

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

57. ÉVFOLYAM 3. SZÁM

2007. MÁRCIUS

tartalom

1 DR. GÁSPÁR LÁSZLÓ

A klímaváltozás és az útburkolatok

7 VIGH ATTILA – DR. KOLLÁR LÁSZLÓ

Egyszerűsített hídteherbírás vizsgálat túlsúlyos jármű esetén

15 VÉRTES MÁRIA

Korrózióvédő termékek Építőipari Műszaki Engedélye kiadásának tapasztalatai

18 HALÁSZ ISTVÁN

Ipari üzemek közlekedési területeinek tervezése

22 DR. KOREN CSABA – DR. TÓTH-SZABÓ ZSUZSANNA

Útszakaszok csoportosítása forgalomlefolysuk alapján klaszteranalízissel

TANÁCSADÓ TESTÜLET:

Apáthy Endre, Dr. Boromisza Tibor, Csordás Mihály

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

Hórvölgyi Lajos, Huszár János, Jaczó Győző

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

Pallay Tibor, Dr. Pallós Imre, Regős Szilveszter

Dr. Rósa Dezső, Schulek János, Schulz Margit,

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

Tombor Sándor, Dr. Tóth Ernő, Varga Csaba,

Veress Tibor

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

FELELŐS KIADÓ László Sándor (Magyar Közút Kht.)

FELELŐS SZERKESZTŐ Dr. Koren Csaba

SZERKESZTŐK Dr. Gulyás András

Rétháti András

Szőnyi Zsolt

Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

A címlapon, a borító 2. és 3. oldalán és a 28. oldalon megjelent fotók **Tiit Harjak** (az észtországi Hiiumaa sziget útügyi főmérnöke) felvételei.

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

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

1. Bevezetés

Az elmúlt időszakot a Föld éghajlatának a korábban tapasztaltaknál szélsőségesebb változékonysága jellemezte. Emellett az éghajlatnak azt a – sok jelből ítélve – tartós tendenciájú változását is regisztrálták, amelyet általában a „globális felmelegedés” elnevezéssel illetnek (Papp, 2005).

Hazánkban 2003-ban indult a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, valamint a Magyar Tudományos Akadémia közös égisze alatt a 3 éves időtartamú VAHAVA (Klíma-változás– Hatások–Válaszok) komplex kutatási program (Láng, 2005). Ennek a programnak részeként került sor a nemzetgazdaság fő közlekedési infrastruktúrájának, a közúthálózatnak, azon belül is az útburkolatnak (útpályaszerkezetnek) a klímaváltozás szempontjából történő vizsgálatára (Gáspár, 2006a).

2. A globális éghajlatváltozásról

Az elmúlt évtizedekben a tudomány és a politika egyre nagyobb figyelmet fordít a természet és a társadalom közötti kapcsolatokra. Több új irányzat jelent meg, mint például, a környezetvédelem, a fenntartható fejlődés koncepciója, valamint a globális klímaváltozás szempontrendszerei, amelyek a környezet és a társadalmi-gazdasági fejlődés viszonyával kapcsolatban számos új összefüggésre és kölcsönhatásra mutattak rá (A globális, 2006).

A világ tudósainak többsége egyetért abban, hogy megkezdődött a globális felmelegedés időszaka. A Föld átlagos felszíni hőmérséklete a XX. század folyamán $0,6 \pm 0,2$ °C értékkel emelkedett. Ezen belül 1998 volt a legmelegebb év (Scientific, 2006). Az éghajlatváltozással foglalkozó tudósok abban is megegyeznek, hogy a Földnek a tengerszint magasságában mérhető átlagos hőmérséklete az 1750-es értékről legfeljebb 2,0 °C értékkel növekedhet katasztrófális következmények nélkül. A melegedés további folyamatát ezért nemzetközileg koordinált intézkedésekkel feltétlenül le kell lassítani (TecEco, 2007). A tárgyban előrebeküldéseket nehezíti, hogy a károsanyag-kibocsátás és a klímaváltozás időpontja között hosszú idő telik el, valamint, hogy a légkörbe kerülő széndioxid csupán korlátozott ideig (50-200 évig) fejt ki hatását. Műholdfelvételek igazolják, hogy az 1960-as évek vége óta a Föld hóval borított része közel 10 %-nyival visszaszorult, ugyanakkor az északi féltekén a tavakat és a vízfolyásokat 2 héttel rövidebb ideig borítja jégtakaró. A tengerek átlagos szintje az elmúlt század folyamán 0,1-0,2 m-rel emelkedett. Az északi féltekén a XX. század második felében a nagyon intenzív – esetenként özvívyszerű – esőzések gyakorisága 2-4 %-kal megnövekedett. Az 1970-es évek óta az „El Nino”-jelenség jelentős mértékben gyakoribbá vált a Csendes-óceán trópusi és szubtrópusi körzeteiben. (Említést érdemel néhány olyan terület is, amely – a mérések eredményei szerint – az elmúlt száz évben érdemleges változást nem szenvedett: a déli félteke óceáni és antarktisi része nem melegedett, ugyanígy a tengerek jégtakarójának vastagsága változatlan marad, illetve a tornádók és a viharos napok gyakorisága sem változott).

Egyértelműen bebizonyosodott, hogy az üvegházhatású gázok légkörben tapasztalt koncentrációjának növekedése a földfelszín melegedését váltja ki, ugyanakkor az aerosol típusú szennyezés

ellentétes hatású. A légkör széndioxid-koncentrációja 1750 óta 31 %-kal növekedett. Az emberi tevékenységhez kapcsolódó CO₂-kibocsátásnak mintegy ¾-ed része a fosszilis üzemanyagok elégéséből származik. A többiért főleg az erdőirtás felelős. Az elmúlt két évtizedben a légkör CO₂-koncentrációja évenként, átlagosan, 0,4 %-kal nőtt. Az atmoszféra metán-koncentrációja 1750 óta 151 %-kal megemelkedett. (A jelenlegi CH₄-koncentrációt az elmúlt 420 000 év folyamán egyszer sem érte el az emberiség). A metán mennyiségének növekedését kiváltó tényezők között a fosszilis tüzelőanyagok használata lényeges szerepet játszik. Az elmúlt 50 év során tapasztalt, jelentős részben emberi tevékenységből származó felmelegedés következményei között van a tengerszint általánosan tapasztalt megemelkedése és a szárazföldi jégréteg vékonyodása.

A globális éghajlatváltozást már viszonylag komplex számítógépes modellekkel szimulálni tudják, azonban folynak a kutatások a modellek továbbfejlesztésére, megbízhatóbbá tételére.

Az előrebeküldések szerint az említett „káros” emberi hatás a XXI. század folyamán sem fog csökkenni. Az egyes szcenáriók csupán ennek mértékében térnek el egymástól. Így számítani lehet arra, hogy a jövőben a globális klímaváltozásból származó – egyes vonatkozásokban az embereket közvetlen érintő – negatív következmények súlyosbodnak. Ezek a tények és előrejelzések világszerte koordinált adaptációs stratégiák kialakítását teszik szükségessé. Ilyen céllal került sor a közelmúltban hazánkban a VAHAVA-projekt művelésére.

3. A VAHAVA-projekt

Az elmúlt évtizedekben öt olyan jelentős környezetpolitikai eseményre került sor, amely a hazai VAHAVA-projekt előzményének tekinthető (Láng, 2006). Ezek az ENSZ Konferencia az Emberi Környezetről (Stockholm, 1972), a Környezet és Fejlődés Világbizottsága (Brundtland Bizottság, 1984-1987), az Éghajlat-változási Kormányközi Testület, IPCC (1988 óta), az ENSZ Konferencia a Környezetről és a Fejlődésről (Rio de Janeiro, 1992) és a Kiotói Jegyzőkönyv (1997).

Hazánkban ehhez a világszerte tapasztalt folyamathoz kapcsolódik a VAHAVA-projekt tevékenysége (Láng, 2006). 2003-ban a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, valamint a Magyar Tudományos Akadémia vezetői több jelentős közös kutatási munka indításában egyeztek meg. Ezek közül az egyik a VAHAVA-projekt, amelynek vezetésére Láng István akadémikus kapott megbízást.

A 3 éves időtartamú VAHAVA projekt nem arra vállalkozott, hogy eldöntse, van-e klímaváltozás vagy sem. Ehelyett elősegíti a felkészülést olyan változás hatásainak megfelelő kezelésére, amelynek bekövetkezése nagy valószínűséggel várható, valamint a klímaváltozással összefüggő vitákat koordinálja. Olyan stratégiai jellegű javaslatok kidolgozására törekszenek, amelyek különböző időjárási variánsok esetében egyaránt eredményesek lehetnek. A projekt nem csupán a hosszú távú változásra való felkészülést tekinti célkitűzésének, hanem munkájában a rövid távon bizonyosan jelentkező időjárási események megelőzése és az okozott

¹ okl. mérnök, okl. gazd.mérnök, az MTA doktora, kutató professzor Közlekedéstudományi Intézet Kht, egyetemi tanár Széchenyi István Egyetem gasparl@freemail.hu

károk felszámolása is komoly hangsúlyt kap. Mindezek alapján a VAHAVA projekt két stratégiai célja a következő:

- a magyar társadalom felkészítése egy valószínűsíthető melegebb és szárazabb időszakra,
- olyan gyorsan reagáló technikai, pénzügyi és szervezési feltételek létrehozása, amelyek a váratlanul jelentkező, szélsőséges időjárási események káros hatásainak megelőzésére, illetve kezelésére alkalmasaknak bizonyulhatnak.

A projekt módszertani jellegzetességei közül a következők emelhetők ki:

- nagyrendszer-szintézis (a meglévő hazai és részben nemzetközi ismeretek, információk, adatok összegyűjtése és szintetizálása),
- interdiszciplináris és interszektoralis szemlélet (áttekintést ad gyakorlatilag az összes gazdasági szektorról, illetve az időjárással, az éghajlattal összefüggő társadalmi vonatkozásokról),
- széles körű partnerségi kapcsolatok kiépítése más tárcák által finanszírozott kutatási programokkal, illetve különböző szakmai és társadalmi szervezetekkel.

A VAHAVA-projekt hozzá kíván járulni ahhoz, hogy az Országgyűlés egy-két éven belül fogadjon el egy olyan dokumentumot, amely a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia címét viselheti (Tájékoztató, 2006). A projekt által vizsgált nemzetgazdasági területek legfontosabbjai a következők voltak: meteorológia, mezőgazdaság, talajtan, vadgazdálkodás, egészségügy, vízgazdálkodás, turizmus, katasztrófavédelem, építészeti, közlekedés. A következőkben a klímaváltozás közlekedési, azon belül is az úti üzemi hatásaival foglalkozom.

4. Az úti üzemi meteorológiai vonatkozásai

Európa-szerte is élenjáróan hazánkban az Úti Üzemi Kutató Intézet egyik kutatója már az 1950-es évek első felében elkezdett az úti üzemi és a közúti munkák meteorológiai vonatkozásaival foglalkozni (Gáspár id, 1953a; Gáspár id, 1953b; Gáspár id, 1955).

Az úti üzemi meteorológiai vonatkozásai közül említést érdemelnek a következők:

- az időjárási tényezőknek a közutak üzemeltetésére és viselkedésére gyakorolt jelentős hatását újabban hazánkban azzal is figyelembe veszik, hogy az elmúlt évtizedben készített autópályák nyomvonala mellett, 20-30 km-enként közúti meteorológiai állomást létesítenek, amely a legfontosabb időjárási adatokat (hőmérséklet, csapadékmennyiség, szélirány és -sebesség) az útkezelő telepére folyamatosan továbbítja,
- az útpályaszerkezetek gyors tönkremenetelét okozza, ha azok részben vagy egészben alulról jövő víz – talajvíz, belvíz vagy árvíz – alá kerülnek; ez különösen abban az esetben igaz, ha a földművet nem szemcsés talaj (pl. homok) alkotja,
- az utak pillanatnyi és hosszú távú viselkedésére a csapadék-víz is jelentős hatást gyakorolhat, ezért a közutak megfelelően működő víztelenítési rendszere (padka, árok, áteresztő, surrantó stb.) óriási jelentőségű,
- bár hazánkban a betonburkolatok nem gyakoriak, arról a tönkremeneteli formájukról indokolt említést tenni, amikor nagy melegben az egyes betontáblák hézagok menti további hőtágulására már nincsen lehetőség, és azok felgömbülnek, fokozottan balesetveszélyes helyzetet teremtenek.

A meteorológiai elemek közlekedést befolyásoló hatását már régóta megfigyelték. A régi kereskedő útvonalak azokon a helye-

ken haladtak keresztül, ahol szélsőséges időjárási helyzetek ritkán fordultak elő. Mivel akkor még nem álltak rendelkezésre a feltételek ahhoz, hogy a káros meteorológiai hatások ellen eredményesen védekezzenek, inkább megpróbálták elkerülni azokat (Rábai, 1981). A későbbiek során először úgy látszott, hogy a technika fejlődésével a közlekedés az időjárástól függetlenné válhat. Azonban hamarosan bebizonyosodott, hogy modern közlekedés nem képzelhető el meteorológiai előrejelzés nélkül, sőt – a zavartalan és biztonságos forgalom biztosítása érdekében – a közúti közlekedés és a meteorológia között egyre szorosabb kapcsolatnak kell kialakulnia.

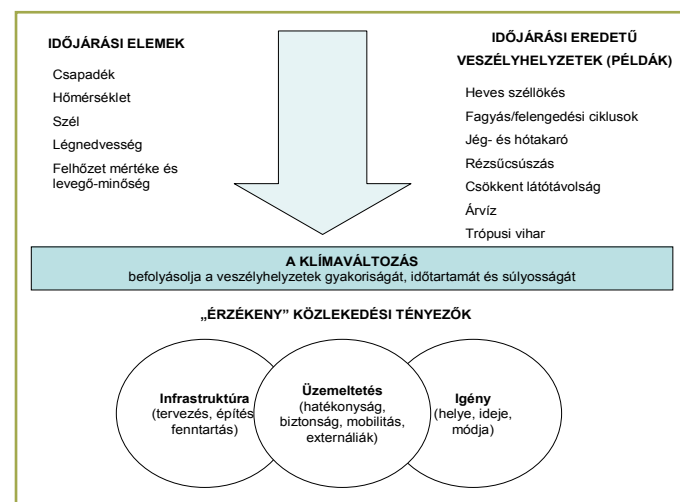
Az egyes időjárási elemek a közlekedésre:

- közvetett, illetve
- közvetlen hatást gyakorolnak.

ad.a.) Közvetett hatást fejtenek ki a meteorológiai elemek akkor, amikor nem a közlekedésre, hanem a közlekedő emberre hatnak. Megfigyelték, hogy egyes időjárási helyzetekben a közlekedési szabálysértések, valamint a balesetek száma ugrásszerűen megnő. A közlekedésmeteorológia kutatások kimutatták, hogy egy adott szinoptikus helyzet és a közlekedési szabálysértések között van korreláció, bár az előbbinek semmiképpen nem következménye az utóbbi.

ad.b.) A közvetlen hatás lehet kedvező vagy kedvezőtlen. A közutak állapotára, járhatóságára az időjárási tényezők néha olyan mértékű hatással lehetnek, hogy rövidebb-hosszabb ideig a közúti forgalmat meg is akadályozhatják. A közvetlen hatást a következő négy időjárási elem gyakorolhat: a szél, a hőmérséklet, a csapadék és a látótávolság. A veszély többszörösére növekszik, ha egyszerre több elem fejt ki kedvezőtlen hatását.

Először az időnként fellépő, erős lökésekkel kísért szél van a közlekedés biztonságára közvetlen hatással. Ekkor nehezebbé válik a gépjármű kormányzása. A váratlan és erős széllesek okozzák a legtöbb bajt. Nagy forgalmú autópályákon, ahol a forgalom biztonsága ezt megköveteli, szélszélvédőket helyeznek el azokon a helyeken (pl. bukkanóknál, zárt katlanból történő közvetlen kilépésnél), ahol ilyen széllesekkel kell számolni. A hőmérséklet általában akkor jelent veszélyt, ha a közlekedést befolyásoló más időjárási elemek is hatnak egyidejűleg. A különböző csapadékformák megjelenése, valamint a hófúvás, illetve a köd kialakulása nagy mértékben függ a hőmérséklettől. A hőmérséklet napi periodikus ingásának nagysága a nap delelőmagasságától, a levegő vízgőztartalmától, áteresztő képességétől



1. ábra Az időjárási elemek, az azok által kiváltott veszélyhelyzetek és a befolyásolt közlekedési tényezők kapcsolata

től, a felhőzet nagyságától, a felszín sajátosságaitól, a tengerszint feletti magasságától és a térszíni formától függ (Rábai, 1981). Éjszaka a hőmérséklet a felszín felé haladva általában csökken. A felszín közelében hideg légréteg alakul ki. A harmat-dér képződés következtében tetemes hőmennyiség szabadul fel. Ez a felszabadult hő többnyire érezteti hatását az éjszakai talaj menti lehűlésben. Ha az erős éjszakai kisugárzás következtében lehűlt levegő vízgőzkészlete elegendő a kicsapódáshoz, akkor ennek következtében az út síkossá válik, és ezzel balesetveszélyesen megnő a fékút. (Ez még abban az esetben is előfordulhat, ha a hőmérséklet a talaj felett 2 m-rel jóval a fagypontra felett van). A közúti közlekedés egyes elemei a klímaváltozásra érzékenyek lehetnek. Az 1. ábra azt szemlélteti, hogy a különböző időjárási tényezők milyen veszélyhelyzeteket válthatnak ki, illetve ez utóbbiak a közlekedési infrastruktúrára, annak üzemeltetésére és az azzal szemben jelentkező szükségletre (igényre) milyen vonatkozásban hatnak (Andrey, 2003).

5. A klímaváltozás útburkolatra ható elemei

A globális klímaváltozás számos eleme közül a következőknek van olyan érdemleges hatása az útburkolatokra, amelyekre hazánkban is indokolt felkészülni:

- globális felmelegedés,
- túl sok csapadék,
- túl kevés csapadék
- szélsőséges időjárás: heves esőzések,
- szélsőséges időjárás: zord téli időjárás,
- több fagyás-felengedés ciklus.

Ahogy az 1. táblázat is összefoglalja, az egyes klímaváltozási elemeknek különböző befolyása van (vagy lehet a közeljövőben), amelyekre a hazai mérnököknek megfelelő válaszokat kell adni. Így a globális felmelegedés burkolat-deformációhoz vezethet, illetve az útpálya intenzív fényvisszaverése fokozott balesetveszélyt vált ki. Az első probléma ellensúlyozására merev burkolatok tervezése (építése), illetve az aszfaltburkolatok nagy modulusú változatának elterjesztése lehet a válasz.

Amennyiben a korábbiaknál jóval több csapadékra kell számítani, akkor gyakrabban lesz nedves, így balesetveszélyesebb az útpálya, szélső esetben az utat árvíz és belvíz is fenyegetheti.

1. táblázat A klímaváltozás útburkolatra való hatása és a lehetséges reakciók

Klímaváltozás elemei	Hatás	Válasz
Globális felmelegedés	Nyáron felmelegedett burkolat (deformációveszély)	Betonburkolat
		Nagymodulusú aszfalt
	Napsugárzás hatására fény-visszaverődés a pályán (balesetveszély)	Betonburkolat
		Makroérdes felületű burkolatok
Túl sok eső	Csúszós útpálya (balesetveszély)	Világos adalékanyagú aszfaltburkolat
		Mikroérdes kőanyag a kopórétegben
	Árvíz (út lezárása, a földmű elnedvedése)	Makroérdes útpálya
		Magas töltések építése
		Teherbíró töltéstest
		Burkolt (közel vízzáró) rézsú
		Hatékony vízvezetési rendszer
		Magas töltések építése
	Belvíz (az út lezárása, a földmű elnedvedése)	Teherbíró töltéstest
		Burkolt (közel vízzáró) rézsú
Túl kevés csapadék	Földmű/rézsú összerepedezése	Hatékony vízvezetési rendszer
		Magas töltések építése
Szélsőséges időjárás (heves esőzések)	Rézsúkimosódás	Burkolt rézsú
	Padkabomlás (balesetveszély)	Speciális fűvesítésű rézsú
	Víz felhalmozódása az útpályán (balesetveszély)	Rézsúvédelem
	Vízbehatolás a pályaszerkezetbe	Burkolt padka
		Megfelelő hosszúságú tervezése
	Árkok és/vagy csőátereszek eltömődése	Megfelelő oldalesés tervezése
Nagy teljesítményű vízvezető rendszer		
Szélsőséges időjárás (zord téli időjárás)	Jeges, csúszós pálya (balesetveszély)	A vízvezető rendszer karbantartása
		Előzetes olvasztósózás
	Nagy mennyiségű hó az útpályán (a forgalom lassabbá válása vagy akár megbénulása)	Kopóréteg elektromos melegítése
		Makroérdes útpálya
		Nagy teljesítményű hőeltakarító járművek
		Hófogó erdősávok telepítése
Gyakori fagyás-felengedési ciklusok	Földmű elnedvedése (teherbírási-vesztés)	Hóvédőművek a hótorlaszok ellen
		Napelemek az aszfalt kopórétegben
Pályaszerkezet összerepedezése, kátyúsodása	Pályaszerkezet összerepedezése, kátyúsodása	Szemcsés talajból készülő, tömör földmű
		Vastag pályaszerkezet
		Nagy húzószilárdságú pályaszerkezeti anyagok építése

Célszerű válaszként szóba jöhet az érdes útpálya kialakítása, illetve magas (teherbíró) töltések építése burkolt rézsúval, és, főleg, hatékony vízvezető rendszer kialakítása. A túl kevés csapadék a földmű, valamint a rézsú összerepedezéséhez vezethet, amelynek ellensúlyozására burkolt, esetleg speciális fűvesítésű rézsú készülhet. A heves esőzések hátrányos következményei közül a rézsúkimosódás, a padkabomlás, a burkolatfelületen víz felhalmozódása, a pályaszerkezetbe víz behatolása, illetve a vízvezető rendszer hatékonyságának csökkenése (megszűnése) emelhető ki. Válaszként vízzáró padka és rézsú, gondos geometriai tervezés, korszerű aszfalttechnológia és nagy teljesítő képességű, karbantartott vízvezető rendszer létesítése ajánlható.

A nagyon zord időjárás a jeges, csúszós pálya és a forgalmat akadályozó kötőanyag miatt lehet a közúti közlekedést akadályozó körülmény. A hátrányokat enyhítheti a korszerű aszfalttechnológia és a hatékony téli üzemeltetés. Ha a fagyás-felengedés-

si ciklusok gyakorisága megnő, akkor a földmű teherbírásának csökkenésére és a télvégi-tavaszi burkolatkároknak a súlyosbodására lehet számítani. A problémára szemcsés talajból készült, tömör földmű, illetve nagy húzószilárdságú anyagokból épült vastag pályaszerkezet jelenthet megoldást. A következőkben az 1. táblázatban szereplő tárgykörök közül egyesekkel foglalkozom röviden.

6. Pályaszerkezet-típus választása és az éghajlat

Az 1900-as évek eleje óta világszerte két útburkolattípus terjed: az aszfalt- és a betonburkolat. A hazai gyakorlatban is az úttervezők döntés elé kerülnek, hogy adott kiindulási feltételek mellett az aszfalt- vagy a betonburkolatot – illetve a hajlékony, a merev vagy a félig merev pályaszerkezetet – részesítsék-e előnyben. Ennek során nyilvánvalóan nagyon sok szempontot kell figyelembe venniük, de azok közül a környezeti tényezők, benne az éghajlati szempontok egyáltalán nem elhanyagolhatók. Magyarországon 1976-ban szakminisztériumi döntés született arról, hogy autópályáink aszfaltburkolattal készülnek. (Az addig épített M7-es autópálya betonburkolattal épült.) Ennek következtében a kisebb forgalmú utak betonburkolattal történő készítése is abbamaradt, mindenhol valamilyen típusú aszfaltburkolat készítésére került sor (Liptay, 2000).

2000 körül aztán nyilvánvalóvá vált, hogy a különösen nagy tengelyterhelésű gépjármű-forgalom tartós elviselésére a leginkább deformációnak ellenálló aszfaltburkolat-típusok sem alkalmasak. Az M0-s autópálynak az M1-es autópálya és az M5-ös autópálya közötti szakaszán a kopóréteget ismételtelen fel kellett újítani, mert azon újra meg újra balesetveszélyes mélységű keréknyomvályúk keletkeztek. (A nyári melegben a viszonylag lassan haladó, gyakori fékezésre kényszerített nehéz tehergépkocsik és kamionok intenzív forgalmát a burkolat nem volt képes deformáció nélkül levezetni). Mivel nemcsak a felújítás tetemes költsége, hanem az állapotjavító beavatkozással együtt járó kényeszerű forgalomzavarás is komoly sajtó-visszhangot kapott, a szakminisztérium döntött abban a tekintetben, hogy a legnagyobb forgalmú újabb autópálya-szakaszokon (így az M0-s körülről autópályaként történő továbbépítésekor is) betonburkolat mellett teszi le a voksát. Több kísérleti szakasz után (Gáspár, 2005) 2005-ben az M0-s autópályának az M5-ös autópálya és a 4. út közötti szakasza már hézagolt betonburkolattal készült, valamint az M3-as autópálya irányában épülő újabb szakasznak is merev a pályaszerkezete. Ebben a döntésben a hazai klimatikus viszonyoknak egyértelmű szerepük van.

