál két kontroll-kamera van, az egyik a rendszámot, a másik a jármű típusát ellenőrzi. Ha valaki bármilyen okból nem fizet, részletesen kidolgozott módja van a tartozás behajtásának.

Split felé az A1 autópálya a korábbiaknál sokkal széledebb, fennsík jellegű karsztvidéken halad. Egyes szakaszokon látszik a tenger is, de a táj mindenütt látványosan szép. A látogatás napján éppen esett az eső, ezért a sebességet a portál-táblák 100 km/h-ban korlátozták. A fennsík vízvédelmi terület (karszt), ezért az út vizeit medencékben (lagunák) tisztítják. Vezetőnk megemlíti, hogy a Krka Nemzeti Park területén, ahová most érünk, barlangot találtak, denevérekkel. Védelmükre falat emeltek az autópálya mindkét oldalán.

Aztán a terep szaggatottabbá válik, mély szurdokok jelennek meg. Majd jobb oldalon, a tenger felől nagy tó: a *Prokljansko jezero*. Elértük a Krka folyót.

A Krka hídja

A Krka hídja a Maslenica híd nagyobb testvére, de még szebb, még karcsúbb. Épült 2004-ben. (7. ábra)

Az autópálya a Krka kanyonját Skradin városka közelében, a Prokljansko tó fölött felsőpályás feszített vasbeton ívhíddal keresztezi. A helyszín szeizmikus zónában van.

Az ív nyílása 204 m. A rendkívül elegáns és modern, 21 m széles öszvér pályalemezt – amelynek közepén NewYersey elválasztás van – 11 egyenletesen kiosztott pillér-pár tartja, melyek közül a jobb parton egy, a bal parton kettő a kanyon kb. 45° meredekségű falába, egy-egy az ív alaptestére, 6 pedig magára az ívre támaszkodik. Az ív 10 m széles és 3 m magas, kettős szekrény szerkezet, ami ugyancsak karcsúságával kelt figyelmet. (Összevetésként: az 1997-ben épült, 200 m ívnyílású Maslenica-híd ívtartójának mérete 9x4 m.) Az ív szabad szereléssel épült. Az egyes zömöket ideiglenes horgonyokkal a kanyon sziklafalába horgonyozták, az ív alsó szakaszán, a tövénél álló pillér közvetítésével, a középső szakaszon pedig erre a pillérre még magasító árbocot emeltek. A könnyű felszerkezet anyagszükséglete 35%-kal kisebb, mint a Maslenica hídé.



7. ábra



8. ábra

A balparti hídfőben kétoldali, igen attraktív komplex pihenő létesült (8. ábra), ahonnan gyönyörű kilátás nyílik magára a hídra, a kanyon felső szakaszára Skradin városával és a hídon túl a Prokljansko tóra. Jellemző, hogy a 2005. június 30-i avatási ünnepségeknek ez a pihenőhely egyik központi helyszíne volt.

Összefoglalva: Olcsóbbak-e tehát, és ha igen, mitől olcsóbbak a horvát autópályák?

A kérdésre igenlő válasz adható. Az okok a következőkben foglalhatók össze:

1. Hosszú távú, részletesen kidolgozott hálózatfejlesztési terv, ami beépül az országos területrendezési tervbe. Tehát a megvalósítás, a részletes tervezés során már sem az önkormányzatok, sem a környezetvédelem, sem bárki más nem állhat elő alapvetően új ötletekkel, követelésekkel, ami a program késedelmét és indokolatlan drágulását okozhatná.
2. A program tartalmáról össznemzeti és politikai konszenzus jött létre, amit törvényi szinten hagytak jóvá. A megvalósítás tehát nem függ a napi politika hullámverésétől.
3. A műszaki tervezés alapját reális, a helyszíni adottságokhoz igazodó, illetve igazítható előírások alkotják.
4. Stabil végrehajtó és üzemeltető szervezetet hoztak létre, amely egységes keretben kezeli a program fejlesztési, működtetési és pénzügyi feladatait.
5. Sikerült kiszámítható, rentábilis pénzügyi hátteret teremteni, ami – a járulékos hasznoktól eltekintve – a szorosan vett befektetési követelmények szerint is biztos finanszírozási alapokat garantál.

Végezetül a riporter köszönetet mond Jáklí Zoltán kollégának (Állami Autópályakezelő Rt.) a közölt fényképekért, valamint mindazoknak a horvát és magyar kollégáknak, akik a tanulmányút sikeréhez és ehhez a beszámolóhoz hozzájárultak.

Források

1. Motorways in Croatia (HAC June 2005)
2. Zagreb–Split Motorway (HAC 2005)
3. Molnár László Aurél: Esettanulmány a közúthálózat fejlesztésének jogi feltételrendszeréről; Közúti és Mélyépítési Szemle, 2003. 6. szám

Gondolatok az EC8 szerinti görbékhez

K.- Brassai Orsolya¹ – Dr. Kegyes Csaba²

Bevezetés

Az új európai földrengés-szabvány (EC8) előírja, hogy minden ország a nemzeti függelékében megválasztja a saját területére érvényes 1. vagy 2. típusú válaszspektrum görbét. A választás megkönnyítésére dolgoztuk ki két falazott szerkezetre a számításokat.

Előzmények

Az 1998. január 1-jén életbe lépett építési törvény és az OTÉK 55. § kötelezően előírta az épületek földrengés elleni méretezését. Léteztek korábbi előírások, melyek közül megemlítjük: az MI-04. 133-81 műszaki irányelvet [1] és az ME 95-74 műszaki előírást [2].

A kérdéssel foglalkozó szakirodalomból megemlítjük a földrengés méretezéshez szükséges alapelveket tartalmazó Bisztricsányi könyvet [3], valamint a földrengések épületekre gyakorolt hatását és méretezési előírásokat, bemutató Csák–Hunyadi–Vértes könyvet [4]. Fontos tudnivalókat tartalmaz Goschy Béla [5] könyve az építmények rendkívüli terhekre és hatásokra tervezésének kérdéskörében.

A földrengés elleni védekezést jól foglalja össze Kollár [6] tervezési segédlete, a földrengések kipattanását és terjedését mutatja be Meskó [7] könyve, melynek megismerése nélkül nem tudjuk alkalmazni az új irányokat taglaló Dulácska [8] segédletét. A földrengéskutatás jelentős eredménye Zsíros könyve [9], mely a Kárpát-medence szeizmicitását és földrengés veszélyességét tisztázza, komoly eredménye a magyar földrengés katalógus.

A kutatás jelentős sikere a Geo-Risk Földrengés-kutató Intézet által készített „Magyar Földrengés Információs Rendszer”, amely interneten elérhető gyakorlati adatokat tartalmaz a www.foldrenges.hu weboldalon.

A földrengéskutatást koordinálja és vezeti a Magyar Tudományos Akadémia keretében működő Magyar Nemzeti Bizottság. Jelentős tette az EC8-hoz a NAD kidolgozása és Magyarország földrengési zóna-beosztása megyék szerint. Az a_g tervezési talajgyorsulást a 475 éves referencia visszatérési periódust figyelembe véve 50% valószínűségi szinten, a várható értéket egy csökkentő szorzó alkalmazásával határozta meg.

Noha léteztek előírások, a mindennapi hazai gyakorlatban tervezéskor ezeket ritkán alkalmazták. Új távlatot nyitott a Széchenyi István Egyetem által 2002-ben szervezett mérnök-szeizmológiai konferencia [10]. Az EC magyarországi tapasztalatai, a földrengés NAD

szempontjai, a földrengés-biztonsági koncepciók, a földrengéskockázat fogalma és a Pannon-medence földrengéskockázata mellett szóba került a felszíni laza rétegsor hatása és a szerkezeti megoldások. Érdekes következtetésekre vezet a törésmechanikai jellemzők vizsgálata, fontos a katasztrófa elleni védekezés megszervezése.

Az MMK Tartószerkezeti Tagozata ajánlotta tagjainak a HSM [11] használatát. Ez a helyettesítő horizontális földrengési erőt úgy határozza meg, hogy az épület 1 módusához tartozó T periódusidőt egyszerűsített összefüggésekből becsüli meg. Megállapítja az épületfontossági, a talajminőség szorzót, és értéket javasol a q (szerkezetfüggő) viselkedési tényezőre. A relatív tervezési gyorsulásra két módszert terjeszt elő: a NAD-ban megfogalmazott megye szerinti értéket vagy a FIR (Földrengés Információs Rendszer) alapján kivett csúcsgyorsulást 0,7 szorzóval módosítva.

Az épületek földrengésbiztonsága iránti érdeklődés jelentősen megnőtt az utóbbi évek pusztító erejű földrengéseinek ismeretében, valamint a szakma, a szeizmológusok, a geofizikusok, a szerkezettervezők, az építészek és a katasztrófa elleni védelmisek aktivizálódása folytán is. E növekvő érdeklődést foglalta össze az immár nemzetközi részvétellel megrendezett győri (Széchenyi István Egyetem, Győr, 2004) mérnök-szeizmológiai konferencia [12]. A témák közül megemlítjük a különböző szerkezetek földrengéses viselkedését, a szerkezetek modellezését, a földrengés-kockázatot és veszélyeztetettséget, az aktív csillapítást és a földrengéshatásokra való tervezést, végül az Eurocode-8 alapján tartott összefoglalót.

Az Eurocode 8: földrengésre ellenálló szerkezet tervezése

A tervezést lépések sorozatával mutatjuk be.

1. lépés: Zónabeosztás, a tervezési gyorsulás meghatározása

Magyarország területe zónákra van osztva, ezek moderált, illetve alacsony szeizmicitású zónák. A relatív tervezési gyorsulásra alkalmazható a HSM által két módszer javasolt: a NAD-ban megfogalmazott megye szerinti értéket (ezt a National Annex = Nemzeti Függelék vagy a Nationally Determined Parameters = Nemzeti Meghatározott Paraméterek), vagy a FIR (Földrengés Információs Rendszer) alapján kivett csúcsgyorsulást 0,7 szorzóval módosítva.

Az Eurocode 8 [13] megfogalmazza a végrehajtási követelményeket (*performance requirements*) és a teljesítési kritériumokat (*compliance criteria*). Egy épületnek eleget kell tennie mind a teherbírasi (össze-nem-

¹ Okl. építészmérnök

² Okl. építőmérnök, egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem; kegyescs@freemail.hu

omlás = lábön maradás, *no-collapse requirement*), mind az alakváltozási (károsodás korlátozás, *damage limitation requirement*) követelményeknek.

2. lépés: Az analízis típusa vagy a módszer megválasztása

A teherbírási követelmények kielégítésére a tervező a következő módszereket alkalmazhatja:

1. a **vízszintes erő módszerét** (lateral force method), amely lineáris rugalmas statikus vizsgálatot jelent;
2. **válaszspektrum analízist** (modal response spectrum analysis), amely lineáris dinamikus vizsgálat, mely az alaptervezési előírás is lehet;
3. **eltolás vizsgálatot** (push over analysis), amely nemlineáris statikus vizsgálat;
4. **teher-történeti** – nemlineáris időbeli **analízist** (time-history analysis), mely nemlineáris dinamikus vizsgálat.

A válaszspektrum módszer alapja a rugalmas válaszspektrum, a különböző görbék a különböző talajosztályokhoz tartoznak. A **válaszspektrum analízis** a tervezési válaszspektrumon alapul, bevezetve egy viselkedési tényezőt, mely szerkezet típusonként, anyagként és a kialakítás függvényében (alacsony, közepes vagy magas duktilitási osztály) változik. Ez utóbbi az energia disszipálási tulajdonságát jelenti. Az energia disszipálás nem más, mint a földrengéskor bevitt energia és a rugalmas, rugalmas-képlékeny alakváltozások által felemészített energia **aránya**.

A válaszspektrum analízis szerint egy szerkezetet a szabad rezgésének megfelelő alakok alapján kell méretezni. Egy adott irányú földrengés esetére rezgésalakonként meghatározzuk az effektív modális tömegeket, ahol a modális tömegek összege egyezik a szerkezet teljes tömegével. Rezgésalakonként meghatározzuk az eltoló erőt. Ha a rezgésidők „jól szeparáltak”, azaz a rezgések nem kapcsolt rezgések, az igénybevételek a számított hatások négyzetösszegének a négyzetgyöke. A mindennapi gyakorlatban vizsgált szerkezetek egy része kapcsolt rezgésű, más részénél a rezgések x, y, z irányban szétválnak.

