

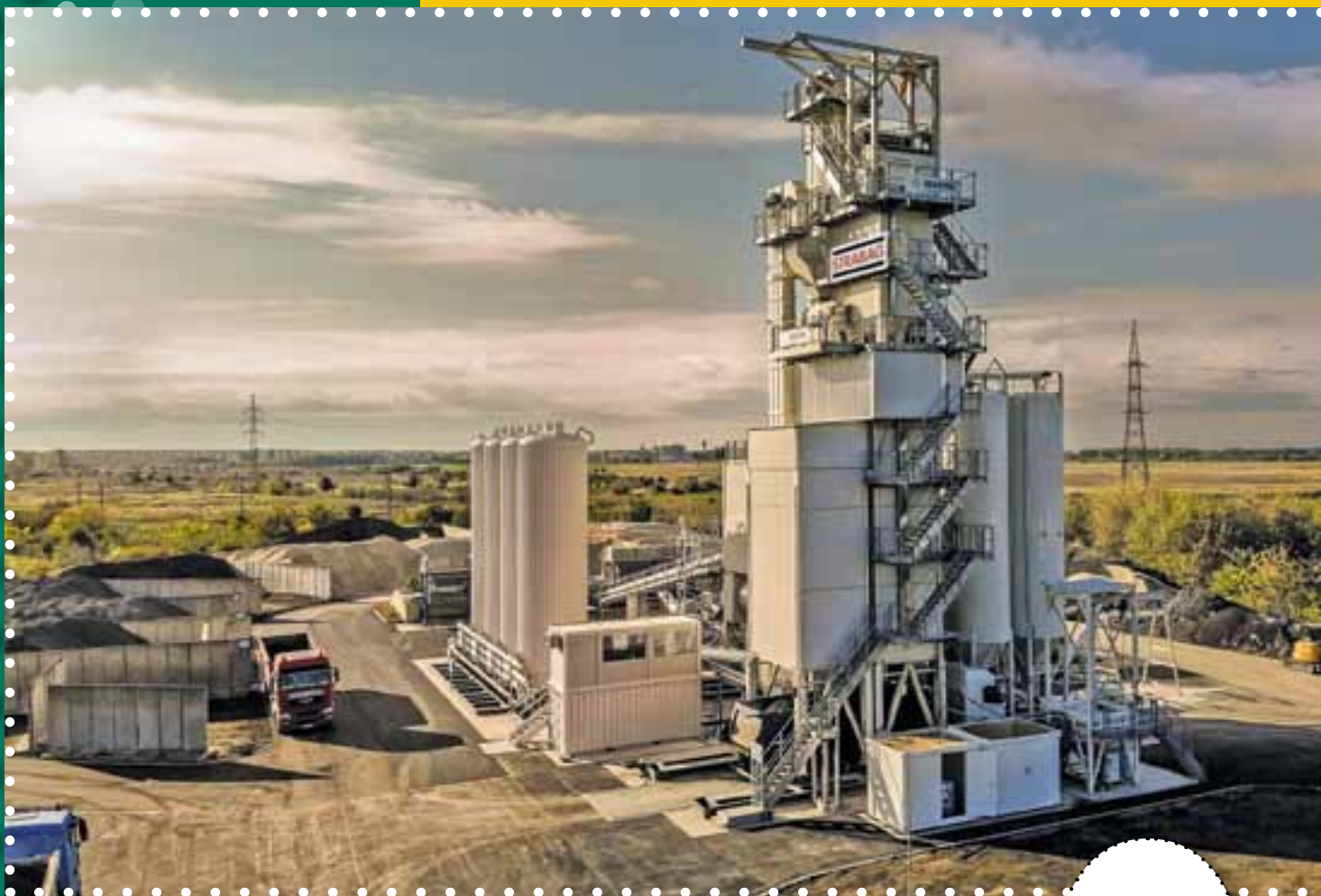
Az Aszfalt

A Magyar Aszfaltipari Egyesülés

hőpá

hivatalos lapja

XXVI. ÉVFOLYAM 2019/2. szám



Aszfalt 100% recyclable



Az aszfalt 100%-ban
újrahasznosítható

A STRABAG 2019
novemberében egy
jövőbemutató burkolat
beépítéssel egybekötve
avatta az innovatív
240 t/h teljesítményű
MARINI TOP TOWER 3000P
típusú aszfaltkeverő üzemét
Szolnokon.

2
2019
december



ÚJGENERÁCIÓS ASZFALT MOL GUMIBITUMENBŐL

A MOL többéves kutató-fejlesztő munkával dolgozta ki az új összetételű, gumiabroncsok újrahasznosításából származó, gumiőrleményt is tartalmazó MOL Gumibitument.

Az aszfaltburkolat ennek köszönhetően hosszabb élettartamú, nagyobb teherbírású, és összetételéből adódóan csökken a kátyúk kialakulásának esélye.

Tartson On is velünk a jövő útján!

www.mol.hu



A Magyar aszfaltipari Egyesülés (HAPA) hivatalos szakmai lapja.

Szerkesztőség:

Magyar Aszfaltipari Egyesülés
H-1113 Budapest, Bartók Béla út 152/F.
Telefon: +36 1 7821-893
Fax: +36 1 7822-008
E-level: info@hapa.hu
Internet: <http://www.hapa.hu>

Alapító főszerkesztő:

Dr. Bodnár Géza

Főszerkesztő: Veress Tibor

Nyomdai előkészítés és nyomás:
COLOR Reklámstúdió

Hirdetésfelvétel:
Magyarországon a szerkesztőségben

Terjesztés:
a szerkesztőségben keresztül ingyenesen

ISSN 1217-7830

TARTALOMJEGYZÉK

Dávid Ákos – Digitalizáció kiaknázatlan lehetőségei a helyi közutak kezelésében	5
Gosztola Dániel – Újgenerációs öszvérszerkezet építésének eljárása	8
Juhász Erika – GySEV 8 számú vasútvonal, Csorna vasútállomás komplex fejlesztési terve	12
Torák Márta – A vadveszély közlekedésbiztonsági kezelésének elemzése	20
S. Vigh Judit – Átfogó elemzés a motorbalesetek súlyosságának csökkentése érdekében	26
Németh Dorián – Kaposvár IMCS projekt: ferdekábeles gyalogos és kerékpáros híd	31
Lukács András – Martonvásári üvegaszfalt	37
Rosta Szabolcs – Zúzott hulladéküveg felhasználhatóságának vizsgálata aszfaltbeton kopórétegben	40
Csabai Cintia Noémi – Budapest, Nagykörút menti kerékpáros kapcsolat tanulmányterve, biztonságos kerékpározhatóság vizsgálata	51
Kincses Bence – Felsőzsolcai keverőtelep fejlesztése, új aszfaltkeverő telepítése	56
Vásárhelyi Gergely – A Magyar Közút NZrt. által kezelt kerékpárutak burkolatállapotának felmérése	58
Kádár Iván – A Magyar Közút NAVDATA térképének pontosítása, topológiájának konkurens, verziókövetett szerkesztése	60

Tisztelt Kollégák!

Ismét végéhez közeledik egy év, és mi újból egy kis összeggel szeretnénk az Önök figyelmébe ajánlani a legfrissebb lapunkat.

Még nincsenek végleges adataink, de azt már tudjuk, hogy a 2019-es év termelése nagyon hasonló volt az előző évihez. Sikeresnek mondható éven vagyunk túl, és reméljük, hogy a következő év sem lesz sokkal rosszabb.

A mostani lap cikkeit a Fiatal Mérnökök Fórumán elhangzott előadásokból állítottuk össze. Talán a cikkekből is kiviláglik, hogy színvonalas előadásokat hallhattak a résztvevők, amikből öt előadás is el fog hangzani a februári nemzetközi konferenciánkon.

A fórum nyerteseit a cikkek elején megjelöltük. Az első helyezett az EAPA & Eurobitume 2020 májusi kongresszusára kap ingyenes résztvételt, a második helyezett pedig az egyre népszerűbb tanulmány útjaink egyikére fog velünk

jönni. Ez 2020-ban vagy egy olaszországi, vagy egy lengyel tanulmányút lesz. A harmadik helyezett, és a közönségszavazó fiatal pedig a 21. nemzetközi konferenciánkon vehet részt térítés mentesen.

A lapunk 4. oldalán olvashatják a következő, 21. Nemzetközi konferenciánk invitáló levelét.

A jövőnkéről érzett felelősségünk vezetett bennünket, hogy az előadók többségét arra kértük, hogy olyan témakörökből készüljenek, ami a környezetünk megóvását teszi előtérbe és amelynek segítségével az utódaink számára is élhető marad a bolygónk. Várjuk a témában előadni kívánó kollégák jelentkezését is.

December lévén ezúton is kívánok minden tagunk és társult tagunk számára Békés Karácsonyt, és sikeres 2020-as esztendőt.

Veress Tibor

HAPA XXI. Nemzetközi Konferencia 2020. február 18–19. Siófok

Szakmailag egy rendkívül izgalmas, a múltra és a jövőre egyaránt felelősen reflektáló két napra várjuk Önöket a siófoki Hotel Azúrba.

A fő témáink: Az aszfalt pályaszerkezetek tervezése, méretezése, Környezetünk védelme, Tartós burkolatok kérdésköre.

Nem csak a magyar szakemberekkel lesz önnek lehetősége találkozni, mert részvételüket jelezték számos európai és nem európai ország képviselői is. Szakembereket várunk Lengyelországból, Svédországból, Belgiumból, Németországból, Franciaországból, Olaszországból, Ausztriából, Indiából, Törökországból és talán Bolíviából is.

A konferencia tematikájának középpontjában – talán nem véletlenül! – egy elérhető jövőért érzett és tudatosan felvállalt felelősség áll.

Kérem, jegyezzék elő az időpontot, hogy immáron huszonegyedik alkalommal is lehetőségünk nyíljon a párbeszédre, az eszmék cseréjére, szakmánk és személyes továbbfejlődésünk érdekében.

Ne feledje! 2020. február 18-19.
Siófok HAPA Nemzetközi Konferencia



Digitalizáció kiaknázatlan lehetőségei a helyi közutak kezelésében

Dávid Ákos



Budapest Közút Zrt.
Létesítmény főmérnök

1. Bevezetés

Az utóbbi évek népesedési, gazdaságstatisztikai, illetve a felsőoktatás képzési adataiból jól látható azon tendencia, hogy Magyarországon egyre kevesebb jól képzett építőmérnök, de a helyi közutak közútkezelői feladatai egyre összetettebbek, mennyiségükben növekednek. Mind eközben a közútkezelő szakembereknek a települések egyik legértékesebb infrastruktúra elemét kell hatékony és gazdaságos módon jó karban tartani és fejleszteni, melyhez a korszerű közutas szakmai megoldások, ismeretek és módszerek alkalmazása nyújthatnak segítséget.

Nemzetgazdasági szinten a közútkezelési tevékenység eredményessége, hatékonysága csak abban az esetben javítható, hogy ha a közútkezelő szervezet pontosan tudja

nyomon követni, hogy az általa megtett egyes intézkedések milyen mértékű költségfordítással és eredménnyel jártak.

A hatékony közútkezelői tevékenység a kezelt elemi út-szakaszok élet-, és felújítási ciklusának növelésére, a minél jobb burkolatállapot minőségi szintjének emelésére, és a szükséges fajlagos fenntartási költségfordítás mértékének minimalizálására irányul a forgalmi igénybevétel figyelembe vétele mellett. A közútkezelői tevékenységen belül ezért kiemelt jelentősége van a kezelői állagvédelmi intézkedési tevékenységnek, a kezelt közúthálózat folyamatos burkolat-állapotváltozási vizsgálatának és a pénzügyi fenntartási ráfordítások tényleges beavatkozási helyhez rendelésének. Mindez együtt a közúthálózat egészére kiterjedő részletes, pontos és aktuális geometriai, szerkezeti, költségfordítási és intézkedési nyilvántartást, adatgyűjtést, adattárolást és adatelemzést igényel.