7. Aszfaltburkolatok tervezése

A következőkben az aszfaltburkolatok romlástípusait és összetétel (receptúra) tervezésének egyes kérdéseit tekintem át, a klimatikus hatások figyelembevételével.

Az utak burkolatát (illetve egész pályaszerkezetét) elsősorban arra méretezik, hogy a tervezett élettartam alatt várható forgalmi terhelésnek tönkremenetel nélkül ellen tudjon állni. Ennek során az egyes járművek tengelyterhelését, fékező- és gyorsító erejét, dinamikus hatását egyaránt igyekeznek minél inkább reálisan figyelembe venni. Nyilvánvaló ugyanakkor, hogy a környezeti terhelésnek az útburkolatok teljesítményére (performance) gyakorolt befolyása sem elhanyagolható. Ezek mindegyike közvetlen vagy közvetett módon az időjárás hatásokkal függ össze. A szélsőségesen magas és alacsony hőmérséklet, a napsugárzás, a csapadék bármilyen formája, a fagyás-felengedési ciklusok, a szél, a köd egyaránt hozzájárul(hat) az útburkolatok leromlásának meggyorsulásához. Az útburkolat drasztikus tönkremenete-

léhez vezet, ha a földmű, sőt akár a pályaszerkezet tartósan víz alá kerül. Nagyon magas talajvízszint, az út menti belvív és az útkoronát esetenként „meghágó” árvíz mind olyan hidrológiai jelenség, amely klimatikus okokra vezethető vissza. Ezért nem tekinthetők igazán reálisoknak az olyan próbapályákon kapott burkolatleromlási információk, amelyekben valamilyen ismert terhelésű nehéz járműkerék folyamatos járatásával 1-2 hónap alatt hoznak létre akkora forgalmi igénybevételt, amely az úton üzemi körülmények között csak évtizedek alatt haladna át. Meglehetősen más a valóságos üzemi körülmények igénybevétele, amikor a járművek terheléséhez az egyes váltakozó évszakok időjárás hatásai is hozzájárulnak, meggyorsítva az útpályaszerkezet leromlását. Az új aszfaltburkolatú pályaszerkezet, közvetlenül elkészülte után – ideális esetben – tökéletesen jó állapotú. Majd pedig a már említett forgalmi és környezeti igénybevételek hatására fokozatos állapotromlás tapasztalható. (Ezt a kedvezőtlen folyamatot az időben végzett, szakszerű fenntartás lassíthatja). Az egyes burkolathiba-típusok fokozatos megjelenése gyakorlatilag elkerülhetetlen, legfeljebb arról van szó, hogy idő előtti jelentkezésüket kell kedvezőtlen és elkerülendő eseménynek tartani. Az aszfaltrétegek egyik jellegzetes leromlási lánc, amikor a burkolatfelületről a zúzalékszemek kezdenek kiperegni, majd nagyobb felületen hámlás tapasztalható, ezzel párhuzamosan különböző irányokban (hossz-, kereszt- vagy ferde irányban) hajszálrepedések jelentkeznek az útpályán. A későbbiek során – mechanikai és időjárás hatásokra – a repedések egyre hosszabbak és szélesebbek lesznek, lokális kátyúk alakulnak ki. Ez a folyamat aztán odavezet, hogy a sűrűn összeroppedezett, megsüllyedt és/vagy erősen kátyús burkolatfelületen nemcsak kényelmetlenné, hanem fokozatosan egyre inkább balesetveszélyessé válik a közlekedés. Ilyenkor feltétlenül szükség van valamilyen típusú beavatkozásra. Ez a romlási lánc jellegzetesen olyankor alakul ki, amikor az aszfaltrétegben a szükségesnél kevesebb a bitumen, így a kötőanyag, illetve a bitumenes habarcs nem tudja eléggé hatásosan és tartósan összeragasztani az ásványi anyag szemcséit, hogy azok folytonos aszfaltréteget alkossanak.

Az aszfaltburkolatok másik jellegzetes tönkremeneteli lánc rendszerint azzal kezdődik, hogy a burkolat felületén egyre több helyen jelennek meg bitumenes habarcs foltok. Ezt az „izzadás”-nak is nevezett jelenséget az okozza, hogy a keverékben levő többletbitument – a hozzájuk kötött finom szemcsékkel együtt – a forgalom szivattyúzó hatása a felszínre kinyomja. Már ezek a bitumenes foltok is balesetveszélyt okoznak, különösen nedves felületen. A burkolat romlásának következő szakasza, amikor az útpálya – nyári melegben – kezd deformálódni, részben hosszirányú hullámok jelentkeznek, részben pedig – és ez a gyakoribb a hazai utakon – keréknyomvályúk alakulnak ki. Ez utóbbiak mélysége aztán fokozatosan olyan méreteket ölt, amely – különösen nagyobb eső után – az úton való közlekedést balesetveszélyessé teszi; így a valamilyen technológiával történő felújítás elengedhetetlenné válik.

Az aszfaltburkolatok mindkét jellegzetes leromlás-fajtája tehát az időjárás jelenségekkel közvetlenül kapcsolatban van. A repedés-kátyúsodás – a hó, a fagy és a jég hatására – a téli-tavaszi időszakban kezdődik, illetve erősödik fel. A burkolat deformációjára pedig a nyári melegben, intenzív napsütés hatására kerül sor. Ilyenkor érvényesül a nagy tengelyterhelésű burkolatok gyúró hatása. A kialakult nyomvályú pedig akkor válik igazán balesetveszélyessé, amikor az abban felgyűlt csapadékvíz a nagy sebességgel haladó gépjármű „felúszik”, és az aquaplaning (vizencsúszás) jelensége alakul ki; a gépkocsi ilyenkor gyakorlati-

lag irányíthatatlanná válik. Nyilvánvaló tehát, hogy ha a klímaváltozás hatására az időjárási jelenségek bármelyik irányba tendenciózan elmozdulnak, az a burkolatok leromlási folyamatára, élettartamára közvetlen hatást gyakorol.

Az aszfaltburkolatok összetételének (receptúrájának) megtervezése soktényezős, bonyolult folyamat. Az ennek során jelentkező fontos kérdések közül az egyik, hogy milyen kötőanyag-típust válasszanak. A legáltalánosabban alkalmazott útépitési bitumen keményebb szortéja viszonylag magas hőmérsékleten lágyul csupán meg, ezzel azonban együtt jár, hogy a léghőmérséklet süllyedésével az anyag hamar túl merevvé, törékennyé válik. Ennek pedig azon aszfaltrétegeknek a téli repedezése a következménye, amelynek kötőanyaga ilyen jellemzőkkel rendelkezik. A másik véglet a nagyon lágy bitumentípus választása, amely – értelemszerűen – jól bírja az alacsony hőmérsékletet, míg a nyári melegben hamar lággyá válik. Adott esetben az aszfaltburkolatban felhasználandó bitumenfajtát annak alapján kell kiválasztani, hogy a burkolat élettartama alatt várhatólag mennyi ideig – és mekkora forgalmi igénybevétellel párosulva – milyen hőmérsékleti hatásoknak lesz kitéve. A hazánkhoz hasonló szárazföldi éghajlatú országokban az a nehézség jelentkezik, hogy az aszfaltburkolatnak a téli (-20 °C körüli vagy akár az alatti) és a nyári (+50 °C-ot is meghaladó) burkolathőmérsékletet is ki kell idő előtti romlás nélkül bírnia. Ennél a tervezésnél még két további fontos körülményt tekintetbe kell venni:

- a hideg periódusokban (télen vagy éjszaka) általában jóval kevesebb jármű veszi igénybe az utakat, mint nyári melegben,
- a kopóréteg a levegő oxigénjének a hatására az évek során oxidálódik, azaz keményebbé válik (ez a folyamat különösen a nagy szabad hézagtartalmú aszfaltrétegekben gyors).

A globális felmelegedésnek az aszfaltburkolatok optimális összetételére gyakorolt egyik hatása – tendenciózan – az lehet, hogy a tervezők inkább a keményebb bitumenfajták alkalmazása irányába mozdulnak el.

Az aszfaltreceptúra tervezésekor a választott bitumenes kötőanyag mennyisége tekintetében is döntést kell hozni. A maradék szabad hézagtartalom mértéke befolyásolja az aszfaltréteg hajlékonyságát (merevségét), fáradási jellemzőit és – kopóréteg esetében – felületi érdességét. A bitumentartalom optimalizálásakor is nagy jelentősége van az éghajlati tényezőknek, hiszen az erősen csapadékos és fagyhatásnak kitett vidékeken épülő aszfaltburkolatok nyitott felülete komoly kockázattal jár, hiszen rövid idő alatt kifagyhat.

Szélsőséges időjárási és/vagy különlegesen nagy forgalmi igénybevételek esetében előtérbe kerül a drágább, de jobb teljesítményű modifikált bitumenek alkalmazása. Ezek szélesebb „hőtávolsággal” rendelkeznek, azaz meleg és hideg viselkedésük is kedvező.

8. A téli útüzemeltetés

Az útkezelőnek egyik elsőrendű kötelezettsége, hogy a negatív időjárási hatásoknak az úthasználókra gyakorolt következményeit lehetőleg megelőzze, ha pedig azok nem bizonyultak elkerülhetőknél, akkor azok hatását megszüntesse vagy legalább is mérsékelje. A magyar éghajlati viszonyok között legjellegzetesebb ilyen esemény a téli havas-jeges időjárás. Ebben az időszakban is gondoskodni kell arról, hogy az úthasználók ne találkozzanak balesetveszélyesen síkos útszakaszokkal, illetve azzal a fizikai akadállyal, amit a jármű vastag hórétegben történő haladása jelent.

A hazánkban is hosszabb távon tapasztalható globális felmelegedés egyik következménye lehet, hogy tendenciájában a téli útfenntartási igények csökkenésével lehet számolni. Bár a szélsőséges időjárás gyakoribbá válása esetenként ellenkező hatást is válthat ki.

9. Összefoglaló megjegyzések

A világszerte – így hazánkban is – tapasztalható klímaváltozás legfontosabb elemei a „globális felmelegedés”-ként emlegetett jelenség, valamint a hirtelen időjárás-változás, amely gyakran szélsőséges helyzeteket (pl. árvíz, aszály) hoz létre. Ez a klímaváltozás a közúti közlekedésre, azon belül is kiemelten az útburkolatokra sokféle hatást gyakorol(hat). Ezek közül a következők a legfontosabbak (Gáspár, 2006b).

- a.) A közúti közlekedésre, így az útburkolatok jellemzőire is az időjárás közvetlen hatást gyakorol. Ebből következik, hogy a klímaváltozásnak is lényeges lehet az ez irányú befolyása.
- b.) Az útpályaszerkezetek alatti földmű (akár töltés, akár pedig bevágás formájában) elveszti teherbírását, ha víztartalma ugrásszerűen megnövekszik. Az árvíz, illetve belvíz ilyen hatású lehet, amelyeknek bekövetkezését a klímaváltozást jellemző gyakori szélsőséges időjárás a korábbiaknál valószínűbbé teszi.
- c.) Az aszfaltburkolat viselkedését nagy mértékben befolyásolja a hőmérséklet. Ezért már a receptúra-tervezéskor is figyelembe kell venni nem csupán az előrebecsült forgalmi terhelést, hanem a várható időjárási viszonyokat is. Az aszfaltkeverék tervezésekor az üzemeltetési időszak alatti hideg- és melegviselkedés megfelelőségét kell megfelelő vizsgálatok eredményeinek értékelésével ellenőrizni. A vizsgált klímaváltozás globális felmelegedéssel is jár, előtérbe kerül a korábban alkalmazottnál keményebb bitumentípusoknak kötőanyagként történő használata, az eddigieknél nagyobb szabad hézagtartalomnak a választása, hogy a nagy melegben az útpálya balesetveszélyes elsíkossá váljon elkerülhető lehessen.
- d.) A téli útüzemeltetés fő feladata a jéggel (síkösséggel) és a hóval szembeni küzdelmet jelenti. Arra törekszenek, hogy a kedvezőtlen téli időjárási viszonyok minél kisebb mértékig befolyásolják az úton közlekedők biztonságát és kényelmét. A klímaváltozás globális felmelegedéssel kapcsolatos eleme előnyös ebből a szempontból. Az útkezelő ritkábban kerül szembe zord téli viszonyokkal. Az utóbbi időben tapasztalt klímaváltozás ugyanakkor a szélsőséges éghajlati elemek megjelenésének gyakoribbá válásával jár, így erős hóviharakkal is sok esetben számolni kell; ezek pedig az útkezelők számára komoly kihívást jelentenek.
- e.) A kis forgalmú és viszonylag vékony pályaszerkezetű utak jelentős tönkremeneteli formája a tavaszi olvadási kár. Olyan időszakokban tapasztalható, amikor a földmű teherbírása – a gyakori fagyás-felengedési periódusok következtében – lecsökken, ez pedig a pályaszerkezet összeropadásához vezet(het). A klímaváltozás egyik fontos ismérve, hogy az évszakok változása – így a télről tavaszra történő átmenet is – a korábbiaknál gyorsabban következik be, ebből következőleg aztán a fagyás-felengedési periódusok száma is csökken, visszaszorítva az utakon a tavaszi olvadási kár jelenségét.
- f.) Az útpályaszerkezetek jellegzetes – merev, hajlékony és félig merev – típusai közül történő választást az éghajlat, illetve ebben az esetben a klímaváltozás komoly mértékben befolyásolja. Már az általános felmelegedés is, de főleg a szélsőséges éghajlati jelenségek az aszfaltburkolatú – hajlékony vagy félig merev típusú – pályaszerkezetek alkalmazását a korábbiaknál

kockázatosabbá teszik. Nagyobb teret célszerű hazánkban is engedni az évtizedek óta teljes mértékben háttérbe szorított betonburkolatok alkalmazásának, főleg a nagy forgalmi terhelésű utakon, pl. autópályákon.

g.) Összefoglalva, a klímaváltozás az útépipítőket és -technológusokat újabb, több irányú kihívás elé állítja. Célszerű erre minél alaposabban, tudományos háttér alkalmazásával felkészülniük.

Irodalom

A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (2006). KvVM-MTA „VAHAVA” projekt összefoglalása. A magyarországi klímapolitika alapjai, Budapest. 66 p.

A nemzeti éghajlatváltozási stratégia koncepciójának alapjai (2006). Nyilvános vitára összeállított összefoglaló, a VAHAVA-projekt anyagai alapján. 38 p.

Andrey, J. – B. Mills (2003): Climate change and the Canadian transportation system: Vulnerabilities and adaptations, chapter 9 in J. Andrey and C.K. Knapper (eds) Weather and Road Transportation, Department of Geography Publication Series, Monograph 55. University of Waterloo, Waterloo, Canada.

Gáspár L. id. (1953a): Az útügy meteorológiai vonatkozásairól. Mélyépítési Szemle 2 (10), pp. 502-511.

Gáspár L. id. (1953b): Az útügy meteorológiai vonatkozásai. Mélyépítéstudományi Szemle 2 (11-12), pp. 565-569.

Gáspár L. id. (1955): A közúti munkák egyes meteorológiai vonatkozásai. Mérnöki Továbbképző Intézet 3276. számú előadásorozat, Budapest, 82 p.

Gáspár L. (2004): Pavement condition before and after rehabilitation. The International Journal of Pavement Engineering & Asphalt Technology, 5(1) pp. 15-28.

Gáspár, L. – K. Karsai (2005): Cement concrete pavements in the Hungarian road policy. 8th International Conference of Cement Concrete Pavements. Colorado Springs, Col. (USA), Proceedings Vol. 1. pp. 39-60.

Gáspár L. (2006a): A klímaváltozás útburkolatokra gyakorolt hatása. „AGRO-21” Füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. 47. szám, pp. 31-39.

Gáspár L. (2006b): Az útburkolatok és a klímaváltozás (Panel-beszélgetés a VAHAVA-projekt zárókonferenciáján). „AGRO-21” Füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. 48. szám, pp. 49-52.

Láng I. (2005): Éghajlat és időjárás: változás-hatás-válaszadás. „AGRO-21” Füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. 43. szám, pp. 3-10.

Láng I. (2006): A klímaváltozásra való felkészülés hazai feladatai. „AGRO-21” Füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok 48. szám pp. 7-9.

Liptay A. – Karsainé, L.K. (2000): A betonburkolatú pályaszerkezetek alkalmazási lehetőségei Magyarországon. Közúti és Mélyépítési Szemle 50(9), pp. 301-308.

Papp Z. (2005): A klímaváltozás mérnöki aspektusai (I). Mérnök Újság 10 (10), pp. 12-14.

Rábai A (1981): Meteorológiai alapismeretek, előrejelzések felhasználása a téli útüzemeltetésben. Téli útüzemeltetés. Útmutató és segédlet a téli útüzemeltetési és forgalombiztosítási feladatok előkészítéséhez és végrehajtásához. KPM Közúti Főosztály, pp. 13-35.

Scientific Facts on Climate Change and Global Warming (2006). http://www.greenfacts.org/studies/climate_change

Tájékoztató a KvVM-MTA „VAHAVA” projekt végrehajtásáról és eredményeiről (2006). A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium és Magyar Tudományos Akadémia. 22 p.

TecEco Pty. Ltd. Sustainable Technologies (2007). http://www.tececo.com/sustainability.climate_change.php.

Summary

The mainly anthropogenic global climate change influences, among others, road traffic and its infrastructure. The author gives an overview of the major climate change elements affecting road pavements and outlines the possible responses to them. The Hungarian experiences are presented together with some foreign results.

Új utakon

Megjelent a Magyar Útügyi Társaság új kiadványa

Magyarországon újra betonutak épülnek. A régebben megszokott, de közben feledésbe merült anyag és technológia az új évszázad színvonalán ismét megjelent.

A nehézforgalom hatalmas arányú növekedése, párosulva a nyári hőmérsékleti csúcsok sorozatos ismétlődésével és erősödésével kikényszeríti a technológiaváltást. A forgalmi terhelésnek megfelelő minőségű és összetételű pályaszerkezetet kell mindenütt építeni. Fontos szempont, hogy a megfelelő színvonal fenntartásának minél alacsonyabb legyen a költsége, és a javítási munka a lehető legkevesbé zavarják a forgalmat. E célok eléréséhez a forgalmi terheléshez igazított nagyobb teljesítményű merev beton, illetve különleges anyagokból készülő, a termikus feszültségeknek ellenálló félmerev aszfalt pályaszerkezetek alkalmasak.

A budapesti útgyűri keleti szakaszára elvégzett gazdasági számítások a betonburkolatok előnyét mutatták ki, a különféle változatok életciklus-költségeinek összehasonlítása alapján. Összegezték az építés utáni 35 éves időszakra a teljes építési, fenntartási és úthasználoi költségek diszkontált értékeit. Az élettartam alatti költségek arányai: 0,75 (hézagában vasalt), 0,88 (kompozit), 1,00 (hagyományos félmerev útpályaszerkezet). A számítás alapján választották és építették meg a hézagában vasalt betonburkolatot.

A Magyar Útügyi Társaság már öt éve megkezdte a betonburkolatokra vonatkozó műszaki szabályozás korszerűsítését. Az európai és a magyar szabványok és a részleteket megadó útügyi műszaki előírások együtt ma már megnyugtató szabályozási környezetet nyújtanak – az új betonutak tehát tartósak, kényelmesek és gazdaságosak lehetnek.

A társaság rendszeres programja, az Útépipítési Akadémia keretében részletes tájékoztatást és bemutatót szervezett a 2006 tavaszán elkészült betonburkolatú autópálya-szakasz használatba vételéről. Bebizonyosodott, hogy az új technológiai eljárások teljes folyamatának korszerűsítéséhez széles körű szakmai együttműködés szükséges, elengedhetetlen az útépipítési piac szereplői között az alapanyagoktól a késztermékig, a tervezési eljárás alkalmassá tételétől a korszerű minőségbiztosításig terjedő közös gondolkodás, a gazdasági szereplők mellett a civil szféra – az útügyi társaság, a cementipari szövetség, a betonipar más képviselői – hozzájárulása.

A nagy és nehéz forgalom igényeit csak rendkívül teherbíró, hosszú élettartamú útburkolatokkal lehet kielégíteni. Az útépipítés két ismert alaptermékje az aszfalt- és a betonútépipítés, a gyakorlat mindkettőt együtt alkalmazza. A cementes kötésű betonanyagoknak ezért mindenütt nagy jelentősége van, a betonburkolatú pályaszerkezetek kiemelt fontossággal bírnak. A közérthető, lényegre törekvő, gazdagon illusztrált kiadvány arra törekszik, hogy bemutassa a betonutak építésének indokait, előnyeit, hátrányait, a műszaki szabályozás helyzetét és a készülő betonutak jellemzőit.

További információ: office@maut.hu

(Szabó József)

1. BEVEZETÉS

A túlsúlyos és túlméretes járművek kizárólag útvonalengedély birtokában használhatják a közúthálózatot. Az optimális útvonal kijelöléséhez egy optimalizáló eljárás kifejlesztése szükséges (Osegueda 1999; Adams 2002), amely magába foglalja a hidak teherbírás-vizsgálatát is. Jelen cikkünkben kizárólag a hídteherbírás vizsgálattal foglalkozunk.

Hídjainkat a szabványban rögzített módon és elvek szerint tervezik a szabályzati terhek, a biztonsági és dinamikus tényezők figyelembevételével.

Egy híd teherbírásának ellenőrzésére alapvetően két módszer kínálkozik: az egyik lehetőség, hogy a hidat részletes statikai számítással ellenőrizzük az engedélyköteles járműteherre, a másik, hogy feltesszük a híd képes viselni a szabályzati járműteherből keletkező igénybevételeket, és részletes ellenőrzés helyett a szabályzati és a különleges járműteher hatására keletkező igénybevételeket hasonlítjuk össze (Szécsi 1990). Mindkét módszer időigényes és meglehetősen sok hídadat ismeretét feltételezi. Sok esetben egy egyszerűbb és gyorsabb, kézi számítással is könnyen elvégezhető vizsgálatot hajtanak végre, amely a járműterhek tengelytávjainak és terheinek összehasonlításán alapul. Az egyik legismertebb ilyen módszer a „federal bridge formula” (Bridge Formula Weight 1994), amit számos szerző pontosított az elmúlt évek során (James 1986; Chou 1999; Kurt 2000), de azt is megállapították, hogy bizonyos esetekre a módszer erősen a biztonság kárára közelít.

A alábbiakban egy olyan új módszer kerül bemutatásra, amely egyszerű, kevés adatot igényel és elegendően pontos, így általánosan – pl. Magyarország hídjaira is – alkalmazható. A módszer alap gondolatát, gerenda hidakra, korábban már publikáltuk (Kollár 2001). A vizsgálatokat kiterjesztettük ívhidakra (Vigh és Kollár 2006), jelen cikkben megvizsgáljuk a kerethidak és boltozatok esetét is.

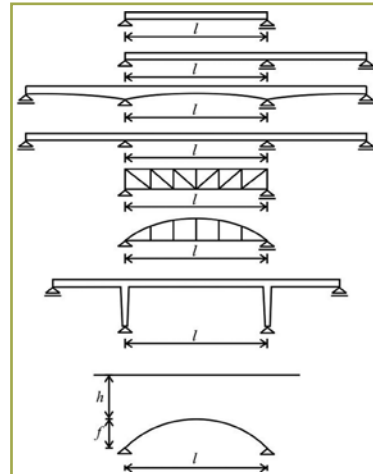
2. FELADAT MEGFOGLALMAZÁSA

Tekintsünk egy a közúthálózat részét képező hidat, amelynek statikai váza lehet kéttámaszú vagy töbttámaszú gerendahíd, rácsos tartó, ív- vagy kerethíd illetve boltozat (1. ábra). A hidat a szabványban előírt járműteherre tervezik (pl. 2a ábra), a továbbiakban ezt a járművet szabályzati járműtehernek nevezzük, és SZJ-vel jelöljük. Ezen a hídon halad át egy olyan engedélyköteles különleges járműteher, továbbiakban KJ, amelynek tengelytávjait és tengelyterheit szintén ismerjük. A 2. ábrán láthatunk szabályzati és engedélyköteles járműterheket. Határozzuk meg a híd biztonsági tényezőjét, amit az alábbi módon definiálunk:

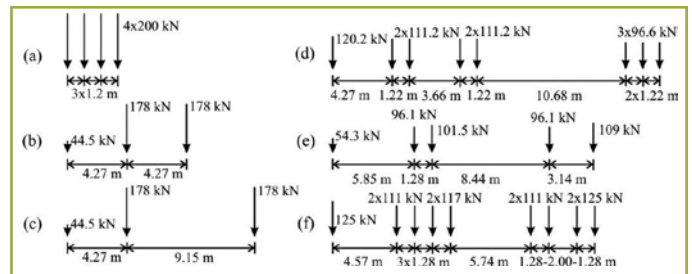
$$n = \min\left(\frac{E^{SZJ}}{E^{KJ}}\right) \quad (1)$$

ahol E jelöli az igénybevételeket, például a nyomatékot, nyíróerőt, normálerőt vagy reakcióerőt, amely – a felső index szerint – az SZJ-ből vagy a KJ-ből keletkezik. Az összes igénybevétel-hányadosát előállítjuk, ezek közül a legkisebb adja meg a híd biztonságát, amit n -nel jelölünk. A cikkben n meghatározására fogunk módszert adni.