A tervezés a határállapotok szerinti vizsgálatot jelenti, így az utolsó határállapotot az összeomlással = *collapse*, vagy az emberek védelmét jelentő egyéb szerkezeti töréssel asszociálja, ezt fogalmazza meg a határteherbírási. A károsodási határállapot azt fejezi ki, hogy vizsgálat tárgya a szerkezet, az elszennvedett alakváltozás, melyet az összeomlási, instabilitási veszély miatt maximálnak.

3. lépés: A talaj hatásának vizsgálata

Az eredeti öt talajtípus helyett hét típust vezetett be a szabvány: A, B, C, D, E, S1 és S2.

A két bevezetett rugalmas válaszspektrum elemeit mutatja be az 1. táblázat.

A tervezési válaszspektrumba bevezetik a q viselkedési tényezőt, ezzel módosítják a vízszintes rugalmas spektrumot.

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \left(\frac{2,5}{q} - 1 \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$S_d(T) \geq \beta \cdot a_g$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right]$$

$$S_d(T) \geq \beta \cdot a_g$$

A β tényező javasolt értéke 0,2.

A vizsgált két falazott szerkezetű épület

Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy mit jelent az 1. vagy a 2. típusú görbe szerint tervezni egy adott épületet. A tanulmányozott szerkezet (EC 8 szerint) a normál falazott (unreinforced masonry construction) kategóriába sorolható.

Az EC 8 három fajta falazott szerkezetet különböztet meg: vasalatlan (unreinforced masonry construction), azaz normál falazott. Ebből is kettő van: az egyik az EN 1996 szerinti alacsony szeizmicitású zónákba javasolt, a másik pedig az EN 1998-1 szerint méretezett falazott épület. A vasaltakból kettőt ismer a szakma: a vízszintesen vasalt (confined) és a vasalt, azaz vízszintesen és függőlegesen vasalt (reinforced masonry) falakkal kialakított épületet.

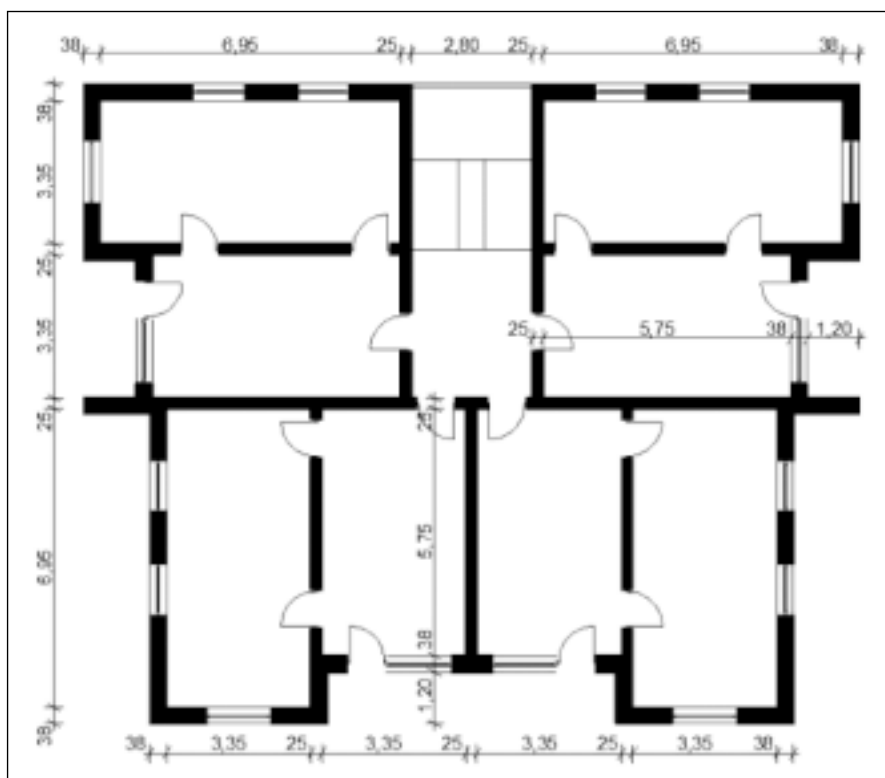
Az 1. ábrán bemutatott A jelű épület emeletenként négy-négy kétszobás lakást tartalmaz, a monolit vb. lépcsőháztól jobbra-balra merőlegesen kettő, a másik kettő a lépcsőházzal szemben. A tartófalak két irányban csaknem azonos merevséget adnak a házknak, a monolit lépcsőháznál a homlokzaton üvegfal van.

Az épület 20 cm vastag földemmel, 2,80 m belvilággal azt jelenti, hogy az emeletmagasság 3,00 m. Két változatban határoztuk meg az épület teljes tömegét,

Rugalmas válaszspektrum elemek

1. táblázat

EC8 Talaj	S		T_B [s]		T_C [s]		T_D [s]	
	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2
A	1,00	1,00	0,15	0,05	0,40	0,25	2,00	1,20
B	1,20	1,35	0,15	0,05	0,50	0,25	2,00	1,20
C	1,15	1,50	0,20	0,10	0,60	0,25	2,00	1,20
D	1,35	1,80	0,20	0,10	0,80	0,30	2,00	1,20
E	1,40	1,60	0,15	0,05	0,50	0,25	2,00	1,20
	1. típus	2. típus	1. típus	2. típus	1. típus	2. típus	1. típus	2. típus



1. ábra: Az A jelű épület

rezgésalakjait: ötszintes és háromszintes kialakításban. Jellegzetesen „pontoszerű” falazott, tartófalas épület, külső falai 380 mm, belső tartófalai 250 mm vastagok. Hosszirányban 17,26 m/15,17 m, harántirányban 14,91 m.

A 2. ábrán mutatott B jelű épület két lépcsőházas, az előzőhöz képest hosszanti kialakítású, egy lépcsőházban három kétszobás és egy háromszobás lakás van. Két változatban határoztuk meg az épület teljes tömegét, rezgésalakjait: ötszintes és háromszintes kialakításban. Jellegzetesen „hosszú” falazott, tartófalas épület, külső falai 380 mm, belső tartófalai 250 mm vastagok. Hosszirányban 34,61 m, harántirányban 12,51 m.

A födémek kellő merevségűek, így képesek a földrengéskor ébredő erőket átadni. A sajátrezgési alakot és a dinamikai jellemzőket az első három módusban

vizsgáltuk, figyelembe véve az x, y, z irányú komponenseket is. Megállapítottuk, hogy a pontoszerű épület esetében a rezgések jellemzően kapcsoltak, a rúdszerű épületnél pedig szétkapcsoltak.

A táblázat tartalmazza mindkét alaprajzi kialakítás (A, B) x, y, z irányú rezgéseit alap (1), második felharmonikus (2) és harmadik (3) esetében: T [s] sajátrezgés periódusidőt, f [Hz] frekvenciát és ω [rad/s] sajátrezgés körfrekvenciáját mindkét esetben. A rezgésalakhoz tartozó modális tömegeket a 2. táblázat mutatja be.

A rezgésalakonkénti alap-nyíróerő:

$$F_{b,i} = S_{d,i,x,y,z}(T_{i,x,y,z}) \cdot m_i$$

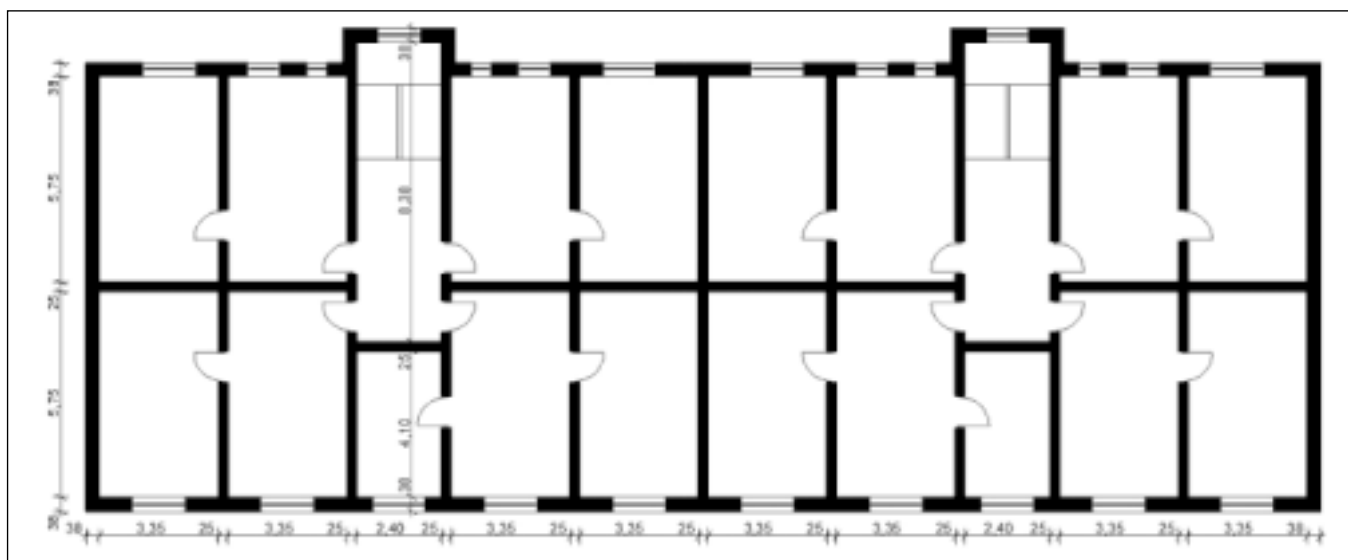
Az alap-nyíróerő számításához figyelembe vesszük az adott területre, esetünkben Győrre vonatkozó, a Földrengés Információs Rendszerből kapott alaprétgre a talaj csúcsgyorsulását $a_g = 1,14 \text{ m/s}^2$ értékkel (a

NAD-ban megadott 0,7 csökkentő együttható nélkül), amit a számításainkba bevezetünk. A NAD-szerinti zónabeosztásból Győrben $0,08 \cdot 9,81 = 0,7848 \text{ m/s}^2$ gyorsulást, vagy a Földrengés Információs Rendszerből vett $1,14 \text{ m/s}^2$ gyorsulást 0,7 szorzóval kellene figyelembe venni. Ismerve Győr és környékének laza felső rétegeinek növelő hatását, úgy döntöttünk, hogy nem

2. táblázat

A rezgésalakhoz tartozó modális tömegek

Rezgésalak	A		B	
	A/5	A/3	B/5	B/3
1	0,610	0,824	0,728	0,804
2	0,234	0,121	0,161	0,126
3	0,155	0,055	0,111	0,070
Σ	1,000	1,000	1,000	1,000



2. ábra: A B jelű épület

Az A épület ötszintes változatának az eredményei

A5 1	S _d 1. típus EC8				S _d 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,900	1,900	1,900	1,00	1,900	1,900	1,900
B	1,20	2,280	2,280	2,280	1,35	2,565	2,565	2,565
C	1,15	2,185	2,185	2,143	1,50	2,850	2,850	2,850
D	1,35	2,565	2,565	2,441	1,80	3,420	3,420	3,420
E	1,40	2,660	2,660	2,660	1,60	3,040	3,040	3,040
A5 2	S _d 1. típus EC8				S _d 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,581	1,555	1,510	1,00	1,900	1,900	1,900
B	1,20	1,897	1,866	1,812	1,35	2,565	2,565	2,565
C	1,15	1,691	1,669	1,630	1,50	2,701	2,645	3,791
D	1,35	1,985	1,960	1,913	1,80	3,242	3,174	4,549
E	1,40	2,213	2,178	2,114	1,60	3,040	3,040	3,040
A5 3	S _d 1. típus EC8				S _d 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,444	1,414	1,388	1,00	1,900	1,900	1,885
B	1,20	1,721	1,696	1,666	1,35	3,052	3,052	2,544
C	1,15	1,564	1,547	1,525	1,50	2,365	2,326	2,269
D	1,35	1,837	1,816	1,790	1,80	2,838	2,791	2,722
E	1,40	2,007	1,979	1,944	1,60	3,040	3,040	3,016

csökkentjük a csúcsgyorsulást. Ezért számításainkban 1,14 m/s² talajgyorsulást vettünk a válaszspektrumba.

A talaj tervezési gyorsulása:

$$a_g = \gamma_f \cdot k \cdot a_{g,R}$$

ahol a γ_f fontossági tényező, a k módosító tényező és az $a_{g,R}$ visszatérési referencia csúcsgyorsulás.