A közutak korszerű kezelése, fenntartása területén is érvényesülnie kell a szakterületi digitalizációnak, ami beépül a korszerű elvek alapján folytatott útállapot vizsgálatba, útburkolatgazdálkodásba (PMS) és a közútkezelői ügyviteli folyamatokba. Az előrevetített technológiai változások bevezetésére, a szükséges fejlesztések megvalósítására csak a nagyobb települések lesznek képesek, de a megvalósítandó útállapotvizsgáló eszközök (nagy hatékonyságú folyamatos teherbírásmérő, repedezettség és kátyú felmérő, mobil térképező eszközök, térinformatikai alkalmazások stb.), átfogó PMS rendszerek, közúti hibabejelentő és kezelő alkalmazások fejlesztése és eszközök gazdaságos üzemeltetése esetében is felmerülhet a gazdaságos üzemméret kérdése.

A leírt helyi közútkezelést érintő problémákra egy új működési modell adhat megfelelő választ, amelyet az alábbi cikkben mutatok be.

2. Problémafelvetés

A közeljövőben számos újkívásnak kell megfelelnie a hazai közútkezelői szakmának, melyekre szükséges felkészülni. A Magyar Nemzeti Bank közgazdasági elkészítették a Versenyképességi programot 330 pontban. Ebben az egyes nemzeti gazdasági ágak elé teljesítendő célkitűzéseket állítottak. A közlekedés számára meghatározott célkitűzés: Modern infrastruktúra és





hatékony energia felhasználás, valamint a Kiváló úthálózat. A magyar kormány célja, hogy Magyarország Európa öt legversenyképesebb és legélhetőbb országa közé kerüljön 2030-ra.

A közlekedési módok átalakulási folyamata is új kihívásokat támaszt. Egyre jobban terjednek a különböző vezetés-támogatási rendszerrel rendelkező gépjárművek hazánk útjain is. Néhány éven belül már a teljesen önvezető járművek megjelenésére is számítani lehet. Ezen autonóm járművek megfelelő működéséhez elengedhetetlen, hogy a forgalomtechnikai elemek megfelelően láthatóak legyenek, illetve hogy az útburkolatok állapota megfelelő – kátyúmentes – legyen. A közútkezelőknek további feladata folyamatosan adatot szolgáltatni a közlekedők részére. Gondolhatunk itt a valós forgalmi információkra, melyeket jellemzően a navigációs rendszerek használnak fel, de szolgáltatni szükséges a pontos útgeometriát, úttartozékok helyzetét, forgalomtechnikai elemek helyzetét, valamint a későbbiekben várhatóan a közúti jelzőlámpák aktuális jelzőképét is szolgáltatni kell majd. Ilyen adatszolgáltató platformként már üzemel a Nemzeti Adathozzáférési Pont (NAP), melybe a közútkezelőknek szükséges adatokat szolgáltatniuk, melyhez bárki hozzáférhet. A NAP rendszert jelenleg a Magyar Közút Nonprofit Zrt. üzemelteti, melybe a Budapest Közút Zrt is szolgáltat adatot.

Magyarország jelenleg egy erősen öregedő társadalom. A Központi statisztikai Hivatal (KSH) adatai alapján 2012-ben a teljes népesség csupán 17%-a volt 65 év felett, míg 2048-ra várhatóan a népesség 30%-a lesz 65 évnél idősebb. A mérnök társadalomban további problémát jelent már ma is, hogy más divatosabb, jobban fizető szakmák szívóhatása miatt folyamatosan csökkenő tendenciát mutat az építőmérnöki karra jelentkező hallgatók száma. A közútkezelői tevékenység során azt is figyelembe kell venni, hogy jelenleg a végzettek túlnyomó többsége is inkább a kivitelezésben és a tervezésben helyezkedik el.

3. Megoldási javaslat: Közútkezelés, mint szolgáltatás

A települési közútfenntartás működési és költséghatékony-ságának növelése érdekében új működési modell fokozatos kialakítására van szükség. A jövőben a korszerű kutatási eredmények innovációjára, napi gyakorlatba való átültetésére van szükség a települések minél szélesebb körében szakmai tudás-, és vizsgálati centrumok létrehozásával. Az új centrumok egységes vizsgálati módszerekkel mérnék és regisztrálnák a helyi közúthálózatok műszaki állapotváltozásait, kiemelten figyelve a különböző közműépítések és egyéb műszaki beavatkozások utáni burkolat-helyreál-

ítások megfelelőségét. A centrumok e mérési adatok feldolgozásával működtetnék az adott centrumhoz tartozó települések burkolatgazdálkodási (PMS) rendszereit és szolgáltatnának adatokat, beavatkozási javaslatokat a helyi önkormányzatok szakemberei, döntéshozói részére. A centrumok segítségével koncentrálhatóvá válhat a K+F+I források felhasználása, gazdaságossá válhat a PMS-hez szükséges nagyteljesítő képességű, korszerű úttálapot vizsgálati eszközök és szoftverek kifejlesztése és üzemeltetése. A PMS-ből származó információk pedig elősegítik a hatékonyság növelését a közútkezelői szakterületen. Annak érdekében, hogy az eszközök a leghatékonyabban legyenek kihasználva, javasolt lenne regionális szintű központokba tömöríteni a szaktudást és az eszközöket. A kialakuló szolgáltató, ezekben a központokban végzett szakmai tevékenységet szolgáltatásként nyújtaná a települési önkormányzatok részére. A regionális központokba csökkenő szakember létszám esetén is könnyebb munkavállalót találni, a jól megválasztott központok nyújtotta egyéb lehetőségek miatt.

3.1. Helyi közúti állapotvizsgálati centrum

A helyi közutak állapotvizsgálati feladatait a centrumokba telepítendő nagyhatékonyságú mobil vizsgáló eszközök biztosítanák. E mobil vizsgálati eszközökkel szemben támasztott általános alapkövetelmények az alábbiak:

- a mobil eszköz legyen képes a mérési útvonal és a mérési pontok geodéziai pontosságú helymeghatározását,
- tegye lehetővé a forgalom alatti méréseket – a lehető legkisebb akadályozás érdekében a forgalomáramlással közel azonos sebesség mellett,
- legyen képes a mérés során keletkező nagy mennyiségű adat rögzítésére és a mérési adatok „adatfelhő”-be való továbbítására,
- a mérőeszköz elégítse ki az adott mérési feladattól korábban megkövetelt mérési pontosságot és a módszer biztosítsa a hagyományos eljárásokkal való megfeleltethetőséget,
- a mobil eszköz legyen multifunkcionális, vagyis tegye lehetővé egy mérési menetben egyidejűleg több fajta mérési feladat végrehajtását,
- A mobil eszköz legyen „egyszemélyes”, vagyis a gépjárművezetőn kívül ne igényeljen második kezelő személyzetet,
- a mobil eszköz kezelési igénye szorítkozzon az állóhelyzetben elvégzendő indítás- és befejezési beállítások végrehajtására,
- a szabályszerű mérésifolyam ellenőrzésére a mérőeszköz legyen képes hangutasításokat fogadni és végrehajtani, illetve tájékoztató hangüzeneteket generálni.

Ahhoz, hogy a központokban a hatékony feladatellátáshoz rendelkezésre álljon egy megbízható, aktuális tervezési alaptérkép szükséges felmérni az úthálózatot. A tervezési alaptérképhez célszerű optikai rendszereket alkalmazni, melyeket fotogrammetriai módszerekkel ki lehet értékelni. Ilyen optikai eszköz lehet a sztereo vagy gömpanorámás képrögzítő, illetve a lézerscanneres technológia is. A képek kiértékelésében segítséget nyújthat a mesterséges intelligencia. Manapság már elérhetőek olyan mesterséges intelligenciával rendelkező szoftverek, melyek képesek felismerni például a jelzőlámpákat, tűzcsapokat és egyéb tereptárgyakat. A jól elhelyezett képrögzítő adatai alapján előállíthatóak az útfelületére pontos ortofotó állományok. Ezen adatból további állapot paraméterek előállítása is



megvalósulhat, célszerű lenne fejleszteni egy olyan szoftvert, amely az ortofotó fényképek alapján repedezettség térképet állít elő.

Stratégiailag a másik legfontosabb eszköz a folyamatos, nagy hatékonyságú teherbírásmérő gép, mivel a folyamatos mérésből adódóan pontosan meghatározhatók lesznek a közutak teherbírás hiányos területérszei. Ezek az eredmények nagyban hozzájárulnak a fenntartási és tervezési munkák optimális végrehajtásához. A burkolatok általában két hiba miatt mennek tönkre az egyik a vízelvezetés nem megfelelő minősége a másik pedig a teherbírási probléma. Amennyiben a teherbírásmérő gépet nem csak a tervezés és fenntartás tervezéséhez használjuk, hanem út és közműépítés után is megmérjük a teherbírást, úgy ellenőrizhető a módosult pályaszerkezet előírt teherbírása a közútkezelő részéről. A folyamatos teherbírásmérő gépek kutatására, fejlesztésére és beszerzésére fordított összeg többszörösen megtérül a közutak élettartam növekedésében.

3.2. Helyi közúti burkolatgazdálkodási rendszer (PMS) kialakítása

A hatékonyság növeléséhez szükség van egy olyan burkolatgazdálkodási rendszer megalkotására mely az Önkormányzatok összes úttípusára és útkategóriájára érvényes. Tehát vonatkoznia kell a teljes közel 166 ezer km-es önkormányzati úthálózatra. A mobil állapotvizsgáló eszközök által az adatfelhőbe továbbított adatok feldolgozása, elemzése a centrumokban történik meg előre kialakítandó automatikus és mesterséges intelligenciát alkalmazó munkafolyamatok futtatásának továbbá az automatikus feldolgozást ellenőrző szakmai-humán felülvizsgálat eredményeként. A mérési és adatfeldolgozási folyamat időben történő nagymértékű, akár 1 napra történő csökkenése lehetővé teszi, hogy a közútkezelői napi ügymenetet (pl. műszaki átadás-átvételi döntések meghozatalát, útburkolat karbantartási intézkedéseket, stb.) támogassa a centrumok mérési, adatfeldolgozási szolgáltatása, amelyek közül ki kell emelni a „folyamatos teherbírásmérő” eszközökből származó adatsorok stratégiai jelentőségét. A helyi közúti centrumok új működési modelljének lényegi elemét képezi, hogy a helyi közutakon megvalósuló műszaki beavatkozásokat követő burkolat helyreállításán minden esetben történjék teherbírás mérési kontroll. Erre azért van szükség, mivel az útpályaszerkezetek méretezésének alapját képező, az USA-ban elvégzett korábbi AASHO kísérletek negyedik-hatodik hatványú összefüggést állapított meg az útpályaszerkezetek várható élettartama a terhelési igénybevétel és a teherbírás között. A helyi közúthálózat idő előtti gyors leromlása többnyire olyan közműhelyreállításokra, útépitésekre vezethető vissza, ahol a megépült, helyreállított útpályaszerkezet teherbírása akár kismértékben is a tényleges igénybevétel alatt marad.

A burkolatgazdálkodási rendszer kialakításához szükség van egy jól felépített térinformatikai alapokon nyugvó adatbázisra, és egy arra épülő jól átlátható térinformatikai megjelenítő rendszerre. A megoldás célja, hogy könnyen értelmezhető, jól átlátható scénáriókat eredményezzen. Az eredményül kapott felújítási lista tartalmazza az optimális beavatkozás módját és a becsült költségeit is. Az eredmények alapján könnyen tudjon döntést hozni egy pénzügyi forrásokkal rendelkező szervezet, az eredmények értelmezéséhez már ne legyen szükség szakemberre.

3.3. Közútkezelői folyamatokat segítő fejlesztendő alkalmazások

A közútkezelői munka hatékonyságát egy jól átgondolt, térinformatikai kapcsolattal is rendelkező ügyviteli folyamattal lehet nagymértékben növelni. Ehhez ki kell alakítani és adatokkal fel kell tölteni adatokkal egy olyan adatbázist, mely minden olyan adatot tartalmaz, amelyre a közútkezelőnek a munkája során szüksége lehet. A két legnagyobb közútkezelő szervezet a Magyar Közút Nonprofit Zrt és a Budapest Közút Zrt. rendelkezik olyan adatbázissal mely megfelelő alapot nyújthat egy országos rendszer kialakításához. Mind a két szervezet jól strukturált térinformatikai adatbázissal rendelkezik, azonban nagy különbség van az adatok felbontását illetően. Ez köszönhető annak, hogy míg a Magyar Közút szelvényezett országot közúthálózatot kezel, addig a Budapest Közút városi utakat kezel sok esetben nem is a teljes keresztmetszetben.