Abban az esetben, ha n nagyobb 1-nél, a KJ áthaladhat a hídon.



1. ábra – Hídszerkezetek



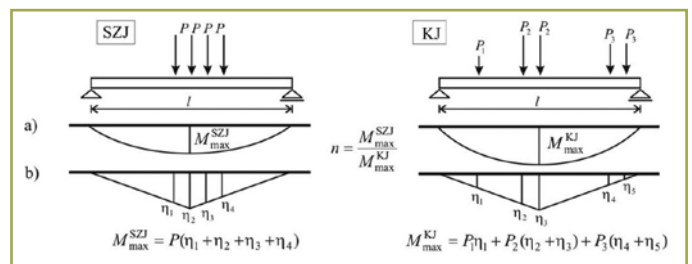
2. ábra – Szabályzati járművek (a,b,c) és engedélyköteles járművek (d,e,f)

Jelen cikkünkben – az egyszerűség kedvéért – a megoszló terhek hatásával sem foglalkozunk, de megjegyezzük, hogy ha a KJ-vel egyidejű járműforgalmat megtilthatjuk, ami jelentősen növeli annak esélyét, hogy a jármű a hídon áthaladhat. Ennek részleteit (Vigh és Kollár, 2007)-ben tárgyaljuk.

3. MÓDSZER ISMERTETÉSE

Tekintsük példaként a 3. ábrán látható kéttámaszú gerendahidat. A SZJ és a KJ teherből előállítjuk a maximál nyomatékábrát (3a ábra), majd a két legnagyobb nyomaték hányadosát képezzük, így kapjuk a híd biztonsági tényezőjét:

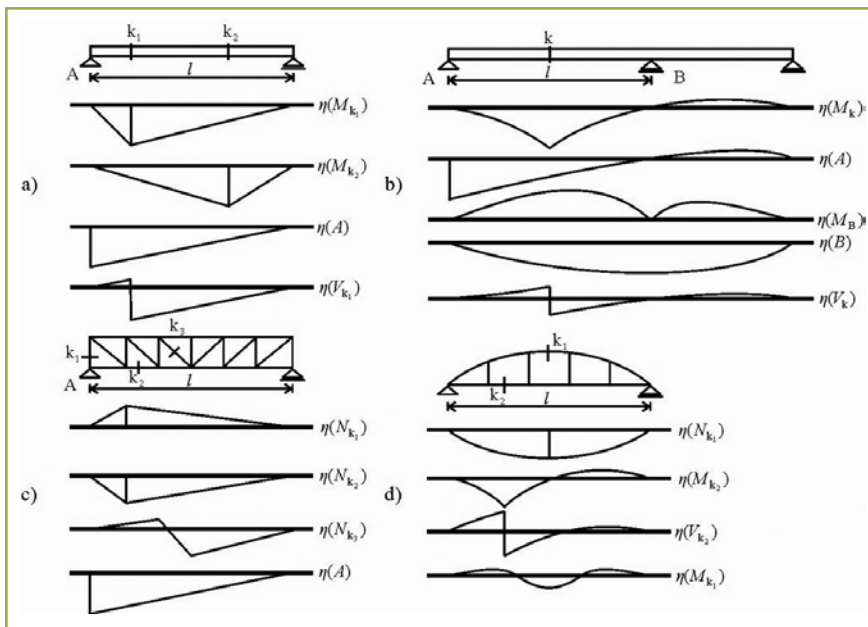
$$n = \frac{M^{SZJ}_{\max}}{M^{KJ}_{\max}}$$



3. ábra – Egy kéttámaszú gerendahíd nyomatéki burkoló ábrája SZJ-vel és KJ-vel leterhelve (a). A középső keresztmetszet maximális nyomatékának számítása hatásábrák segítségével (b)

¹ Okl. építőmérnök, egyetemi tanársegéd, BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, attilavigh@yahoo.co.uk

² Okl. építőmérnök, egyetemi tanár, BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, az MTA levelező tagja, lkollar@eik.bme.hu



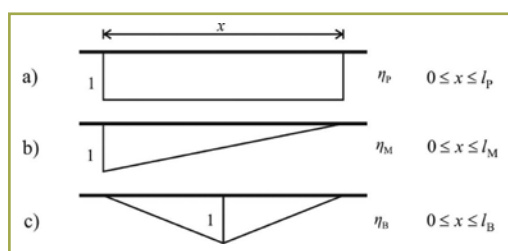
4. ábra – Különböző hídtypusok tipikus hatásábrái. $\eta_{M'}$, η_A (vagy η_B), η_V és η_N rövidítések a nyomatéki, reakcióerő, nyíróerő és normálerő hatásábrákra utal.

Az igénybevételeket hatásábrák segítségével is meghatározhatjuk. A 3b ábrán a (mértékadó), középső keresztmetszet nyomatéki hatásábrája látható. Az igénybevételeket maximálábrák és hatásábrák segítségével egyaránt meghatározhatjuk, természetesen ugyanazt az eredményt kapjuk, ahogy ezt a 3. ábra példája is mutatja. Tetszőleges igénybevétel (M , N , V) és reakcióerő is meghatározható hatásábrákkal. Néhány hídtypus jellemző hatásábráit mutatja a 4. ábra.

Megfigyelhetjük, hogy a hatásábrák alakja hasonlóságot mutat. Ez adta a módszer ötletét: a tényleges hatásábrák helyett alkalmazunk „tipikus” (fiktív) hatásábrákat.

Fel kell hívunk a figyelmet arra, hogy kizárólag a hatásábrák alakja lényeges, az ordinátáik értéke nem, hiszen mindig két érték hányadosát számítjuk ki (η), a tényleges ordináta érték ismerete így nem szükséges.

A biztonsági tényező meghatározásának céljára három fiktív hatásábrák alkalmazását javasoljuk, amelyeket η_p , η_M és η_B -vel jelölünk és az 5. ábrán láthatunk.

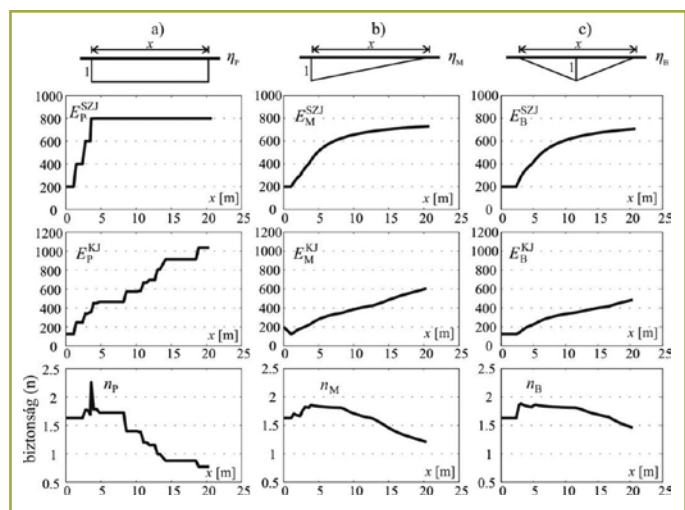


5. ábra – A javasolt fiktív hatásábrák

A hatásábrák hossza 0-tól egy maximális értékig terjed, például kéttámaszú gerendahidak esetén a támaszköz hosszaiig, tehát $0 \leq x \leq l$. Az előbb említett maximális értékeket a Numerikus vizsgálatok pontban, részletesen, hídtypusonként ismertetjük. Egy kéttámaszú gerendahíd esetén η_M hatásábrák alakja megegyezik ugyanezen tartó, bal támaszának reakcióerő hatásábrájával, η_B hatásábrák pedig a középső keresztmetszet nyomatéki hatásábrájával azonos, ha a hatásábrák hossza egyenlő a támaszköz hosszával. Többtámaszú gerendahidak esetén a tényleges hatásábrák ívesek, ezért az 5. ábrán bemutatott fiktív hatásábrák nem pontosan egyeznek meg ezekkel.

A fiktív hatásábrák módszerének használatát a 6. ábra mutatja be. A középső felső grafikon pl. a η_M hatásábrák mértékadó leterhelését mutatja a hatásábrák hosszának függvényében,

A hatásábrák maximális ordinátája egységnyi (a tényleges értéklényegtelen, ahogy azt az előző bekezdésben ismertetjük). A



6. ábra – A három fiktív hatásábrák leterhelése SZJ-vel (2a ábra), valamint KJ-vel (2f ábra). Az eredményeket a hatásábrák hosszának függvényében ábrázoltuk.

ha SZJ-vel terheljük le. Kéttámaszú gerendahidakra, ez a bal támasz maximális reakcióit szolgáltatja (A^{KJ}). A^{KJ} hasonlóképpen számítható. A biztonsági tényező a középső alsó ábrán látható és az alábbi módon számítható:

$$\eta_M = \frac{E_M^{SZJ}}{E_M^{KJ}} = \frac{A^{SZJ}}{A^{KJ}} \quad (2)$$

Az ábrán jól látható, hogy a híd teljes hosszán az SZJ-ből származó reakciók nagyobbak, mint a KJ-ből származó reakciók, tehát a biztonsági tényező értéke végig egy felett van.

A jobb oszlop az η_B , míg a baloldali oszlop a η_p hatására leterhelését mutatja, először SZJ-vel, majd KJ-vel. Az alsó sor pedig a biztonsági tényező értékét mutatja, szintén a hossz függvényében.

4. ÖSSZEHASONLÍTÁS AZ IRODALOMBAN TALÁLHATÓ MÓDSZEREKKEL

A három fiktív hatásábrák alkalmazásának az igénybevételek pontos meghatározásával szemben számos előnye van. A legfontosabb, hogy kevés bemenő adatra van szükség: mind-össze a járműterhek tengelytáv és tengelyterheire, valamint a híd támaszközére. A módszer másik lényeges előnye, hogy a számítás gyors, (bár számítógépes háttértámogatás szükséges hozzá).

Emlékeztetni kívánunk arra, hogy a tengelytávok és tengelyterhek összehasonlításán alapuló módszert a fenti előnyök szintén jellemzik, így felmerül a kérdés: miért szükséges egy új módszer kidolgozása? A fiktív hatásábrák módszere pontosabb és megbízhatóbb, mint a tengelytávok és terhek összehasonlításán alapuló eljárás. Az elmúlt években több kutató világított rá arra, hogy ez utóbbi módszer (ami a „federal bridge formula”-n alapszik) pontatlan, csak bizonyos támaszközökig, össz súlyig alkalmazható, és csakis kéttámaszú hidakon működik. Az említett három módszer jellemzőit az 1. táblázat mutatja be.

Nem hallgatható el, hogy a fiktív hatásábrák módszere is néhány szempontból előnytelen: kevésbé pontos, mint az igénybevételek összehasonlításán alapuló módszer, bizonyos esetekben a biztonság kárára, más esetekben a biztonság javára közelít. A

1. táblázat – A három ismertetett módszer összehasonlítása.

	Igénybevételek összehasonlítása	Tengelyterhek összehasonlítása	Fiktív hatásábrák módszere
pontosság	pontos	pontatlan korlátozott használat	elfogadható
szükséges bemenő adatok	több száz	tengelytávok és tengelyterhek + támaszköz	tengelytávok és tengelyterhek + támaszköz
számítási mód	összetett (számítógéppel)	képlet (kézi számításához)	mátrix műveletek (számítógéppel)

tengelytávok és terhek módszerével összevetve pedig megfogalmazható az a kritika, hogy ez utóbbi módszer kézi számítással is kiértékelhető. Módszerünk alkalmazásához valóban számítógép szükséges, de megjegyezzük, hogy a számítás igen gyors, mindössze mátrix műveletek végrehajtását igényli, (az algoritmus nem alkalmaz ciklusokat, lásd Vigh és Kollár 2006) ezért gyorsan és megbízhatóan működik.

5. LOKÁLIS TÖNKREMETTEL

Hídszerkezeteink általában főtartókból, hossz- és keresztartókból, pályalemezről, stb. épülnek fel. A főtartók vagy a támaszok tönkremenetelére, mint globális tönkremenetelre fogunk hivatkozni, a másodlagos tartószerkezeti elemek tönkremenetelét pedig lokális tönkremenetelnek nevezzük.

A pályalemez (lokális) tönkremenetele bekövetkezhet egy nagyobb kerékterhelés alatti beszakadás során, amit a tengelyterhek összehasonlításával ki lehet szűrni. Ez gyakorlatilag az η_p hatására $x=0$ -nál történő kiértékelésével is elvégezhető (6a ábra), itt a biztonság $n=200/125=1,6$. A pályalemez beszakadása bekövetkezhet két, egymáshoz közeli tengelyterhelés esetén is, ezt az együttes hatást mutatja az η_p hatására, ha a hossza (x) meghaladja két tengely távolságát. Mindebből megállapítható, hogy η_p hatására használható a lokális tönkremenetel vizsgálatára, ahol x lényegesen rövidebb hossz, mint a híd támaszköze, pl.

2. táblázat – A vizsgált igénybevételek.

Hídtípus	Vizsgált igénybevétel
Gerendahíd	Lásd 8. ábra M, V, R
Rácsos tartó	Lásd 9. ábra N, R
Ívhíd	Lásd 10. ábra M, V, N, R
Kerethíd	Lásd 11. ábra M, V, N, R
Boltozat	Lásd 12. ábra σ_a, σ_f

hossza lényegesen rövidebb, mint a híd hossza. Javasoljuk, hogy a lokális vizsgálatok során a korábban bemutatott mindhárom fiktív hatásábrákat alkalmazzuk. A lokális biztonsági tényező az alábbi módon számítható:

$$n^{\text{lok}} = \min(n_p, n_M, n_B), \quad 0 \leq x \leq l^{\text{lok}} \quad (3)$$

ahol l^{lok} egy a támaszköznél rövidebb hossz, amelyet a következő pontban fogjuk vizsgálni.

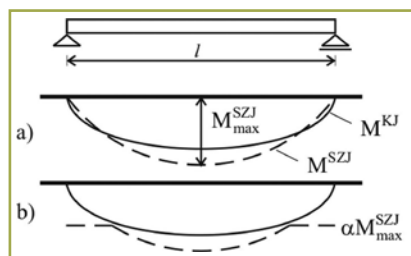
6. NUMERIKUS VIZSGÁLATOK

A fiktív hatásábrák módszerét alkalmaztuk kéttámaszú-, háromtámaszú-, többtámaszú gerendahidakra, rácsos tartókra, ív- és kerethidakra, boltozatokra.

A módszer pontosságát oly módon vizsgáltuk, hogy a fiktív hatá-

sábrák leterhelésével kapott n biztonsági tényezőt összehasonlítottuk a „pontosan” számított igénybevétel összehasonlításból nyerhető biztonsági tényezővel (1). A pontos igénybevételek számításához egy rúdszerkezeti programot írtunk, a szerkezetet a mozgó járműterhékkel terheltük le.

Ha a főtartó SZJ-ből és KJ-ből keletkező igénybevételi ábráit hasonlítjuk össze, a 7. ábrán látható problémával szembesülhetünk. A kéttámaszú tartón a SZJ-ből keletkező nyomatékot szaggatott vonallal ábrázoljuk, míg a KJ-ből származót folyamatos vonallal jelöljük. Látható, hogy a híd közepén $M^{\text{SZJ}} > M^{\text{KJ}}$, de a támaszokhoz közel ez a reláció megfordul. Valóságos szerkezetek esetén minden keresztmetszet rendelkezik valamilyen minimális mérettel, ezáltal rendelkezik valamekkora minimális teher-



7. ábra – Burkoló nyomatéki ábra (a), és a SZJ miatti módosított nyomatéki ábra (b).

bírási képességgel. A továbbiakban feltételezzük, hogy minden egyes keresztmetszet képes viselni a SZJ-ből származó maximális igénybevétel legalább α szorosát, ezt mutatja a 7b ábra vízszintes vonala.

Elsőként a SZJ-ből származó maximális igénybevételeket és

reakcióerőket határozzuk meg, \hat{E}_i^{SZJ} , $i=1 \dots I$, ahol I az összes vizsgált igénybevétel. Ha \hat{E}_i^{SZJ} kisebb, mint $\alpha E_{\text{max}}^{\text{SZJ}}$ ahol ($E_{\text{max}}^{\text{SZJ}} = \max(\hat{E}_i^{\text{SZJ}})$), akkor ezt $\alpha E_{\text{max}}^{\text{SZJ}}$ -vel helyettesítjük, tehát $\hat{E}_i^{\text{SZJ}} = \max(\hat{E}_i^{\text{SZJ}}, \alpha E_{\text{max}}^{\text{SZJ}})$.

Másodszor a KJ-ből származó igénybevételeket számítjuk ki, jelöljük ezt E_i^{KJ} -vel. A híd biztonsági tényezőjét az alábbi módon adhatjuk meg:

$$n^{\text{pontos}} = \min\left(\frac{E_i^{\text{SZJ}}}{E_i^{\text{KJ}}}, n^{\text{lok}}\right) \quad (4)$$

ahol n^{lok} a híd lokális biztonsága, lásd a (3) egyenletet.

A következő lépés a fiktív hatásábrák módszerének alkalmazása és a biztonsági tényező meghatározása.

$$n^{\text{fiktív}} = \min(n_p, n_M, n_B) \quad (5)$$

ahol n_p , n_M és n_B az alábbi hatására hosszakkal számítható:

$$n_p : 0 \leq x \leq l_p; \quad n_M : 0 \leq x \leq l_M; \quad n_B : 0 \leq x \leq l_B \quad (6)$$

A módszer pontosságát az alábbi módon határozhatjuk meg:

$$\beta = \frac{n^{\text{pontos}}}{n^{\text{fiktív}}} \quad (7)$$

Ha $\beta=1$, az eredmény pontos, ha $\beta>1$ a módszer a biztonság javára közelít, ha $\beta<1$ a számítás a biztonság kárára tér el.

A futtatásokban 22db SZJ-vel és 26db KJ-vel vettünk figyelembe. A 2. ábrán látható néhány jellegzetes járműterhelés, további részleteket (Vigh és Kollár 2006)-ban közöltük.

A futtatások során β paraméter legnagyobb és legkisebb értékét is meghatároztuk, amit a 3-7. táblázat tartalmaz. Az eredmények az alábbi paramétereiktől függenek:

- a híd statikai váza és főbb geometriai adatai
- a szabályzati járműterhelés (három esetet különböztetünk meg: HUN (2a ábra), USA (2b-c ábra), és MIND, azaz az összes, 22db SZJ)

- α paraméter, lásd a 7. ábra
- I^{lok} , lásd 3. egyenlet
- I_p, I_M, I_B , lásd a (6) egyenlet

A futtatásban a 9. táblázatban közölt járműveket, mint KJ-t vesszük figyelembe.

3. Táblázat – A módszer pontossága (β_{min}/β_{max}) kéttámaszú gerendahidak esetén (8a ábra) és függvényében (lásd 5a ábra és 7. ábra).

I_p	SZJ	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,9$	$\alpha=1,0$
0,2l	USA	0.96 / 1.19	0.96 / 1.19	0.96 / 1.19	0.96 / 1.22
	HUN	0.98 / 1.03	0.98 / 1.03	0.98 / 1.03	0.98 / 1.03
	MIND	0.88 / 1.19	0.96 / 1.19	0.96 / 1.19	0.96 / 1.22
0,6l	USA	1.00 / 1.33	1.00 / 1.33	1.00 / 1.33	1.00 / 1.35
	HUN	0.99 / 1.32	0.99 / 1.33	0.99 / 1.33	0.99 / 1.33
	MIND	0.90 / 1.66	0.96 / 1.66	0.97 / 1.66	0.98 / 1.66
0,7l	USA	1.00 / 1.33	1.00 / 1.33	1.00 / 1.33	1.00 / 1.35
	HUN	1.00 / 1.42	1.00 / 1.42	1.00 / 1.42	1.00 / 1.42
	MIND	0.90 / 1.66	0.96 / 1.66	0.98 / 1.66	0.99 / 1.66
0,8l	USA	1.00 / 1.48	1.00 / 1.48	1.00 / 1.48	1.00 / 1.50
	HUN	1.00 / 1.51	1.00 / 1.51	1.00 / 1.51	1.00 / 1.51
	MIND	0.90 / 1.66	0.96 / 1.66	0.98 / 1.66	0.99 / 1.66
l	USA	1.00 / 1.64	1.00 / 1.64	1.00 / 1.64	1.00 / 1.67
	HUN	1.00 / 1.82	1.00 / 1.82	1.00 / 1.82	1.00 / 1.82
	MIND	0.90 / 1.95	0.96 / 1.95	0.98 / 1.95	0.99 / 1.95

4. Táblázat – A módszer pontossága (β_{min}/β_{max}) töbttámaszú gerendahidak esetén (8b-f ábra). $I_p = l_1 + 0,6l_2$, $\alpha = 0,5$

SZJ	8b ábra	8c ábra	8d ábra	8e ábra	8f ábra
	Összes tengely figyelembe vétele (segítő hatás)				
USA	0.89 / 1.45	0.88 / 1.49	0.85 / 1.41	0.85 / 1.46	0.88 / 1.49
HUN	1.00 / 1.47	1.00 / 1.26	0.98 / 1.38	0.98 / 1.40	1.00 / 1.26
MIND	0.89 / 1.49	0.88 / 1.49	0.85 / 1.41	0.80 / 1.51	0.88 / 1.49
	Csak a hatást növelő tengelyek (segítő hatás kizárásával)				
USA	0.89 / 1.45	0.88 / 1.50	0.85 / 1.44	0.85 / 1.48	0.88 / 1.50
HUN	1.00 / 1.47	1.00 / 1.26	0.98 / 1.38	0.98 / 1.40	1.00 / 1.26
MIND	0.89 / 1.49	0.88 / 1.50	0.85 / 1.44	0.85 / 1.51	0.88 / 1.50

5. Táblázat – A módszer pontossága (β_{min}/β_{max}) rácsos tartók esetén (9a-b ábra). $I_p = 0,2l$, $\alpha = 0,5$, (az összes tengely figyelembevételével).

SZJ	Fig. 9a	Fig. 9b
USA	1.00 / 1.94	1.00 / 1.94
HUN	1.00 / 1.43	1.00 / 1.43
MIND	0.99 / 2.13	0.99 / 2.13

6. Táblázat – A módszer pontossága (β_{min}/β_{max}) ívhidak esetén (10. ábra). $I_p = 0,7l$, $\alpha = 0,5$.

SZJ	$I_{iv} = 5l_{gerenda}$	$I_{iv} = l_{gerenda}$	$I_{gerenda} = 5l_{iv}$
	Összes tengely figyelembe vétele (segítő hatás)		
USA	0.73 / 1.51	0.95 / 1.66	0.96 / 1.71
HUN	0.86 / 1.42	0.98 / 1.43	1.00 / 1.45
MIND	0.73 / 1.80	0.87 / 1.80	0.88 / 1.80
	Csak a hatást növelő tengelyek (segítő hatás kizárásával)		
USA	0.95 / 1.51	0.97 / 1.66	0.97 / 1.71
HUN	0.87 / 1.42	0.98 / 1.43	1.00 / 1.45
MIND	0.87 / 1.82	0.95 / 1.80	0.96 / 1.80

7. Táblázat – A módszer pontossága (β_{min}/β_{max}) kerethidak esetén (11. ábra). $I_p = l$, $\alpha = 0,5$.

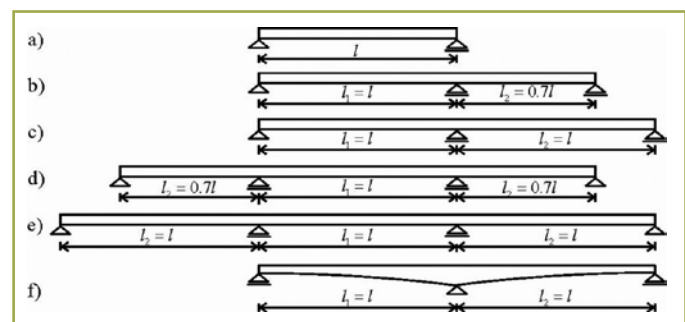
SZJ	11a ábra	11b ábra	11c ábra	11d ábra
	Összes tengely figyelembe vétele (segítő hatás)			
USA	0.96 / 1.66	0.91 / 1.65	0.95 / 1.61	0.90 / 1.33
HUN	1.00 / 1.66	0.86 / 1.37	1.00 / 1.77	0.93 / 1.41
MIND	0.90 / 1.96	0.86 / 1.65	0.78 / 1.78	0.90 / 1.49
	Csak a hatást növelő tengelyek (segítő hatás kizárásával)			
USA	0.96 / 1.66	0.91 / 1.65	1.00 / 1.61	0.93 / 1.28
HUN	1.00 / 1.66	0.86 / 1.37	1.00 / 1.77	0.96 / 1.42
MIND	0.96 / 1.96	0.86 / 1.65	0.95 / 1.78	0.93 / 1.46

Ezekből a futtatásokból a híd globális vizsgálatait nyerjük. Azokban az esetekben, ahol a lokális vizsgálat a mértékadó, ott ($n^{pontos} = n^{lok}$, lásd 4. egyenlet) $\beta \geq 1$.