A válaszspektrum számított értékei (S_d)

Az EC8 szerinti válaszspektrum értékei az A épület öt- és háromszintes változatára, figyelembe véve az x, y, z irányú rezgések első három értékét, a következők szerint alakultak. Az ötszintes változat értékeit a 3. táblázat, a háromszintes változatét a 4. táblázat fog-

4. táblázat

Az A épület háromszintes változatának az eredményei

A3 1	S _d 1. típus EC8				S _d 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,825	1,787	1,719	1,00	1,900	1,900	1,900
B	1,20	2,190	2,144	2,062	1,35	2,565	2,565	2,565
C	1,15	1,902	1,869	1,810	1,50	2,850	2,850	2,850
D	1,35	2,232	2,194	2,125	1,80	3,420	3,420	3,420
E	1,40	2,555	2,502	2,406	1,60	3,040	3,040	3,040
A3 2	S _d 1. típus EC8				S _d 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,403	1,388	1,363	1,00	1,976	3,002	1,809
B	1,20	1,684	1,666	1,636	1,35	2,668	4,053	2,419
C	1,15	1,538	1,525	1,765	1,50	2,303	1,766	2,212
D	1,35	1,806	1,790	2,072	1,80	2,763	2,119	2,654
E	1,40	1,965	1,944	1,908	1,60	3,162	4,803	2,894
A3 3	S _d 1. típus EC8				S _d 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,317	1,307	1,287	1,00	1,672	1,642	1,581
B	1,20	1,581	1,569	1,544	1,35	2,257	2,216	2,134
C	1,15	1,464	1,455	1,438	1,50	2,109	2,086	2,041
D	1,35	1,719	1,708	1,688	1,80	2,531	2,503	2,449
E	1,40	1,844	1,830	1,802	1,60	2,675	2,627	2,529

A B épület ötszintes változatának az eredményei

B5 1	S _q 1. típus EC8				S _q 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,900	1,899	1,288	1,00	1,900	1,900	1,585
B	1,20	2,280	2,267	1,546	1,35	2,565	2,565	2,140
C	1,15	2,185	1,957	1,439	1,50	2,413	2,850	2,044
D	1,35	2,565	2,298	1,689	1,80	2,896	3,420	2,453
E	1,40	2,660	2,645	1,804	1,60	3,040	3,040	2,537
B5 2	S _q 1. típus EC8				S _q 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,621	1,429	1,196	1,00	1,900	1,900	1,307
B	1,20	1,946	1,715	1,435	1,35	2,565	2,565	1,765
C	1,15	1,726	1,560	1,359	1,50	1,140	3,010	1,721
D	1,35	2,026	1,831	1,595	1,80	1,368	3,611	2,066
E	1,40	2,270	2,000	1,674	1,60	3,040	3,040	2,092
B5 3	S _q 1. típus EC8				S _q 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,459	1,333	1,145	1,00	1,900	1,718	1,246
B	1,20	1,751	1,599	1,374	1,35	2,565	2,319	1,683
C	1,15	1,586	1,477	1,342	1,50	2,428	2,143	1,790
D	1,35	1,862	1,734	1,575	1,80	2,914	2,572	2,148
E	1,40	2,043	1,866	1,603	1,60	3,040	2,748	1,994

lalja össze. A vizsgálatok a B épület öt- és háromszintes változatára is elkészültek. Az eredményeket az 5. és a 6. táblázat tartalmazza.

Összehasonlítva az EC 8 által megadott két típusgörbén kapott értékeket, egyértelmű, hogy a 2. típus értékei nagyobbak. Az összehasonlításban zavart okozhat az 5 talajfajta (A, B, C, D, E), nem

szokványos és nem is helyes ezek értékeit átlagolni, mégis egy változat melletti kiállítás miatt átlagokat is számítottunk. A kapott értékek a 7. táblázatban láthatók.

Az $M \leq 5,5$ helyszínekre javasolt 2 típusú görbe szerint kapott S_q érték általánosan nagyobb, mint az 1 típusú görbéből számított.

6. táblázat

A B épület háromszintes változatának az eredményei

B3 1	S _q 1. típus EC8				S _q 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,888	1,589	1,229	1,00	1,900	1,900	1,408
B	1,20	2,265	1,907	1,475	1,35	2,565	2,565	1,900
C	1,15	1,956	1,699	1,388	1,50	2,850	2,086	1,465
D	1,35	2,296	1,994	1,629	1,80	3,420	2,449	1,720
E	1,40	2,643	2,225	1,721	1,60	3,040	3,040	2,252
B3 2	S _q 1. típus EC8				S _q 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,184	1,312	1,175	1,00	1,581	1,900	1,900
B	1,20	1,421	1,575	1,411	1,35	2,134	2,565	2,565
C	1,15	1,331	1,460	1,342	1,50	2,850	2,850	2,850
D	1,35	1,562	1,713	1,575	1,80	3,420	3,420	3,420
E	1,40	1,658	1,837	1,646	1,60	2,529	3,040	3,040
B3 3	S _q 1. típus EC8				S _q 2. típus EC8			
	S	X	Y	Z	S	X	Y	Z
A	1,00	1,333	1,257	1,160	1,00	1,141	1,490	1,201
B	1,20	1,599	1,508	1,392	1,35	1,541	2,011	1,621
C	1,15	1,477	1,315	1,328	1,50	2,162	1,972	1,346
D	1,35	1,734	1,544	1,560	1,80	2,594	2,367	1,580
E	1,40	1,868	1,759	1,624	1,60	1,826	2,383	1,921

Az összehasonlítás eredményei

	S _d 1. típus EC8			S _d 2. típus EC8		
A5/1	2,318	2,318	2,285	2,755	2,755	2,755
A5/2	1,784	1,846	1,746	2,690	2,665	3,169
A5/3	1,715	1,690	1,663	2,694	2,662	2,487
A3/1	2,141	2,099	2,024	2,755	2,755	2,755
A3/2	1,679	1,663	1,749	2,574	3,149	2,398
A3/3	1,585	1,574	1,552	2,249	2,215	2,147
B5/1	2,318	2,213	1,553	2,563	2,755	2,152
B5/2	1,918	1,707	1,452	2,710	2,825	1,790
B5/3	1,742	1,602	1,408	2,569	2,408	1,749
B3/1	2,210	1,579	1,430	2,503	2,755	2,755
B3/2	1,431	1,479	1,413	1,853	2,045	1,534
B3/3	1,748	1,647	1,438	2,370	2,403	2,013

Következtetés

A falazott épületek esetében, a 2. típusú görbe szerint kapott S_d érték általánosan nagyobb, mint az 1. típusú görbétől számított.

A két görbét vizsgálva azt látjuk, hogy az 1. típus szélesebb és a vízszintes része laposabb, ezért jobban befoglalja a szerkezeteket. Véleményünk szerint alkalmasabb a kevésbé merev szerkezetekre. A 2. típus keskenyebb, a vízszintes ága magasabb, ezért a merevebb szerkezetek védelmét jobban szolgálja.

Mivel a választott görbe érvényes a más típusú, anyagú épületre is, célszerű lenne minden eddig használt, tervezett és megépített épületre ehhez hasonló tanulmányt készíteni.

Igaz, nagy munka lenne ugyanezekre néhány, a környéken kipattant földrengés regisztrátumát (gyorsulás-idő görbéjét) felhasználva teher-történeti – nemlineáris időbeli analízist (time-history) is végezni. Véleményünk szerint az utóbbi, vagy egy kiterjedt sérülékenység vizsgálat adna pontosabb választ a felmerülő dilemmákra.

Irodalom

- [1] Építésügyi Ágazati Műszaki Irányelv: MI-04. 133-41. Méretezési irányelvek földrengési hatásokra; Építésügyi Tájékoztatói Központ. Budapest, 1981.
- [2] Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium; Műszaki Előírás: ME 95-74. Panelos épületek tervezése és kivitelezése; I. – III. rész. Budapest, 1974.
- [3] Bisztricsányi E.: Mérnökszeizmológia; Akadémiai Kiadó; Budapest, 1974.
- [4] Csák B., Hunyadi F., Vértes Gy.: Földrengések hatása az építményekre; Műszaki Könyvkiadó; Budapest, 1981.
- [5] Goschy B.: Építmények tervezése rendkívüli terhekre és hatásokra; Műszaki Könyvkiadó; Budapest, 1984.
- [6] Kollár L.: Építmények méretezése földrengésre; TS S-35. TTI 1990.
- [7] Meskó A.: Rugalmas hullámok a földben. A szeizmikus kutatómódszer; Akadémiai Kiadó; Budapest, 1994.
- [8] Dulácska E.: Földrengésveszély, földrengés elleni védelem; Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat: TT – TS 3. 2000.
- [9] Zsíros T.: A Kárpát-medence szeizmicitása és földrengés veszélyessége: Magyar földrengés katalógus (456 – 1995) Budapest, 2000.
- [10] Széchenyi István Egyetem, Szerkezetépítési Tanszék: Magyarország földrengésbiztonsága; Mérnökszeizmológiai konferencia, Győr, 2002. november 5. Szerkesztők: Kegyes Csaba és Lőrincz György.
- [11] Dulácska E., Kollár L.: Méretezés földrengésre az európai elvek figyelembevételével; Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat, TT – TS 4 2003.
- [12] Széchenyi István Egyetem, Szerkezetépítési Tanszék: Magyarország földrengésbiztonsága; Modellezés, méretezés; Mérnökszeizmológiai tudományos konferencia. Győr, 2004. november 4–5. Szerkesztők: Lőrincz György és Kegyes Csaba.
- [13] Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 1. General rules, seismic actions and rules for buildings. Doc CEN/TC250/SC8/N317.
- [14] Győri E., Tóth L., Katona T.: Felszíni laza rétegsor hatása a földrengés okozta gyorsulásokra. Széchenyi István Egyetem, Szerkezetépítési Tanszék: Magyarország földrengésbiztonsága. Mérnökszeizmológiai konferencia. Győr, 2002. november 5.

Summary

Orsolya K.- Brassai – Dr. Csaba Kegyes: The response spectra of earthquake design; thought about the curves of EC8

The paper is analysing the design of reinforced masonry structures according to the first or second type curve of EC8. The first type curve is wider and the horizontal segment is lower so it can be applied to the less rigid buildings. The second type curve is narrower and the horizontal segment is higher so it can be applied to the more rigid buildings. In order to determine the effect two different layouts were examined, each of them with three and five-storied design. The spectra of response were calculated considering the first three mode of vibration in x, y, and z direction. The comparison of S_d values according to the two types yields clearly that the values of the second curve are higher. The five different soil type makes the comparison more complicated; this is why the paper presents also the average of the above mentioned values.

I. Anyagok

Dr. habil Jankó László¹

I. 1. Bevezetés

Ez a dolgozat egy a vasbeton szerkezetek korszerű szerkezeti megerősítéseiről szóló háromrészes cikksorozat első darabja. A három egybefüggő témakör: **I. Anyagok**; **II. Hídszerkezetek** megerősítése; **III. Magas- és mélyépítési** megerősítések.