A Budapest Közút tett már lépéseket az ügyviteli folyamatokat támogató térinformatikai alkalmazások bevezetése irányába. Létrehozta a Közterületi Építkezések (KÉP) rendszert, melyben a közterületeken folyó üzemzavarokkal kapcsolatos munkákat kell bejelenteni. A bejelentés térképi felületen történik, a kivitelezési munkaterület kiterjedésének megajzolásával, valamint főbb leíró és kapcsolati adatainak a megadásával. A rendszert tovább fejlesztve be lehetne építeni bármilyen automatikus figyelmeztető funkciót, akár a kivitelező, akár a közútkezelő részére. Példaként említeném, hogy a kivitelező kaphatna automatikus értesítést, ha egy aluljáró, forgalomtechnikai alépítmény vagy burkolatbontási tilalom alatt álló területen dolgozik. Ezen értesítések alapján kellő körültekintéssel tudná végezni a munkát. Közútkezelői szempontból jó példa lenne, ha automatikusan figyelmeztetné a közútkezelőt, ha nagyforgalmú úton történik üzemzavar beavatkozás, hogy azonnal meg tudja hozni a kellő forgalom szervezési döntést. A jövőben a térinformatikai alapon nyugvó ügyviteli folyamat előnye, hogy a kivitelezés közbeni hatósági ellenőrzéskor lehetőség lenne online ellenőrizni a hozzájárulás tartalmát.

4. Összefoglalás

A digitalizáció és a térinformatikai rendszerek együttes térhódításával új lehetőségek nyíltak a közútkezelés hatékonyságának növelésében. Szükséges kifejleszteni a hatékony úttálapot vizsgáló és értékelő berendezéseket, hogy a modern informatikai rendszereknek megfelelően pontos bemeneti adatokkal tudjunk szolgálni. A kiépített komplex rendszert regionális központokból javasolt szolgáltatni a települési önkormányzatok részére, hogy az eszközök optimálisan legyenek kihasználva. Az így kialakuló közútkezelői szolgáltató központok által elért hatékonyságnövelés megfelel a kormány által kitűzött stratégiai céloknak.

Újgenerációs öszvérszerkezet építésének eljárása

Gosztola Dániel



A-Híd Zrt.
kutató fejlesztő,
munkahelyi mérnök
FMF 3. helyezett

Hazai öszvérszerkezetek ismertetése, problémamegfogalmazás

Magyarországon jelenleg a hídépítés reneszánszát éljük, hosszú idők óta újból sok infrastrukturális beruházás valósul meg, így számos projektben rengeteg hídépítési feladattal kell a szakmának szembenéznie.

Míg 1990 és 2000 között érezhető volt az öszvérszerkezetek alkalmazásának kerülése, úgy az ezredforduló után az autópálya nyomvonal fejlesztések kapcsán újból előtérbe kerültek ezek a szerkezetek. Napjainkban az épülő szerkezetek jelentős része öszvérszerkezet, ismételten népszerű ezek alkalmazása.

A hídépítésben az öszvérszerkezetek lényege, hogy a hídak szerkezete (jellemzően) acél főtartókból és vasbeton pályalemezből állnak, amelyeket együttdolgoztatunk.

Az öszvérszerkezetű hídak építésénél a hídpályát tekintve alapvetően két ágra oszlanak a hazai szerkezetek:

- Monolit építési mód: hagyományosan a szerkezet alatt zsaluzatot helyeznek el és monolit módon készítik el a pályalemezt.



- Előregyártott építési mód: előregyártott pályatáblákat készítenek néhány méteres, szállítható szélességben, majd azokat a főtartón elhelyezett csapok közé helyezik, a fészkeket pedig utólagosan bebetonozzák vagy kitöltik nagyszilárdságú cementkötésű anyaggal.

Mindkét technológiának megvan az előnye és a hátránya. A monolit szerkezetek esetén magas a zsaluzat- és az állványigény. Új nyomvonalak esetén az építés alatt a híd alatti terület korlátozásával, az állványrendszer és a zsaluzat kiépítésével lehet elvégezni a munkálatokat. Ez hosszabb völgyhidak esetén 17–20 méter magas munkavégzést is jelenthet, ilyen projekteknel pedig rendkívül költséges az állványzat és a zsaluzat.

Az országban 30 éve épült szerkezetek tapasztalatai rosszak voltak, akkor elsősorban technológiai okokra hivatkozva abbahagyták ezek építését. Az akkori vízszigetelések nem voltak tartósak és megfelelőek, ezért a vasbeton pályalemez ázott, amely először az előregyártott elemek illesztésénél jelentkezett repedéseknél okozott gondot. A másik jelentős probléma az akkori előregyártás minőségével állt összefüggésben. Viszont a korszerű beton és szigetelési



technológiáknak köszönhetően számos országban elterjedté vált a pályalemez előregyártása.

Magyarországon az építőipar fellendülésével felütötte a fejét az élömunkaerő hiánya és árának növekedése, illetve az építési idő rövidülésének igénye. Ezek miatt előtérbe kerültek az olyan műszaki megoldások, amelyek az építési idő és a költségek optimumát célozzák meg.

Az előregyártott pályalemez építésre igaz, hogy az alatta lévő forgalmat nem zavarjuk és ez egyre inkább elvárás, tartalékidő nyerhető vele, kevesebb az élömunka igénye, valamint speciális szállítási és beemelési igénye van.

A gyakori fészkekialakítások miatt ezek erőátadása lokalizált, a pályalemez között nagyszilárdságú cementkötésű anyaggal oldják meg az erőátadást, ami a monolit szerkezet homogén pálya kialakításával szemben hátrányos, költséges és körülményes. A támasz közelében a nyíró igénybevételek a csapsűrűség növelését eredményezik, azaz ahol nem lehet előregyártott pályalemezt elhelyezni, ott monolit módon kell építeni.

Megújuló hídépítési igények és feladatok

A városok növekedésével és az új forgalmi igények megjelenésének köszönhetően számos esetben kerül előtérbe meglévő infrastruktúra vagy természetes terület feletti áthidalás (például utak, vasutak, folyók), amelyre a hagyományos monolit építési mód nem megfelelő, az előregyártott pályatábla építése pedig egyéb szempontból nem szerencsés.

A piackutatás alapján olyan szerkezetekre volna igény, amely meglévő infrastruktúrát képes áthidalni, anélkül, hogy az alatta lévő forgalmat zavarjék. Utóbbi a kiemelt, nagy jelentőségű infrastruktúráknál nemzetgazdaságilag jelentős károkat tud okozni, ezért bármely technológia, amely ennek elkerülését képes megoldani, az versenyképes a szektorban.

Az elkövetkezendő időszakban a gyorsforgalmi utak bővítésére és rekonstrukciójára kerülhet sor, amely projektek meghatározó eleme lesz az aluljárók átalakítása (autópálya feletti műtárgyak) mind forgalomszervezési, mind költség oldalról. Az aluljárók esetén számos műtárgy úrszelvényi és műszaki okok miatt újjáépítésre fog szorulni, ezek esetében az aluljárók egy vagy több nyílással, öszvérszerkezetként megépíthetők. A hídépítések során a forgalom folyamatos fenntartása volna a cél.

Számos új nyomvonal építése esetén is alkalmazunk öszvérszerkezeteket, azonban a már ismertett hagyományos építési megoldások fejlesztésre szorulnak. Fejlesztési szük-

séges, hogy az élömunkaerőt csökkenteni tudjuk, a nyomvonalon pedig egyre inkább igény a folyamatos áthaladás biztosítása.

Fenti problémamegfogalmazásból adódóan cél egy olyan technológiának a kifejlesztése, amellyel képesek lehetünk úgy öszvérszerkezetű hídakat építeni, hogy az alatta lévő infrastruktúra forgalmát nem zavarjuk, gazdaságosan, innovatív módon járjunk el.

Lehetséges megoldások külföldön

A fenti problémát külföldön is már régóta ismerik, a jelentős nyomvonalfejlesztések miatt és a fizikai munkaerő hiányában folyamatos innovációk jellemzik a cégeket és a tudományterületet. Az előbb leírtakat ők is tapasztalták, a meglévő forgalmú infrastruktúrábővítés során a forgalomkorlátozásokat kerülni kell. A gépiesítés elsődleges a dráguló és korlátozottan rendelkezésre álló fizikai munkaerő megtartása és a gazdaságos építés érdekében.

Újgenerációs öszvérszerkezet, szabadalom ismertetése

A technológia lényege abban rejlik, hogy a hídfő mögött vagy a tartókon elkészítjük a felszerkezet pályalemez mozgatható zsaluzatát tetszőleges hosszban, ez az úgynevezett előregyártó terület. (Ennek a célszerű mérete 4–6 méter, de a lemezzakaszok hosszát a helyi adottságoknak megfelelően választjuk meg.) A zsaluzatban elhelyezzük az előre elkészített armatúrát, benne a csaplemezrel, talplemezrel. Elvégezzük a betonozást, ezzel egyidőben folytatódólagosan szereljük a következő ütem armatúráját. A pályatáblák szakaszosan, kontakt módon készülnek a hídfő mögött. A beton megszilárdulása után a lemezt ráhúzzuk az acéltartóra a mögöttes előszerelt betonacéllal együtt. Az elkészült táblákat szakaszosan mozgathatjuk előre.

A következő betonozás rögtön megkezdhető. A főtartó és a csaplemez között szárazkenőanyaggal csökkentjük a súrlódást. A betonacél előszerelő terület hosszúsága tetszőleges (az építési helyszín adottságaitól függ). A csaplemez alsó felületére hegesztett csomók biztosítják a lemez oldalvezetését.

A mozgathatóság alatt az acélszerkezet alatt ideiglenes támasz lehet, vagy a lemezszúlya méretezendő a tartó. A lemez beérkezése után a bebetonozott csaplemez sarokvarrattal hegesztjük a tartó első ütemű felső övéhez. Az összehegesztést követően kerül leengedésre a közbenső támasz. A lemezek közötti kapcsolódást strechmetállal biztosítjuk.

A csaplemezre a csapkiosztást a végleges pozícióban megfelelően helyezzük el. A csapkiosztást úgy készítjük el, hogy a fejfölötti sarokvarrat két csap között kerüljön.

Az építési módszer a nyomvonalon, gazdaságosan elvégezhető.

A talplemez és a felsőöv összehegesztését a beérkezést követően esetlegesen alkalmazott túlemelés alkalmazásával és szakaszos leeresztéssel végezzük el.

Ennek a technológiának az előnyei és a hátrányai:

Előnyök:

- A forgalom zavarása nélkül lehet öszvérszerkezetet építeni
- Az építés helyszínének közvetlen közelében előkevert beton beépíthető
- Nincs szükség nagy elemek szállítására, emelésére
- Megtakarítható a drága sablon
- Acéltanyag-takarékos a toldások elhagyása miatt

- Hídtengely irányában folyamatos monolit betonozással készül a szerkezet
- Csökken az akadály fölött elvégzendő munka mennyisége
- A támaszközi jelentősebb csúsztatóerő is átvihető a főtartóra
- A zsaluzat 5–10%-át elég elkészíteni
- Kedvezőbb feszítési feltételek

Hátrányok:

- Pályalemez vontatását ki kell alakítani
- El kell készíteni a fej fölötti varratot

A fenti eljárással a pályalemez elkészíthető egyben, illesztések nélkül, úgy, hogy az alatta folyó forgalmat nem zavarjuk. Így ötvözi az előregyártott pályalemez és a monolit pozitív tulajdonságait, azaz a gépesítés és az élőmunka csökkentést tartja szem előtt, illetve a monolit építéshez képest gazdaságosabb, mivel kevesebb zsaluzat- és állványigénye van. Ugyanolyan hídkeresztmetszetek esetén a zsaluzat felhasználható újból, így még költségkímélőbbé és fenntarthatóbbá válik.