Az egyes hídtípusok vizsgálatánál a pontos számításban különböző igénybevételeket vettünk figyelembe, amelyeket a 2. táblázatban összefoglaltunk: gerendahidak esetében a nyomtérkökat (M), nyíróerőket (V) és a reakcióerőket (R) hasonlítottuk össze; ív és kerethidaknál ezen kívül a normálerőket (N) is. Rácsos hidaknál csak a normálerőket és reakcióerőket vizsgáltuk, boltozatoknál pedig csak a szélsőszál feszültségeit.

6.1. Kéttámaszú gerendahidak

Kéttámaszú gerendahidak (8a ábra) számítása során öt különböző támaszokzt vettünk figyelembe: $l=10, 15, 20, 30$ és $50m$. 33 különböző járműteherrel terheltük le a hidakat, összesen 2860 esetet vizsgáltunk meg. A futtatás eredményeit a 3. táblázat tartalmazza. Feltételeztük, hogy $I^{lok} = 0,2l$, valamint $I_M = I_B = l$.



8. ábra – A futtatásban szereplő két- és töbttámaszú gerendahidak.

6.2. Töbttámaszú gerendahidak

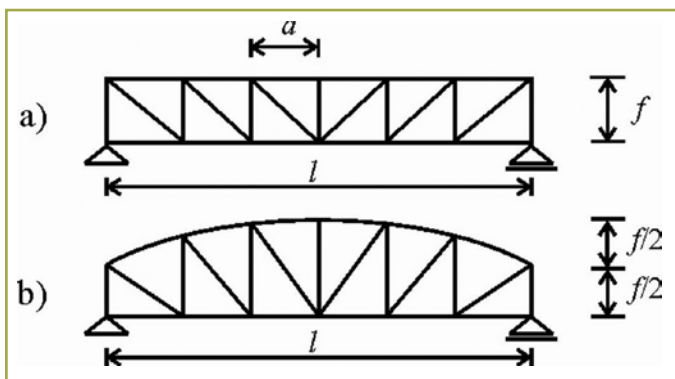
Három- és négytámaszú hidak (8b-e ábra) esetén is több támaszokzt vettünk figyelembe, a kéttámaszú hidak esetéhez hasonlóan. A futtatás eredményeit a 4. táblázat tartalmazza. Feltételeztük, hogy $I^{lok} = 0,2l$, $I_p = l_1 + 0,6l_2$, $I_M = I_B = l$ valamint $\alpha=0,5$. Töbttámaszú gerendahidak tényleges hatásábrai pozitív és negatív részekkel is rendelkeznek. Ez azt jelenti, hogy a jármű bizonyos tengelyterhei csökkenthetik a járműteher teljes hatását. A rúdszerkezeti végeelem program alapesetben nem vizsgálja, hogy az egyes tengelyek csökkentik vagy növelik-e az igénybevételeket. A táblázat első három sora az ennek megfelelő számítási eredményeket tartalmazza.

A mérnöki gyakorlatban, a magyar és a külföldi szabványokban egyaránt, így az EUROCODE-ban is, a tervező nem veheti figyelembe azokat a tengelyeket, amelyek csökkentik a SZJ-ből keletkező igénybevételeket, hatásokat. A rúdszerkezeti végeelem programot ennek figyelembevételével is lefuttattuk, az így számított értékeket tartalmazza a táblázat alsó három sora. A táblázat jobb szélső oszlopa egy olyan háromtámaszú gerendahíd vizsgálati eredményeit mutatja be (8f ábra), ahol a gerenda középső támaszánál lévő keresztmetszet inerciája nyolcszorosa a tartó végén lévő keresztmetszetnek, a közbenső keresztmetszetek inerciájának változása pedig egy másodfokú parabolával írható le.

6.3. Rácsos tartók

Rácsos tartók (9. ábra) számítása során öt különböző támaszokzt vettünk figyelembe: $10, 20, 30, 40$ és $50m$, a cellaszám ennek megfelelően $6, 12, 18, 24, 30$. A futtatás eredményeit a 5. táblázat tartalmazza. Feltételeztük, hogy $I^{lok} = 0,2l$,

$$l_p = 0,2l, l_M = l_B = l \text{ valamint } \alpha = 0,5.$$

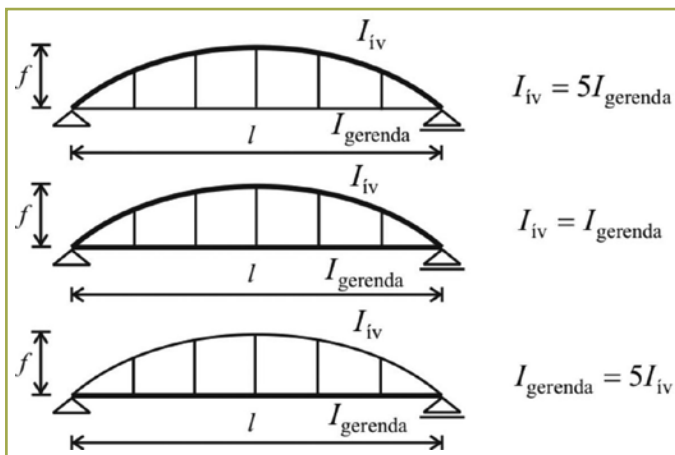


9. ábra – A futtatásban szereplő rácsos tartók.

6.4. Ívhidak

Ívhidak (10. ábra) számítása során három merevségi arányt, négy különböző támaszközt és kétféle függesztőrúd kiosztást vettünk figyelembe. Az ív és a merevítő tartó merevségeinek aránya 1/5, 1 és 5 volt, a támaszköztök: 20, 30, 40 és 50m, a függesztőrudak száma pedig 5 és 15 volt. Az ív magassága $f=0,3l$. Feltételeztük, hogy a függesztőrudak tengelyirányú megnyúlása elhanyagolható, valamint hogy mindkét végük csuklós kialakítású. A futtatás eredményeit a 6. táblázat tartalmazza. Feltételeztük, hogy $l^{ok} =$ két függesztő rúd közötti távolság, $l_p = 0,7l$, $l_M = l_B = l$, valamint $\alpha = 0,5$.

A többtámaszú gerendahidakhoz hasonlóan itt is előfordulnak olyan hatásabrák, amelyek pozitív és negatív részekkel rendelkeznek, ezért a 4. táblázathoz hasonlóan itt is különbséget teszünk a segítő hatás figyelembe vétele, illetve figyelmen kívül hagyása között.



10. ábra – A futtatásban szereplő ívhidak statikai váza.

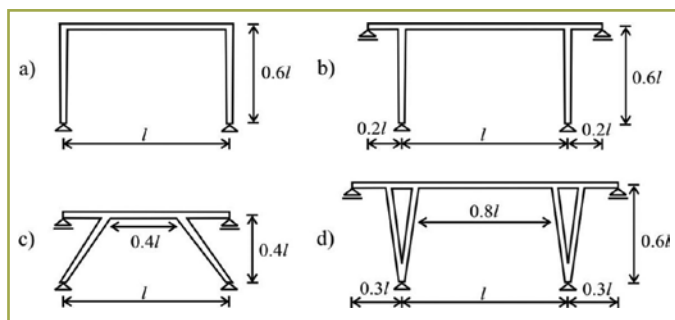
6.5. Kerethidak

Kerethidak (11. ábra) számítása során négy statikai vázat és öt különböző támaszközt vettünk figyelembe: 10, 15, 20, 25 és 30m (függőleges keretlábak), valamint 20, 30, 40, 50 és 60m (ferde keretlábak). A futtatás eredményeit a 7. táblázat tartalmazza. Feltételeztük, hogy $l^{ok} = 0,2l$, valamint $l_p = l$, $l_M = l_B = l$, valamint $\alpha = 0,5$.

A többtámaszú gerendahidakhoz és az ívhidakhoz hasonlóan itt is előfordulnak olyan hatásabrák, amelyek pozitív és negatív részekkel rendelkeznek, ezért a 4. táblázathoz hasonlóan itt is különbséget teszünk a segítő hatás figyelembe vétele, illetve figyelmen kívül hagyása között.

6.6. Boltozatok

Boltozatok (12. ábra) számítása során két boltozatot vizsgálunk, egy magasat és egy laposat. A nyílmagasság az első eset-



11. ábra – A futtatásban szereplő kerethidak statikai váza.

ben $f = 2l/3$, az utóbbi esetben $f = 0,207l$ volt. Öt különböző támaszközt vettünk figyelembe: $l=2, 4, 6, 8$ és $10m$, a földtakarás értéke 1 és 11 m között változott. A futtatás eredményeit a 8. táblázat tartalmazza. Feltételeztük, hogy $l^{ok} = 0,2l$, $l_p = 0,2l$, $l_M = l_B = l + 2f + 2h$, valamint $\alpha = 0,5$.

A közelítő számítás során a korábban ismertetett híd típusoktól eltérően l_M és l_B értéke nem csak a támaszköztől, hanem a nyílmagasságtól és a földtakarás magasságától is függ.

8. Táblázat – A módszer pontossága (12. ábra). $l_p = 0,2l$, $a=0$, (segítő hatás kizárásával).

SZJ	Lapos ív	Magas ív
USA	1.00 / 4.18	1.00 / 5.70
HUN	1.00 / 2.73	0.98 / 2.53
MIND	0.95 / 4.18	0.92 / 5.70

A boltozatok „pontos” számítása is több ponton eltér a már megismert számítási módtól. Számos közelítéssel élünk, melyeket az alábbiakban foglaltunk össze: – a hosszirányú (boltozat szempontjából

hosszirányú, tehát az útpálya tengelyére merőleges) igénybevételek vizsgálatától eltekintünk

- a boltozatot egy síkbeli, kétsuklós ívtartóval közelítjük
- a boltozatra háruló terheket a rugalmas féltér alapján (Boussinesq módszerével) határozzuk meg, az ívnek még azokban a pontjaiban is, amelyeket a koncentrált erő hatásvonala közvetlenül nem, csak az ív átmetszése után ér el
- az ív alakváltozásai nem hatnak vissza a terhekre
- a boltozatnak két sávját vizsgáljuk, az egyik a kerék alatt, a másik a jármű tengelyfelezője alatt található (12. ábra)

Az ívben meghatározásra kerülnek az M, N igénybevételek, majd ezt követően, az ív alsó és felső szélső szálában előállítjuk a normálfeszültségeket:

$$\sigma_a = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}, \quad \sigma_f = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

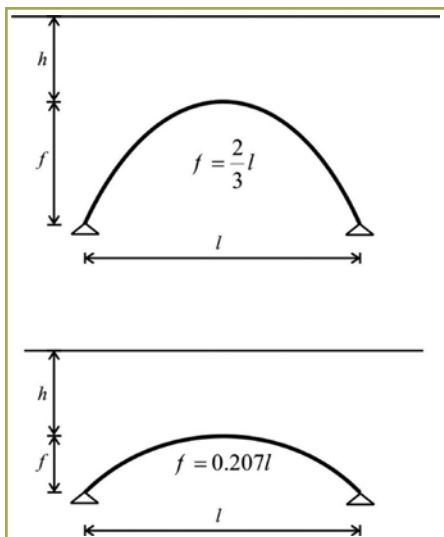
Az így előállított normálfeszültségeket hasonlítjuk össze mindkét szálban. A boltozatokkal kapcsolatos részletes ismertetés (Vigh 2007)-ben található.

7. SZÁMPÉLDA

Vegyünk példaként egy háromtámaszú gerendahidat, azonos támaszközökkel, $l=10m$ (14a ábra). A hid szabályzati járműterhe a magyar „A” jelű járműterher, össz súlya 800kN (2a ábra). A hídon áthaladó különleges járműterher kilenc tengelyű, 1053 kN össz súlyú (2f ábra).

Határozzuk meg a hid biztonsági tényezőjét az igénybevételek összehasonlításának módszerével és a fiktív hatásabrák módszerével, majd vizsgáljuk meg, hogy ez utóbbi módszer milyen pontosságú.

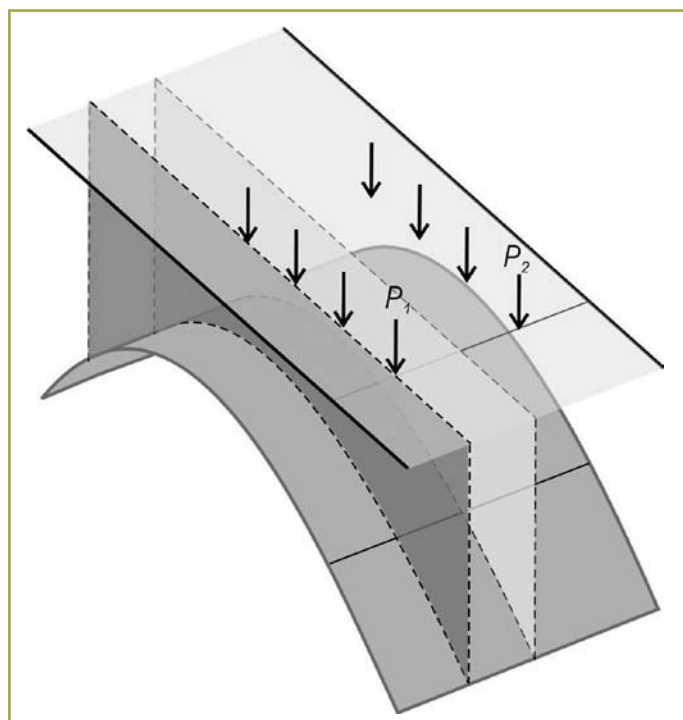
Először kiszámítjuk a biztonságot a rúdszerkezeti végeeselemes program segítségével. Előállítjuk az SZJ-ből és KJ-ből származó



12. ábra – A futtatásban szereplő boltozatok statikai váza

Mindkét burkoló ábrán a SZJ-ből származó igénybevételek vízszintes vonalakat is tartalmaznak, ennek oka, hogy feltételezzük minden keresztmetszet képes viselni a maximális teherbírású keresztmetszet teherbírásának a felét.

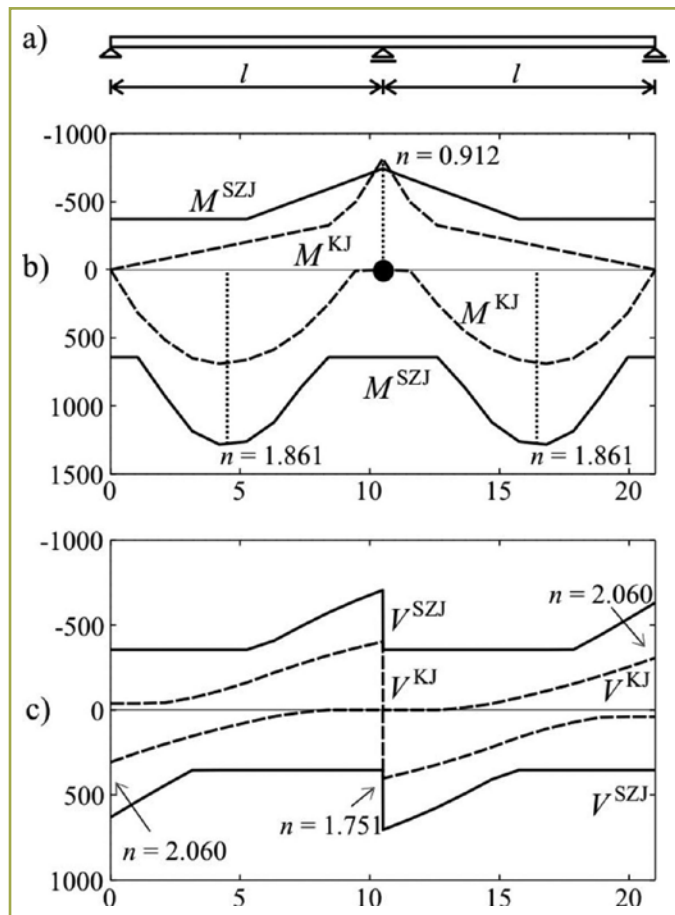
Második lépésként határozzuk meg a híd biztonságát a fiktív hatásábrák segítségével. E_p , E_M és E_B értékét a 6. ábrán bemutatott módon számíthatjuk ki. A 6. ábra alsó sora biztonságok



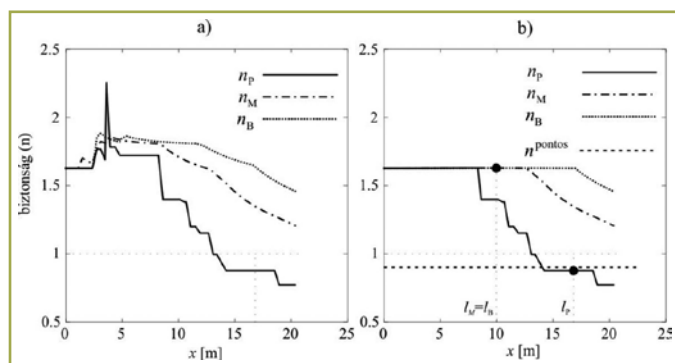
13. ábra – A két mértékadó keresztmetszet boltozatok esetén, (a) tengelyfelezőben, (b) az egyik kerék alatt

értékét $n = E^{SZJ}/E^{KJ}$ is bemutatja a hossz függvényében, mindhárom hatására esetére. A 15a ábrán e három függvényt egy grafikonon ábrázoljuk, míg a 15b ábrarészen ezen függvények minimumértékeit mutatjuk be. Ahogy azt az 6.2 pontban leírtuk, többtámaszú gerendahidak esetén a η_p hatásábrát $l_p = l_1 + 0,6l_2$ (ahol $l_1 = l_2 = l = 10\text{m}$) hosszra vizsgáljuk, míg η_M és η_B hatásábrákat $l_M = l_B = l$ -ig. A grafikonról leolvasható, hogy $l_p = 16\text{m}$ -nél $n_p = 0,876$, $l_M = l_B = 10$ -nél pedig $n_M = 1,626$ és $n_B = 1,626$. A híd biztonságát e három érték minimuma határozza meg: $n^{\text{fiktív}} = \min(n_p, n_M, n_B) = n_p = 0,876$.

igénybevételeket, valamint a maximális reakcióerőket. A maximál nyomaték és nyíróerő ábrát a 14b-c ábrán láthatjuk. A kritikus keresztmetszetekhez tartozó biztonsági tényezőket tüntettük fel az ábrán és egy fekete ponttal jelöltük a legkisebb biztonsághoz tartozó keresztmetszet helyét. A legkisebb biztonságot a nyomatéki burkoló ábrán találjuk, $n^{\text{pontos}} = M^{SZJ}/M^{KJ} = 0,912$.



14. ábra – A példában szereplő háromtámaszú gerendahíd statikai váza (a), maximál nyomatékábrája (b), maximál nyíróerő ábrája (c) ($n = V^{SZJ}/V^{KJ}$ vagy $n = M^{SZJ}/M^{KJ}$).



15. ábra – A P, M és B fiktív hatásábrákkal kalkulált biztonságok alakulása a hossz függvényében (a), a biztonságok minimumértékei a intervallumon, ($n^{\text{pontos}} = 0,912$, ahogy az a 13. ábrán, a középső támasz negatív nyomatékánál leolvasható)

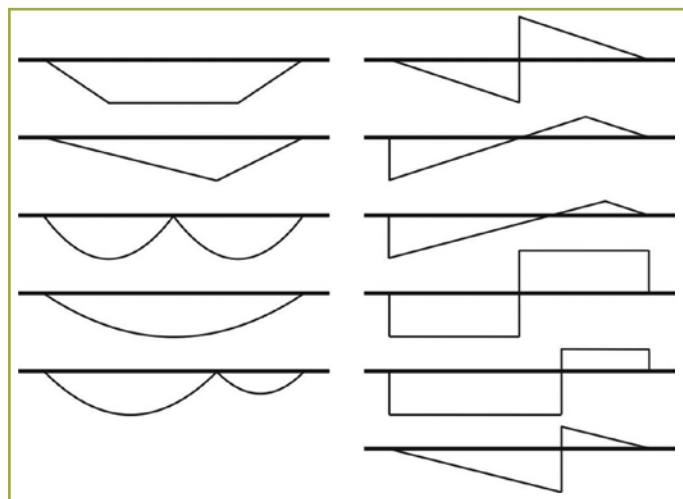
Végül határozzuk meg a módszer pontosságát, $\beta = 0,912/0,876 = 1,04$, azaz a fiktív hatásábrák módszere jelen esetben a biztonság javára tért el 4%-kal.

8 ÖSSZEFOGLALÁS ÉS ÉRTÉKELÉS

Egy új eljárást mutattunk be, amely a szabályzati és az engedélyköteles járműterhek fiktív hatásábrák segítségével történő összehasonlításán alapul. Az η_M és η_B hatásábrák l_M és l_B hossza a (leghosszabb) támaszköz hosszával azonos, (kivéve a boltozatokat, ahol ennél nagyobb hosszt kellett figyelembe venni). Ezek azért alkalmasak a biztonság számítására, mert a tényleges nyíróerő illetve nyomatéki hatásábrákat közelítik meg. A η_p hatására hosszát a numerikus vizsgálatokból származó eredmények figyelembevételével állítottuk be, úgy, hogy a biz-

9. Táblázat – Az új módszer pontossága ($\beta_{\min}/\beta_{\max}$) különböző hídtípusok esetén. Az ajánlott paramétereket l_p , l_M és l_B értékét a táblázat utolsó két sora tartalmazza. Számításainkban az összes (26 db) KJ-t figyelembe vettük. Az első sornál az „USA” szabályzati járműterhekre méreteztük a hidakat (2b-c ábra), a második sor esetében a magyar „A” jelű járműteherre méreteztünk (2a ábra), a harmadik sorban pedig az összes SZJ-t.

Hídszerkezetek						
SZJ	kéttámaszú	többtámaszú	rácsos	ív	keret	boltozat
USA	0.96 / 1.19	0.85 / 1.50	1.00 / 1.94	0.95 / 1.71	0.96 / 1.48	1.00 / 5.70
HUN	0.98 / 1.03	0.98 / 1.47	1.00 / 1.43	0.87 / 1.45	0.86 / 1.77	0.98 / 2.53
MIND	0.88 / 1.19	0.85 / 1.51	0.99 / 2.13	0.87 / 1.82	0.86 / 1.96	0.92 / 5.70
$l_M = l_B$	l	l	l	l	l	$l + 2f + 2h$
l_p	$0.2l$	$l_1 + 0.6l_2$	$0.2l$	$0.7l$	l	$0.2l$



16. ábra – A módszer pontosítása során felmerült, csak pozitív (bal oldali oszlop) illetve pozitív és negatív részeket is tartalmazó (jobb oldali oszlop) fiktív hatásbrák.

tonság kárára illetve javára történő eltérés elfogadható legyen. A módszer pontosságát összefoglalóan a 9. táblázat mutatja be különböző hídtípusok esetére. Az alsó sorban feltüntettük az η_p hatására javasolt maximális hosszát is.

Az α paraméter hatását vizsgáltuk a futtatásaink során és azt találtuk, hogy minden hídtípus esetére javasolható az $\alpha=0,5$ érték. Több tízezer futtatást végeztünk, hogy a módszer pontosságáról megfelelő ismereteket szerezzünk. Az esetek döntő többségében a módszer a biztonság javára közelített, a maximális eltérés a biztonság kárára 15% volt (9. táblázat). (Ezt a kedvezőtlen hatást egy biztonsági tényező alkalmazásával kompenzálhatjuk.)