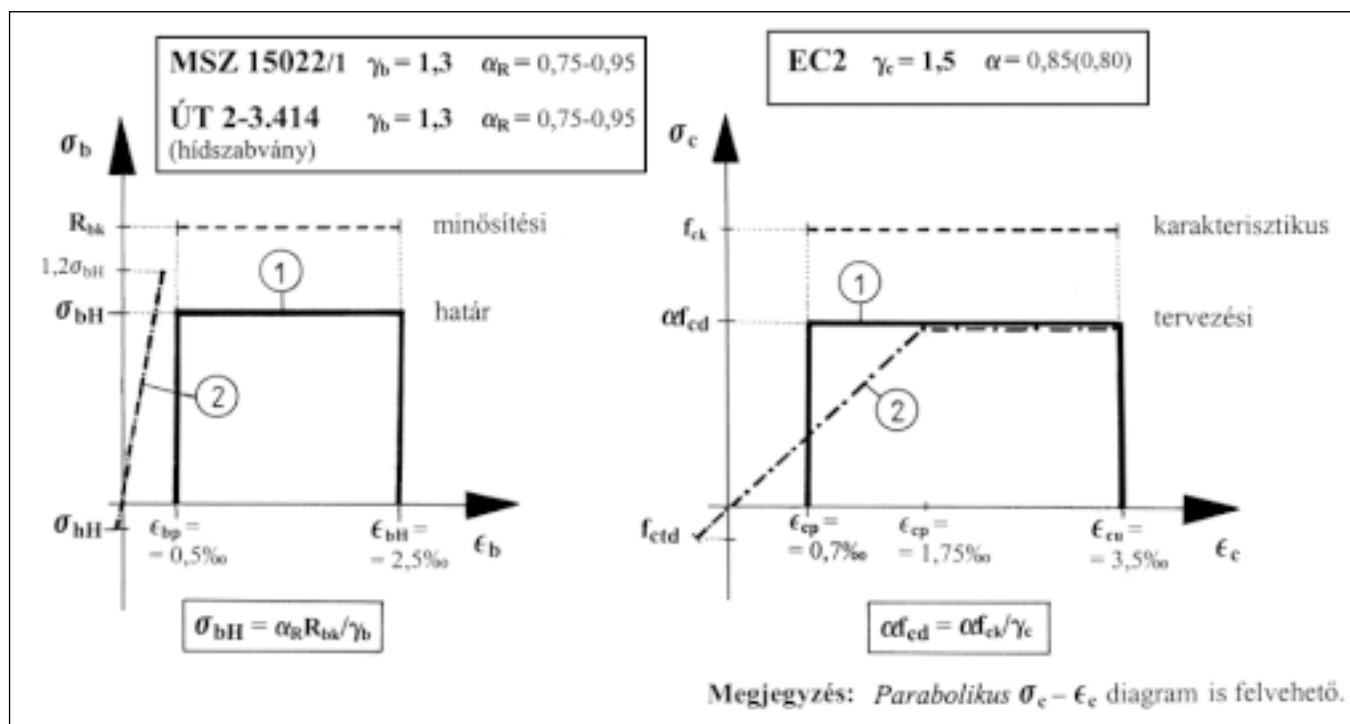
A **cél**: a tervezői gyakorlat számára **statikai segédlet** közzététele. Terjedelmi okokból az egyes ábrákhoz fűzött magyarázatok tömörek. Ugyanakkor szándékunk szerint az ábrák kellő mélységig részletesek és lényegre törőek. Az elméleti háttérre bőszéges irodalommal utalunk. Különösen igaz ez a különböző típusú **szálerősítéses polimerek (FRP)** anyagtanai, szilárdsági viselkedésének a részleteire.

A **módszer**: a különféle **korszerű szerkezeti** megoldások bemutatása, szemléltetése ábrák segítségével. A **hagyományos** megoldásokra csak érintőlegesen térünk ki, különösen a III. téma esetében. Igyekeztünk az utóbbi évtizedek új, korszerű szerkezeti megoldásaiból válogatni. A szakirodalomból a tárgyalaton kívül lenne még mit bemutatni, de a terjedelmi korlátok miatt ezekről lemondtunk. Fényképes szakirodalmi megoldások közzlésére technikai okokból eleve nem vállalkozhattunk. Számításokkal kevéssé foglalkozunk.

A II. világháború után az ipar és az azzal szorosan összefüggő közlekedés jelentősen fejlődött. Ez a fejlődés

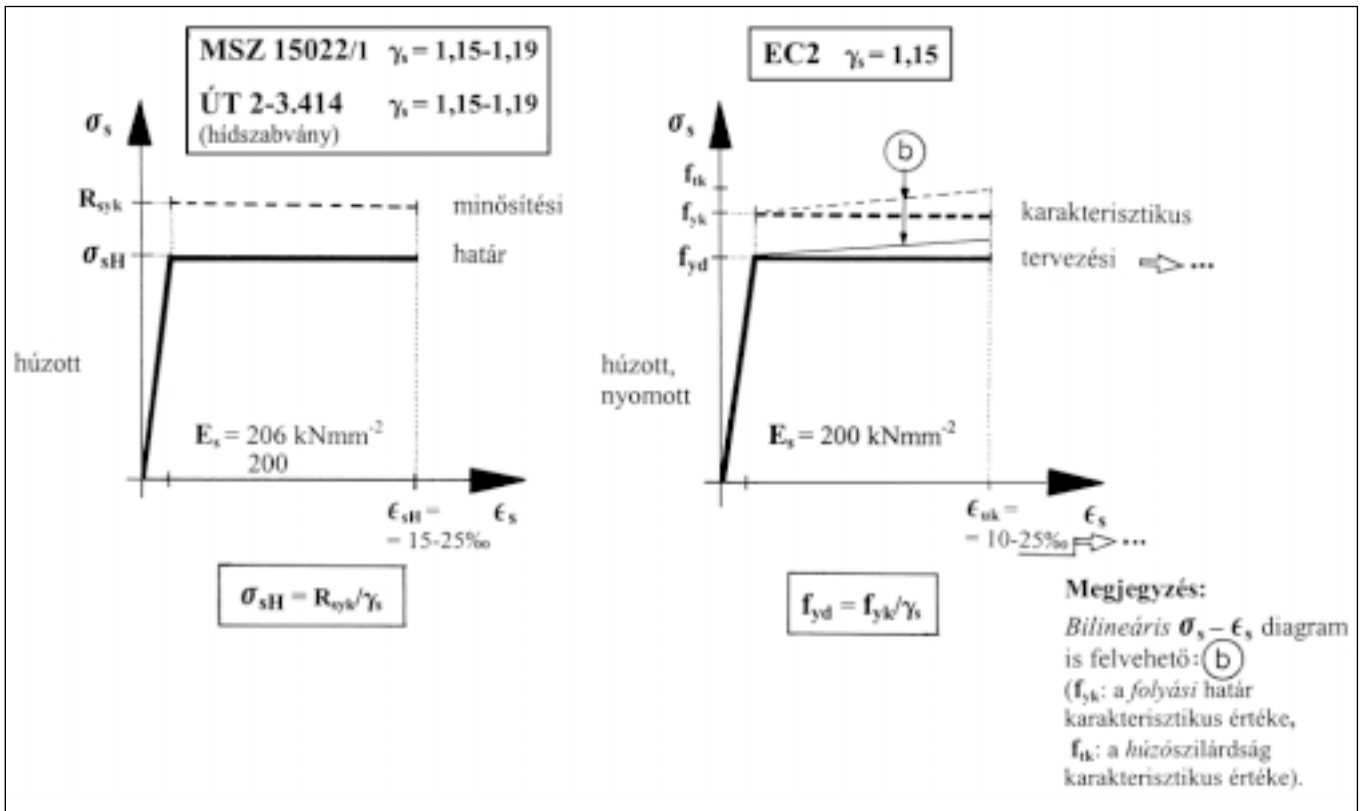
azonban súlyos károkat is maga után von. Ismertetek a téli jégmentesítő sózás, a **szennyezett** levegő, az **agresszív** talajvíz stb. előidézte **korróziós károk**. A beton, a betonacél, a feszítőacél legnagyobb „ellensége” a korrózió. A **nagy teljesítőképességű betonok** (HPC = High Performance Concrete), a **nagyszilárdságú betonok** (HSC = High Strength Concrete), a **szálerősítésű betonok** (FRC = Fiber Reinforced Concrete) megjelenésével nagymértékben megnöttek a statikus mérnök esélyei a korrózió elleni küzdelemben is.

Hasonlóképpen a nem fémes anyagú, ún. **szálerősítéses polimerek** (FRP=Fiber Reinforced Polymer) megjelenésétől is a korróziós károk csökkentését és a szerkezet teljesítményének a növekedését várhatjuk, hiszen ezek az anyagok nem korrodálnak. Az FRP anyagok **fő előnyei** a szakirodalom eddigi adatai szerint: ellenállók a környezeti ártalmakkal szemben (korrózióálló), magas a határfeszültség/önsúly arányuk, nagy a fáradási szilárdságuk, alacsony a relaxációs veszteségük (vö. feszítés), jók az időben elhúzódó alakváltozási jellemzőik (vö. kúszás), mágnesesen semlegesek. Mindez igaz a szerkezeti **megerősítések** területén is. Cikksorozatunkban a **fenntartás**, a **javítás**, az **átalakítás**, a **megerősítés** egymással összefüggő tervezési munkái közül a **megerősítést** szemléltetjük. A **hagyományos** megerősítési eljárásokkal kevéssé foglalkozunk, a megfelelő szakirodalmat viszont megadjuk a **II.** és a **III.** részben.



1. ábra: A beton anyagmodellje különböző szabványok szerint

¹ Okl. építőmérnök, statikus szakfőmérnök, egyetemi magántanár, Főmterv Rt.



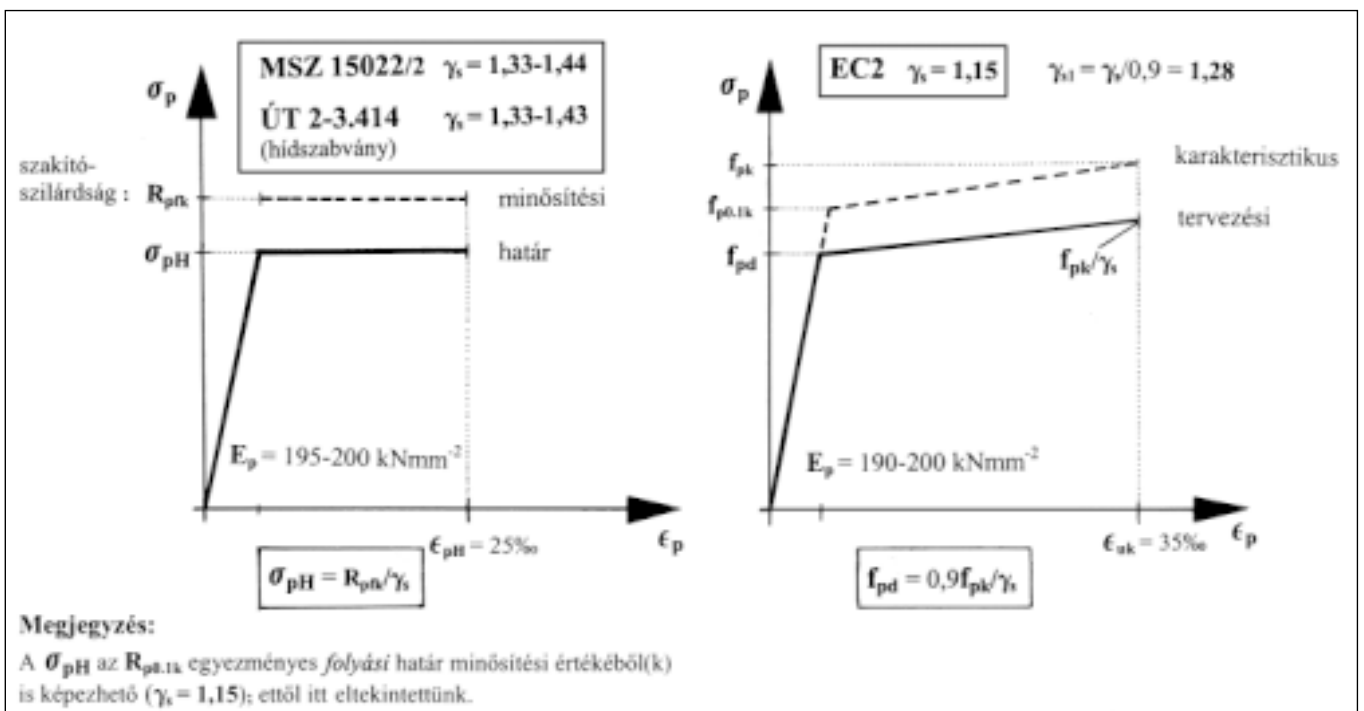
2. ábra: A betonacél anyagmodellje különböző szabványok szerint

I. 2. Beton, betonacél, feszítőacél

Ezeket az anyagokat használja a mindennapi tervezési gyakorlat, ezért az 1. – 4. ábrán láthatók nem igényelnek külön magyarázatot. Most csupán azért közöljük a beton, a betonacél és a feszítőacél különböző szabványok [1–3, 7–8, 9, 18, 19] szerinti anyagmodelljeit is, hogy egyszerűbb legyen az olvasónak az I. 3. pontban tárgyalt szálerősítésű polimerek anyagjellemzőivel az összehasonlíthatóság.

A 2. ábrával kapcsolatban megjegyezzük, hogy

az EC2 szerint tökéletesen rugalmas-képlékeny betonacél anyagmodell esetén a betonacél nyúlóképességét elvileg nem szükséges korlátozni. Erre utalunk a $\rightarrow \dots$ szimbólumokkal. A feltüntetett $\epsilon_{uk} = 10-25\text{‰}$ korlátozás a bilineáris anyagmodellre vonatkozik, mégpedig számítástechnikai okokból [19]. E dolgozat keretében acélszál erősítésű betonnal, mint szerkezeti anyaggal külön nem foglalkozunk. Ugyanakkor a II. és a III. részben a lőttbetonnal (lövellt betonnal) való megerősítéseket tárgyalni fogjuk.