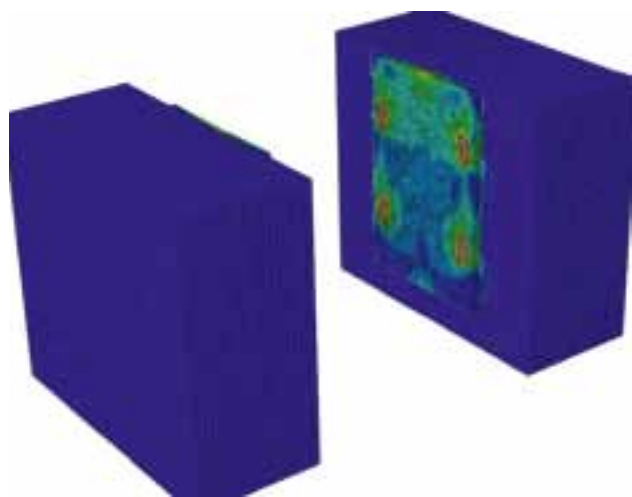
Kutatási kísérletek

A nemzetközi példák megismerésével arra jutottunk, hogy a pályaeépítési technológiával összefüggő vizsgálati módszer, hogy a kigondolt építési technológiára push-out elemeket hozunk létre, mivel szerettük volna jobban megismerni az építést és a fejfölötti varrat elkészítését. Ezzel párhuzamosan a numerikus modellezése is megtörtént, majd valós nyomva-nyíró kísérletet végeztünk.

A próbaelemek kapcsán a tervezéskor úgy jártunk el, hogy a valós hídépítési körülményeket vettünk figyelembe, ezért választottunk annak megfelelő lemezméreteket, csapméreteket, beton, betonacél és acél minőségeket. Ennek megfelelően fejfölötti hegesztést kellett a kivitelezés közben alkalmazni.

Az Eurocode megengedi a két anyag közötti kapcsolat ellenállásának meghatározását laboratóriumi kísérlet alapján is. Viszont a kísérlet során mérni kell a terhelő erőhöz tartozó, a két anyag közötti megcsúszás mértékét, valamint az acéltartó és a betonlemez közötti szétválás mértékét annak érdekében, hogy igazoljuk a kapcsolat kellő megcsúszási képességgel rendelkezését.

A számítás során a próbaelemek tönkremenetelét 1200 kN-nál vártuk, amely később be is igazolódott. A numerikus modellezés során, mint látszik, a csap körüli területen alakultak ki a legnagyobb feszültségek. A valós modell



ennek megfelelően működött, a csapok tönkremenetelével végződtek a kísérletek.

A próbaelemek között megkülönböztettünk „A” és „B” típusút, a csapok és a hegesztési varrat relatív helyzetétől függően. Amennyiben a hegesztés hatására jelentős nyomószilárdság csökkenés jelentkezik, úgy a csap alatt hegesztett verzióknál kisebb törőerőt vártunk, mivel a csap tövében alakulnak ki a legjelentősebb feszültségek a kísérlet során.

A szabadalom egyik kulcskérdése, hogy a helyükre mozgatható pályatáblákat a talplemezen keresztül hegesztjük a főtartó felső övéhez. Azonban ezeket a varratokat fejfölötti hegesztéssel lehet elkészíteni, amely nem szokványos munkanem, valamint kérdés volt a betonra gyakorolt hőhatás is, ami a beton szilárdságát csökkentheti.

A próbaelemek elkészítésével lényeges tapasztalatokat szereztünk a szabadalmaztatott szerkezet megépítésével kapcsolatban. A hegesztés gyorsan, hatékonyan, jó minőségben készíthető.

A hegesztés gépesítése a varrat fejfölötti készítésére alkalmas. A későbbiekben az emberi kockázat minimalizálása, minőség garantálása és a költségek csökkentése szempontjából érdemes lehet teljes hídhosszon ebben gondolkodni.

Alkalom nyílt mérni a lemez túloldalán megjelenő hőmérsékletet. Ez alapján a túloldalt jelentkező hőmérséklet jóval 200°C alatt maradt, amely a betonban nem okoz szilárdságcsökkenést. Előbbi mérések felülmúlták az elképzeléseinket, és evégett a laboratóriumi kísérleteknél a verzióktól hasonló viselkedést vártunk, amely beigazolódott.

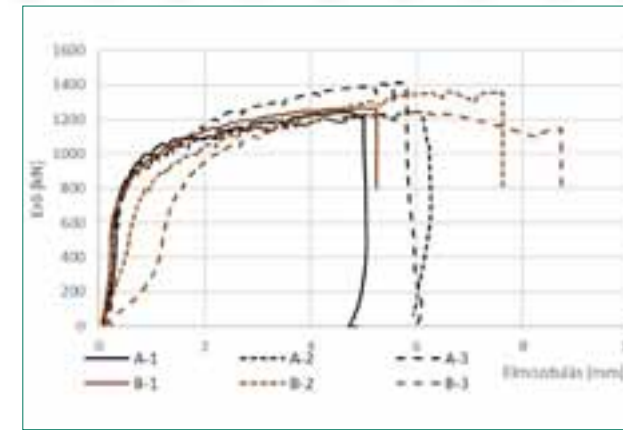
A terhelést a Széchenyi István Egyetemen végeztük, ahol először üzemi terhelést adtunk a próbaelemekre sorozatban, majd ezután következett a végleges terhelés, ami az el-



mozdulások irreális megnövekedésénél vagy az elem tönkremenetelénél ért véget.

A kapcsolat tönkremenetelére a csapok környezetében alakult ki. A csapok tövében jelentkező igénybevételek hatására azok megnyúltak, majd elszakadtak. Azonban a számított (elvárt) értéket minden esetben meghaladták.

A kísérletekhez tartozik, hogy a pályalemezből a csapokat kibontottuk, vizsgáltuk azok deformációit a terhelés hatására. Ahogyan a kép is mutatja, úgy a számításnak meg-



felelően a csapok környezetében alakult ki a legnagyobb igénybevétel.

A teljes kísérlet pozitív eredményekkel zárult, a próbaelemek megépítéséből tapasztalatot nyertünk egy valós hídépítési feladat elvégzéséhez. A hegesztés kivitelezhető, a hőhatás nem okoz szilárdságcsökkenést a technológia alkalmazása során. A törési eredmények előrejelzők, a szabadalom lényegét képező kapcsolat az elvárt felett teljesített.



A XIII. Fiatal Mérnökök Fórumának résztvevői

GySEV 8 számú vasútvonal, Csorna vasútállomás komplex fejlesztési terve

Juhász Erika

Széchenyi István Egyetem
Közlekedéscsoporthoz
és Víztechnológiai Tanszék,
Építész-, Építő-
és Közlekedésmérnöki Kar
PhD hallgató
FMF 2. helyezett



Összefoglaló

Jelen dokumentum a 2017/18/1 félévben készített Infrastruktúra-építőmérnöki MSc képzésem követelményeként leadott diplomamunkám összefoglalása, melynek témáját már több hazai konferencián bemutattam a nagyközönség számára.

Annak ellenére, hogy Csorna közigazgatási szempontból nem egy kiemelt település, a város vasútállomása az északnyugat-magyarországi személyszállítás és teherfuvarozás egyik legfontosabb központja.

Ennek oka, hogy két fővonal, és egy harmadik vasútvonal kevesebb forgalommal, csak itt keresztezi egymást. Az elmúlt évtizedekben az állomás nem tudott lépést tartani a változó igényekkel a megnövekedett forgalom és a szabályozások miatt, így elérte kapacitáshatárát.

A diplomamunkám elkészítése során fejlesztési tanulmányi tervet készítettem a hosszú távú célok és a kapacitásnövelés fényében, amelyek elősegítik a jelentős átmenő utas- és teherforgalmat. Az elkészült terv nemcsak a várt igényeket elégíti ki a településen, hanem a szomszédos állomásokkal összhangban is hatékony megoldást nyújt, figyelembe véve az egész vasútvonalat. Emellett fontos szempont volt, hogy az állomás megfeleljen a vonatkozó hazai és nemzetközi előírásoknak is.

1. Csorna vasútállomás és a térség bemutatása

A diplomamunkám témája, a Csorna városában álló vasútállomás, amely Győr–Moson–Sopron megye középső részén helyezkedik el a csornai kistérségben. A térség két meghatározó útvonala a 85-ös és a 86-os főút. A terület nagy része a Fertő–Hanság Nemzeti Parkhoz tartozik, az itteni tájegységek pedig nagyon változatosak. A terület egé-

szére jellemző az aprófalvas, hagyományos falusi település-szerkezet. Csorna az egyetlen városi rangú település, tehát a kistérség központja is. Itt lakik a térség majdnem 30%-a, 10.400 fő. A település központ révén egyedi értéket képvisel mind a környezeti adottságaival, mind építészetével, tradícióival.

A munkám témája a vasútállomás, mely a település központjától 1,1 km-re található és a Győr–Sopron–Ebenfurti Vasút Rt. (GySEV Zrt.) üzemelteti. Az állomásnak a MÁV Zrt.-vel történő közös használatát keretszerződés szabályozza.

1.1. Az állomást keresztező viszonylatok

Az 1. ábrán: Csorna állomás vasúti kapcsolatai jól látható az állomás vasúti helyzete. Az alábbiakban funkcionálisan és történelmileg foglalom össze röviden, hogy mely vasútvonalak érintik:

8 Győr–Sopron–Ebenfurt

A GySEV Zrt. magyarországi legfontosabb vasúti fővonal. A magyarországi szakasza 85 km hosszúságú (a teljes vonal 126 km hosszú). Jelenleg egyvágányú vonal, 25 kV 50 Hz-vel villamosított és a rajta lévő 17 állomással együtt a GySEV Zrt. tulajdona. 1872-ben kapott építési engedélyt. Akkori célja a Kisalföldön termesztett gabona és cukorrépa, illetőleg tőzeg szállítása volt.

Engedélyezett sebesség:

- Győr–Petőháza és Fertőszentmiklós–Pinnye között: 120 km/h
- Petőháza–Sopron között: 100 km/h

16 Hegyeshalom–Porpác

Valójában a GySEV Zrt. által üzemeltetett 16 Hegyeshalom–Szombathely egyvágányú és MÁV 20-as számú Székesfehérvár–Szombathely egyvágányú vasútvonala, mely a Szombathely–Porpác szakaszon közös kétvágányú pályán halad. 2015 óta villamosított. Pozsonytól Hegyeshalomtól át Porpácig a 123 km hosszú vonalat 1891-ben adták át a forgalomnak.

Engedélyezett sebesség:

- Szombathely–Porpác között: 120 km/h
- egyéb szakaszokon többnyire: 100 km/h

14 Pápa–Csorna

A MÁV Zrt. üzemeltetésében álló vonal elsősorban az Esterházy család birtokán és környékén lévő uradalomokban termelt gabona, cukorrépa és faáru nagyobb városokba való szállítása miatt épült. 1896-ban adták át a forgalomnak. A 20. század második felétől már a személyszállítás volt jellemző. 2007-től a személyszállítást a Gazdasági és Közle-



1. ábra: Csorna állomás vasúti kapcsolatai

kedési Minisztérium szüneteltette, a teherforgalom csak a Szany–Rábászentandrás–Csorna szakaszon maradt meg. A vonalbezárás oka volt, hogy Csorna és Pápa állomások előnytelenül helyezkedtek el, de a rossz menetrend miatt is a vasútvonalat kevés utas vette igénybe. Sajnos a csatlakozásokat, alapviszonylatokat sem oldották meg, ahogy a ráhordó hálózat és az ingyenes

kerékpárszállítás és tárolás felé sem történtek lépések. Kényelmetlen volt a tarifális átjárhatóság hiánya a különböző közösségi közlekedési eszközök között, valamint az állomások kritikán aluli állapota is. Voltak próbálkozások buszjáratokkal pótolni a vasúti személyszállítási hiányosságokat, azonban a mai napig megoldatlan a kényelmes, alacsony menetidővel közlekedő, kevés helyen megálló gerincjáratok bevezetése. Így nemhogy a vasútvonal villamosítása, de az újraindítása is komoly feladat. A témám során a feladatom csak az állomás személyi forgalmának biztosítása volt.