Az eljárás nagy előnye, hogy gyors, és bár kevés hídadat szükséges a számításhoz, mégis megbízható eredményeket ad.

A bemutatott módszerünk egy útvonal-engedélyező szoftver részeként működik, amit az UKIG rendelkezésére bocsátunk.

Az alap gondolat megszületését követően (Kollár 2001), a módszer fejlesztése során számos problémával szembesültünk és sok alternatív megoldási lehetőséget is megvizsgáltunk.

Felmerült, hogy a módszer pontosítható oly módon, hogy további hatásbrákat is figyelembe veszünk, amelyek íves szakaszokat és/vagy negatív részeket is tartalmaznak. Ilyen további „fiktív” hatásbrákat mutat a 16. ábra. Azt találtuk (Vigh 2007), hogy ezek a hatásbrák kis mértékben csökkentik ugyan a biztonság kárára történő eltérést, de jelentősen növelik a biztonság javára való közelítést. Ezen kívül a számítási munkát jelentősen növelik. Így végül is ezen hatásbrák figyelembevételét elvetettük.

Felmerült az is, hogy elegendő csak az η_p hatására alkalmazása, ha η_p hossza megegyezik a támaszköz hosszával. A bizton-

ság kárára történő eltérés 10% volt, de a biztonság javára való eltérés nagyon magas értéket ért el. Kéttámaszú gerendahidak esetén a 2. táblázat utolsó sora ezt mutatja. Végül az η_p hatására önálló alkalmazását is elvetettük.

Az η_p hatásbrát megpróbáltuk egy realisabb, trapéz alakú fiktív hatásbrával helyettesíteni, de ennek csak kis mértékben volt hatása a módszer pontosságára.

Javaslatunk tehát, ahogy a korábbiakban írtuk, hogy három fiktív hatásbrát alkalmazzunk (5. ábra) a 9. táblázatban megadott futtatási paraméterekkel.

Ezt a kutatást a Gazdasági Minisztérium GVOP-3.1.1-2004-05-0141/3.0 pályázata segítette.

IRODALOM

- Adams, T.M., Malaikrisanachalee, S., Blazquez, C., Lueck, S., and Vonderohe, A. (2002). „Enterprise-Wide Data Integration and Analysis for Oversize/Overweight Permitting.” J. Comp. in Civil Eng., Vol. 16, No. 1. 11-22.
- Bridge formula weights (1994). U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Washington, D.C.
- Chou, K.C., Deatherage, J.H., Leatherwood, T.D., and Khayat, A.J. (1999). „Innovative Method for Evaluating Overweight Vehicle Permits.” J. Bridge Eng., Vol. 4, No. 3. 221-227
- ENV 1991-3:2000, Eurocode 1 – Traffic loads on bridges – CEN, Brussels.
- James, R.W., Noel, J.S., Furr, H.L., and Bonilla, F.E. (1986). „Proposed new truck weight limit formula.” J. Struct. Eng., ASCE, Vol. 112, No. 7. 1589-1604.
- Kollár, L.P. (2001) „Hidak teherbírásának ellenőrzése az útvonal-engedélyezéshez.” Közl. és Mélyépítéstud. Szemle. Vol. 51, No. 9. 349-356.
- Kurt, Carl E. (2000). „A proposed modification of the bridge gross weight formula.” Mid-Continent Transportation Symp. 2000 Proceedings. 104-108.
- Osegueda, R., Garcia-Diaz, A., Ashur, S., Melchor, O., Chang, S., Carrasco, C., and Kuyumcu, A. (1999). „GIS-Based Network Routing Procedures for Overweight and Oversize Vehicles.” J. Transp. Eng., Vol. 125, No. 4. 324-331.
- Standard specifications for highway bridges. (1989). Fourteenth edition. Washington, D.C.
- Szécsi L., Lublói Lászlóné és Pusztai P. (1990): Útvonalengedélyezés számítógépes programja – Lemezhidak. MTE SZ KTE Bp. Győr, 1990. november
- Vigh, A. és Kollár, L.P. (2006) „Approximate Analysis of Bridges for the Routing and Permitting Procedures of Overweight Vehicles.” ASCE Journal of Bridge Engineering, Vol. 11, No. 3, 2006, pp. 282-292.
- Vigh, A. (2007) „Hídszerkezetek közelítő számítása útvonalengedélyezéshez.” Ph.D. Disszertáció. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
- Vigh, A. és Kollár, L.P. (2007) „Bridge permitting techniques for overweight vehicles.” ASCE Journal of Bridge Engineering, (megjelenés alatt)

Analysis of load-bearing capacity of bridges in case of overweight vehicles

The permitting process of overweight vehicle requires the analysis of the load-bearing capacity of bridges. The paper presents a new method for comparing the mechanical effects of overweight vehicles and the design load vehicle such as the Hungarian „A” type vehicle. The method is based on three artificial influence lines and only three input data are necessary: the bridge span(s), the axle loads and the axle spacing. The method is applicable to simple span bridges, continuous girders, truss girders, arch bridges, frame bridges and solid spandrel arches.

Szemelvények a World Highways 2006. szeptemberi számából

Az emisszió csökkentése nagyobb átbocsátó képességet igényel

More road capacity needed to reduce emissions

Tim Green, director of the the UK Road Users' Alliance

A globális felmelegedés egyik oka a megnövekedett CO₂ kibocsátás. Az Egyesült Királyság részesedése a világ széndioxid kibocsátásban 2,5%. Ennek mintegy a negyede a háztartásokból származik, közel ugyanennyi a közlekedésből. Az EU 15 tagállamához viszonyítva az Egyesült Királyság autótulajdonosainak száma az európai átlag alatt van, de a következő évtizedekben az előrejelzések szerint ez jelentősen emelkedni fog. Ugyanakkor a stratégiai úthálózat kapacitása jóval az összehasonlítható európai kapacitás alatt van. Mivel a motorok teljesítménye drámaian megnőtt, riasztó a közlekedés által gerjesztett emisszió. Ennek egyik oka a sebesség korlátozás. A széndioxid kibocsátás mennyisége 45 – 90 km/ó sebességnél 182 g/km, 125 km/ó-nál 261 g/km, míg 5 km/ó sebességnél 580 g/km., tehát az alacsony sebességnél a legnagyobb a szennyezés. A legjobb politika az utak kapacitásának növelése, esetleg ehhez a járművezetők pénzügyi hozzájárulása.

Alakot ölt a látványos ausztriai viadukt

Spectacular Austrian viaduct takes shape

Az ausztriai A2 autópálya korszerűsítése során kilenc új híd létesül. Ezek közül a leglátványosabb a 935 m hosszú, nyolc pilléren nyugvó Lavant Viaduct. A pillérek közül négy kettős, a legmagasabb 136 m, belül üreges. Alapmérete 3 x 9 m, falvastagsága 400 mm. Az építés újdonsága, hogy a zsaluzat a földön készül, ezt toronydaruval emelik a kívánt szintre, ahol az előre elkészített horgonyokra rögzítik. Ez a művelet mindössze két munkást igényel a darukezelőn kívül.

Óriási útépités

Giant road takes shape

Az amerikai SH-130 jelű 79 km hosszú vámos utat, amely a 35. sz. utat az US 183. sz. úttal köti össze (Texas államban), betonburkolattal építik ki. Az építő konzorcium a tervezést, a kivitelezést és a fenntartást egyaránt elvállalta, sőt részben a költségekhez is hozzájárult. A betonburkolat vastagsága 330 mm és folyamatos vasalással készül. Szélessége 12,2 – 19,5 m között változik. A cement tartalom 30%-át pernyével helyettesítik, a betonhoz légpörusképző és kötéseleltető adalékszert is adagolnak. A beton előírt roskadási értéke 38 – 51 mm. A csúszózsalsal bedolgozó géplánc első tagja a beton terítő - egyengető gép (GOMACO 9500 típus). A beton oldaldöntéssel kerül a terítő gépbe, amely a már előre elkészített vasalásra terít. Ezt a gépet követi a bedolgozó gép (GP-4000), ez három különböző szélességben: 5,5, 6,7 vagy 7,3 m -rel dolgozik. A bedolgozott beton egyenletességét különleges gépegység vizsgálja (GOMACO Smoothness Indicator), a szükséges kiigazítást elvégzi, így biztosítva a megengedett IRI értéket. A felület végső kiképzését szintén egy célgép végzi (GOMACO T/C-600), a felületet műanyag gyepszőnyeggel érdesíti, keresztirányban rovátkolja, majd párolgás gátlóval vonja be.

Vékony réteg termelékenysége

Thin layer productivity

Szoros kivitelezési határidő esetében előnyös lehet vékony aszfalt beépítése. A München körüli A8 és A9 autópályák jobb szélső forgalmi sávjait, míg az A99 –es ap. München Ostkreutz – Hohenbrunn közötti szakaszának három forgalmi sávot autópálya két baloldali forgalmi sávját új kopórétessel kellett felújítani, a nagy forgalom miatt éjszakai munkával. Ez utóbbi szakaszon a teljes, felújítandó sáv szélesség 7,2 m volt 9 km hosszon. E célból a két sávot először Wirtgen géppel felmárták, majd a következő három éjjel építették be a kopórétet. Mivel a forgalmat reggel 8 órakor meg kellett nyitni, mindössze 7 óra állt a kivitelezők rendelkezésére. Az aszfaltot két olyan Vögele Super 1800SF géppel terítették, amelyek modifikált bitumen kipermetezésére is alkalmasak. A tömörítést négy HAMM DV90VO típusú henger végezte. A vékony aszfalt réteg gyors lehűlése miatt lényeges volt a mielőbbi hatékony tömörítés, amelyet a különleges hengerek oszcilláló hatásával értek el. Az oszcillálás és a statikus súly együttes alkalmazása biztosította a megfelelő tömörséget és a felület egyenletességét.

B. T.

Kéziratok tartalmi és formai követelményei

Folyóiratunk általában eredeti cikkeket közöl, az ettől való eltérést külön jelöljük. Kérjük szerzőinket, a kézirat leadásakor nyilatkoznak, hogy a cikket máshol nem jelentették meg és nem adták le közlésre. Megrendelésre készült munka ismertetésekor kérjük, hivatkozzanak a megrendelőre. Kérjük, hogy külön jelöljék meg a felhasznált képek forrását (készítőt).

A cikkek javasolt terjedelme 4-8 nyomtatott oldal. Egy csak szöveget tartalmazó oldalon mintegy 6000 karakter fér el (szóközrel). A cikk terjedelmét a Word Fáj / Adatlap / Statisztika helyén ellenőrizhetik.

Kérjük tisztelt szerzőinket, hogy a megjelentetni kívánt cikkek kézirateit a következő formában készítsék el:

- A kézirat szövege önállóan, esetleges lábjegyzetekkel, ábra-, táblázat- és képhivatkozásokkal, a szöveg végén külön ábrajegyzékkel, *.rtf vagy *.doc formátumban,
- táblázatok és grafikonok külön-külön, *.doc vagy *.xls formátumban,
- ábrák, fényképek stb. külön-külön file-ban, nem a szövegbe beágyazva, *.xls *.tif, *.eps vagy *.jpg (300 dpi felbontással) formátumban.

Az azonosíthatóság és kezelhetőség érdekében valamennyi táblázat, grafikon, ábra, fénykép sorszámmal és címmel legyen ellátva.

Kérjük, hogy a cikkhez egy 40-80 szó terjedelmű angol nyelvű kivonatot mellékelni szíveskedjenek.

Kérjük, hogy valamennyi szerző elérhetőségét (munkahely, postacím, telefon, fax, e-mail) tüntessék fel.

A kéziratokat e-mailen, vagy szükség esetén CD-n a felelős szerkesztő címére kérjük küldeni.(szerk.)

1. Az ÉME engedélyek kiadásának szükségessége

A 3/2003 (I.25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet intézkedik az építési termékek megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól.

Az együttes rendelet többek között kimondja:

- forgalomba hozni, vagy beépíteni csak megfelelőség igazolással rendelkező, építési célra alkalmas építési terméket szabad,
- építési terméket építménybe betervezni akkor szabad, ha arra jóváhagyott műszaki specifikáció van,
- ha az építési termék felhasználása során annak jellemzői megváltoznak, akkor a beépítést végző is önálló megfelelőség igazolást köteles adni.

Ha az építési célú termékre nincs érvényes termékszabvány, vagy ETA (Európai Műszaki Engedély), akkor a beépítés feltétele Építőipari Műszaki Engedély (röviden ÉME) megléte. Ezt a háromféle dokumentumot nevezzük műszaki specifikációnak.

AZ ÉME kiadására a rendeletet aláíró miniszterek 1-1 intézkedést jelöltek ki. A GKM miniszter a közlekedésépítés (közút és vasút) területére 2003. június 14.-i leiratában az Állami Közúti Műszaki és Információs Kht-t (ÁKMI) jelölte ki. (Korábban az ÁKMI joga volt a közútépítés területén az újfajta termékekre és újfajta építési technológiákra a közútépítési alkalmazási hozzájárulás kiadása.)

Az általánosan használt építési termékekre az Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Közhasznú Társaság (ÉMI) kapott kijelölést a 16/1998 (IKK.8.) IKIM Közleményben, vízépítési területre pedig a Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (OKTVF) a 8005/2004 (K.V.Ért.4.) KvVM tájékoztató kijelölése szerint.

2. Rövid történeti áttekintés

2.1. A 15/1982 (VII.9) ÉVM rendelet

A 15/1982 (VII.9) ÉVM rendelet szabályozta az újfajta termékek, újfajta építési módok alkalmazásának engedélyezését. Ez a rendelet a közútépítés- fenntartás területére is vonatkozott. Részletesebben:

- 1983-1993. között a Közlekedési Minisztérium Közúti Közlekedési Főosztálya (illetve jogutódja) adta ki az alkalmazási engedélyeket. A Közúti Közlekedési Főosztály 462.171/1984. sz. levelében intézkedett arról, hogy az alkalmazási engedély kérelmeket mellékleteivel együtt a Közlekedéstudományi Intézet Közlekedésépítési Főosztályára kell benyújtani, ahol átvizsgálják, véleményezik a dokumentációt, és felterjesztik a minisztériumba az alkalmazási engedély kiadásához.

Egyúttal a fenti levél intézkedett arról is, hogy a Közúti Minőségfelügyeleti Állomások (7 db KMFÁ) a jövőben az alágazati építésfelügyeleti ellenőrzés keretében fokozottan ellenőrizzék az újfajta termékek és újfajta építési módok megfelelőségét, az alkalmazási engedély feltételeinek teljesülését az út- és hídépítési, -fenntartási munkák ellenőrzése során.

1993. 07.02-án pl. a nyilvántartás szerint 78 db (ebből 32 db

híd – 41%) érvényes alkalmazási engedély volt, és 45 db lejárt (ebből 16 db híd – 36%).

- 1994.01.01-től a KHVM Közúti Közlekedési Főosztálya 361.939/1993. sz. utasítása szerint a közlekedésépítési alkalmazási engedélyek kiadását az Útgazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság (UKIG) végezte.
- 1996.06.01. óta az Állami Közúti Műszaki és Információs Kht. jogosult alapító oklevele szerint a közútépítési alkalmazási hozzájárulások kiadására. 2003. év végén 421 db érvényes (ebből 205 db hídra vonatkozó – 49%) és 89 db lejárt (ebből 30 db hídra vonatkozó – 34%) közútépítési alkalmazási hozzájárulás volt a nyilvántartás szerint.

Egyébként a Minőségvizsgáló Osztályok 1993. 01. 01. (megalakulásuk) óta ellenőrzik az újfajta termékek és újfajta építési módok felhasználását az út- hídépítési, és – fenntartási munkák kontrollvizsgálatai során.

2.2. A 39/1997 (XII.19.) KTM- IKIM együttes rendelet

A 39/1997 (XII.19.) KTM- IKIM együttes rendelet intézkedett az építési célra szolgáltató anyagok, szerkezetek és berendezések műszaki követelményeinek és megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól. Ezen rendelet kiadására az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. Törvény (Étv.) 62.§.(2j.) pontja hatalmazta fel az illetékes minisztereket.

Az együttes rendelet hatálya azonban nem terjedt ki a sajátos építményfajtáknál kizárólagosan használt építési célú termékekre, berendezésekre, megoldásokra, eljárásokra.

A fenti együttes rendeletben előírt ÉME kiadásának jogát az ÉMI Kht. kapta meg az 1. pontban hivatkozott kijelölésben az általános építési célú termékekre.

A fenti együttes rendeletet visszavonták és helyére a 3/2003 (I.25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet lépett, amely már mindenfajta építési termékre vonatkozik.

3. Az ÉME kiadása és tartalma

3.1. A közlekedésépítési termékekre vonatkozó ÉME

A közlekedésépítési termékekre vonatkozó ÉME-t a gyártó-, vagy a forgalmazó-, vagy a felhasználó cég kérheti.

3.2. Az ÉME kérelem mellékletei:

- Műszaki Szállítási Feltételek (MSZF),
- szállítói megfelelőségi nyilatkozat (mintalap),
- termékismertető,
- biztonsági adatlapok,
- vizsgálati jegyzőkönyvek, tanúsítványok,
- külföldi alkalmazási engedélyek,
- egyéb (pl. beépítési adatlap, stb.).

3.3. A Műszaki Szállítási Feltételek fejezetei:

- általános ismertetés,
- általános ismertetés, a termékek leírása,

¹ Magyar Közút Kht. Győri Minőségvizsgáló Osztály

- alkalmazási terület,
- alkalmazási feltételek,
- termékek minőségi követelményei, / műszaki paraméterek/ vizsgálati módszerek,
- termékek tulajdonságai,
- beépített termékek (rendszerek) tulajdonságai,
- beépítési technológia,
- minőség-ellenőrzés és minősítés,
- csomagolás, tárolás, jelölés,
- munka- és egészségvédelem,
- tűzvédelem és környezetvédelem,
- a tárgyjal kapcsolatos szabályozási kiadványok, mellékletek.

3.4. Az ÉME engedély tartalma:

Az első oldalon:

- kiadó cég neve, címe,
- ÉME engedély száma,
- termék megnevezése,
- felhasználás célja,
- kérelmező neve, címe,
- ÉME kiadásának alapidokumentumai (együttes rendelet, MSZF, vizsgálati jegyzőkönyvek, előző engedélyek, második oldal feltételei, stb.),
- ÉME érvényességi határideje (legfeljebb 5 év),
- kiadás dátuma,
- kiadó cég vezetőjének aláírása.

Második oldalon:

- gyártó cég neve, címe,
- forgalmazó cég neve, címe,
- termék felhasználási területe,
- a termék alkalmazása szempontjából lényeges tulajdonságai, jellemzői,
- a termék (számszerűsíthető) műszaki követelményei és azok vizsgálati és ellenőrzési módszerei,
- a termék alkalmazásának lényeges műszaki feltételei,
- a termék megfelelőség igazolásának módja,
- utóellenőrzés gyakorisága,
- az ÉME engedély csak az MSZF-el együtt érvényes,
- egyéb kikötések,
- kiadó cég vezetőjének aláírása.

4. Kiadott ÉME engedélyk a közlekedésépítés területén

A közlekedésépítés területén az ÉME engedélyk kérelme és kiadása lassan indult be, de a folyamatot meggyorsította az EU-hoz való csatlakozásunk (2004.05.01.), amely időponttól az alkalmazási hozzájárulások elvileg érvényüket veszítették.

2006.04.30-ig összesen 352 db ÉME engedélyt adott ki az ÁKMI, illetve 2005.10.01-től teljes körű jogutódja a Magyar Közút Kht.

A kiadott ÉME engedélykből 168 db (48%) a híd- és műtárgy-építési szakterületre vonatkozik, és ezek megoszlása munkanemként az alábbi:

- acélszerkezet(betonacél is) 7 db (4%),
- acélszerkezetek korrózióvédelme 23 db (14%),
- előregyártott vasbeton elemek 21 db (12%),
- szigetelés 23 db (14%),
- betonjavítás 18 db (11%),
- betonvédelem 12 db (7%),

- beton adalékszer 21 db (12%),
- hídtartozékok 37 db (22%),
- egyéb építési technológia 6 db (4%).

A hidak és műtárgyak építésénél, felújításánál a hibamegelőzés egyik leghatékonyabb eszköze a jó minőségű termékek, valamint a forgalmi, teherbírási és környezeti igénybevételeknek leginkább megfelelő korrózióvédő bevonatrendszerek alkalmazása.

Csak így biztosítható a hídszerkezetek 100 éves élettartama.

Az ÁKMI Kht. az ÉME engedély kérelmek felülvizsgálata, kiegészítése, kiadása során a fenti alapelvek szerint járt el.

A hidak és műtárgyak korrózióvédelmét biztosító festékbevonat és szigetelési rendszerekről kicsit részletesebben is beszélünk.

5. Acél hídszerkezetek festékbevonat rendszerei

5.1. Alkalmazott műszaki szabályozások:

- MSZ EN ISO 12944-1,2,3,...8.;:2000 Acélszerkezetek korrózióvédelme festékbevonat rendszerekkel
- ÚT 2-2.202:2004 Közúti acél hídszerkezetek korrózióvédelme

5.2. Alkalmazott alapelvek az ÉME kiadás során:

- legalább három rétegű festékbevonat rendszer szükséges (különböző funkciók),
- 15 év feletti élettartam szükséges gazdasági megfontolásból (a régi festék eltávolítása, a beállványozás, a forgalomterelés stb., költsége mindig többszöröse az új festés anyagárának és munkadíjának),
- C5-I,C4,C3 korróziós kategóriába sorolhatók a hídszerkezet egyes részei, szerkezeti elemei,
- elsősorban EP-PUR rendszert alkalmazunk (de PUR, EP-PSX, PVC-AK, PVC-AY is). A kiadott 23 db ÉME engedély 57 féle különböző rétegfelépítésű és különböző vastagságú festékbevonat rendszerre vonatkozik. Ezek közül 51 db EP-PUR rendszer.
- termékek identitás vizsgálata fontos az azonosításhoz, utófelülvizsgálathoz (komponensenként a sűrűség, nem illó anyag tartalom, viszkozitás értéke, stb.),
- rendszervizsgálatok:
 - sósköd kamrában (1440, 720, 480 óra),
 - kondenzvíz kamrában (720, 480, 240 óra),
 - kémiai vizsgálat (168 óra vagy ASTM ciklikus),
 - UV állóság (Xenon teszt),
 - felületlisztaság (tapadás, együttdolgozás, tartósság),
 - felületérdesség (tapadás, együttdolgozás).

Az 1. ábrán bemutatjuk egy festékbevonat rendszer ÉME engedélyét

6. Szigetelési rendszerek

6.1. Alkalmazott műszaki szabályozások:

- ÚT 2-3.406:2000 Vasbeton pályalemezes hidak szigetelése
- ÚT 2-3.407:2006 Bitumenes lemezes szigetelések
- ÚT 2-3.409:2006 Acél pályalemezes hidak szigetelése

6.2. Alkalmazott alapelvek az acél pályalemezes hidak szigetelésénél az ÉME kiadása során:

- csak masztix kitöltésű felső tapadóhidas műanyag szigetelési rendszer alkalmazható. A kiadott 23 db ÉME engedélyes szigetelési rendszerből 1 db acél pályalemezes hídra, 8 db RMA és 10 db bitumenes vasbeton pályalemezes hídra, 4 db pedig talajba kerülő szerkezetekre alkalmazható.
- többretegű rendszer (különböző funkciók),



1. ábra: egy festékbevonat rendszer ÉME engedélye

- legalább 20 év élettartamot kell biztosítani,
- termékek identitás vizsgálata fontos az azonosításhoz, utófelülvizsgálathoz, (műgyanta komponensenként a sűrűség, nem illóanyag tartalom, viszkozitás értéke, stb., a kikeményedett réteg tulajdonságai, aszfaltkeverék összetétele, pecsénnyomása, Wilhelmi lágyuláspontja),
- rendszervizsgálatok:
- vízállóság (23 ± 3 °C-on 1 bar víznyomás 72 órán át),
- ciklikus hőűröképesség (25 ciklus -20 és $+70$ °C változó hőterhelés mellett),
- technológiai hőűröképesség (ÖA beépítési hőmérséklete, egyszeri hőterhelés esetén),
- vegyszerállóság (10-10%-os NaCl és MgCl₂ oldatban tárolva),
- csúsztatószilárdság a rétegek között (30° esésű lejtőre helyezett minta nyíró vizsgálata),
- dinamikus hajlítógénybevétel szembeni ellenállás (20 ± 3 °C-on a minta hajlítása 10 000 ismétléssel),
- acél hídszegélyekre alkalmas szigetelő- kopóbevonat (korrózióvédő alapozóréteg BV1 típusú beton védőbevonat kopórétegével),
- felület tisztaság (tapadás, együttdolgozás, tartósság).
- felület érdesség (tapadás, együttdolgozás).