3. ábra: A feszítőacélok anyagmodellje különböző szabványok szerint

I. 3. Szálerősítésű polimerek

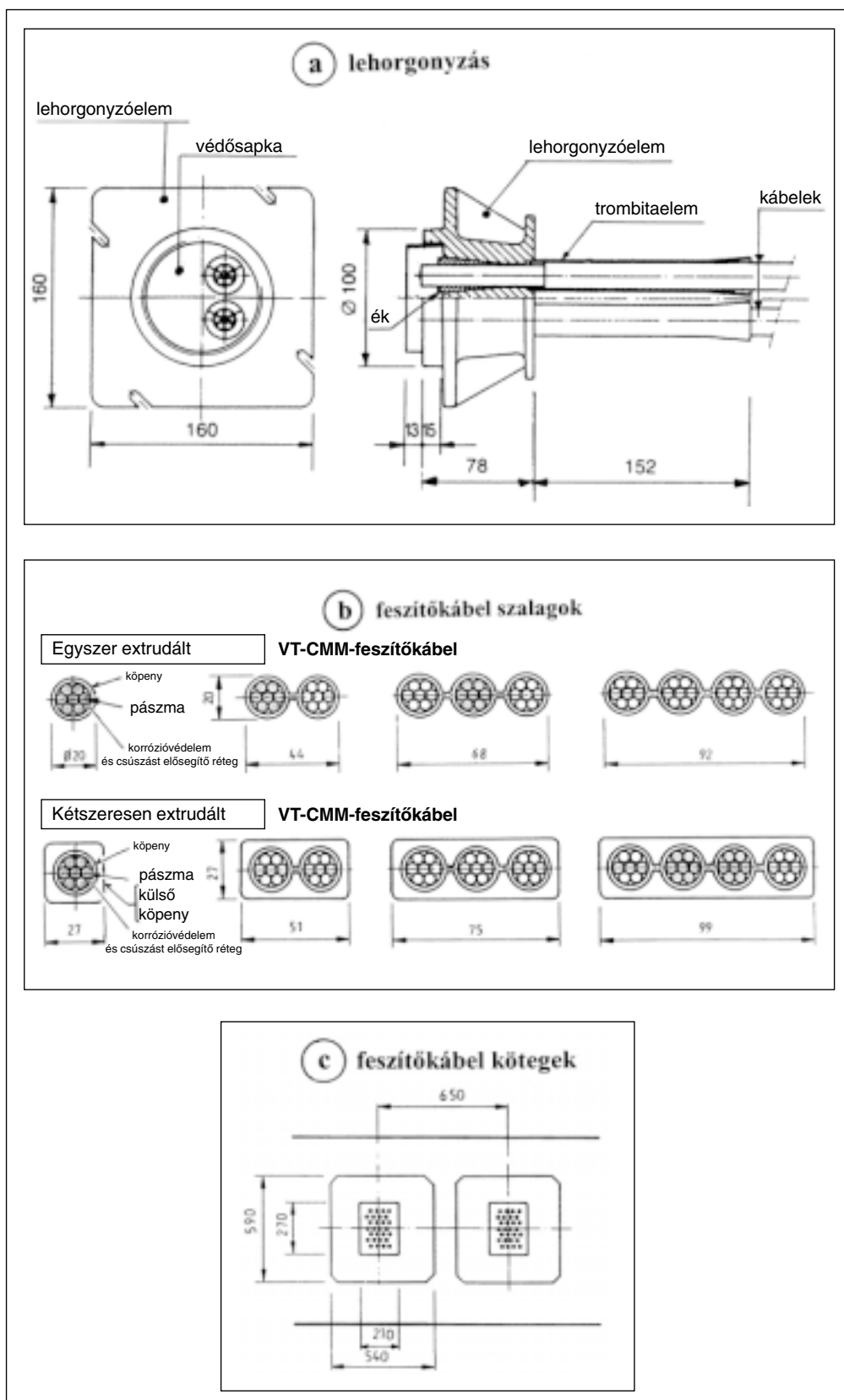
A szálerősítésű polimerek (FRP) angol és német nyelvű, illetve magyar nyelvű megnevezéseit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A szálerősítésű polimerek (FRP) mechanikai tulajdonságaira vonatkozóan a tudomány jelentős eredményeket ért el már eddig is [4 – 24]. A tervezők tájékoztatása céljából az 5. ábrán összefoglaltuk a legfontosabb anyagjellemzők olyan tájékoztató értékeit, amelyeket a nevezett szakirodalomban megtaláltunk. A szálerősítésű polimerek három alkalmazási területe:

- lágyvasalás és feszített vasalás,
- megerősítés,
- ferdekábeles hidak kábelei.

Az 5. ábra mutatja, hogy a szálerősítésű polimerek (FRP) f_{fk} húzószilárdsága általában jóval nagyobb, mint a feszítőacéloké és a betonacéloké (az indexek: f: fibre/fiber = szál, k: karakterisztikus). Viszont ezek az anyagok ridegek, s ennek a ténynek a γ_f biztonsági tényező felvételekor nagy szerepe kell legyen. Az E_f rugalmassági tényezőjük lehet nagyobb is, de általában kisebb, mint a feszítőacéloké és a betonacéloké (GFRP, AFRP). Az ϵ_{fk} szakadónyúlásuk kisebb, mint a nevezett fémeké.

1. táblázat



4. ábra: VT-CMM-rendszerű feszítőkábelek

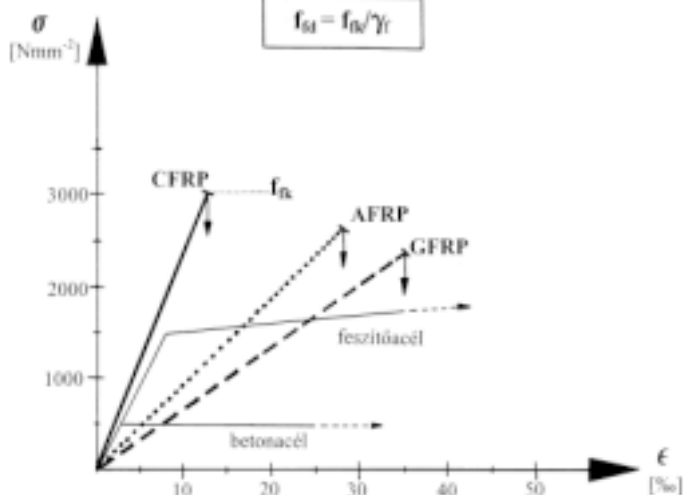
Szálerősítésű polimerek (FRP) megnevezései

Rövidítések	Idegen nyelvű megnevezés	Magyar nyelvű megnevezés
FRP	Fibre Reinforced Polymer <i>Faserverstärkter Kunststoff</i>	szálerősítésű polimer (betét)
CFRP CFK	Carbon Fibre Reinforced Polymer <i>Kohlenstof(f)faserverstärkter Kunststoff</i>	szénszál erősítésű polimer (betét)
GFRP	Glass Fibre Reinforced Polymer	üvegszál erősítésű polimer (betét)
AFRP	Aramid Fibre Reinforced Polymer	aramidszál erősítésű polimer (betét)

A biztonsági tényező CFRP-re Onken [21] nyomán(DIN, BS, Austroads):

$$\gamma_f = 1,20-1,96$$

$$f_{fd} = f_{fk} / \gamma_f$$



Az FRP anyag megnevezése	Húzószilárdság f_{fk} [Nmm ⁻²]	Rugalmassági tényező E_f [kNmm ⁻²]	Szakadónyúlás ϵ_{fk} [%]
CFRP	1300-3500	110-300	5-20
GFRP	700-2600	35-65	20-50
AFRP	1200-3000	50-130	23-44

5. ábra: Szálerősítésű polimer betétek (FRP) szilárdsági jellemzői (tájékoztató értékek)

Jelenleg még nincs magyar szabályzati előírás az **FRP** anyagokkal kapcsolatos **biztonság** szintjéről. Néhány külföldi szabályzati előírást átvettünk *Onken és társai* [21] cikkéből: 5. ábra. A **CFRP** anyagokra vonatkozóan *Onkenék* a következő szabályzati **biztonsági tényezőket** közölték (ti. ezeket használták a megerősítés tervezéséhez: következő rész 16. a) és b) ábra):

$$\begin{aligned} \gamma_{f,DIN 1045-1} &= 1.20, \\ \gamma_{f,BS 8110} &= 1.54 \div 1.96, \\ \gamma_{f,AUSTROADS} &= 1.25 \div 1.67. \end{aligned}$$

Rámutatunk arra, hogy osztott biztonsági tényezős eljárásokról van szó. Ennek megfelelően az állandó (G) és az esetleges (Q) terhek biztonsági tényezői:

$$\begin{aligned} \gamma_{G,DIN 1045-1} &= 1.35, & \gamma_{Q,DIN 1045-1} &= 1.50, \\ \gamma_{G,BS 8110} &= 1.40, & \gamma_{Q,BS 8110} &= 1.60, \\ \gamma_{G,AUSTROADS} &= 1.20, & \gamma_{Q,AUSTROADS} &= 2.00. \end{aligned}$$

Az eddigi megerősítési szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a **szénszálas polimer (CFRP)** szilárdsági tulajdonságai általában kedvezőbbek, mint az üvegszálas és az aramid szálas (GFRP, AFRP).

Irodalom

- [1] Közúti hidak tervezési előírásai; IV. Beton, vasbeton és feszített vasbeton közúti hidak tervezése. *ÚT 2-3.414:2004, Útügyi Műszaki Előírás*
- [2] Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Vasbeton szerkezetek. *MSZ 15022/1-1986 és MSZ 15022/1/2M-2001*
- [3] Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Feszített vasbeton szerkezetek. *MSZ 15022/2-1986*
- [4] Andrä, H.-P. – Maier, M.: Instandsetzung von Brücken mit einer neuen Generation von Spann-

gliedern auf Basis von CFK-Bändern. *Bauingenieur, 2005/1, 7–16.*

- [5] Balázs, L. Gy.: Szerkezetek megerősítése szén-szálas anyagokkal. Hazai tapasztalatok. *Vasbetonépítés, 1999/4, 114–121.*
- [6] Balázs, L. Gy. – Borosnyói, A.: Nem acél anyagú (FRP) betétek alkalmazása a hídépítésben. *Vasbetonépítés, 2000/2, 45–52.*
- [7] Beton-Kalender: Eurocode No.2.: Design of Concrete Structures. *Beton-Kalender 1991/II. 90–183. Ernst & Sohn, Berlin*
- [8] Bieger, K-W: Stahlbeton- und Spannbetontragwerke nach Eurocode 2. *Springer-Verlag, Berlin-...-Budapest, 1993*
- [9] BME Vasb. Tsz.: Eurocode 2: Betonanyagú tartószerkezetek tervezése 1. *BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke, 1997*
- [10] Borosnyói, A. – Balázs, L. Gy.: Új szerkezeti anyagok a vasbeton hídépítésben. *Vasbetonépítés, 2001/4, 100–106.*
- [11] Borosnyói, A. – Balázs, L. Gy.: Nem acél anyagú (FRP) betétek tapadása a betonban. *Vasbetonépítés, 2002/4, 114–122.*
- [12] Borosnyói, A. – Balázs, L. Gy.: Szálerősítésű polimer (FRP) betétekkel készülő betonelemek tervezési kérdései. *Vasbetonépítés, 2004/3, 87–94.*
- [13] Borosnyói, A. – Balázs, L. Gy.: Betonelemek szálerősítésű polimer (FRP) betétekkel. Használhatósági határállapot, 1.rész, 2.rész. *Vasbetonépítés, 2004/4, 114–122. és 2005/1, 14–21.*
- [14] Grunewald, D. – Onken, P.: Verstärkung von Massivbauteilen mit Faserverbundwerkstoffen. *Beton und Stahlbetonbau, 2004/5, A6–A11.*
- [15] Grunewald, D. – Onken, P.: Verstärkung von Massivbauteilen mit Faserverbundwerkstoffen. *Bauingenieur, 2005/4, A31–A35.*

- [16] Horvatits, J. – Gaubinger, B. – Dorn, M. – Cserno, T. – Kollegger, J.: Entwicklung einer Vergussverankerung für Zugglieder aus Faserverbundwerkstoff. *Bauingenieur*, 2004/3., 101–110.
- [17] Joh, O. – Wang, Z. – Goto, Y.: Experimental Study on Bond Cracking Performance of FRP Reinforced Concrete. *Proceedings of the Third Intern. Symposium (FRPRCS-3), Vol.2., Sapporo 1997., Japan Concrete Institute. pp. 431–438.*
- [18] Kollár, L.: Vasbetonszerkezetek I. Vasbeton szilárdságtan az Eurocode 2 szerint. *Műegyetemi Kiadó, BME, 1997*
- [19] Litzner, H. U.: Grundlagen der Bemessung nach Eurocode 2. *Beton-Kalender 1992/II. 281–447., Beton-Kalender 1994/I. 671–864. Ernst & Sohn, Berlin*
- [20] NEDRI: NEDRI Product Range: Carbon-Stress. *NEDRI Spannstaal BV, Manual, Venlo, the Netherlands, 1998*
- [21] Onken, P. – Berg, W. – Neubauer, U.: Verstärkung der West Gate Bridge, Melbourne. *Beton-und Stahlbetonbau, 2002/2, 94–104.*
- [22] Rostásy, F. – Neubauer, U. – Hankers, Ch.: Verstärken von Betontragwerken mit geklebter äusserer Bewehrung aus kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffen. *Beton- und Stahlbetonbau, 1997/5. 132–138.*
- [23] SIKA: SIKA CarboDur-Heavy Duty CFRP Strengthening System. *SIKA AG., 1999*
- [24] Ueda, T. – Sato, Y.: New Approach for Usage of Continuous Fiber as Non-Metallic Reinforcement of Concrete. *Structural Engineering International, 2002/2, 111–116.*

Summary

László Jankó: Modern strengthenings of reinforced concrete structures I.: MATERIALS

This work is the first part of a paper-series consisting of 3 parts. New materials and construction methods/technologies were developed for strengthening of structures in the last time. New materials are the **fiber reinforced polymers (FRP)**, which are non-corrosive and have a high strength. The carbon fiber reinforced polymers (CFRP) are widely used.