Engedélyezett sebesség:

- Pápa–Csorna között: 60 km/h

1.2. Az állomás jellege szerint

Az állomás jellegében több szempontból vizsgálándó volt, jelenleg komplex központi forgalomirányító állomásként üzemel.

- elágazó állomás a 16-os és a 14-es vonal szempontjából
- csatlakozó állomás a 8-as vonal szempontjából
- vonatindító állomás a 8-as vonali InterCity (IC) vonatok, valamint a 14-es és 16-os vonali személy, illetve a 16-os vonali gyorsvonatok szempontjából
- vonatindító állomás a helyből induló tehervonatok szempontjából
- valamint korlátlan személy-, és áruforgalmi szolgáltatásra megnyitott,
- siktoltatásra berendezett, biztosított szolgálati hely [10]

A forgalomirányítást a KÖFI-ben (Központi Forgalomirányító Iroda) végzik, ahol nem csupán Csornát, hanem az állomástávolságú közlekedés miatt jó néhány szomszédos állomással együtt irányítják a vonalakon haladó vonatokat (a 2. ábrán látható módon).

1.3. Szomszédos állomások

Csorna vasútállomás közvetlen szomszédos állomásai az alábbiak:



2. ábra: Megjelenítő kijelzők a KÖFI-ben

- Kőny vasútállomás /8 sz. vasútvonal Győr felé/
- Farád megállóhely /8 sz. vasútvonal Sopron felé/
- Rábapordány megállóhely /14 sz. vasútvonal Pápa felé/
- Szil–Sopronnémeti vasútállomás /16 sz. vasútvonal Szombathely felé/
- Bősárány vasútállomás /16 sz. vasútvonal Hegyeshalom felé/

1.4. Vágányok és a közlekedő vonatok ismertetése

Az állomás nyolc vonatfogadó vágánnyal rendelkezik (2, 3, 4a, 5, 7, 8 és 9). A jelenlegi utasperonok SK + 33 cm magasak és a 2, 3 4a, 4b és 5 számú vágányok mellett találhatóak.

Az 1a és 1b vágányok rakodó csomakavagányok. A váróteremből kilépve a 2. számú vágányt találjuk. A többi közlekedő peronnal rendelkező vágányt aluljárón keresztül közelíthetjük meg. A 4b vágány kizárólag indításra szolgál.

1.4.1. Az itt közlekedő személyvonatok viszonylatai

Személyszállítás történik InterCity (IC) vonatokkal (8, 16 vonalon), belföldi gyorsvonatokkal (8, 16 vonalon), valamint személyvonatokkal (8, 14 és 16 vonalon).

Átmenő személyforgalmat bonyolít le:

- Budapest–Keleti pu.–Győr–Sopron és viszont viszonylat /IC/
- Budapest–Keleti pu.–Szombathely és viszont viszonylat /IC/
- Szentgotthárd–Szombathely–Budapest–Keleti pu. és viszont viszonylat /IC/
- Győr–Sopron és viszont viszonylat /személy/
- (Rajka–) Hegyeshalom–Szombathely és viszont viszonylat /személy/

Belföldi közvetlen gyorsvonati összeköttetést bonyolít le:

- Sopron–Győr–Budapest–Keleti pu. és viszont viszonylat /gyors/
- Szombathely–Budapest–Keleti pu. és viszont viszonylat /gyors/

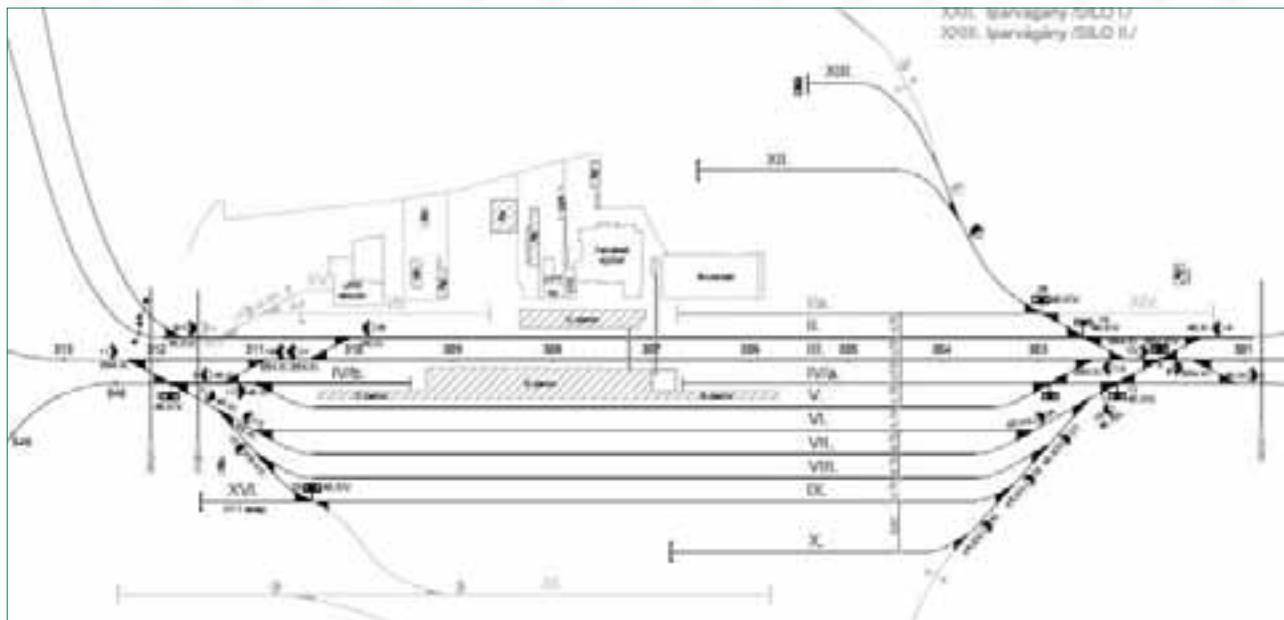
Személyvonati közlekedést bonyolít le:

- (Rajka–) Hegyeshalom–Csorna és viszont viszonylat /személy/
- Csorna–Szombathely és viszont viszonylat /személy/
- Csorna–Szany–Rábászentandrás, ill. Csorna–Pápa és viszont viszonylat /személy/

1.4.2. Az itt közlekedő tehervonatok viszonylatai

Csorna vasútállomása többek között tranzit árufuvarozást végez:

- Sopron–Győr–Budapest és viszont viszonylat,
- Szombathely–Hegyeshalom–Rajka és viszont viszonylat,
- Saját és külföldi vasúttól az áruszállító vonatok átvé-



2. ábra: Csorna vasútállomás jelenlegi vágánygeometriája

telével, a beérkező áruszállító vonatok egy irányba történő átadásával, az induló áruszállító vonatok összerészelésével egy irányba, és a helyhez kötött keverék tárolásával a frekventált vonatok számára,

Csornában igen jelentős a tehervonat-forgalom: hozzávetőlegesen 100 kocsi indul és érkezik a vasútállomásra naponta. Esténként és reggelként a tehervonat-forgalom, míg nappal főként a személyszállító vonatforgalom a megszokott.

1.5. Vágányok kapcsolata, jelenlegi állapot

A vágánykép az alábbi torzított helyszínrajzon látható a jelenlegi állapotról (3. ábra):

A helyszíni bejárásom során sok olyan információhoz hozzájutottam, melyeket az üzemi tervekből nem tudtam volna megállapítani. A 3. ábrán látható helyszínrajzon szürke vonallal jelöltem a jelenleg már nem használt és elavult állapotú vágányokat, létesítményeket. Ezek ugyan jelenleg is láthatóak a területen, azonban már évek óta nem szolgálják az állomást (a 4. és 5. ábrán is láthatóak). Ilyen vágányok az ipari kihúzóvágányok és néhány kihúzó- és rakodóvágány.



3. és 5. ábra: Ritkán használt vágányok és épületek

Az állomás mindkét bejáratánál láthatunk útátjárót (6. és 7. ábrán láthatóak). A felvételi épülettől dél-nyugatra kettő, míg észak-keletre egy darab található. A dél-nyugati útátjárók közül az egyiket használják jelenleg is, ez nemrégiben az átépített 86 számú főutat keresztezi, a mellette fekvő karbantartási céllal épült, ideiglenesen használták. Jelenleg üzemben kívüli. Ezek behatárolják az állomási vágányokat.

Az állomáson összesen négy peron található, ahogy az a torzított helyszínrajzon jól látható. A felvételi épületből kilépve a D peronra érkezünk. Az épület keleti oldalán található aluljáróval tudjuk megközelíteni az A, B és C jelű peronokat, mely lényegében egy nagyobb „kalap” alakú középperon. Az A peron a Pápa – Csorna vasútvonal utasait szolgálja ki, míg a C peron melletti vágány általában várakozó motorvonatok tárolására szolgál. Sajnos egyik peron sem felel meg a hatályos nemzeti és európai uniós előírásoknak, hisz szélességük csupán körülbelül 1,5 méter. (ahogy az a 8. ábrán látható).

Egy állomásfejlesztés során ezeket a nemmegfelelőségeket szükséges kijavítani, tehát a meglévő peronokat szélesíteni és szükség esetén hosszabbítani.

A meglévő állomási felvételi épület pár éve esett át egy nagyobb felújításon, de állapota közepesnek mondható.



6. és 7. ábra: Az útátjárók

Az állomáson felújított, fűtött váróterem és jegypénztár található, viszont az akadálymentes közlekedés nem biztosított.

Az épület előtt személygépkocsi tárolás és kerékpártárolásra is lehetőség van, azonban a helyszíni bejárásom során teljes kapacitás-kihasználtság volt látható, így ezeket a helyeket bővíteni célszerű. A helyközi buszmegálló a felvételi épülettel szemben található.

1. 6. Menetrendi vizsgálatok, felmerülő problémák

A vasútállomás kapacitását az üzemeltetési terv és az internetes források szerint megtalálható vasúti menetrend alapján vizsgáltam (<http://www.elvira.mav-start.hu/>).

A menetrendi vizsgálatok során született 9. ábra: Kapacitásgörbe szerint láthatjuk, hogy mind a személyszállítási, mind pedig a teherszállítási szempontból a jelenlegi menetrenddel épp a kapacitáshatárt súroljuk szerelvények átengetése, elosztása és tehervonati fogadása szempontjából. Személy és tehervorgalomhoz is jelenleg öt-öt vágányt használhatunk (átmenő- és kihúzóvágány) és ennyit szükséges is kihasználni. (lásd a 9. ábrát).

A vázlatterven narancssárgával jelöltem a beérkező tehervonatok számát, kékkel a személyvonatok számát. A hosszú, szétrendezésre vagy elegycsatlakoztatásra váró tehervonatok több járműnek jelöltem, hisz ezek rendezés során nem csupán egy, hanem több vágányt is elfoglalnak az üzemi rendezés során. Jól megfigyelhető, hogy mikor vannak a teher és a személyforgalmi csúcsidőszakok.

Arra jutottam a vizsgálat során, hogy mindenképpen szükséges egy új peronnal rendelkező átmenő vágány a személyforgalom számára és még egy peron nélküli az iparvágányok számára.

Sajnos egész Csorna állomáshoz tartozó vonalakon olyan menetrendeket alakítottak ki, hogy egy vonatkésés esetén „felborul a rendszer” és jelentős késések állhatnak fel a vasútvonalon. A jelenlegi vágányigény meghatározásánál fontos leírni azt is, hogy ez az igény időszakos. Általában tökéletesen kielégíti a jelenlegi igényeket a jelenlegi állomáskép, azonban vannak olyan időszakok, ahol profi üzemszervezéssel sem megoldható, hogy a vágányokat megfelelően osszák el a bejövő forgalomnak.

Szükséges figyelembe venni tehát, hogy hiába módosítjuk Csorna állomás kapacitását és egyszerűsítjük állomásképét és hiába építjük meg a forgalmi vizsgálat során a szükséges



8. ábra: A keskeny A jelű peron

személy és tehervorgalmi vágányokat; a környező állomások állomásképebe is szükséges beavatkozni.