Summary

Experiences with issuing Construction Technical License on the field of corrosion protection products

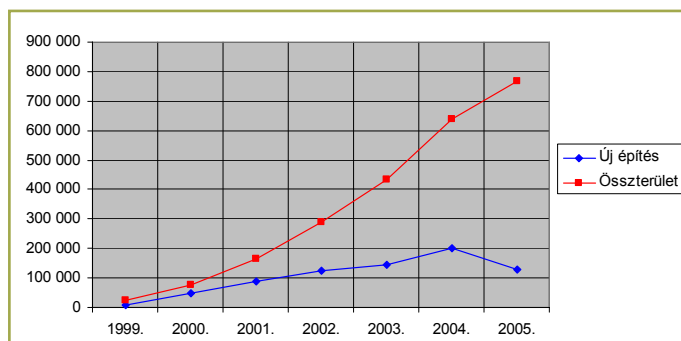
In Hungary the legal framework regarding proof of compliance, issuing and application of construction products is regulated by the joint Ministerial Decree No. 3/2003 (I.25.) BM-GKM-KvVM. If there is no valid product standard or ETA (European Technical Approval) for a particular construction product, the precondition of any domestic application is the existence of the relevant Construction Technical License (Hungarian abbreviation: ÉME). This article provides a short historic overview of the permission and application procedures of construction products and their legal background in the last 25 years, followed by the general description of the current ÉME issuing procedure, including the required content of the different documents, annexes etc. Since 2004 the number of issued ÉME Licenses amounts to 352, of which 48% refers to bridges and other engineering structures. The paper is concluded with the detailed description of the standards, regulations and basic principles to be applied regarding corrosion protection materials, namely on the fields of steel bridge structures paint coating systems and waterproofing systems.

1. Az ipari utak aktualitása

Hazánkban az utóbbi években – a gazdasági konjunktúrának, a növekvő hazai befektetéseknek köszönhetően – dinamikusan nőtt az ipari célú magasépítmények beruházásainak száma. Gyorsütemben jöttek létre és valósulnak meg napjainkban is a jellemzően acél- vagy vasbetonvázas, szendvicspanelekből összeállított gyártócsarnokok, ipari üzemek – de idesorolhatjuk akár a gombamód megszorodott kereskedelmi létesítményeket, bevásárlóközpontokat is. A növekedés mértékét az 1. táblázat és az 1. ábra adatai illusztrálják.

1. táblázat: Magyarországi ipari parkok összefoglaló adatai

Jellemzők	2003	2004	2005
Parkok száma	165	165	164
Parkok területe (ha)	9050	9098	9185
Betelepítettség (%)	42,7	47	50,5
Vállalkozások száma (db)	2450	2571	2680



1. ábra: Ipari üzemek összefoglaló adatai Magyarországon (m²)
Forrás: DTZ Research

Ezeknek a projekteknek közös mérnöki szempontú jellemzője, hogy a magasépítési elvek dominálnak, és azt szolgálja ki a többi szakág – így a közlekedési szakág is. Ez nem is csoda, mivel az alapvető funkciót az épület látja el, annak falai között működik az ipari termelés, bonyolódik a kereskedelem. A közvetlen fizikai kapcsolat a külvilággal azonban a közlekedési létesítményeken keresztül valósul meg. Ezen jutnak be az üzembe a gyártáshoz szükséges nyersanyag szállítmányok, és ezen át távozik az elkészült termékeket tartalmazó rakomány, és természetesen számos egyéb forgalom – személyzet, vendégek, látogatók stb. – is igénybe veszi az üzem közlekedési hálózatát.

Egyáltalán nem mindegy tehát, az utak, parkolók, rakodók, milyensége, melyek közlekedési szerepükön túl befolyásolják az építészeti, a funkcionális és a kereskedelmi-gazdasági jellemzőket is. Jó műszaki megoldású közlekedési építményekkel a létesítményt előnyössé és vonzóvá tehetjük, vagy nem megfelelő úttervezéssel és - kivitelezéssel éppen az ellenkezőjét érhetjük el.

Erről a speciális szerepű és tulajdonságú úttípusról – gyakorisága ellenére – az „utas szakmában” kevesebb szó esik. Ennek egyik oka talán az, hogy ezek az utak többnyire magánútnak minősülnek a jogszabályok szerint. Nekünk – szaktervezőknek, azonban ugyanolyan szakmai igényességgel kell vizsgálni őket, mint közterületen lévő „társukat”. Arról nem is beszélve, hogy a magán-

utaknak e csoportját, az úgynevezett közforgalom is igénybe veszi – nem ritkán igen nagy számban és gyakorisággal – az üzemet kiszolgáló közúti csomóponti kapcsolatokon és közparkolókon keresztül. Egy-egy újonnan épülő gyáróriánál gyakran egyúttal egy igen nagy kiterjedésű és jelentőségű közlekedési beruházásról kell beszélnünk.: sok száz férőhelyes parkolók, több tízezer négyzetméter közlekedési célú burkolt felületek stb.

2. Vonatkozó előírások

Ezeknek a felületeknek a megtervezéséhez és kialakításához igencsak kevés szakmai előírás áll rendelkezésünkre fogódzóként. A „hagyományos” úttervezési feladatokhoz jó szolgáltatást tevő útügyi előírások közül mi is vonatkozik ránk, akik az ipari utak tervezését is gyakoroljuk?

A „Közutak tervezése” (röviden: KTSZ) c. előírás – mint átfogó, általános előírásokat tartalmazó gyűjtemény nem igen tesz említést eme tárgyról. A kiadvány első lapjai alapján már tervezési sebességet kellene meghatároznunk, hogy megkapjuk a tervezési paramétereket, tervezési értékeket. A legkisebb tervezési sebesség - mely szerepel - a 30km/h. Ez egy kamionforduló, mély- vagy szintbeni rakodó, járműbehajtó, vagy akár parkolóállásokhoz tartozó közlekedő út tervezésénél nyilvánvalóan nem vehető figyelembe, és csupán „áltudományos” számításokba bocsátkoznánk.

Létezik egy KTSZ kiegészítés „A parkolási létesítmények geometriai tervezése” címmel, mely ténylegesen segít a parkolási létesítmények geometriai kialakításában helyszínráizilag. Azonban ez a feladat egy megvalósuló komplexumnak csak egy része. Hasznosnak tartom az előírásban megadott tervezési jármű méreteket – sajnálom, hogy ezt csak személygépkocsira vonatkozóan található meg itt.

A szintbeni csomópontokra vonatkozó előírásokban található M=1:500 vagy M=1:1000 léptékű üldözőgörbék is, amelyek az ipari utak járművel való járhatóságának ellenőrzésére is jó szolgálatot tesznek.

A pályaszerkezetek tervezésének előírásai, szintén használhatók a gyakorlatban - már ha előtte meg tudtuk állapítani, mekkora is lehet a majdani forgalomnagyság.

Egyes útszakaszok és elemek, közlekedési területek tervezése, helyszínráizilag és magassági kialakítása - de magának a rendszernek a kitalálása, kapcsolatának kiépítése is - gyakorlatilag teljes mértékben a tervezőre van bízva. Még a útügyi szakirodalom sem szokott foglalkozni a témakörrel, ezért elméleti tudásunkat e téren inkább az ipari létesítményekkel foglalkozó építészeti szakkönyvekből meríthetjük, ahol egy vagy két oldalba sűrítve legalább a legalapvetőbb szabályokat közlik velünk.

3. Az ipari üzem, mint közlekedési hálózat

Az ipari üzem egy viszonylag különálló zárt közlekedési hálózatrendszer alkot, melynek megvannak a sajátos elemei és a külső közúti rendszerhez való kapcsolódási pontjai.

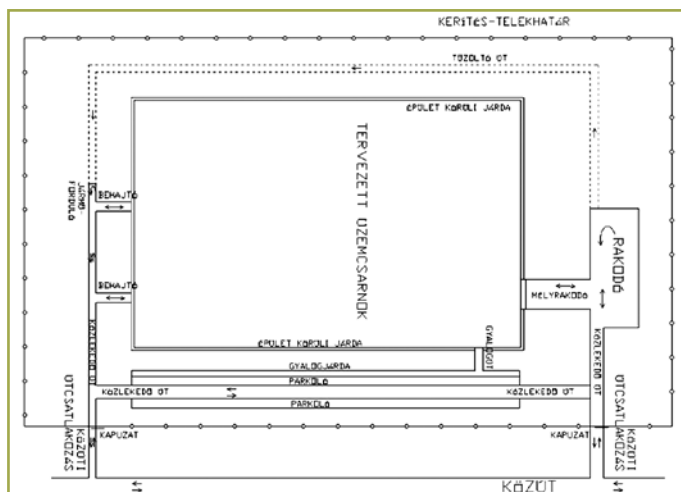
Egységes fogalmi rendszerről a szakirodalomban az ipari üzemek útjainál eddig nem találkoztam. Saját tervezési feladataimnál én az alábbi hálózati elemeket szoktam megkülönböztetni és defini-

¹ Okl. építőmérnök, úttervező, Vonalvezető Kft. ügyvezetője, Baustar cégcsoport, halasz.istvan@vonalvezeto.hu

álni - elsősorban tervezés és kialakítás szempontjából. A felhasználandó elemekkel már a tervezés kezdetekor tisztába kell lenni.

- a) Közúti útcsatlakozás: a közúthoz való kapcsolódás helye és annak közvetlen környezete. Kialakításánál fő szempont, a szintbeni csatlakozás biztosítása a várható forgalmi igényeknek megfelelő kialakítással, vízvezetési szempontokat is szem előtt tartva. Törekedni kell lehetőleg a csapadékvíz magánterület felé való elvezetésére.
- b) Közlekedő utak: az úti cél (azaz a parkoló/rakodó terület) és a közúti útcsatlakozás közti szakasz. Feladata még az egyes elemek közötti összekötés, közlekedési kapcsolat biztosítása. A közlekedő úton belül lehet esetenként több hálózati szintről és azok alá-fölérendeltségi viszonyáról beszélni.
- c) Parkoló terület: Szűkebb értelemben ez alatt a tényleges parkolóállások területe értendő. Lehet személygépkocsi vagy tehergépkocsi részére szolgáló. Kialakítása lehet párhuzamos, merőleges, vagy ferde – mint ahogyan az általában a parkolóknál szokásos.
- d) Járműforduló és rakodó: Lehet vég- vagy közbenső forduló, egybeépítetten fordulásra és rakodásra szolgáló terület stb. Különböző szögben biztosíthatják a járművárakozást, ki- és bepakolást és manőverezést.
- e) Jármű behajtó: megfelelő szintbeni csatlakozással – általában rámpás kialakítással - biztosítja a jármű behajtását az épületbe. A behajtás megfelelő kapun keresztül történik.
- f) Mélyrakodó: biztosítja a tehergépjárműről való szintbeni rakodást oly módon, hogy az utat a padlószinthez képest lesüllyeszti, szokásosan 1,15-1,20m mélyre. A rakodás megfelelő gépesítéssel a jármű rakodófelületéről szintben történik.
- g) tűzoltóút: a tűzvédelmi előírások figyelembevételével biztosítja az épület körül az oltójárművel való közlekedést, az épület körbejárását és az oltási feladatok elvégzését. Külön ott kerül tervezésre, ahol egyéb közlekedési terület nem létesül, melyet a tűzoltók használni tudnak szükség esetén. Nem minden esetben igényel szilárd burkolatot, gyakori a gyephézagos betonelemmel vagy zúzottkővel való kialakítás – költségcsökkentés miatt.
- h) Gyalogutak, járdák: gyalogos forgalom elkülönített vezetésére szolgál, ahol az indokolt.
- i) Épület körüli járda: közlekedési funkciója általában másodlagos, mégis sokszor úttervezői feladat a megtervezése. Elsődleges feladata az épület falzatának védelme. Legalább 60cm széles szokott lenni, de ha közlekedési célú használatra is szolgál, ennél szélesebb szükséges. Leggyakrabban betonból készítik, de ha nincs rajta közlekedés divatos a kavicszórással való kialakítás.
- j) speciális üzemi járművek útjai: ide tartoznak a speciális rakodógépek, üzemi targoncák részére kialakított utak. Ezeket az adott járműre kell külön méretezni.
- k) Kerékpáros közlekedési létesítmények: külön kerékpáros forgalom részére kiépített utak és a kerékpártárolók területe sorolható ide. Igény szerint létesítendő.
- l) Tömegközlekedési járművek megállói, vasúti iparvágányhoz vezető út, vasúti rakodók, stb.: tömegközlekedési eszközöket, és vasúti közlekedést kiszolgáló útpépítési létesítmények, megállóhelyek telken belül.

Természetesen a fentiekől eltérő csoportosítás, tematizálás is lehetséges, de célszerű lenne mindenképpen valamilyen jövőbeli egységesítés. A 2. ábrán láthatók a belső ipari utak főbb elemei.



2. ábra: Belső ipari utak főbb elemei

4. Kiindulási adatok és azok bizonytalanságai

A tervező mérnök számára a kiindulási adatok eltérőek más úttervezői feladatokkal összevetve. A tervezési igényeket általában az építésztervező, esetleg a beruházó szolgáltatja. Ez egyben azt jelenti, hogy a teljes projektre vonatkoznak az adatok, melyekben a közlekedési szempontból alig található némi használható információ. Igényelnék például, hogy munkánk elkezdéséhez adjanak részünkre valamilyen forgalmi adatot, ezt azonban mindenki az úttervező belátására bízta. Ilyenkor az üzem nagyságából kiindulva, az építész terveket áttanulmányozva, megismerve a beruházó elképzeléseit és konzultálva esetenként a technológus tervezővel is, próbálhatunk meg számszerűsíteni egy várható forgalom nagyságot, melyet célszerű lebontani az egyes járműkategóriákra is.

(Itt jegyzem meg, hogy ipari üzemeknek forgalomgerjesztő hatását a külső közlekedési hálózathoz tekintetbe kell venni. Előfordulhat, hogy egy ipari park kiszolgáló útjainak kapacitása éppen az új létesítményünk folytán fog kimerülni. Ennek vizsgálata és tervezése azonban többnyire egy külön tervezői feladatot jelent a belső úthálózat tervezésétől függetlenül.)

A kiindulási alapadatokat szinte csak a geodéziai alaptérkép – illetve az építész vázlatok – jelenthetik. Az úttervezői vállalásban általában nem szerepel geodéziai felmérés, melyből az következik, hogy építész igényeket kiszolgáló alaprajzot kapunk kézhez. Az út környezetének felmérése sokszor hiányos, a magassági pontok pedig a digitális állományon mindenütt 0,00m magasságú síkon vannak elhelyezve, amely a korszerű számítógépes úttervezésben szokássá vált térbeli tervezésre teljes mértékben alkalmatlan. Így marad – jobb híján – a kézi és számítógépes tervezési mechanizmus ötvözése, többlettervezési időt igénybe véve. De az is előfordul, hogy csupán papír alapú tervet biztosítanak, amit nekünk kell valamilyen módon digitalizálni – ugyanis a külföldi beruházók ragaszkodnak az elektronikus tervszolgáltatáshoz. Az építész terv azért sok adatot közölhet velünk szerencsés esetben: épület helye, kerítésvonal, kapuk és ajtók helyei, méretei stb.

5. Néhány szó a geometriáról

Van, hogy az építésztervező már kész helyszínrajzi elképzelést ad át részünkre, mely a közlekedési kialakítást is magába foglalja, és ezt kell lefordítani „utas nyelvezetre”. Máskor viszont mi határozzuk meg a teljes helyszínrajzi kialakítást, akár építészeti elemeket is beleértve.

Bárhogy is van a létesítményt utas szemlélettel alaposan át kell gondolni és leellenőrizni. Alapvető, hogy minden járműnek az igényelt mozgása biztosított legyen: behajtás, rakodás, parkolás,

megfordulás, kihajtás. Ehhez a járműhöz mért útszélességi méretek, sugarak, lekerekítőívek szükségesek. Nem szerencsés, ha az üzembe helyezés után derül ki például hogy a kamionok képtelenek az üzem területén megfordulni. Az építész tervek az utakat nem ritkán elnagyoltan, és olyan egyszerűsítésekkel ábrázolják, melyeket, ha a szaktervező nem bírál felül, komoly gondok forrása lehet. (Ilyen egyszerű példa, amikor a személygépkocsi parkolók elválasztó zöldszigetének lekerekítését elhagyják, és ezáltal a kivitelező cég ténylegesen, szögletes kialakítással meg is építi azt, mely később balesetveszélyes)

A mértékadó járművek mozgásgeometriájának vizsgálata kulcsfontosságú. Itt a szimpla tervezési sebesség meghatározás nem használható. Ezzel kapcsolatban mértékadó járműnagyságra és mozgási helyigényre több helyen találni adatot. Ipari üzemekkel foglalkozó kiadványokban, megtalálhatók a különböző típusú tehergépkocsik, targoncák és más ipari járművek adatai is. Ütügyi előírás a mértékadó járművekről - tudomásom szerint - jelenleg nincs, de olvastam korábban arról, hogy előkészületben van egy ilyen kiadvány, mely nagyon hasznos lenne.

6. A térbeli kialakítás

A térbeli kialakítás a magassági viszonyok, és a vízvezetési szempontok figyelembevételével igazi specialitását jelenti ez szakterületnek.

Két alapvető magassági kötöttség létezik:

- 1.) a közút pályaszintje az üzemi úthálózat csatlakozási helyén
- 2.) a tervezett magasépítési létesítmény padlószintje

Mindkettőhöz csatlakoznunk kell szintben valamilyen módon.

Az ipari üzemek útjainál négyzetméterről négyzetméterre át kell gondolni a tervezett út magassági helyzetét, és gondolatban végig kell járni a burkolatra hulló csapadék teljes útját. Ma már a zárt rendszerű vízvezetés az általánosan elfogadott megoldás ipartelepek területén – ez általában kötelező környezetvédelmi szempontok miatt is. A választott vízvezetési rendszerhez illeszkednie kell a burkolat hullámoztatásának, az útfelület oldalesés kialakításának is. Dönthetünk a víznyelők szempontjából pontszerű, vagy vonalmenti felületi vízgyűjtés mellett. Mindkettőnek van előnye, és eltérő, mikor melyik típus a kedvezőbb. Lehet akár vegyesen is használni a kettőt. Mélyrakodóknál, nagy hajlású részekenél a vonalmenti vízgyűjtés a célszerű.

Külön odafigyelést igényel a meredek hajlású rámpák csatlakozása a közlekedő utakhoz. A tervezéshez jól hasznosítható a mélygarázsok tervezésére vonatkozó tervezési útmutató – habár jelen esetben nem mélygarásról van szó. Az eltérő meredekségű szakaszok csatlakozásánál a jármű alváza nem akadhat fenn, és ezt hossz-szelvényen lehet a legjobban leellenőrizni. Javasolható ilyen esetben egy köztes hajlású sík felületű rövid szakasz beiktatása, melyet a kivitelező is minden nehézség nélkül meg tud építeni, szemben az íves lekerekítésekkel.

Ipari utaknál is szokás hossz-szelvényt készíteni valamennyi útról. Az út tengelyében való hossz-szelvényi ábrázolás azonban első sorban az útcsatlakozások környezetében hordoz sok információt, ezt jobb részletesebben kirajzolni az egyértelműség miatt. A közbenső szakaszoknál az épület padlójának vízszintességéhez alkalmazkodva hosszúság nélkül érdemes kialakítani az úttengety megfelelő keresztelés alkalmazása mellett.

A burkolatszél eséskialakításánál a meredekségét legalább 0,3%-kal kell megépíteni. Alaptípusok:

- a 0,5-1m-es sávon való hullámoztatás (KTSZ szerinti)
- teljes szélességű hullámoztatás, azaz az út változó kereszteléssel való kialakítása

- burkolatszél tengellyel azonos hosszúsága a vonalmenti vízgyűjtő felé.

Az első két típus pontszerű, a harmadik vonalmenti vízgyűjtésnél alkalmazható. A víznyelők kiosztása szintén úttervezői feladat, de a zárt vízgyűjtőrendszert többnyire a vízi közműtervező tervezi. A folyamatos együttműködés a tervezők között itt is elengedhetetlen. Ma már rengeteg féle víznyelő típus között választhatunk, a gyártó cégek külön tervezési segédleteket is kiadnak ehhez. A kialakítás tervezésénél az adott víznyelő kapacitására kell figyelemmel lenni, valamint hogy az adott forgalom terhéért viselni tudja a műtárgy.

Keresztszelvényileg lehet egy- és kétoldali oldalesést alkalmazni, mely a vízgyűjtéssel összhangban alakítandó ki a szokásos útépitési szegélytípusok alkalmazásával együtt.

Természetesen a szabványos úrszelvényi méretek általában az iparterületen is érvényesek.

7. Forgalomtechnika és forgalombiztonság

Előfordul, hogy ipari üzemek tervezésénél – idő és pénz szűke miatt – csupán elnagyoltan foglalkozik forgalomtechnikával a tervező. Véleményem szerint azonban az ipari létesítmények útjai egy bizonyos nagyság fölött jelentősebb forgalomtechnikai szabályozást igényelhetnek. A KRESZ itt is érvényben marad, és ezt tudtára kell adni a járművezetőknek közúti jelzőtáblák és útburkolati jelek használatával. Bár éppen nemrégiben hallottam egy bizonyos nyugat-európai „bizonytalanság okozta biztonság” szemléletről, vagyis ha minden közlekedő fél bizonytalanságban a táblák hiánya miatt van, akkor a szabályozatlanság okán a kölcsönös óvatosság nagyobb közlekedési biztonságot eredményez. Úgy vélem – bár az elv nem rossz – alkalmazhatósága erősen függ a helyi közlekedési szokásoktól, és a magyar helyzet ezt nem teszi lehetővé a forgalmasabb ipari területeken sem. A hiányosan elhelyezett tábláknál, a tehergépjárművek a jobb kéz szabály figyelmen kívül hagyásával végigszáguldanak a teljes iparterület hosszabb egyenes szakaszain. A forgalmi rendszert tehát át kell gondolni, az elsőbbséget jelentősebb forgalomnál, vagy veszélyesebb helyeken szabályozni kell, alapvető információkat pedig közölni szükséges.

Mélyrakodóknál, meredek rézsűknél, közeli falak esetén, indokolt a biztonsági korlát kihelyezése is.

8. A pályaszerkezet

Az ipari utak pályaszerkezeti típusai a jelenlegi hazai gyakorlatban: aszfalt, betonkő és beton.

Általában a megbízó szereti eldönteni, – többnyire esztétikai szempontok alapján – hogy a három közül melyik az alkalmazandó. Kedvelt a vegyes rendszerű használat is, pl. a közlekedő utakat aszfaltból, a parkolóállásokat és rakodókat betonkőből építik. Ez akár optikai és forgalomtechnikai szempontból is előnyös lehet – jól láthatóan elkülöníti az eltérő funkciójú útfelületeket.

A pályaszerkezet tervezésére rendelkezésre állnak a tervezési előírások. Csak a várható forgalom bizonytalansága okozhat problémát, amelynek téves felvétele vagy gyors tönkremenetelt, vagy költséges túlméretezést eredményezhet. A gyakorlatban a főbb közlekedési utak leggyakrabban a „B”, „C” és „D” terhelési osztály között szoktak változni, míg a kisebb igénybevételű területek ennél akár jóval alacsonyabb osztályúak is lehetnek. Nem hagyható figyelmen kívül, hogy az iparterület útjaira többlet igénybevételt fejt ki a forduló-rakodó területeknél a lassú sebességgel való manőverezés. Ilyen helyen nem lehet csupán a járműszámból kiindulni, hanem fontos a manőverezésnél az ismétlődő lassú mozgások várható száma is.

Manapság egyre inkább mély fekvésű, rossz talajmechanikai adottságú területek is nagyvállalatok beruházási területévé válnak. Az útépitést hazánkban ezért általában megelőzi a terület durva tereprendezése. A terület szemcsés anyagból való feltöltése kedvező hatással a pályaszerkezet viselkedésére és beszámítható fagyvédőréteg vastagságába is fagyvédelmi méretezéskor. A 3. és 4. ábrán ipari út építésének részletei láthatók.



3. ábra: Ipari út alapréteg építése



4. ábra: Ipari üzem kivitelezése

9. Összefoglalás

Az ipari épületek közlekedő útjai eltérő tervezői szemléletet kívánnak az úttervezőtől a klasszikusnak vett közúti úttervezéshez képest. De mérnöki szempontból ez is jelent hasonló nagyságrendű kihívást. A gondos, precíz tervezés pedig megfelelő szintű és minőségű, jól használható műszaki megoldást eredményezhet, és a tervezésre szánt idő és költség hosszú távon mindenképp megtérül.