The main advantages of the fiber reinforced polymers are as follows: they show not only superior resistance to environmental attack (non-corrosive/corrosion-proof), but have high strength-to-selfweight ratio, excellent fatigue strength, low relaxation losses (cf. prestressing) and good long term characteristics as well (cf. creep), and they are magnetic neutral. Owing to their low weight they are easy to handle and their small thickness makes possible to cover them if necessary.

The purpose of this paper-series is to give a practical aid for the structural designers by means of modern **strengthening drawings**. We hope that these papers fill the gap between theory and practical design. Our results are presented for engineers working in **practical design**.

Pej Kálmán: Főútvonalak burkolat-megerősítésének tervezői tapasztalatai c. cikkéhez

Dr. Boromizza Tibor¹

Az ISPA utak megerősítése kapcsán valóban idősebb, hogy az első tervezések és kivitelezések tapasztalatairól – a tanulságok levonásával – szót ejtsünk. A szerző a 47 sz. Debrecen – szegedi főút 7+575 – 63+144 km sz. és a 42 sz. Püspökladány – biharkezesi főút 5+538 – 34+903 km szelvények közötti szakaszának tervezését ismerteti. A cikkhez technológiai szempontból vannak megjegyzéseim.

A két út pályaszerkezetének alapvető különbsége, hogy a 42 sz. főút (korábban 4a) burkolata a 40-es években készült földre fektetett 13 cm vastag beton volt, amelyet a háború után többször aszfaltréteggel burkoltak, a 47 sz. (korábban 43 sz.) főút pedig hajlékony rendszerű. (Ez utóbbi út 1,6 – 6,6 km sz. közötti szakaszát szintén 13 cm vastag betonburkolattal építették a háború előtt.) Kár, hogy a 47 sz. főút megerősítendő pályaszerkezetéről nem kaptunk információt. (Az 1. táblázat második része tévesen 42 számot ír 47 helyett).

Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésére és megerősítésére vonatkozó ÚT 2-1.202 világosan előírja a tervezést megelőző állapotértékelést. A leírásból az tűnik ki, hogy a tervező a megbízótól az OKA adatokat kapta meg, és ezeket nem bírálta felül.

Az OKA nagyon hasznos, nélkülözhetetlen rendszer, de projekt szinten nem kerülhető el a pályaszerkezet feltárása. Az idézett ÚME erre is gondol: „A bontási helyek kiválasztásához segítséget nyújt az Országos Közúti Adatbank (OKA) nyilvántartása” Ezután leírja a bontásból nyerhető információkat. A cikkből az derül ki, hogy – a teherbíráson kívül – csupán a fúrt magminták alapján meghatározható deformációra hajlamos rétegeket állapították meg. Nincs szó sem a vízelvezetésről, sem a talajfajtaról. A tervezéskor megoldandó feladatok c. fejezetben a víztelenítés a járulékos munkák között szerepel zárójelben.

A cikk kritikával illeti a tervezési szabványokat. A szerző valószínűleg az útügyi műszaki előírásokra (ÚME) gondol, mert tervezési szabványok nem léteznek. Az alapvető előírás az ÚT 2-1.201 Közutak tervezése, amelynek kiegészítéseként 8 ÚME van érvényben. Köztudomású, hogy az EN szabványok honosítása folyamatos, ez befolyásolja az útügyi műszaki előírások szintén folyamatos átdolgozását. Az előírások gondozója a Magyar Útügyi Társaság, amely örömmel vesz minden, műszakilag indokolható jobbító javaslatot.

Szó van a cikkben a 11,5 t megengedett tengelyterhelés figyelembevételéről a méretezési előírásban. Erről azt kell tudni, hogy a Széchenyi István Főiskola elemzése állapította meg (dr. Koren Cs. – dr. Hirkó B.: A tengelyterhelés engedélyezett mértékének felemelésével előálló többlet-igénybevétel vizsgálata. Győr, 1988). A méretezési előírásunk ezt mondja: 1,5 az egyes 115 kN-os tengely, a kettős 180 kN-os tengely és az útkímélő kettős 190 kN-os tengely többlet fúrasztó hatását veszi figyelembe addig, *amíg ezeknek megfelelő járműátszámítási szorzók meg nem jelennek*. A határátkelő-helyeken és az állami közúthálózaton 33 helyen rendszeres a dinamikus tengelyterhelés-mérés, ezekből az adatokból származtatjuk a járműátszámítási szorzókat. A mérések és a számítások szerint az ÚT 2-1.202 útügyi műszaki előírás 2005. évi kiadásakor ezeket a szorzókat *módosítani nem kellett!* Nincs semmi indok az *ideiglenes* 1,5-szeres szorzó fel-emelésére, annak ellenére, hogy a 11,5 t tengelysúly kétszeresen veszi igénybe a pályaszerkezetet, mint a 10 t-ás: $(11,5/10,0)^5 = 2,01$. A járműátszámítási szorzó ugyanis nem a megengedett tengelysúlyból, hanem az utakon közlekedő nehézjárművek összességének tényleges tengelysúly-eloszlásából vezethető le.

Nem világos a következő megjegyzés: „a méretezéskor 11,5 tonnás egység tengely (?) áthaladási darabszámmal számoltunk”. Sajnos nem elég számos esetben hangsúlyozni, hogy más a megengedett tengelysúly és más a méretezésnél használatos egység tengely súly. Nem lehet a tervezési forgalmat (F115)-nek jelölni, amiként a cikkben szerepel, hanem változatlanul (F100)-nak.

A szélesítésekhez üvegszál erősítésű *geotextíliát* javasoltak. Ezekkel kedvezőtlen tapasztalataink vannak. A méretezési előírásunk is *rácsot* javasol. A geotextíliát más célokra lehet jól használni.

Öröndetes viszont, hogy a tervező a mart aszfaltot jól tudta hasznosítani a padka megerősítéséhez. A jövőben számítani kell a mart aszfalt különféle felhasználására megfelelően szabályozott (vizsgálatokon alapuló) módon.

Összefoglalásként azt kell mondani, hogy helyes volt áttekinteni a tervezési kérdéseket, de a jövőre vonatkozóan akkor lehet ezeket teljessé téve hasznosítani, ha összevetjük a Szemle egy másik cikkében (Baksay – Doromby – Pallós: A 3. és a 35. sz. főút felújításának esettanulmánya) foglalt tapasztalatokkal.

¹ Okl. mérnök, nyugalmazott fősztályvezető;
boromizza@kozut.hu

Hozzászólás

Pej Kálmán: Főútvonalak burkolat-megerősítésének tervezői tapasztalatai c. cikkéhez

Tóth Csaba¹ – Pethő László²

Ez a hozzászólás a Boromisza Tibor által írt hozzászólás ismeretében, az abban foglaltakkal teljes mértékben egyetértve íródott, és szintén a „Főútvonalak burkolat-megerősítésének tervezői tapasztalatai” c. cikk technológiai felvetéseire kíván reagálni, ahhoz szeretne vállaltan szubjektív megjegyzés(ek)e)t fűzni.

• Általános megjegyzések

A 11,5 tonnás tengelyek által okozott többletterhelés figyelembevétele kapcsán, illetve az e tárgykörben tett néhány apróbb félreérthető megjegyzést Boromisza Tibor hozzászólása tárgyalta, korrigálta, ezért ezekre nem szükséges ismételt kitérni. Pusztán egy mondatban azonban meg kell jegyezni, hogy a cikk „Az már régóta közismert, hogy a pályaszerkezetek tönkremenetele a tengelysúly 4. hatványával arányos...” megjegyzése sajnálatosan félrevezető, vitatható. Az ebből a szerző által „levezetett” végkövetkeztetés, miszerint a jelenlegi szabvánnyal(?) alulméretezzük az utak pályaszerkezetét, nem megalapozott.

szerkezeti javaslatokat fogalmazott meg, és amelyet a tervezés során – jogosan – felül is bíráltak. Ezt az eredeti, ún. „Technológia Útmutató”-t az UKIG megbízásából a BMGE Útépítési Tanszéke, a Bau-Test Kft. és az IMI Kft. készítette, kidolgozásában e hozzászólás szerzői is részt vettek (Pallós–Tóth–Pethő, 2004).

A Technológia Útmutatóban – a készítéskor hozzáférhető információk maximális figyelembevételével – a szerzők legjobb tudásuk szerint javasoltak pályaszerkezeti variációkat a tervezők számára az ISPA II. projektben szereplő utakra, így a cikkben tárgyalt 42., illetve 47. sz. főutakra is. A cikk által mintapéldaként ismertetett szakaszon ez a javaslat az 1. sz. táblázatban foglaltak szerinti volt. A fajlagos költségek természetesen csak „nagyságrendileg” pontosak, de a két változat durva összehasonlítására alkalmasak.

A hivatkozott ajánlás természetesen vitatható – sőt vitatandó is –, és nyilván szűk körben sor is került ennek felülvizsgálatára, melynek következtében

1. táblázat

Az ajánlásban szereplő és a tervező által tervezett pályaszerkezet-variációk összehasonlítása

Pályaszerkezeti réteg	Eredeti ajánlás	Fajlagos becsült költség		Tervezői döntés	Fajlagos becsült költség	
		(Ft/m ³)	(Ft/m ²)		(Ft/m ³)	(Ft/m ²)
kopóréteg	30 mm mZMA-12	75 000	2 250	40 mm mAB-12/F	55 000	2 200
kötőréteg	60 mm K-20/F	50 000	3 000	60 mm K-20/F	50 000	3 000
meglévő burkolat	plasztikus deformációs hajlam nem mutatható ki			90 mm marás	30 000	2 700
				90 mm JU-35/F	48 000	4 320
Összevetés			5 250			12 220

A cikk szabályozási tárgykörben pl. „A tervezési szabványok(?) előírásai”, illetve „A tervezési szabványok(?) használhatósága” fejezetek alatt tett pontatlan megállapításai vélhetően a hazai műszaki szabályozási rendszer, illetve a CEN tagságunkból következő jogharmonizációs követelmények nem elegendő mélységű ismeretéből fakadnak, melynek következtében a jobbító szándékú következtetések nehezen értelmezhetők, ezáltal nehezen is hasznosíthatók.