2. A jelenlegi állapot SWOT elemzése

A diplomamunkám készítése során fontosnak tartottam, hogy elemezzem a jelenlegi állapot helyzetét és számba vegyem több szempontból a tárgyi téma negatívumait és pozitívumait. Csorna vasútállomás jelenlegi állapotának vizsgálatánál tehát összegyűjtöttem az állomás legfőbb:

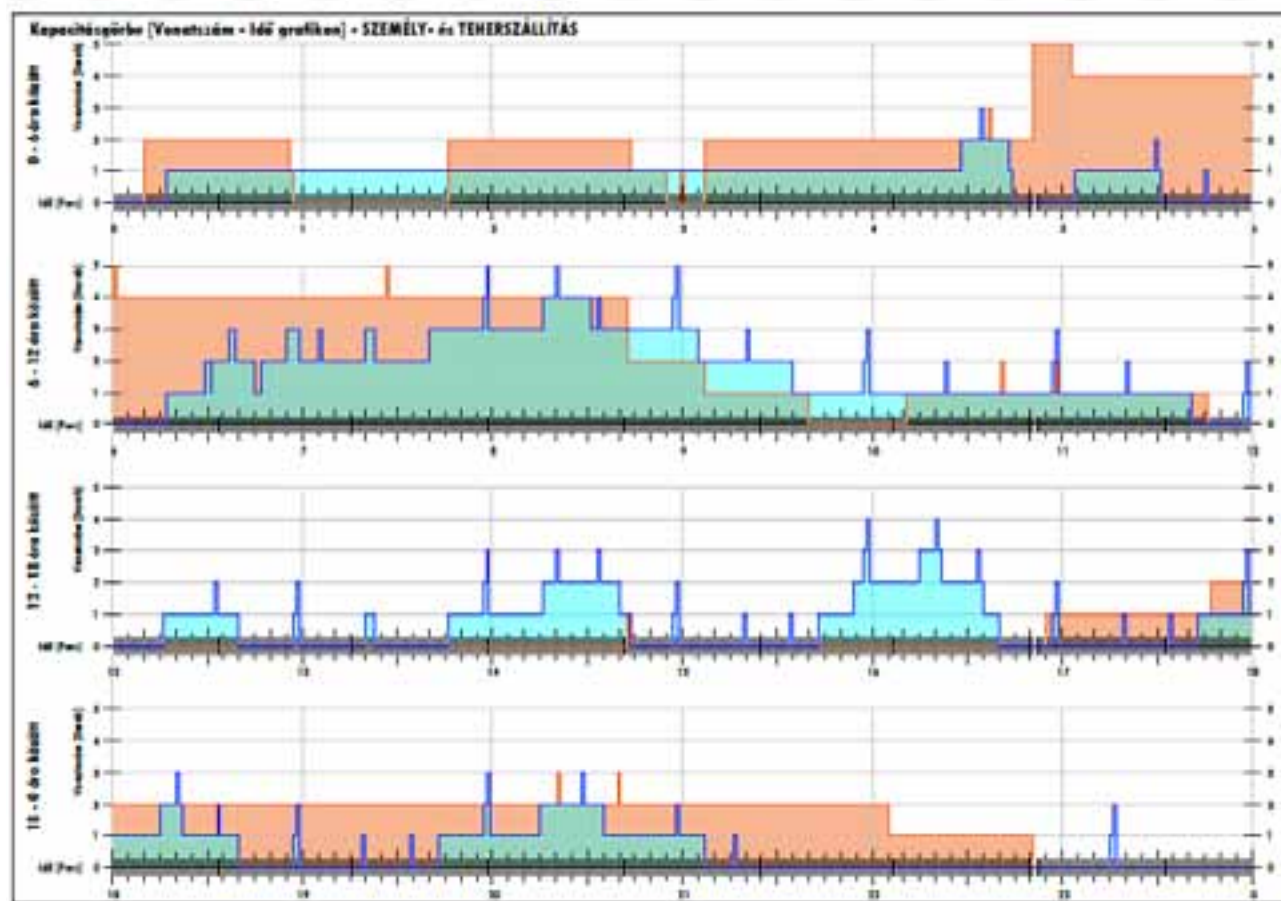
- erősségeit (S – Strengths)
- gyengeségeit (W – Weaknesses)
- lehetőségeit (O – Opportunities)
- veszélyeit (T – Threats).

Ezt az alábbi táblázatban mutatom be (1. táblázat).

3. A változatok bemutatása

Mindegyik változatnál törekedtem a legjobb megoldások megalkotására más-más főbb szempontokat, célkitűzéseket figyelembe véve.

Az adott tervezett változataimat előre átgondolt szempontok alapján mutatom be, hisz ezek alapján könnyen összehasonlítható a három különböző megoldás.



9. ábra: Kapacitásgörbe

3.1. Az első változat bemutatása

Az 1. változat tervezése során egy funkcionális szempontból és üzemileg jól működő vasútállomást, a területfoglalási igénybevételektől nagyobb mértékben eltekintő változatot hoztam létre. A kitérőkörzeteket jelentősen egyszerűsítettem, és igyekeztem úgy kialakítani, hogy minden vasútvonalról minden vasútvonal elérhető legyen.

A feladat készítése során előtérbe helyeztem a mozgásokban korlátozott személyek segítségét és az utaskényelmet. A tervezet a 10. ábrán látható.

3.2. A második változat bemutatása

A 2. változat tervezése során megpróbáltam a lehető legkevesebb területi igénybevételt létrehozni. Céлом volt, hogy az állomásfejeknél meglévő útátjárókat és az áthaladó vasútvonalak fő geometriáját, a vágánytengelyeket meghagyjam. A feladat készítése során itt is előtérbe helyeztem a mozgásokban korlátozott személyek segítségét és az utaskényelmet.

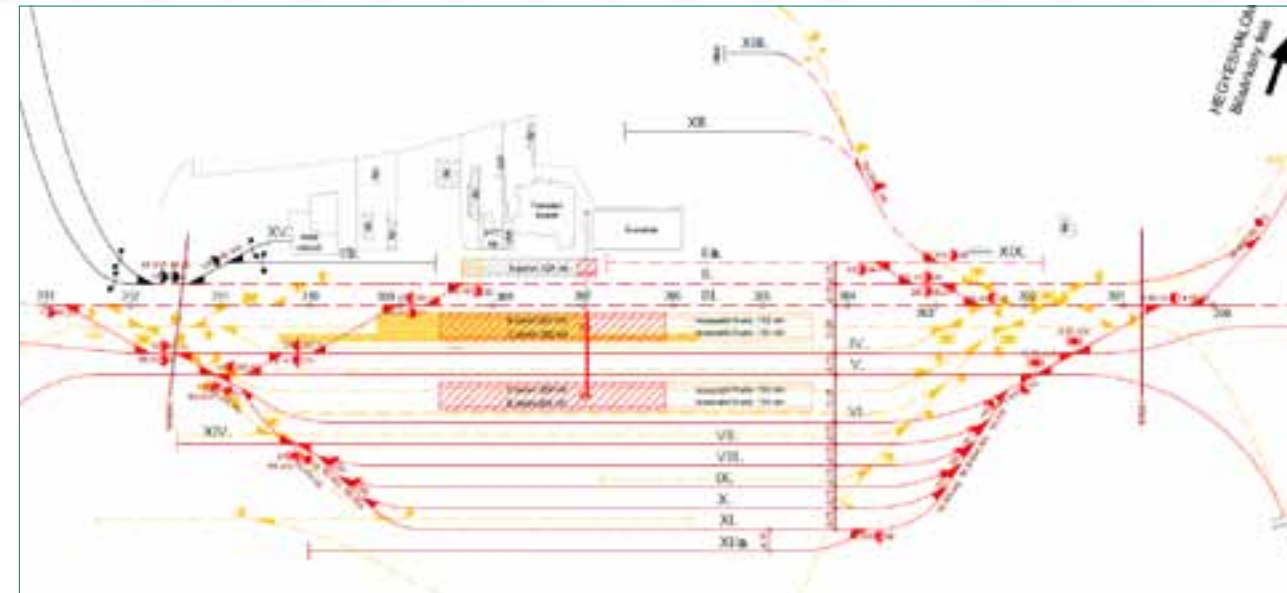
A tervezet a 11. ábrán látható.

3.3. A harmadik változat bemutatása

A 3. változat tervezése során próbáltam funkcionális szempontból kapacitástartalékkal rendelkező, használható állomást kialakítani, valamint mérsékelten igénybe venni a környező területeket. A feladat készítése során itt is előtérbe helyeztem a mozgásokban korlátozott személyek segítségét és az utaskényelmet.

ERŐSSÉGEK	LEHETŐSÉGEK
✓ Elkötelezett vasúti teher- és személyforgalom	✓ Kihasználható szomszédos területek
✓ Ismert adatok, megbecsülhető fejlesztési lehetőségek	✓ Sík környezet
GYENGESÉGEK	VESZÉLYEK
✓ Állomás két végén közeli keresztezés	✓ Nagy teher- és személyforgalom
✓ Bonyolult kitérőkörzetek	✓ Menetrendi pók és központi forgalomirányító állomás, így nagy figyelmet kell fordítani az állomás kialakítására
✓ Elavult vasúti pálya	✓ Kis területű állomás
✓ Az állomásra beérkező vasútvonal geometria egymáshoz való közelsége	✓ Üzemi veszélyesség keletkezik nem megfelelő fejlesztés esetén
✓ A peronok túl keskenyek	
✓ Egy vágányon sincsenek meg a megkívánt használható hosszak	

1. táblázat: Helyzelemzési táblázat



10. ábra: Az első változat bemutatása (torzított helyszínrajzon)

A tervezet a 12. ábrán látható.

4. Döntésváltozatok értékelése

A három változatot azonos szempontrendszer szerinti súlyozott értékeléssel végeztem el, hogy a legjobb változat kiválasztását tegyem lehetővé.

Az alábbiakban összegyűjtöttem a mérlegelési szempontokat, amelyek alapján ez előbbi fejezetekben elvégeztem már a vázlattervek értékelését.

Mérlegelési szempontok:

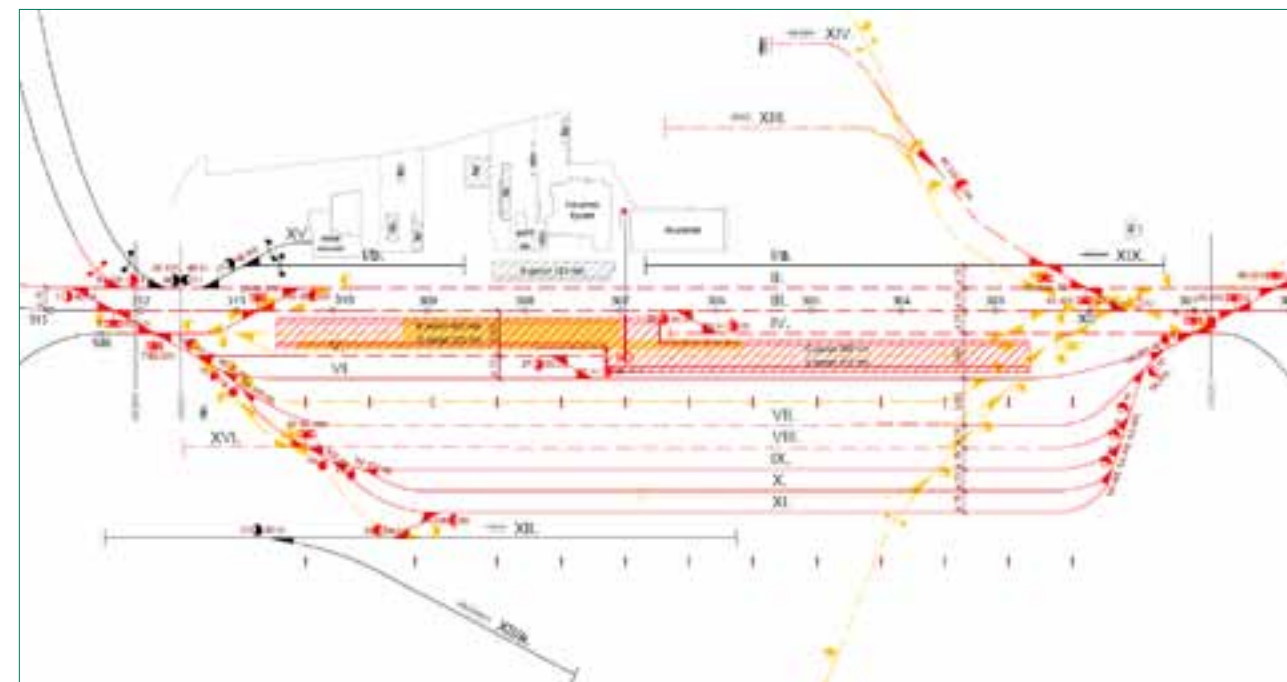
- S1 Vonalvezetés
- S2 Beruházási költségek
- S3 Üzemeltetés, fenntartási igényesség
- S4 Környezetvédelem

- S5 Esélyegyenlőség, utaskényelem
- S6 Kitérő kapcsolatok
- S7 Kisajátítások, bontások
- S8 Peronok hossza, területe
- S9 Vágányok használható hossza

Súlyszámok meghatározása:

A súlyszámokat egy preferenciamátrix elkészítésével határoztam meg, melyet a 2. táblázat foglal magába. A mátrix segítségével az elért preferenciapontok összefoglalhatóak, mely alapján könnyed százalékszámítással meghatározhatam a súlyszámok tényleges értékét a 3. táblázatban.