Az ipari utak terveinek minősége manapság változatos képet mutat, és már alapvető formai és tartalmi szempontból sem egyezők a különböző helyről érkező munkák. A megfelelő színvonalú ipari utak alkotásához hasznos lenne a szakma számára, még ha nem is útügyi előírás - lévén magánútról van szó - , de legalább egy tervezési útmutató kidolgozása. A legkülönbözőbb magasépítési előírások és építész szakkönyvek foglaloznak valamilyen szinten ezen utakkal - de a szakterület igazi birtokosai mégiscsak mi vagyunk - hiszen akárhogy is vesszük - ez is csak egy közlekedési létesítmény...

Summary

Design of traffic surfaces of industrial sites

The number of industrial projects keeps growing in Hungary. These mean also tasks for road-designers, but they are often neglected by professionals. Roads of industrial sites require different type of view from the designer. These roads make up a special internal traffic network. Design data are often uncertain. The designer must consider the particular geometry, pavement and traffic engineering too. In order to reach a right professional level and uniformity it would be useful to publish design guidelines in this theme. The invested cost and time in road-design of industrial sites returns later.

Útburkolatok hőmérsékleti profilját előrebecslő modell fejlesztése és értékelése

Model to Predict Pavement Temperature Profile: Development and Validation

Brian K. Diefenderfer, Imad L. Al-Quadi, Stacey D. Diefenderfer Journal of Transportation Engineering 2006. 2. p. 162-167. á:6, t:1, h:17.

A hajlékony útburkolatokon a nehéz forgalom terhelése jelentős károsodást okoz, különösen a meleg aszfaltkeverékek esetén. A melegen kevert aszfalt viszko-elasztikus anyag, ezért teherviselő képessége függ a hőmérséklettől. A melegen kevert aszfaltrétegek helyszíni tényleges teherbírásának pontos meghatározásához szükséges a rétegek hőmérsékletének ismerete, előrebecslése. A korábbi kutatások publikált eredményei elsősorban az éves maximum és minimum hőmérséklet meghatározásával foglalkoztak, amely a megfelelő teljesítményű aszfaltkeverék kiválasztásához szükséges. Az útburkolat hőmérsékleti profiljának megállapításához figyelembe kell venni a környezeti hőmérsékletet és az évszakos változásokat, mert csak így lehet mennyiségileg jellemezni a felmelegedés és a lehűlés folyamatait. A közelmúltban elvégzett kutatások alapján lehetséges az útburkolatok napi maximum és minimum hőmérsékleteinek modellezése. Ehhez ismerni kell a környezeti hőmérséklet maximumát és minimumát, továbbá azt a mélységet, ahol a burkolat hőmérsékletét meg kell határozni, valamint a számított napsugárzás mennyiségét. Az említett változók segítségével lineáris kapcsolatot feltételezve tetszőleges mélységben kiszámítható a burkolat hőmérséklete. A cikk bemutatja a kifejlesztett hőmérsékleti modell értékelését, mely szerint a naponta változó napsugárzás ismeretében bármely helyszínen meg lehet határozni a burkolat hőmérsékletét. A modell paramétereit a Virgínia államban üzemeltetett, alaposan műszerezett „okos út” mérési eredményeiből alakították ki. A javasolt helyszín-független modellt sikeresen alkalmazták két véletlenszerűen kiválasztott útszakaszra, melyek a hosszú távú burkolatviselkedési megfigyelési program részét képezik, és megfelelő adatokkal rendelkeznek. A ténylegesen mért és a modellel számított adatok nagyon jó egyezést (80% feletti korrelációs együttható) mutattak.

G. A.

ÚTSZAKASZOK CSOPORTOSÍTÁSA FORGALOMLEFOLYÁSUK ALAPJÁN KLASZTERANALÍZISSEL¹

DR. KOREN CSABA² – DR. TÓTH-SZABÓ ZSUZSANNA³

Bevezetés

Hazánkban az országos közutak keresztmetszeti forgalomszámlálása 1995. évvel kezdődően öt éves ciklusokban, úgynevezett „gördülő” rendszerben történik. A „gördülő” rendszerű forgalomszámlálás első éveinek adatai alapján határoztuk meg a törvényszerűségi tényezőket (legutóbb a 2000. évi adatok alapján). Az azóta eltelt időszakban a forgalmi, politikai, gazdasági- és közlekedéspolitikai változások (autópályák díjasítása, multinacionális cégek letelepedése, nagyvárosokban és városhatárokon kereskedelmi központok létesülése, elkerülő utak átadása...) az utazási szokásokban is változásokat eredményeztek. Az Európai Unióhoz való csatlakozás még hangsúlyosabbá tette hazánk tranzit jellegét. Időszerűvé vált így a forgalomlefolys törvényszerűségeinek újbóli elemzése, a forgalomjelleg-csoportok és forgalomjelleg kategóriákba sorolás felülvizsgálata. E vizsgálat legcélszerűbb időpontja a 2005-ben kezdődő öt éves periódust megelőzően, a 2004. év adatainak vizsgálata, a szomszédos évek adatainak felhasználásával. Az elemzésben elsősorban a 2003. évi 131 db, és 2004. évi 162 db és 2005. évi 160 db keresztmetszet adatait vontuk be. A keresztmetszetek tényleges besorolásához - ami a KTI Kht. feladata - ellenőrzésként a 2002. év 142 keresztmetszetének mérési adatai is felhasználhatóak.

A kutatás célja a forgalomban bekövetkező változások azonosítása volt oly módon, hogy a mérőhelyekből kialakított csoportok elemeit és jellemzőit összehasonlítottuk az 5 évvel ezelőtt képzett csoportokkal. Megjegyezzük, hogy az ismertetett módszer eredményeként kapott csoportok száma és határai csak kiinduló alapként szolgáltak a mérési keresztmetszetek végleges besorolásához, melyet a keresztmetszetek jellemzőinek egyenkénti mérlegelése után Cseffalvai Mária végzett el.

Vizsgálati módszer

A munka során a klaszteranalízis módszerét használtuk a táblázatosan adott forgalmi adatok elemzéséhez, a számítások elvégzéséhez az SPSS 14. programot használtuk.

A klaszteranalízis olyan matematikai eljárás, melynek során az adott **m** elemű halmaz szétválogatható **n** osztályba. Az osztályok száma optimalizálható, vagy tetszés szerint előre is meghatározható – eljárástól függően. A klaszteranalízis tehát a rendelkezésre álló adatok hierarchikus osztályozására szolgál, a közöttük levő „távolság” alapján. Az osztályozás a mérési adatok olyan csoportosítási folyamatát jelenti, melynek során a csoportok tagjai tulajdonságait tekintve hasonlítani fognak egymásra. Az elemzés során az egyes mérőhelyeken meghatározott forgalomfüggő arányszámok (havonta meghatározott átlagos napi ÁNF/éves ÁNF, illetve a vasárnapi ÁNF/hétköznapi ÁNF) csoportosítására használtuk, a hasonlóság mértéke az egyes adatok koordinátakülönbségeinek összege (négyzetes euklideszi távolsága) volt. Az osztályok optimális számának meghatározása az eljárás része. Az osztályokba sorolás folyamata, vagyis az egyes klaszterek kialakulása nyomon követhető az eredményként kapott, táblázatos formájú „besorolási menetrend”-ben, valamint a menetrendben számszerűsített változásokat képszerűen megjelenítő dendrogram, azaz fagráf elrendezésén. A program először az egymáshoz „legközelebbi” adatsorokat sorolja egy osztályba, majd az

így képezett egységeket nagyobb osztályokba foglalja az egymáshoz rendelt elemek között meghatározott mérőszámok, a „távolságok” alapján.

Az egyes adatsorok elemei közötti távolságot különböző eljárások alapján lehet számolni. A vizsgálatban a Ward-módszert választottuk, mely a csoportokon belüli eltérés-négyzetösszeg minimalizálásával alakítja a csoportokat. Korábbi vizsgálataink során ugyanis azt találtuk, hogy a rendelkezésre álló több módszer közül ez szolgáltatta a legjobb eredményeket. Az összevonas az eredeti **m** pontból indulva lépésenként történik, egészen a minimális 2 klaszterig. Közben minden lépésben kiszámítódik egy ún. heterogenitási mérőszám, amelynek pontos definíciója az összevonási módszertől függ. Ez a mérőszám alkalmas arra is, hogy meghatározzuk a klaszterek célszerű számát. Addig érdemes a klasztereket összevonni, ameddig a heterogenitás nem nő jelentősen. A folyamatot a másik oldalról nézve addig érdemes a klaszterek számát szaporítani, ameddig az a heterogenitás csökkenését eredményezi.

Felhasznált adatok

A vizsgálat elvégzéséhez elsősorban a 2003. évi 131 db, és 2004. évi 162 db mérőhely átlagos napi forgalma állt rendelkezésre hétköznapi, vasárnapi és naponkénti bontásban havonta, valamint teljes évre vonatkozóan járműkategóriánként megadva. A 2005. év 160 mérőhelyének és a 2002. év 142 keresztmetszetének mérési adatait elsősorban ellenőrzésre használtuk. Rendelkezésünkre állt az egyes mérőhelyek nappali (6-18), esti (18-22) és éjszakai (22-06) forgalmának %-os aránya az összes járműdarabra vonatkoztatottan, azonban a 2001-ben elvégzett vizsgálat megállapította, hogy az összes motoros forgalomra számolt adatok alapul vételével kapjuk a legjobb eredményeket. Ezért a továbbiakban a havi és hétvégi forgalom vizsgálata mellett az egyes napszakok forgalmának vizsgálatához is az összes motorosra számolt forgalom megoszlását használjuk.

Klaszterek meghatározása

A csoportképzés alapjául – ellenőrző, összehasonlító vizsgálatok elvégzése után – elfogadtuk a 2001-ben elvégzett csoportosítás során tett megállapítást, mely szerint a teherforgalmat külön nem célszerű csoportképző elemmé tenni, hanem inkább az **összes motoros jármű adataiból** kell dolgozni.

A forgalom-lefolyási tényezőket olyan összesített adatbázis alapján határoztuk meg, amely sorai az egyes mérőhelyek négyjegyű kódját, oszlopai pedig az egyes hónapokra számolt forgalomarányt tartalmazták. Az egyes mérőhelyen meghatározott havonta két arányszám,

- a havi ÁNF/éves ÁNF hányadosa
- a vasárnapi ÁNF/ hétköznapi ÁNF hányadosa

a végső feldolgozó táblázatban egyetlen, a mérőhelyhez rendelt sorban szerepelt.

¹ A cikk a KTI megbízásából elvégzett, 2006.-ban befejezett „A forgalomjellegek felülvizsgálata, figyelemmel a forgalom törvényszerűségeire” című kutatás zárójelentésének kivonata. Konzulens: Cseffalvai Mária

² Okl. építőmérnök, tanszékvezető egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem, koren@sze.hu

³ Okl. építőmérnök, egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem, tothzs@sze.hu

Mivel a téli forgalom adataiban az adott év időjárás viszonyaitól függően nagy ingadozások lehetnek, a vizsgálatokban a márciustól novemberig terjedő kilenc hónap adatait használtuk fel.

Az elvégzett klaszterbe sorolás lépései:

- Közelítő besorolás, (Hierarchikus eljárással, Ward módszerrel számolt távolságok alapján)
- A heterogenitási tényezők vizsgálata
- Optimális csoportszám megállapítása
- Az egyes csoportok elemszámának vizsgálata
- Az egyelemű csoportok vizsgálata, elemek kizárása
- Az összesített adatbázis módosítása (a kizárt elemek kiemelése), majd a klaszterbe sorolás újbóli elvégzése
- A végleges klaszterek elemeinek vizsgálata

Közelítő besorolás

Ebben a lépésben az adott év összesített adatbázisa alapján a mérőhelyek csoportokba - klaszterekbe – sorolását végeztük. A használt program (SPSS 14.) három elv alapján képes csoportosítani az adatokat. A K-közép módszer nagyszámú adat gyors besorolására alkalmas, a Hierarchikus módszer pedig kis vagy közepes elemszámú minta esetén a besorolási folyamat egyes lépéseinek bemutatásával a csoportok változását nyomon követve részletes elemzést tesz lehetővé. A harmadik – e vizsgálat keretében nem alkalmazott – módszer diszkriminációs függvény alkalmazásával képez csoportokat.

A hierarchikus módszer az egyes elemek közötti különbségeket határozza meg (több távolság számítási elv közül választhatunk) és ezek alapján képez csoportokat. Az összesített adatbázis közelítő besorolását a hierarchikus eljárás szerint, az elemek közötti négyzetes euklideszi távolságok alapján (koordinátakülönbségek négyzeteinek összege), Ward módszerrel (az összevonás során a klasztereken belüli homogenitás maximális legyen) végeztük.

1. táblázat – a heterogenitási szám változásának aránya a klaszterszám növekedésével (2004. évi adatok)

csoportok száma	2004	
	távolság	változás
3	49,950	32,7 %
4	33,604	29,3 %
5	23,766	13,1 %
6	20,662	12,6 %
7	18,060	9,9 %
8	16,270	9,2 %
9	14,774	8,7 %
10	13,492	5,9 %
11	12,700	5,9 %
12	11,948	5,3 %

az adatsorokat úgy, hogy a két legközelebbi egy csoportnak veszi, az összevont elemek közötti távolságot pedig a csoport egyik fő jellemzőjeként kezeli a továbbiakban. Amikor már kevés klaszterünk van, akkor egy újabb elem, vagy egy másik, kisebb

Heterogenitási tényezők vizsgálata

Az összes motoros forgalomra számított optimális csoportszám meghatározásához az összesített adatbázis alapján meghatározott klaszterek heterogenitási mérőszámait használtuk. A számítási folyamat egyik végeredménye az a táblázat, melynek részletét mutatja az 1. táblázat.

A heterogenitási mérőszám azt mutatja meg, hogy a csoportba soroláskor két elem összevonásával az egyes csoporton belüli mérőszám (általában a csoport elemei között a távolság) mennyivel változott. A program onnan indítja a számítást, hogy minden adatsor egy különálló klaszter. Ezután egyesével vonja össze

csoport beépítése a csoportba jelentős változást jelent az elemek közötti távolságokban. A heterogenitási mérőszám ezt a változást fejezi ki. A program a besorolási folyamatot végigszámolja, vagyis a legkevesebb, 2 csoportba sorolja az adatbázis elemeit. Ezért az első mérőszám azt mutatja meg, hogy a 3 klaszter alkalmazása esetén mennyivel változik a csoportokon belüli távolság a 2 klaszterhez képest.

Az 1. táblázatból jól látható, hogy 10 klaszter kialakításánál az egyes csoportok távolság-különbsége már csak 6 %, és a 16. klasztertől a változás 4 % körül marad. A 2003. év adatait elemezve is hasonló megállapításra jutottunk. Megállapítottuk, hogy legfeljebb 10 klaszter kialakításával érdemes a további vizsgálatokat végezni.

Optimális csoportszám meghatározása

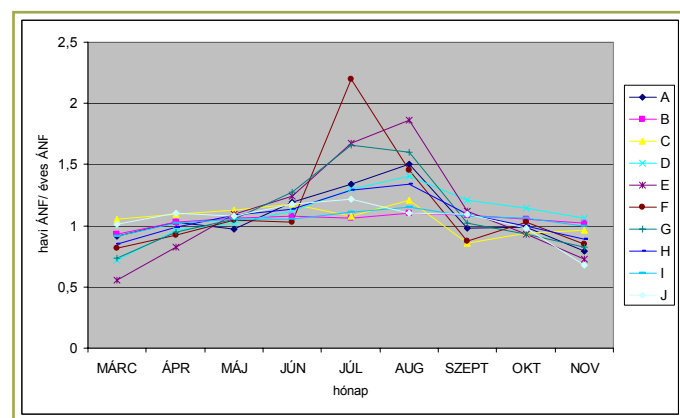
A 2004. év összesített adatai alapján a mérőhelyeket 10 csoportba soroltuk. Az eddig használt hierarchikus besorolás helyett a csoportszám optimalizálásához a K-közép módszert választottuk. Itt a program az egyes csoportokat iterációs módszerrel alakítja ki, és az egy csoportba sorolt adatsorokat helyettesíti egy, a csoport elemeiből számolt adatsorral.

A kialakított csoportok helyettesítő görbéi mellett az egyes csoportok elemszámát is megadja a módszer. (Alapvető különbség a két módszer között, hogy a hierarchikus módszer végeredménye egy osztályozás elemenként, és a csoportok egyetlen jellemzője az elemek közötti távolság, vagyis minden csoportjellemzőt utólag kell meghatározni az elemek alapján. Ezzel szemben a K-módszer a csoportok helyettesítő értékeit és elemszámát adja meg végeredményként, és az egyes csoportokat alkotó keresztmetszeteket csak a helyettesítő érték elemzésével lehet visszakeresni.) Fontos megemlíteni, hogy a két módszer nem pontosan ugyanazokat az elemeket sorolja egy adott csoportba, de kialakított csoportok jellege hasonló.

A 2004. évi adatokból K-módszerrel meghatározott 10 csoport elemszámait a 2. táblázat mutatja. A kialakított csoportokat jellemezni lehet egyetlen görbével, melyet jelen vizsgálatban a csoport lefutási görbéjének nevezünk. A meghatározott klaszterek helyettesítő értékeit (a két vizsgált arányszám szerint) az 1. és 2. ábra mutatja be.

2. táblázat – a 2004. évi adatok alapján 10 csoportba sorolt adatok elemszáma csoportonként

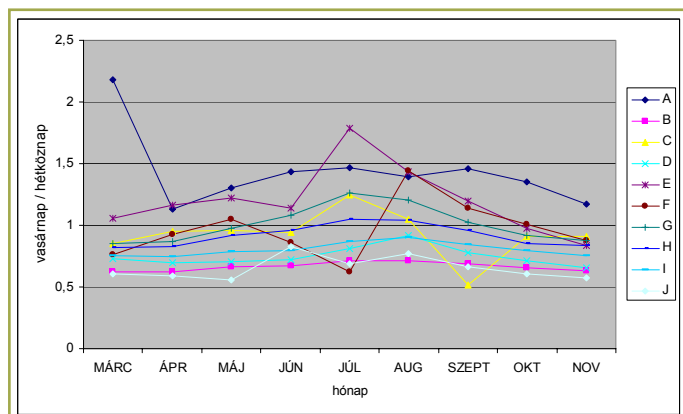
Klaszter	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	összesen
elemszám	1	49	1	10	1	1	10	26	60	3	162



1. ábra: A 2004. évi adatok alapján meghatározott 10 csoport havi ÁNF / éves ÁNF értékei

(A táblázatban szürkével jelölt oszlopokra a következő pontban visszatérünk) Megjegyezzük, hogy ezen munkafázisban a klaszterek elnevezése, jellemzése még nem történt meg, ezért a

kapott csoportokat az abc nagybetűivel jelöltük. Annak hangsúlyozására, hogy a csoportok még nem összehasonlíthatók a véglegesen kialakított csoportokkal, a lefutási görbék szürke háttér előtt jelennek meg.



2. ábra: A 2004. évi adatok alapján meghatározott 10 csoport vasárnap / hétköznap ÁNF értékei

Egyelemű csoportok vizsgálata

A program által szolgáltatott 10 csoport közül néhányban csak egy vagy igen kevés mérőhely található. Ezért megvizsgáltuk, hogy indokolt-e megtartani ennyi csoportot. A 2. táblázatban sötétítéssel jelölt egyelemű klaszterek az alábbi mérőhelyeket tartalmazzák:

A. klaszter: 24. út 7+ 600 km (Mátrafüred)

C. klaszter: 4. út 37+600 (Monor)

E. klaszter: 82. út 48+ 900 km (Bakonytérd)

F. klaszter: 7301. út 19+ 000 km (Nagyvázsony)

Az elemek felülvizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a külön klaszterbe került állomások közül Bakonytérd és Mátrafüred önálló jellegűt képvisel (egy-egy hónapra jellemző, évente ismétlődő sajátos kimagasló forgalmi értékkel), ezért ezeket meghagytuk külön csoportban. A másik két mérőhelynél nem találtuk indokoltnak a külön csoport megtartását. Ugyanígy jártunk el a 2003. év mérési adatainál is.

Adatbázis módosítása

Az előző pontban vizsgált egyelemű halmazokat képező keresztmetszetek mért forgalma annyira különbözik a többi keresztmetszétől, hogy ez a különbség meghatározóan befolyásolta a többi keresztmetszet adatsorának csoportba rendezését. Ezért ezeket a keresztmetszeteket (adatsoraikkal együtt) kiemeltük az adatbázisból. A kiemelt mérőhelyeket „félretettük”, a klaszterek kialakítása után megvizsgáljuk a keresztmetszeteket, hogy besorolhatóak-e valamelyik létrehozott csoportba, vagy a mérési adatok jellegzetessége miatt indokolt a külön csoportba sorolás. A kiemelt adatsorok részletes vizsgálatával a későbbiekben foglalkozunk.

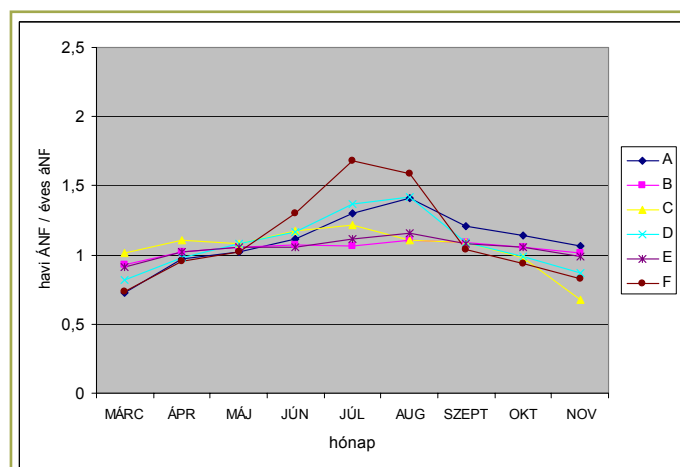
A 2004. évi vizsgált keresztmetszetek számát tehát az egyelemű klasztereket képező 4 keresztmetszettel lecsökkentettük, azaz 158 mérőhely adataival dolgoztunk a továbbiakban.

A 2003. év adatainak részletes elemzése során további három keresztmetszet (15. út 2+675 km :Mosonmagyaróvár, 19. út 6+700 km: Győr és 71. út 101+250km: Gyenesdiás) is kiemelésre került. Tehát összesen 6 keresztmetszettel csökkentettük az adatbázist, a továbbiakban 125 mérőhely adataival dolgozunk.

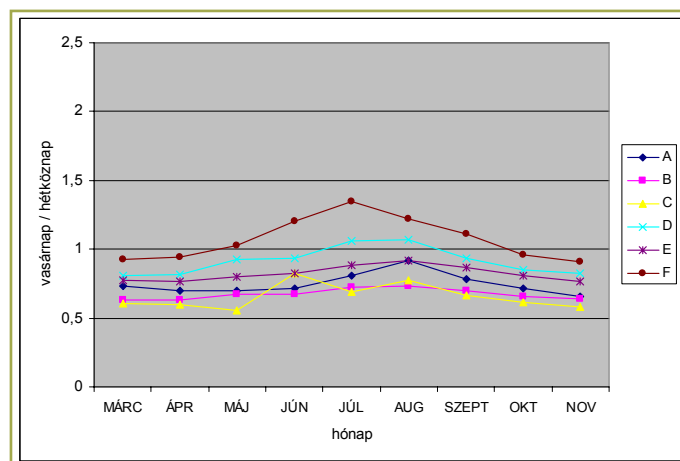
Végleges klaszterek kialakítása

Az adatbázisok módosítása után a programmal ismét elvégztettük a csoportba sorolást (a K-közép módszerrel). A csoportok számát azonban lecsökkentettük az egyelemű halmazok számával (4-gyel).

A kapott klaszterek lefutási görbéit mutatja a 3. és 4. ábra (a klaszterek elnevezése nem egyezik meg az 1. és 2. ábra jelölésével).



3. ábra: A 2004. évi módosított adatok alapján meghatározott 6 csoport havi ÁNF / éves ÁNF értékei



4. ábra: A 2004. évi módosított adatok alapján meghatározott 6 csoport vasárnap / hétköznap ÁNF értékei

A 4. ábrán látható 6 klaszter közül a C. klasztert alkotó keresztmetszetek jellemzője, hogy a júniusi vasárnap/hétköznap arányok kiugróan magasak. A keresztmetszeti mérések további vizsgálata szükséges, hogy eldönthessük, a jelenség oka lokális, vagy forgalmi jelenség. A többi klaszter lefutása egyenes, szépen elkülönülő jellegzetességekkel.

A 2003. év módosított adatbázisa alapján is meghatároztuk az optimális 6 csoportot, a helyettesítő értékeket, valamint az egyes klaszterek éves lefutási görbéit.