• A pályaszerkezetek megerősítése tárgyában tett észrevételek

A cikk utal egy, az UKIG által átadott tanulmányra, amely a tárgyi útszakaszokra vonatkozóan pályá-

készült el a tárgyi munka burkolat-megerősítési terve. Hasznos lett volna – illetve lenne, hiszen nyilván megtalálhatók azok a szakmai fórumok, ahol erre lehetőség teremthető – annak az alapvető koncepcióváltásnak a műszaki igazolása, amely bizonyította a tervező által „favorizált” kopóréteg típusának, vastagságának, egyéb tulajdonságainak előnyeit az eredeti ajánlással szemben. Tanulással szolgálna – vélhetően nem csak az eredeti ajánlást készítő számára – annak a műszaki gondolatmenetnek a feltárása, amely alapján a tervező – vélhetően ugyanannak a pályaszerkezeti információknak és adathalmaznak a felhasználásával – a meglévő burkolat plasztikus deformációs hajlamát oly mértékűnek ítélte, hogy indokoltnak tartott 9 cm marás és aszfaltozás többletet betervezni az eredeti ajánláshoz képest. A cikk szerzője a rétegrend kialakítására a „meglévő pályaszerkezet előregedett, a burkolat állapota nagyon rossz” megállapí-

¹ Okl. építőmérnök, minőségvizsgálati osztályvezető, Magyar Közút Kht.; TothCsaba@kozut.hu

² Okl. építőmérnök, technológus, H-TPA Kft.

tásokat hozza fel indokként. A burkolat rossz állapotát a behajlásmérésen alapuló pályaszerkezet megerősítési eljárás éppen a behajlás mértéke alapján figyelembe veszi, azt szubjektív jelzőkkel nem szükséges kiegészíteni, és nem igazolja feltétlenül annak eltávolítását 9 cm mélységben.

• **Összefoglalás**

Mondanivalómat röviden összefoglalva, mélységesen egyetértek a cikk – egyik utolsó – abbéli megállapításával, miszerint különféle tervező cégek számára szükséges a 11,5 tonnás burkolaterősítés témájában technológiai tervezési segédlet kiadása.

A főutak szélesítésének és burkolat-megerősítésének feladata olyan határterület, amelynek magas színvonalú műszaki és optimális gazdasági megoldása mind a „geometriai” mind a „technoló-

giai” tervezés alapos ismeretét igényli. A felfokozott gyorsforgalmi hálózatfejlesztési program során az országos közutak megerősítésének tervezése talán kevésbé izgalmas feladat, de az 1. sz. táblázatban szereplő műszaki alternatíva durva összevetéséből kitűnő meglepően nagy költségkülönbség indokolhatja a technológiai kérdések megvitatását szélesebb körben, és talán azt valószínűsíti, hogy a „mérnöki judícium” helyett a tervezői szubjektum és rutin esetenként a szükségesnél nagyobb teret kap.

Hivatkozások

1. Dr. Pallós I. – Tóth Csaba – Pethő László: Az ISPA projektek II. üteme során javasolt felújítási technológiák. Közúti és Mélyépítési Szemle, 54. évf. 6. szám

Nemzetközi szemle

A haladási biztonság értékelésének új módszere egyenetlen elemes burkolatokon

New Method to Assess Ride Safety on Uneven Element Pavements

Maurizio Crispino, Alessandro Tasora, Emmanuele Vaghi

Journal of Transportation Engineering 2005. 1. p. 27-36, á:18, t:1, h:11.

A kőburkolatok tipikusak Európa történelmi városközpontjaiban. A forgalom által okozott leromlás gyakran jelentős deformációkat eredményez, amely elsősorban a kétkerekű járművek biztonságát veszélyezteti. A szerzők kifejlesztettek egy módszert, mellyel a veszélyeztetettség szintje mennyiségileg meghatározható az aktuális útállapotok függvényében. A módszer alapja egy mechanikai szimulációs modell az úthibákon áthaladó kétkerekű járművek viselkedésének vizsgálatára. Az úthibák és a megközelítési sebesség számos kombinációját tesztelték az áthaladási biztonság meghatározása érdekében. Különböző típusú és nagyságú szintkülönbségeket vizsgáltak egyenes és íves vo-

nalú járműmozgások esetén. A veszélyes helyzetek azonosítására feltételeket és küszöbértékeket állapítottak meg. A módszert alkalmazták egy olyan kőburkolatra, ahol beágyazott villamos sínek helyezkednek el, és értékelték a veszélyeztetettséget nedves burkolaton az említett küszöbértékek használatával. A cikk táblázatos formában közli az elfogadható burkolat szintkülönbségi küszöbértékeket, melyek figyelembe vételével egyrészt a szükséges fenntartási igények, másrészt a javasolt sebességek korlátozások meghatározhatók. Egyenes vonalú kerékpáros haladásnál 20 km/óra sebességig a 2-3 cm szintkülönbség még elfogadható baleseti kockázatot jelent, míg 40 km/óra sebességnél 1 cm szintkülönbség felett már megnő a baleseti kockázat. Ívben történő mozgásnál 20 km/óra sebességnél csak 1 cm szintkülönbségig elfogadható a baleseti kockázat. Gyakorlati szempontból a kiemelkedően magas veszélyeztetettségi helyzet esetén a közútkezelő részéről azonnali beavatkozás lenne indokolt, hogy a burkolat fenntartás hiányát ne lehessen felelőssé tenni egy esetleg bekövetkező balesetért.

G. A.

Válasz

Molnár László Aurél megjegyzéseire az „Autópálya-nyomvonalak vizsgálata Északkelet-Magyarországon a területfejlesztés” című cikkemmel kapcsolatban

Dr. Tóth Géza

Köszönettel vettem a Közúti és Mélyépítési Szemle 2005. novemberi számában megjelent cikkemre Molnár László Aurél úr megjegyzéseit¹. A megjegyzései egy részével egyetértek, viszont voltak olyanok, melyekre úgy éreztem reflektálni szükséges, mert úgy vélem válaszaim talán mások számára is érdekesek lehetnek. Terület- és területfejlesztő geográfusként, illetve statisztikusként számomra már az is nagy megtiszteltetés, hogy egy közúti szakmai lap ismerteti a munkámat, s az külön öröm, ha az abban foglaltak mások érdeklődését is felkelti. Céлом az volt, hogy egy lehetséges módszertani alternatívát mutassak be a szakma számára remélve, hogy munkámmal a területfejlesztés szempontjainak jelentősége némileg megerősödhet a közutas szakmai közvélemény számára.

A cikkem a közelben megjelent „Az autópályák szerepe a regionális folyamatokban” című könyvem egy fejezetének szerkesztett változata. Egy fejezet természetesen szövegkörnyezetéből kiemelve nem szólhat olyan dolgokról, amikről már korábban tettem említést, így most szükségesnek érzem, hogy bizonyos kérdésekre reflektáljak.

Bírálom felveti, „hogyan és milyen mértékben befolyásolhatja a három vizsgált változat közötti döntést a Sajó- és a Hernád völgy településeinek helyzete, hiszen a változatok csak Nyíregyházától keletre térnek el egymástól?” Modellem az autópálya nélküli helyzethez hasonlítja a beruházás utáni helyzetet mind a három vizsgált megyében. A modell elérhetőségi időkel számol, minden esetben a leggyorsabb útra programozva. A vizsgált térség belső elérési viszonyaiban egyáltalán nem lényegtelen a jelzett nyomvonal-változatok futása, illetve csomópontjainak elhelyezkedése. Budapest és a megyei jogú városok elérhetőségében ez már természetesen kevésbé érdekes. A módszer mindhárom iránnyal foglalkozik. Végül megjegyzendő, hogy a potenciálnövekedés elsősorban Szabolcs-Szatmár-Bereg megyét érinti, de az autópálya-építések után, ennek ellenére a helyzetpotenciál, vagyis a fejlődési lehetőség tekintetében mégis Borsod-Abaúj-Zemplén lesz a legkedvezőbb helyzetben. Céлом a három megye együttes vizsgálatával az volt, hogy kimutassam, hiába épül egy fejletlen térségben autópálya, hiába jelent jelentős elérhetőségi növekedést, jobban fejlődni vélhetően a jelenleg is kedvezőbb helyzetű térség, megye fog.

Kérdésként veti fel, mit is tekinthetünk a területfejlesztés céljának és ez milyen kapcsolatban van az autópálya-építésekkel. A területfejlesztés célja ebben

a vonatkozásban véleményem szerint az, hogy minél szélesebb települési körnek, minél nagyobb fejlődési lehetőséget, jelen esetben általános elérhetőségi javulást biztosítson. Ez természetesen nem jelent biztosítékot a fejlődésre, de annak fontos tényezője (lásd többek között: Banister–Berechman, 2001). Az elmaradott térségek felzárkóztatását viszont az autópályáktól várni véleményem szerint egyértelműen hiba. Magam részéről az elmaradott térségek elérhetőségének javítását csupán komplex területfejlesztési programokkal együtt tekintem hasznosnak, melyben a helyi sajátosságoknak megfelelő átfogó programokhoz csatlakozna az alsóbbrendű közúti infrastruktúra fejlesztése (valamint a jelenlegi hálózat állapotának jelentős javítása). Mint könyvemben a „Perifériaprobléma” című fejezetben is jelzem, a fejletlen térségekben épített autópályák jelentős kockázatot hozhatnak maguk után a helyi gazdaság és társadalom számára, ahogy azt bírálom is megjegyzi.

Legnagyobb problémám a következő sorokkal van: „sok éven át folyamatosan végzett franciaországi monitoring vizsgálatok viszont azt bizonyítják, hogy az autópálya igenis alkalmas eszköz az elmaradott térségek felzárkóztatására”. Ezzel a mondattal a gond az, hogy bírálom egyetért velem korábban abban, „amit a kérdéssel foglalkozó szakemberek lényegében minden vitában hangsúlyoznak, hogy ti. az autópálya-építés és a gazdasági fellendülés között nincsen egyértelmű ok-okozati összefüggés.” Ha azonban nincs ennyire egyértelmű ok-okozati összefüggés – márpedig szerintem a hatásmechanizmus jóval összetettebb – akkor az autópálya önmagában nem lehet alkalmas eszköz az elmaradott térségek felzárkóztatására.

Magam is ismerem Pascal Berion munkását, így ezen állítás cáfolatára úgy gondolom, hogy talán a legautentikusabb, ha az idézett szerzőtől veszünk néhány megszívlelendő mondatot a közúti beruházások hatásaival kapcsolatban. „Napjainkban – ez különösképp vonatkozik a francia közúthálózatra – a bevezetett változtatások nem forradalmasították a közlekedési rendszert, de fejlődést eredményeztek. A társadalom, illetve a gazdaság területén végbement változások sem okoztak alapvető változásokat az egyes területeken, sok esetben nem történt más, mint az, hogy a már meglévő tendenciák megerősödtek”. Ennek okai között említi, hogy a beruházás után javuló elérhetőségi viszonyokból következő „időnyereség nem egyforma hasznot hoz az egész térség számára. Az új létesítménytől elsősorban azt várhatjuk, hogy a központi térségek forgalmát bonyolítja. Az általuk okozott időnyereség bizonyos térbeli átstrukturálódást is eredményez, és ez vonatkozik a központok fejlettségi rangsorára

¹ Megjelent a 2006. évi 1. számban

is. Végeredményben elmélyítik a különböző fejlettségű területek közötti különbségeket. Ennek oka, hogy egy terület (megye) központi helye – hála a közlekedési hálózatnak – gyümölcsöző kapcsolatot fog fenntartani a szomszédos megye hasonló rangú településével, míg a saját megyéjében található alsóbbrendű várossal, településsel való kapcsolata érdektelenné válik.” (Berion, 2000 13. oldal) Ez a meghatározás lényegében egybeesik cikkemben megjelent gondolatokkal. A közlekedés (jelen esetben az autópályák) csak akkor képes a gazdaságot dinamizálni, ha van mit (Erdősi, 2000; hasonló megállapítást tett Dyett, 1991). Vagyis az elérhetőség javulása elsősorban akkor hozhat gazdasági fejlődést, ha annak megvannak az előfeltételei, bár a fejlődés megindulása ekkor sem biztos (tehát az elérhetőség és a gazdasági fejlődés közötti kapcsolat nem ok-okozati), annak további feltételei is vannak. Azon települések, településegységek körében várható leginkább dinamikus fejlődés, melyek jelenleg is a térség legkedvezőbb helyzetű térségeinek számítanak (és ott sem biztos csupán lehetőség), míg a periférikus helyzetű, társadalmi-gazdasági szempontból halmozottan hátrányos, aprófalvas térségek számára hiába épül autópálya, ők pusztán annak kedvezőtlen hatásaiból részesedhetnek. Természetesen az is megfontolandó, hogy az elmaradott, illetve fejletlen települések, térségek fejlettségi viszonyai között Kelet–Közép és Nyugat Európában jelentős különbség van, így a jelzethez hasonló nyugat-európai megállapításokat véleményem szerint jelentős fenntartásokkal kell kezelni.