A költségbecslések kiszámítását természetesen más személyekkel is egyeztettem a diplomamunka készítése során. Az értékelési eredmények az alábbiakban láthatók (4. és 5. táblázat).



11. ábra: A második változat bemutatása (torzított helyszínrajzon)

A vadveszély közlekedésbiztonsági kezelésének elemzése

Torák Márta



Magyar Közút Nonprofit ZRT.
műszaki ellenőr
FMF közönség díjas

Az ösztönei által vezérelt vad viselkedésének befolyásolása nehéz feladat. A faunába történő túlzott beavatkozás visszafordíthatatlan biológiai és vadgazdálkodási következményekkel járhat, a túl kevés pedig kedvezőtlen közlekedésbiztonsági hatásokkal eredményezhet. Mit tehetünk, hogy csökkentjük a vadlétűtes balesetek számát? Jelen cikkben több megoldás is bemutatásra kerül.

1. Bevezetés

A közlekedésbiztonsági intézkedések fő célja egy olyan környezet kialakítása, ahol az önmagukat magyarázó, illetve a közlekedővel együttműködő utak minimalizálják a balesetek kialakulásának lehetőségét. A mérnöki megoldások és a tudatosan cselekvő ember – mint közlekedő – kedvezően befolyásolható és fejleszthető tényezők. A legnehezebb feladatok között a természeti erőforrások, például a szél, a csapadék és nem utolsósorban a vadon élő állatok jelenléte miatti kockázat nevesíthető. A vad és gépjármű közötti konfliktusok általában anyagi kárt eredményeznek, azonban nem ritka a személyi sérülés és a – nem kizárólag a vad számára – halálos kimenetelű baleset sem.

A témában készült tanulmányban (Torák, 2018) feldolgoztuk az 1999-2015 között bekövetkezett vadgazdálkodási balesetek statisztikai adatait, elemeztük a hazai és a nemzetközi gyakorlatokat, összesen 33féle intézkedést, továbbá egy hazai esettanulmányon keresztül mutattuk be az azonosított problémákat. Jelen cikk ezen kutatómunka rövid kivonata.

2. Historikus baleseti adatok elemzése

A probléma mértékének feltárásához, továbbá a beavatkozási pontok meghatározásához elengedhetetlen a rendelkezésre álló adatok feldolgozása, ezért két adatbázis több éves adatait vizsgáltuk és elemeztük.

2.1 Bemenő adatok

Az Országos Vadgazdálkodási Adattár (OVA), az Országos Közúti Adatbank (OKA), valamint a Központi statisztikai Hivatal (KSH) 17 évet átfogó adatait vizsgáltuk, összesen 8 szempont alapján. A baleseti adatok vizsgálati szempontjai az útkategória, baleset kimenetele, év, hónap, napszak, száraz vagy nedves burkolat, fekvés (bel- vagy külterület) szerinti megoszlás, valamint a jelenlegi balesetmegelőző intézkedés voltak.

2.2 Eredmények

A vizsgált 17 évben, összesen 78.741 db nagyvad pusztult el gépjárművel való ütközés következtében (OVA), ebből 1602 db baleset járt személyi sérüléssel (KSH) annak elenére, hogy 16.748 db szabadon élő állatok veszélyt jelző tábla van kihelyezve az országos közúthálózaton (OKA). Ezek a számok egyértelműen mutatják, hogy a közlekedésbiztonság e terén a beavatkozás elengedhetetlen.

2.2.1 Útkategória szerinti balesetmegoszlás

A vadgazdálkodási balesetek útkategória szerinti megoszlása (1. táblázat) kapcsán elmondható, hogy a vizsgált 17 évben azok legnagyobb hányada, kb. 30%-a összekötő úton történt. Hangsúlyos az I. és II. rendű főutak összesített aránya is, ahol összességében a balesetek 35%-a volt jelen. Az autópályák esetében a vadlétűtes balesetek száma alacsony (38 baleset). A balesetek mintegy 24%-a önkormányzati úton történt.

Kézenfekvő megvizsgálni az egyes útkategóriák balesetsűrűségét mutatóit is, figyelembe véve azok teljes hosszát. (Egyszerűsítéssel élve a hossz tekintetében 2015-ös adatokat használunk és eltekintünk az útkategóriák hosszának időbeli változásától.) E mutató alapján egyértelműen az első- és másodrendű főutak rendelkeznek a legrosszabb mutatóval, minden ezer kilométeren évente átlagban öt vadlétűtes balesetet mérhetünk. Az autópályák esetében ez az érték kétféle tehető, ugyanakkor a vizsgált 15 év alatt az autópályák hossza jelentősen nőtt, így a mutató valószínűleg kedvezőtlenebb.

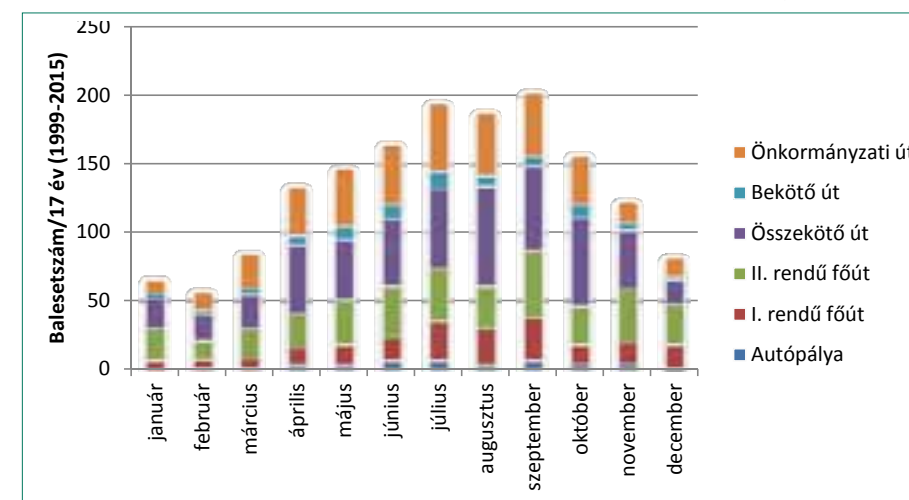
2.2.2 Balesetek fekvés szerinti megoszlása

Bár a legtöbb baleset lakott területen kívül következik be, mégsem elhanyagolható, hogy a balesetek egyharmada lakott területen belül, több esetben sűrűn beépített területeken történik. A belterületi balesetek között 3 halálos kimenetelű is bekövetkezett. A vad élőhelyének csökkenése következtében előszeretettel látogatja a konyhakerteket, gyümölcsösöket, de akár a nyitott kommunális hulladék-tárolókat is. A vadászatra jogosultak előtt ismeretes, hogy a belterület nem minősül vadászterületnek, így ott vadászati tevékenységet folytatni csak külön engedélyek birtokában lehet, ráadásul beépített területen a golyós lőfegyver hasz-

1. táblázat: Vadlétűtes balesetek útkategória szerinti megoszlása

Útkategória	Teljes hossz (km) *	Vadgazdálkodási balesetek száma **	Balesetsűrűség (baleset/év/1000 km)
autópálya	1 144	38	1,95
autóút	222	0	0,00
I. rendű főút	2 169	200	5,42
II. rendű főút	4 772	371	4,57
összekötő út	17 898	528	1,74
bekötő út	4 514	85	1,11
önkormányzati utak	~170 000	380	0,13
összesen	~200 719	1602	0,47

*2015.06.15, **1999-2015



1. ábra: Vadgazdálkodási balesetek hónap és útkategória szerinti megoszlása (1999-2015)

nálata kellő körültekintés mellett is balesetveszélyes lehet. A belterületi, főként önkormányzati utak esetében a preventív beavatkozás mértéke sem elégséges.

2.2.3 Balesetek hónapok szerinti megoszlása

Az 1. ábra jól mutatja az összefüggést a gímszarvas és az őz párzási időszaka, valamint a vadlétűtes balesetek gyakorisága között. Az őzbakok áprilistól októberig aktívak, az üzekedés július-augusztus hónapban, a (szarvas)bögs pedig szeptemberben esedékes a Kárpát-medencében. A közlekedők többsége nincs ezzel tisztában, és a nyári, biztonságosabb útviszonyok mellett elővigyázatlanabban vezet.

3. Hazai gyakorlat

A megelőző intézkedések tárháza igen széleskörű. Ebben a fejezetben a Magyarországon leginkább szokásos intézkedéseket mutatjuk be, melyek között megtalálhatóak mérnöki, vadászati, valamint gépjárműgyártói kompetenciák. Látni fogjuk, hogy a közlekedésbiztonság e tárgyköre nem csupán mérnöki feladat, a vadász szakemberekkel és vadászatra jogosultakkal való együttműködés elengedhetetlen (annál is inkább, mivel a felelősséget a közutadat leginkább hozzadjuk rendeli).

Az egyes intézkedéseket 3 csoportba osztottuk. A gépjárművezetők viselkedését befolyásoló intézkedések például a veszélyt jelző táblák kihelyezése, valamint az út menti növényzet gondozása. A vad viselkedését befolyásoló intézkedések a vadföldművelés, szórók, etetők üzemeltetése, hajtó-,

terelővadászatok lebonyolítása, optikai riasztók kihelyezése és a vadpopuláció csökkentése. A fizikai szeparációt célzó intézkedések a védőkerítések, vadátjárók, kiugró rámpák és texas kapuk létesítését foglalja magába. Ezek közül néhányat szeretnénk kiemelni és bemutatni.

3.1. Út menti növényzet gondozása

Az út menti növényzet gondozása a parlagfű-mentesítés és az esztétika mellett, az út közvetlen közelében lévő állatok láthatóságát is elősegítik (2., 3. ábra). Az útpadkán, árokban vagy részsívaldon lévő vadat jó eséllyel észleli a gépjármű vezetője, így mérsékelni tudja a sebességét, ellentétben azzal az esettel, ha a vad valamilyen növényzet takarásában van. Az út menti növényzet gondozása leggyakrabban közútkezelői kompetencia, az erdőszűlt területeken viszont az erdőtulajdonos feladata a balesetveszélyes növényzet eltávolítása.

A közútkezelők számára az Országos Közutak Kezelési Szabályzat (OKKSZ) egyértelműen meghatározza a feladatok gyakoriságát. Az összekötő kategóriájú utakon – ebben az útkategóriában történt a legtöbb baleset – forgalomnagyságtól és szolgáltatási osztálytól függően egyszer vagy kétszer végeznek kaszálást. A bozót- és cserjeirtással azok a szakaszok érintettek, melyek a forgalombiztonságra negatív hatással lehetnek, illetve télen esetlegesen hóakadályt idézhetnek elő (OKKSZ, 1998).

A forgalombiztonság szempontjából itt leginkább a forgalom és úttest láthatóságát befolyásoló, úrszelvénybe lógó növényzet, elszáradt, elkorhadott fák irtása, kivágása releváns. Az erdőtulajdonosokat az erdészeti hatóság jogosult kötelezni a balesetveszélyes, vagy láthatóságot, akár vadveszélyt negatívan befolyásoló fák eltávolítására, de erre általában közútkezelői megkeresést követően kerül sor (Kajtor, 2017).