A csoportszám önkényes csökkentése – vagyis az előzetesen meghatározott 10 klaszter számának csökkentése az egyelemű klaszterek számával – után, a K-közép módszerrel megállapítottuk, hogy a keresztmetszetek 6 jól elkülöníthető, jellegzetes karakterisztikájú csoportba sorolhatóak.

A munka következő lépéseként le kell ellenőrizni - az egyes elemek „teteles” besorolását elvégezve a hierarchikus módszerrel - hogy a heterogenitási mérőszámok vizsgálata is optimálisnak

mutatja-e a 6 klaszter kialakítását. Tehát a hierarchikus módszerrel is elvégeztük a csoportba sorolást a módosított (csökkentett számú) adatbázison. Megállapítottuk, hogy a csökkentett elemszámú adathalmaz a hierarchikus eljárás az elemek közötti távolságok alapján, optimálisan 7 klaszterbe sorolható. A két módszer közötti különbséget a nem egyértelműen besorolható keresztmetszetek okozzák. Ezzel az eljárással mindkét évben évben kapunk volna legalább egy olyan klasztert, amelynek elemszáma 4-nél kevesebb, ezért döntöttünk úgy, hogy 6 csoportba soroljuk a keresztmetszeteket.

A klaszterek elemeinek száma, és a csoportba sorolás folyamán a klaszterek elemszámának változása külön figyelmet érdemel. A két vizsgált évben a K-közép és a hierarchikus módszerrel kapott csoportok elemszámát a 3. táblázat hasonlítja össze.

3. táblázat – az egyes klaszterek elemszáma

évek	összes keresztmetszet	módszer	klaszterek					
			A	B	C	D	E	F
2003	125	Ward	19	29	55	11	7	4
		K-közép	17	28	57	15	4	4
2004	158	Ward	32	36	45	24	10	11
		K-közép	26	56	57	10	3	6

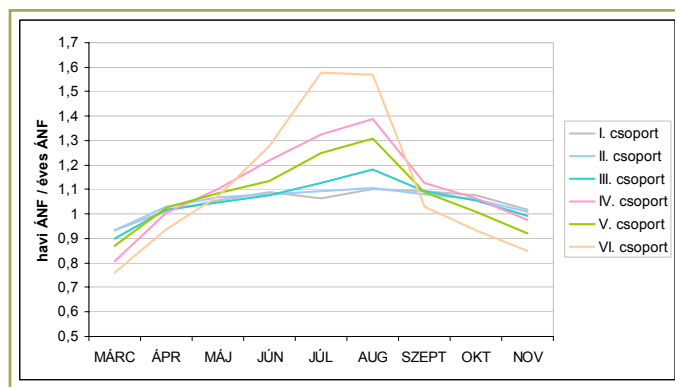
A módszerrel kapott eredmények közötti hasonlóság (az egyes csoportok elemszámának aránya) lehet a mértéke az adatbázison elvégzett klaszterbe sorolási folyamatnak. Ugyanis ha a két módszer (K-módszer: az elemek közötti távolsága és hierarchikus módszer: az adatsorok lefutási hasonlósága) alapján besorolt csoportok elemszáma közel egyezik, akkor az adatbázison elvégzett változtatások és a csoportszám meghatározása egyértelművé tette a besorolást.

A táblázatból kiolvasható, hogy a 2003. évi adatbázison elvégzett módosítás megfelelő, az adatsor a további vizsgálatokhoz véglegesnek tekinthető, de a 2004. évi adatbázis lehetséges, hogy további módosításra szorul. Ennek eldöntéséhez a 2004. év adatait klaszterekbe soroltuk a hierarchikus módszerrel is. Mivel ezzel az eljárással nyomon követhető a csoportba sorolási eljárás, a besorolást 10 klaszterig elvégeztük mind a teljes (162 keresztmetszet), mind a módosított (158 keresztmetszet) adatok alapján is. A kapott csoportok elemzése azt mutatta, hogy a 2004. évi adatok is biztonsággal besorolhatóak 6 klaszterbe

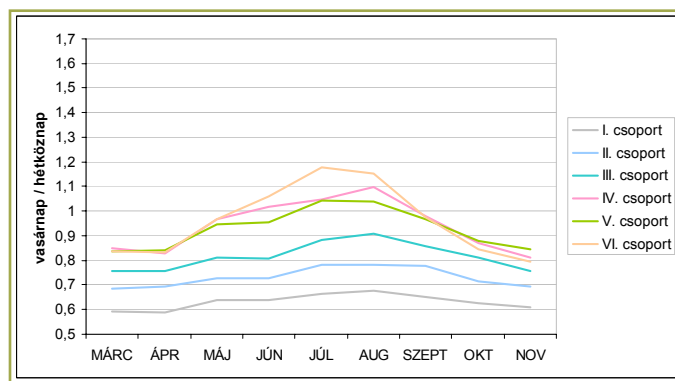
Klaszterek részletes vizsgálata

Egy adatbázis csoportba sorolása alapvetően két, egymást követő probléma megoldása. Először meghatározzuk a klaszterek számát, amelybe optimálisan besorolható az adatbázis, majd a kapott csoportok elemeinek felhasználásával elemezzük az egyes csoportokat. Azzal, hogy az előző pontokban meghatároztuk, az adatbázis optimálisan hat csoportba sorolható, munkának csak az első felével végeztünk. A továbbiakban megismerjük a csoportok elemeit, valamint keressük az összetartozó mérési keresztmetszetek jellemző tulajdonságait.

A részletes vizsgálat első lépése a csoportok elnevezése volt. Bár ezen a ponton még nincs elég információ a csoportok pontos elnevezéshez, fontos, hogy a továbbiakban egy név – vagy ugyanazon szám – alatt mindig ugyanazt az adathalmazt értsük. A 2004. és 2003. évi módosított adatbázis elemeit 6 csoportba soroltuk a hierarchikus (Ward) módszerrel. A kapott csoportok elemeinek átlagából, az éves helyettesítő görbéket kaptuk, majd a két év adatait ismét átlagolva kaptuk a csoportok jellemző lefutási jelleggörbéit. A kapott 6 jelleggörbét és a csoportok számozását az 5. és 6. ábra tartalmazza.



5. ábra: A csoportok (havi ÁNF / éves ÁNF) jelleggörbéinek lefutása



6. ábra: A csoportok (vasárnap / hétköznap) jelleggörbéinek lefutása

4. táblázat – a csoportokra jellemző hányadosok

hétvégi és hét-köznap forgalom aránya	nyári és éves forgalom aránya			
	≤1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 1,8	1,8 <
≤0,75	I	IV	VI	VII
0,75 – 0,85	II			
0,85 - 1	III	V		
1 <				

A jelleggörbék alapján az egyes csoportok közötti eltérés a nyári forgalom növekedés mértékével és a nyári vasárnapi/hétköznap forgalom arányával számszerűsíthető. Ezeket az hányadosokat az SPSS programmal kialakított csoportok vizsgálata után a 4. táblázatban szereplő értékekben állapítottuk meg.

Az egyedi elemvizsgálat alapján kialakított csoport

A csoportszám meghatározásakor kiemelt keresztmetszetek lefutási görbéit egyesével próbáltuk illeszteni az egyes csoportok jellemző görbéihez. Majd a 4. táblázatban megadott csoportok határértékei alapján a kiemelt keresztmetszetekről egyértelműen megállapítható volt, hogy illeszkedik-e egy már meglévő csoporthoz, vagy egyedül új csoportot képez. A mátráfüredi és bakonypéterdi mérőhely – a táblázatos határértékek alapján besorolható már meglévő csoportba, de a lefutási görbe elemzése után mégis külön csoportba sorolását javasoljuk.

Napszakonkénti forgalomlefolys

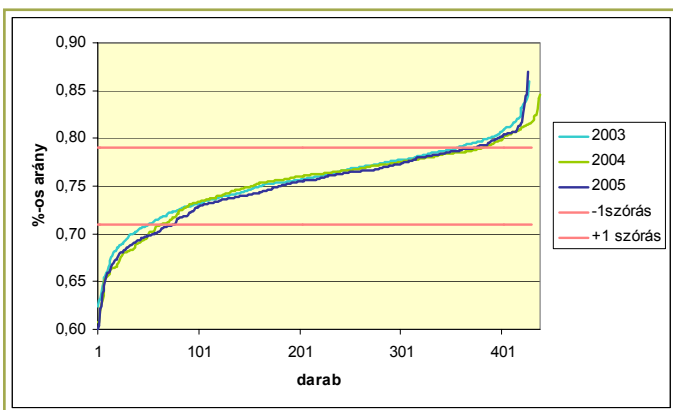
A forgalom napi lefolysának vizsgálata a 2001. évi vizsgálatban már szerepelt. A rendelkezésünkre álló adatbázis tartalmazta a 2003., 2004 és 2005. évi forgalomarányokat az egyes napszakokban. A napközben (06-18 óra) este (18-22 óra) és éjjel (22-06 óra) bonyolódó forgalmak arányát %-os arányban, jm/nap-ra vonatkoztatva állt rendelkezésünkre. Azt a „hátrányt”, hogy nem az összes motoros forgalomból számolt forgalomarányokat használjuk, ellensúlyozta az adathalmaz nagysága. Átlagosan évi 430 keresztmetszet adatából alakíthattuk ki a csoportokat.

Csoportok kialakítása

A napszakok arányát tartalmazó adatbázisból is lehetőség lett volna SPSS programmal kialakítani a csoportokat, de tekintettel az elemek nagy számára, a mért keresztmetszetek sokféleségére és az előreláthatóan sok, de kevés elemszámú csoportra – az eszköz alkalmazását elvetettük. A munka célja legfeljebb három, olyan csoport kialakítása, amelyek a megkönnyítik a mérési adattal nem rendelkező keresztmetszetek besorolását. A három év növekvő sorba rendezett nappali forgalom %-os arányát vizsgálva megállapítottuk, hogy mindhárom évben egyenletes lefutású görbét kapunk, jellemző töréspont nélkül. Az éjszakai és esti forgalomarányok is hasonlóan egyenletes lefutást mutatnak, így a csoportba sorolás a klaszterezési eljárással nem hozna jól használható eredményt.

Ezért a napközbeni forgalomarány lefutását, mint eloszlásgörbét vizsgáltuk tovább. A mérési adatok száma elegendő volt ahhoz, hogy az átlagtól mért eltérések számításával sűrűségfüggvényt határozzunk meg, és vizsgáljuk az átlagtól egyszeres szórásnyi távolságra eső adatokat.

A sűrűségfüggvény vizsgálatából megállapítható volt, hogy az átlagértéktől egyszeres szórásnyi távolságra esik az értékek 2/3-a. Ha az átlagérték körüli egyszeres szórást felrajzoljuk az eloszlásgörbékre, megkapjuk a három csoport határértékét (7. ábra).



7. ábra: A nappali / napi összes forgalomarányok a határértékekkel

5. táblázat – a napszakok forgalomaránya alapján kialakított csoportok

Jelleg	A nappali forgalom aránya	Az éjszakai + esti forgalom aránya	
a	<71%	Jelentős	29%≤
b	71-79%	Átlagos	21-29%
c	79%≤	Kicsi	<21%

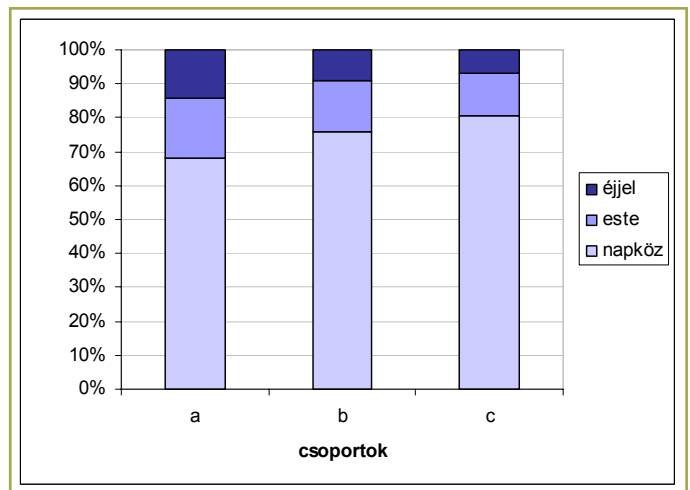
Az így kapott csoportokat az abc kisbetűivel jelöljük. Bár a csoportokat a nappali forgalom felhasználásával határoztuk meg, elnevezésüket az esti és éjszakai forgalom alapján alakítottuk. A csoportok elnevezését, és határértékeit az 5. táblázat mutatja be.

A táblázatban megadott értékek alapján besoroltuk mindhárom év keresztmetszeti adatait, és a csoportokon belül, az elemek átlagolásával kapott napközbeni, esti és éjszakai forgalom arányait mutatja a 8. ábra.

Summary

Grouping of roads according to their traffic patterns using cluster analysis

The analysis used input data from about 160 road sections. In the first approach, each section was characterised by the yearly pattern of monthly average daily flows, and by the yearly



8. ábra: A végleges csoportok forgalomarányai

pattern of monthly Sunday/weekday ratios. Using SPSS cluster analysis, 6 clusters were identified. In the second approach, the distribution of daily flows among daytime, evening and night-time period was studied and three clusters were identified. The results will be used to help traffic census data processing.

Irodalom

- [1] Koren Cs.: A clusteranalízis alkalmazása a forgalmi jelleg vizsgálatában. Közlekedéstudományi Szemle, 1994. évi 5. sz.
- [2] SPSS 14.0 User's guide. <http://www.spss.com/spss/>

Nagy modulusú aszfaltkeverékek maradó alakváltozással szembeni ellenállása

Assessing Permanent Deformation Resistance of High Modulus Asphalt Mixtures

Silvino Dias Capitaio, Luis Picado-Santos
Journal of Transportation Engineering
2006. 5. p. 394-401. á:9, t:4, h:10.

A cikk az útpálya-szerkezeti alaprétegekben használható nagy modulusú aszfaltkeverékek mechanikai jellemzőinek értékelésére mutat be egy esettanulmányt, kiemelt hangsúlyt helyezve a maradó alakváltozással szembeni ellenállásra. Ezt a keverék típust csaknem két évtizede több országban sikeresen alkalmazzák. A portugál éghajlati viszonyok között, ahol gyakori a magas nyári burkolat-hőmérséklet, szükséges a nagy modulusú aszfaltkeverékek viselkedésének jobb megismerése. A nagy modulusú aszfaltkeverékek alacsony penetrációjú kemény bitumennel készülnek, ezért várható, hogy számottevően hozzájárulnak a szerkezet felső aszfaltrétegeiben jelentkező nyomványosodás mérsékléséhez. A vizsgálatokat a 14. számú portugál főút 16 km hosszú rehabilitált szakaszán végezték el. A teszt szakaszokat és a laboratóriumi mintákat három különböző bitumentartalommal (4,8%, 5,3% és 5,8%) készítették el. A teszteléshez megépített rétegből kivágott 30x30x5 cm méretű mintákon nyomványú képződési vizsgálatot végeztek szimulált forgalommal. A laboratóriumi hengeres mintákat és a megépült burkolatból kifúrt magmintákat egyaránt ismétléses axiális terhelésnek vetették alá háromféle hőmérsékleten (25, 35 és 45 C). A mérések értékelése lehetőséget adott a nagy modulusú aszfaltkeverékek maradó alakváltozással szembeni ellenállását jellemző paraméterek meghatározására. A paraméterek értékeiből előrebecsülő egyenleteket alkottak, amelyek használata segíti a nagy modulusú aszfaltkeverékek teljesítmény alapú tervezését.

G. A.

A Magyar Útügy Társaság által alapított Aranymérföldkő díjat kapta

Szirányi Ákos okleveles erdőmérnök

a közútkezelés szakterületén végzett kiemelkedő színvonalú tevékenységért, példamutató kitarlásáért

Dr. Boromisza Tibor okleveles mérnök

nemzetközileg elismert tudományos életműve és fáradhatatlan ügyszeretettel végzett kultúrmérnöki tevékenysége elismeréseként, 80. születésnapjára

A Közúti Szakemberekért Alapítvány Életmű díját kapta

Bánóczy István főmérnök,

a közúti szakmában több mint négy évtizedes, rendszer szemléletű tervezői, beruházói és az autópálya hálózat fejlesztését irányító, tudományos igényességű, komplex mérnöki és gazdasági szemléletű vezetői munkájáért.

Dr. Krizsán Gyula nyugalmazott főiskolai tanár,

a közel öt évtizedes, széleskörű kivitelezői és tervezői tapasztalatokra alapozott, tudományos színvonalú, oktatói és a közúti forgalom tervezésének fejlesztésében kifejtett munkájáért.

Papp András nyugalmazott közúti igazgató

a megyei közutak és hidak építésében és fenntartásában, a mérnöki feladatok valamennyi beosztásában – a beosztott mérnöktől az igazgatóig – négy évtizeden át végzett példaértékű vezetői munkájáért.

Szabó László fejlesztési főmérnök

több, mint négy évtizeden át az utak és hidak technológiai fejlesztésében és gyakorlati bevezetésében kifejtett, a fiatal szakemberek számára követendő példaértékű vezetői munkájáért.

A Magyar Forgalmotechnikusok Alapítványának díját kapta

Szabó László okleveles építőmérnök

több mint három évtizedes forgalmász tevékenységéért, a szakmai konferenciákon, továbbképzéseken tanúsított halk szavú, de határozott, előremutató megnyilvánulásaiért

A kitüntetetteknek gratulálunk!

Jég az úton? Út a jégen!

Hideg teleken, amikor a Balti tenger befagy és a jég vastagsága eléri a 23 cm-t, az észak felé jelölnek ki a jégtakarón a szárazföld és a szigetek között. E különleges út „tervezésére”, kijelölésére és karbantartására szigorú előírások vonatkoznak, melyek a szárazföldi utak szabályaitól jelentősen eltérnek, de ugyanúgy a biztonságot helyezik előtérbe. Észtország a szárazföld és Hiiu-maa sziget között átlagosan 26 km, Hiiu-maa és Saaremaa sziget között átlagosan 14 km, a szárazföld és Muhu sziget között átlagosan 8 km hosszú utat jelölnek ki és tartanak karban. A leghosszabb úton 3500 J/nap az átlagos napi forgalom. A szárazföldet Muhu szigettel és a két sziget közötti jégút forgalma is meghaladja 3000 J/nap forgalmat, mert a kijelölt jégút ingyenes a 8-15 EUR kompköltséggel szemben.

Amint a jég eléri az előírt legalább 23 cm vastagságot, a sziget utügyi főmérnöksége elvégzi a jég teherbírására vonatkozó

vizsgálatokat. Ha a jég teherbírás szempontjából megfelel, az út „tulajdonosa”, vagyis a főmérnökség és az út üzemeltetője közösen kijelöli a nyomvonalat. Meghatározzák a szárazföldön az út két végpontját, és e két pont között megkeresik a jégen a lehető legrövidebb, biztonságos útvonalat. A kijelölés során a két irány nyomvonala között legalább 50 m távolságot tartanak. A jégút tervezésére egyéb (mint leghosszabb egyenes szakasz, vagy minimális körívsugár) szabályok nem vonatkoznak, gyakorlatilag a nyomvonalat traktorral kialakító mérnök szeme határozza meg az út vonalvezetését. Törekednek arra, hogy a jégen keletkező rianásokon a nyomvonal lehetőleg merőlegesen haladjon át. A kijelölt út legfontosabb pontjait GPS segítségével rögzítik, és elhelyezik a km-t jelölő táblákat, a nyomvonal törését jelölő és 50 m-ként az iránytartást és tájékozódást segítő kis fákat az út hossz tengelyében. Végül a szárazföldön kialakítják a meglévő szárazföldi úthálózati elemekhez csatlakozó ki és bejáratokat. Igaz, a jégút két végpontja adott, de a behajtási pontok kialakításához igénybe kell venni a tengerpartot is, ahol a nagyobb köveket eltávolítják a megnyitás előtt – a biztonságos ráhajtás eléréséhez.

A megnyitás időpontjáról – és a jégút aktuális állapotáról, nyitvatartásáról – a helyi média folyamatosan beszámol. A jégútra hajtás előtt a járművezetők információs táblákon tájékozódhatnak a szabályokról. Sajnos arról, hogy a vezető megértette a szabályokat az út karbantartói nem tudnak meggyőződni. A ráhajtási pontok mellett elhelyezett táblán tájékoztatják a vezetőket arról, hogy a jégen a megengedett haladási sebesség 10-21 km/h, vagy 40-70 km/h. A 20-40 km/h közötti sebességtartomány a jég sajátrezgéséhez közeli frekvenciájú rezgéseket kelt, ezért veszélyes lehet. A járművek követési távolsága legalább 250 m legyen, mert a jégtáblák jelentős mértékben megsüllyednek a közel haladó, esetleg feltorlódozó járművek súlya alatt. A jégút csak nappal, világosban – jó látási viszonyok mellett – van nyitva, de a nappalok hosszabbodásával a „nyitva tartás” is változik.

A jégút megnyitása után a karbantartók minden reggel és este ellenőrzik az út állapotát. A reggeli nyitást követően a karbantartók meggyőződnek a nyomvonalak láthatóságáról (a szél gyakran tükörsimára seprí a jég felületét, vagy éppen falakat épít a nyomvonalon), a keletkezett új repedések helyzetéről és a meglévő repedések szélességét is ellenőrzik (kisebb repedések esetén a 25-30 cm vastag jég csak 1-2 cm-t süllyed egy jármű súlya alatt). A nagyobb repedésekre fából készített hidat illesztnek. Ha a repedés szélessége 2,5 m-nél nagyobb, akkor igyekeznek a közelben keresni egy olyan helyet, ahol a repedés szélessége keskenyebb, és a nyomvonalat ennek megfelelően megváltoztatják. Ha nem találnak alternatív útvonalat, akkor a jégutat néhány napra lezárják, amíg a repedés területén a víz kelő vastagságúra fagy. Érdekes technikai részlet, hogy a repedések áthidalására készített „fahidak” környezetében a jég teherbírását megnövelik oly módon, hogy a vizet ráengedik a jég felületén összegyűlt hóra. Ez összefagy a már meglévő jégtakaróval, így növelve a jég vastagságát és egyben a híd környezetében a jég teherbírását. A karbantartók lassító jeleket helyeznek el, ha a napsütés hatására gödör, vagy a felületre jutó víz hatására bukkanó keletkezik az úton.

A jégút biztonságát szolgálja, hogy az útra behajtó, és a jégútról lehajtó járművek rendszámát felírják, és a napi zárás után a listát összevetik. Ha a listában szereplő járművek száma nem egyezik, a jármű keresésére indulnak. Balesetek szempontjából említést érdemel, hogy a jégutak több évtizedes történetében eddig csak magányos baleset történt. Vagy túl gyorsan hajtottak a járművezetők és elvesztették uralmukat a jármű felett, vagy a kijelölt nyomvonalat elhagyva repedésbe estek.

¹ Tiit Harjak, az észtországi Hiiu-maa sziget utügyi főmérnökének beszámolója nyomán



1. ábra: Elsőként ellenőrzik, a jég teherbírása mindenhol megfelelő-e.



4. ábra: Bár kijelölik a nyomvonalat, az út felülete akár naponta változik...



2. ábra: Ahol nem elég vastag, ott egy kis tengervízzel segítenek a természetnek.



5. ábra: Szeles, száraz időben tükörsima,



3. ábra: Ha mindent előkészítettek, a jégút megnyitásra kész.



6. ábra: Havas napokon a szárazföldi úthoz hasonló.



7. ábra: A jégen mindennapos jelenség a rianás, kis híd segíti az átkelést.



10. ábra: Tavasszal víz alá kerül a jégút is – de ez nem olyan veszélyes, amilyennek látszik



8. ábra: Nem mindig egyszerű megtalálni a nyomvonalat.



11. ábra: Nagy a csábítás – néhány autós „rövidebb utat” keres



9. ábra: Mindennap az első és az utolsó autó is az útfelügyelet járműve



12. ábra: A természet segít a szakembereknek. A part felől kezd olvadni a jég.

ÁRA | 400 FT

REVUE OF ROADS AND CIVIL ENGINEERING

HUNGARIAN MONTHLY REVUE OF ROADS
AND CIVIL ENGINEERING
BUDAPEST

A SZERKESZTÉSÉRT FELELŐS: DR. KOREN CSABA

SZERKESZTŐSÉG: SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM,

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI ÉS TELEPÜLÉSMÉRNÖKI TANSZÉK

UNIVERSITAS-GYŐR KHT.

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

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

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

DESIGN ÉS NYOMDAI MUNKA: INSOMNIA REKLÁMÜGYNÖKSÉG KFT.

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

ELŐFIZETHETŐ VALAMENNYI POSTÁN, KÉZBESÍTŐKNÉL,

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

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: 06 80 444 444.

MEGJELENIK HAVONTA **600** PÉLDÁNYBAN.

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

INDEX 25 572 ISSN 1419 0702