Elméletben egyetértek bírálóm azon megjegyzésével, miszerint érdemes lenne a fejlődést előrevetíteni, s a jövőbeli fejlettségi adatokkal elvégezni a potenciálszámítást. Ezt viszont nem az idézett cikkben szereplő módon javaslom. Az idézett cikk a nemzetközi szakirodalomban kontroll-régió módszerként ismert analízis (Isserman–Rephann–Sorenson, 1989; Isserman, 1990), tehát nem a citált cikk szerzői alkalmazták először. Azon alapul, hogy a beruházással közvetlenül, illetve közvetetten érintett térségek folyamatait hasonlítja össze, egy autópályával nem rendelkező, de hasonló helyzetű kontroll térséggel. A módszert magam is fontosnak érzem, és használom is könyvemben, bár önmagában a kistérségi fejlődés előrevetítésére nem használható. Amennyiben az elmúlt időszak folyamatai alapján (a módszerben használt bázisviszonyszámokból erre következtethetünk) készítenénk becslést a jövő folyamataira vonatkozólag, akkor a determinizmus hibájába esnénk, s nem vennénk figye-

lembe azt, hogy a beruházás következtében nem csupán pozitív, de negatív externáliák is elindulhatnak, továbbá a gazdaság általános helyzetét oly sok tényező befolyásolhatja, melyek korrekt, együttes figyelembevételét ilyen módon nem tekinthetjük objektívnak.

Problémaként jelenik meg az is, hogy a gazdaság térszerkezetének vizsgálata, illetve trendjeinek térbeli előrejelzésekor a legalsó, még objektív vizsgálati szintnek a kistérségi tekinthető, míg a közlekedési beruházások vizsgálatában – a hálózatelemzésből következően – a települési szint vizsgálata célszerű. E két szint ötvözési nehézségei miatt magam úgy vélem a jelenlegi települési fejlettségi viszonyok alkalmazása tekinthető a legkorrektebb eljárásnak.

Bírálóm további megjegyzéseivel, pontosításaival messzemenően egyetértek, és azokat nagy tisztelettel megköszönöm.

Irodalom:

1. Banister, David–Berechman, Yossi (2001): Transport investment and the promotion of economic growth. In: *Journal of Transport Geography*, Vol. 9., pp. 209–218.
2. Berion, Pascal (2000): Modèles et processus de structuration territoriale: quelles contributions des grandes infrastructures de transport?, XXXVI^E COLLOQUE DE L'ASSOCIATION DE SCIENCE REGIONALE DE LANGUE FRANCAISE, Crans-Montana (Suisse), 6–9 septembre 2000
3. Dyett, V Michael (1991): Effects of Added Transportation Capacity on Development. In: *The effects of added transportation capacity. Conference Proceedings.*, Prepared by Gordon A. Shunk, Texas Transportation Institute, pp. 17–22.
4. Erdősi Ferenc (2000): A kommunikáció szerepe a terület- és településfejlődésben, VÁTI, Budapest, p. 356.
5. Isserman, Andrew M (1990): Research designs for quasi-experimental control group analysis in regional science. West Virginia University, Morgantown, WV.
6. Isserman, Andrew M.–Rephann, Terance–Sorenson, David J. (1989): Highways and Rural Economic Development: Results from the Quasi-Experimental Approaches. Paper presented at Seminar on Transportation Networks and Regional Development, Leningrad, U.S.S.R., May 23–26.
7. Tóth Géza (2005): Az autópályák szerepe a regionális folyamatokban. KSH Budapest, p. 128.

A KTE irodalmi díjasai 2005-ben

A KTE szaklapjaiban megjelent legmagasabb színvonalú cikkeket évenként Irodalmi Díjjal jutalmazza a KTE országos elnöksége. Az Irodalmi Díj odaítélésére a szaklapok szerkesztőbizottságai, valamint a területi és tagozati elnökök tesznek javaslatot. A beérkezett javaslatokat az irodalmi díj állandó bizottság értékeli, rangsorolja. 2005-ben a beérkezett kilenc cikk értékelése és az országos elnökség döntése alapján a következő cikkek szerzői kaptak díjat.

Fleischer Tamás: Kistérségi fejlődés, közlekedés, fenntarthatóság; Közlekedéstudományi Szemle, 2004. 7. sz. p. 242–252.

Gajári György: Az aszfalt reológiai jellemzőinek számítása dinamikus hajlítás kísérletből; Közúti és Mélyépítési Szemle, 2004. 8. sz. p. 23–31.

Somfai András: A főúthálózat és a városhálózat összhangjának megteremtése; Közúti és Mélyépítési Szemle, 2005. 4. sz. p. 24–29.

Dr. Tarnai Júlia: A városi áruszállítás fejlesztésének időszerű kérdései; Városi Közlekedés, 2005. 3. sz. p. 140–144.

Tóth Lajos: Fenntartható fejlődés, fenntartható mobilitás; Közlekedéstudományi Szemle, 2004. 12. sz. p. 442–448.

Dr. Vörös Attila – Szele András: A budapesti Szent István körút – Margit körút – Moszkva tér irányú forgalmi torlódások okai és a helyzet javításának lehetőségei; Városi Közlekedés, 2004. 6. sz. p. 336–342; 2005. 1. sz. p. 14–22.

Molnár László Aurél: Interregionális, uniós és nemzeti szempontok Kelet-Közép-Európa közúthálózatának fejlesztésében; Közúti és Mélyépítési Szemle, 2005. 4. sz. p. 14–23.

Diplomamunka pályadíjasok 2005-ben

A KTE diplomamunka pályázati bizottság 2005-ben is meghirdette a diplomamunka pályázatot az egyesület szakmai területeihez kapcsolódó felsőoktatási intézményekben. A pályázati felhívást a bizottság a KTE Hírlevelében is közzétette.

A pályázati felhívásra összesen 35 diplomamunka érkezett. A diplomamunka pályázati bizottság – az ifjúsági bizottsággal együttműködve – a pályázatokat értékelte és rangsorolta. Az országos elnökség döntése alapján a következő pályázók, illetve diplomamunkák részesültek díjazásban.

I. díj

Szöllősi Zsolt: Ferihegyi repülőtér közforgalmú közlekedési kapcsolatainak fejlesztési lehetőségei (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar)

II. díj

Bozzay Melinda: City-logisztikai megoldások hatásának vizsgálata Győr városi forgalmára (Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar)

Gyuris Krisztina: Piackutatási tevékenység a nemzetközi szállítmányozásban a Gartner Intertrans Hungária Kft.-nél (Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar)

Laufer Péter: Lakótelepi parkolási és jármű-elhelyezési problémák megoldási lehetőségei (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar)

Tarján Ferenc: Szentgotthárd vasútállomás vágyhálózatának korszerűsítésének tanulmányterve, és az állomáson létesítendő perontető terve (Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar)

Madár Csilla: A gépjárművezető oktatók érdeklődésének és értékválasztásának vizsgálata (Szent István Egyetem, Gazdaságtudományi Kar)

III. díj

Horváth András: A kombinált szállítás kosaras vasúti járműveinek fejlesztési lehetőségei (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar)

Kádár Zoltán: Alternatív energiahordozók gyakorlati felhasználása (Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar)

Lukács Linda: Békés megye Orosháza 4406 és 4408 jelű összekötő utak vasúti keresztezéssel kombinált csomópontjának tervezése (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építésmérnöki Kar)

Mesics Vivien: Az Opel Magyarország Autóipari Kft. szállítmányozási rendszere, az ezt segítő rendszerek és szoftverek bemutatása (Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar)

A pályadíjakon kívül minden pályázó egy évig díjmentesen kapja a Közlekedéstudományi Szemle c. szaklapot, továbbá egy évre szóló ingyenes KTE tag-sági igazolványt kap.

Dr. Prezenszki József

az irodalmi díj állandó bizottság vezetője és a diplomamunka pályázati bizottság alelnöke

A közforgalmú közlekedés előnyben részesítésének hatása a jelzőlámpás csomópont működésére – érzékenységi elemzés

Sensitivity Analysis of Transit Signal Priority Impacts on Operation of a Signalized Intersection
Hesham Rakha, Yihua Zhang
Journal of Transportation Engineering 2004. 6. p. 796-804, á:6, t:2, h:12.

A cikk a közforgalmú közlekedés előnyben részesítésének egy egyedi jelzőlámpás csomópont működésére gyakorolt hatását értékeli rendszerezett szimulációs vizsgálattal egy összehangolt forgalomirányítással rendelkező főútvonalon. Általánosságban a közforgalmú közlekedés előnyben részesítése előnyös a prioritást élvező közforgalmú közlekedési járművek számára. Alacsony forgalmi igény esetén a közforgalmú közlekedés előnyben részesítésének a rendszerre gyakorolt hatása elhanyagolható, azonban a forgalmi igény növekedésével együtt növekszik a rendszerre gyakorolt hátrány is. A közforgalmú közlekedés előnyben részesítésének rendszer szintű hatása egyenesen arányos a közforgalmú járművek közlekedési gyakoriságával. A közforgalmú közlekedés előnyben részesítésének hatása érzékenyen függ a jelzőlámpás csomópont forgalmi igényeinek eloszlásától. A torlódásos nagy forgalmú ágon érkező közforgalmú közlekedési jármű rendszer szintű előnyt eredményezhet, ha a keresztező irányokban nincs torlódás. Ezzel szemben a kis forgalmú ágon érkező közforgalmú közlekedési jármű jelentős rendszer szintű hátrányt képes okozni, ha a keresztező irányban torlódás alakult ki. A közforgalmú közlekedés előnyben részesítésének a rendszerre gyakorolt hatása függ attól, hogy melyik fázisban érkezik a közforgalmú közlekedési jármű, különösen akkor, ha a ciklusidőt az elsőbbségi logika vezérli. A közforgalmú közlekedés előnyben részesítésének rendszer szintű előnyeit nagymértékben meghatározza az alap jelzésidő tervek optimális volta. A szegély menti megállóban időző közforgalmú közlekedési járművek rendszer szinten jelentős mértékben befolyásolják a közforgalmú közlekedés előnyben részesítésének potenciális előnyeit.

G. A.

A portugál közúti közlekedésbiztonsági terv – a résztvevők mozgósítása biztonsági célok kitűzésével

The Portuguese Road Safety Plan: Mobilizing Road Stakeholders by Setting Safety Targets
J. L. Cardoso, A. Lemonde de Macedo, J. M. Trigoso, I. Bettencourt
Routes Roads 2004. 3. p. 5-14. á: 4, h: 4.

Az elmúlt évtizedben Portugáliában jelentősen javult a közúti közlekedésbiztonság, a mutatók azonban még elmaradnak az EU átlagától. A társadalom rendszerezett, integrált akciókat vár el, ezért a Kormány 2002-ben kidolgoztatta a Nemzeti Közúti Közlekedésbiztonsági Tervet. A 2003-ban elfogadott tervet a Nemzeti Közúti Közlekedésbiztonsági Tanács dolgozta ki, melyben az utügyi adminisztráció, a rendőrség, a kutató intézetek és társadalmi szervezetek mellett helyet kapott az önkormányzatok szövetsége is. 2000-ben 21 közúti baleseti haláleset jutott 100 ezer lakosra, ami az EU akkori átlagának kétszerese. A baleseti helyzet elemzése alapján meghatározták a terv fő célkitűzéseit. Stratégiai szinten három fejlesztési területet jelöltek meg: az úthasználók folyamatos nevelését, a biztonságos közúti környezet megteremtését, valamint a jogi háttér és az ellenőrzés biztosítását. Operatív szinten kilenc prioritás szerint csoportosították a feladatokat: biztonságosabb sebességek, fokozott gyalogos biztonság, fokozott biztonság a kétkerekű járművek használói számára, az alkoholos és drogos vezetés visszaszorítása, a fáradt vezetés megakadályozása, a biztonsági eszközök használatának emelése, a nehéz gépjárműves balesetek csökkentése, biztonságosabb közúti infrastruktúra, hatékonyabb segítségnyújtás a baleseti sérülteknek. A közútkezelők kiemelt feladata a megbocsátó út koncepció fokozatos érvényesítése. A terv megvalósítását segíti a pénzügyi és egyéb erőforrások rendelkezésre állása, a megfelelő információs támogatás, egy megfigyelő és értékelő rendszer kialakítása, a speciális képzési programok és a széles körű társadalmi részvétel biztosítása. A Nemzeti Közúti Közlekedésbiztonsági Terv fontosságát jelzi, hogy hét minisztérium államtitkáraitól álló felügyelő bizottságot hoztak létre a hatékony koordináció érdekében.

G. A.