2. ábra: Átlátható környezet



3. ábra: Veszélyes takarás

3.2. Védőkerítések

A mérnökök és vadász szakemberek általában egyetértenek abban, hogy a vad által okozott károk megelőzésének leg-hatékonyabb módja a lekerítés.

Több tanulmány is igazolta (USDOT, 2008), hogy a védőkerítések átlagosan 87 százalékkal csökkentik az őzekkel és egyéb nagytestű állatokkal való balesetek számát. Azonban az is megállapítást nyert, hogy a balesetek száma nőtt a kerítések végénél és a csomópontokban (Clevenger, Chruszcz and Gunson 2001, Lehtimäki 1984, Ludwig and Bremicker 1983, Statens vägverk 1985, Ward 1982, in: Elvik 2009 262. o.). A kerítések végeinél (pl. autópálya fel- és lehajtóknál) a vad akadálytalanul jut az útterületre. A kerítéssel ellátott szakaszon lévő vad nagy problémákat okozhat, egyrészt mert a kijutása akadályozott, be van szorítva, másrészt a közlekedők nem számítanak rá.

További probléma, hogy a kerítések telepítésével megakadályozzuk a migrációt, és előidézzük az egyes fajok elszigetelődést, szeparációját. A „hermetikus” lezárást eredményező kerítések következménye az ún. „kerítésstressz” jelenség is, mely dokumentáltan nagy károkat okoz a vadállományban. (A kerítésstressz azt jelenti, hogy a vad a kerítés mentén föl-alá jár, nem eszik, nem iszik, egyes esetekben el is pusztul.) 2016. évben 4179 nagyvad pusztult el a kerítések következtében, melynek vadgazdálkodási értékét 829.550.000 Forintra becsülik (Király, 2016).

A közlekedésbiztonságot, mint elsődleges szempontot figyelembe véve a kerítések telepítését szükségesnek tartjuk, mivel jelenleg ez a legjobb módja a vad elütéses balesetek



5. ábra: Út mellé telepített érzékelő rendszer



4. ábra: Sziklamező a Trans-Canada autópályán (USDOT 2009, p. 151)

megelőzésének. A vadon élő állatok és genetikai sokszínűségük védelme érdekében a védőkerítéseket minden esetben a megfelelő mennyiségű és minőségű átjáróval, kiugró rámpával, továbbá egyirányú kapukkal szükséges kombinálni. Ezek helyének, típusának, mennyiségnek és minőségének meghatározásakor célszerű bevonni területileg illetékes vadászati hatóságot, a tájegységi fővadászt és a vadászatra jogosultakat.

A védőkerítésekhez kapcsolódó kombinált, illetve alternatív megoldásokat a következő pontban mutatjuk be.

4. Külföldi gyakorlat

Elmondhatjuk, hogy éghajlattól, társadalmi-, gazdasági rendszertől függetlenül minden kontinensen nagy közlekedésbiztonsági kockázatot és problémát jelent a vadon élő, illetve a szabadon tartott háziállatok jelenléte az utak környezetében. Ebből kiindulva vizsgáltuk a Kanadában, az USA-ban, Brazíliában, a Skandináv országokban, Szaúd-Arábiában és Ausztráliában használatos megelőző intézkedéseket. A külföldön bevált gyakorlatok közül kettőt szeretnénk bemutatni, mely hazai rendszerbe történő adaptálásával több problémát is orvosolhatnánk.

4.1. Sziklák, görgetegek telepítése

A védőkerítések kapcsán, az előzőekben ismertettük a védőkerítések egyik legnagyobb hiányosságát, melyet a végeknél



bekövetkező balesetek jelentenek. A Trans-Canada autópályán a kerítések végénél szikla akadályokat helyeztek el (4. ábra), hogy megakadályozzák a vad bejutását (Clevenger et al. 2002 in: USDOT 2008. 150. o.). Megfigyeléseik szerint a kerítés és szikla mező kombinációja csökkentette a balesetek gyakoriságát, a balesetek száma a beavatkozás előtti hatról, a telepítést követően kettőre csökkent.

A külföldi pozitív tapasztalatok alapján hazánkban is célszerű lenne az alkalmazási lehetőségek vizsgálata.

4.2. Érzékelő rendszerek

A rendszer lényege, hogy az út mellé telepített szenzorok érzékelik, ha egy állat az út bizonyos közelségébe kerül és jelzéseket ad (hang, fény, stb.) a közlekedők részére (5. ábra). A Közép-Floridai Egyetem kutatásai szerint (NPS, 2017) ezek a rendszerek hatékonyan csökkentik a balesetek számát, a környezetre gyakorolt hatásuk minimális (ellentétben például a telepített kerítésekkel), javítják az élőhely összeköttetést, valamint kevesebbe kerülnek, mint az egyéb átkelést segítő konstrukciók. A legújabb rendszerek már hőkamerákkal és olyan szoftverekkel rendelkeznek, melyek képesek a döntéshozatalra, így csak akkor figyelmeztetnek, ha az állat biztonsági kockázatot jelent. Jövőbeli fejlesztési irány, hogy a rendszer a járművek fedélzeti számítógépeire is elküldje a figyelmeztetést.

E rendszerek alkalmazásával kiküszöbölhetőek a védőkerítések által előidézett problémák, mint elszigetelődés, belterjesség, és a kerítésstressz. További előnye, hogy kvázi interaktív, ezért a standard veszélyt jelző táblákkal ellentétben nem áll fenn az úthasználók általi megszokás esélye.

5. Esettanulmány

Az eljárásrend, a tervezés fázisai, valamint a különböző szakmai szerepvállalások vizsgálata érdekében egy folyamatban lévő útfelújítási projektről esettanulmányt készítettünk. A 21. számú, Hatvan – Salgótarján elsőrendű főút 2x2 sávra bővítése kapcsán, az 1+300 – 48+100 km szelvények között mindkét oldalon védőkerítés készül, az ökológiai kapcsolatok biztosítására 5 db kételtű átjáró, 1 db kételtű – vidra kombinált átjáró, 1 db kételtű – kismellős kombinált aluljáró és 2 db nagyvad felüljáró készült. A projekttel kapcsolatban személyes mélyinterjú készült a tervezővel, a Nógrád megyei vadászati hatóság kollégájával és a tájegységi fővadasszal.

A környezeti hatásvizsgálati eljárás során, valamint a tervezés minden fázisban az előírásoknak megfelelően bevonták a szükséges szakembereket, és betartották a vonatkozó Ütügyi Műszaki Előírásokban foglaltakat. Mindezek ellenére vadászati szemszögből a projekt mégsem elfogadható, mivel a közel 50 km hosszú kerítés mentén csupán 2 db nagyvad átjáró épül. A vadgazda mérnökök (Bakó, 2017, Szabó, 2017) álláspontja szerint a vad nem fog nagy távolságokat megtenni, hogy átjárót keressen, ezért az út nyugati oldalán élő populáció egyrészt elszigetelődik, másrészt el van zárva a keleti oldalon lévő Zagyva folyótól, ami eddig az ivóvizet szolgáltatva számára. A védőkerítés építése vadászati szempontból a baleset megelőzés céljából támogatható, de csak megfelelő mennyiségű átjáró építésével egyidejűleg. Ugyanezen problémát a tervezői oldal kevésbé érzékeli, és a folytonos kerítés építését támogatja. Gyakorlatilag a védőkerítések kapcsán a 3.2. pontban részletezett problémák e projekt folyamánként máris megjelentek.



6. ábra: A 21. sz. úton épülő vadátjáró műtárgy

Mindhárom mélyinterjú egyértelműen rámutatott továbbá arra, hogy a vadász szakma fokozottabb részvételére lenne szükség a tervezési folyamat során.

További érdekesség, hogy a környezetvédelmi, a mérnök és a vadász szakma is több átjáró létesítését javasolta, a beruházó NIF Zrt. végül 2 db átjáró építése mellett döntött. Ebben nyilvánvalóan a források racionális felhasználása is szerepet játszik, főleg hogy egy vad felüljáró szélessége duplája, akár háromszorosa egy két sávú közúti híd szélességének.

6. Következtetések, javaslatok

A cikkben részletezett problémákra különböző megoldások javasolhatóak. Ezek egy része nem feltétlenül igényel mérnöki kompetenciát, de a balesetek megelőzésében ezeknek is nagy szerepe van.

A belterületi vadellátások kapcsán önkormányzati szerepvállalást is szükségesnek tartanánk. Az Ütügyi Műszaki Előírások az önkormányzati utak tekintetében csak ajánlásként bírnak jelentőséggel, azonban a belterületi szakaszokon, önkormányzati utak térségében is szükséges lehet védőkerítés létesítése, aminek telepítése általában önkormányzati kompetencia.

A szaporodási időszakban jelentkező nagyszámú baleset megelőzése érdekében elengedhetetlen a közlekedők tájékoztatása, illetve a figyelem felhívása ezekre az időszakokra. A vezetői engedély megszerzéséhez elvégzendő tanfolyam oktatási tematikájának ilyen jellegű bővítése a balesetek megelőzésének egyik alkotóeleme lehet. Külföldön bevált gyakorlat, hogy prospektusokkal, brosúrákkal tájékoztatják a közlekedőket, melyen bemutathatóak a veszélyes területek, kockázatos időszakok, vagy akár a vad általános szokásai. Ebben a területi illetékességű vadász kamarák, nemzeti parkok és az állami erdőgazdaságok fokozottabb szerepvállalását is indokoltan tartanánk.

Az I. rendű főutakon jellemzően kerítésekkel, valamint veszélyt jelző táblákkal, a II. rendű főutakon táblákkal és ritkábban kerítésekkel próbálják a közútkezelők és a vadászatra jogosultak a baleseteket megelőzni. A baleseti statisztikák szerint ezeken az utakon a legnagyobb a vadellátásos balesetek sűrűsége, ezért elsődlegesen itt szükséges a beavatkozás, illetve a különböző, alternatív megoldások bevezetése. Az egyik ilyen módszer a kerítések végeinél szikla mezők telepítése, mellyel csökkenthető a kerítések végénél történő vadbejutás lehetősége. A módszert hazánkban nem alkalmazzuk, viszont a kedvező külföldi tapasztalatok alapján javasoljuk a hazai gyakorlatba való bevezetés feltétele-

inek és lehetőségeinek vizsgálatát. A kerítések hátrányait kiküszöbölő, alternatív megoldás az érzékelő rendszerek telepítése, melyre hazánkban nem volt még példa. ennek vizsgálatát szintén javasoljuk.

Külföldi pozitív tapasztalatok alapján javasoljuk a grafikus, feliratos, non standard, akár ledes veszélyt jelző táblák alkalmazását a standard veszélyt jelző táblák mellett. Bár az előírásoktól eltérő táblák nem feltétlenül mentesítik a vadászatra jogosultakat a felelősség alól, viszont a közlekedőkre bizonyítottan jobb hatással vannak, mint a standard táblák, melyeket általában figyelmen kívül hagynak.

Az OKKSZ egyértelműen meghatározza a közútkezelők számára a kaszálás gyakoriságát. A bozót és cserjeirtásnál pedig az őrsvetély, a hóakadályok kialakulásának megelőzése, valamint az úttest láthatósága élvez prioritást. A közútkezelőknek jelenleg nincs forrása (és gyakran kapacitása sem) arra, hogy a feladattervükben nevesített, kötelezően elvégzendő feladatokon felül további munkákat végezzenek. Az esztétikán és a parlagfű mentesítésen túl, a padkára kilépő vad láthatósága is prioritást kellene, hogy élvezzen. Szükséges lenne a többlet kaszálás, bozót- és cserjeirtáshoz szükséges fedezet biztosítása, legalább a kiemelten veszélyes szakaszokon.

Az Egyesült Államokban a közutak tervezési útmutatója definiálja az akadálymentes biztonsági zóna fogalmát. Ez a biztonsági sáv az úttest szélétől számított olyan biztonsági zóna, mely lehetővé teszi az útról letért gépjárművek biztonságos megállását, lehetőséget ad, hogy a gépjárművet az útra visszakormányozza, vagy visszanyerje fölötte az irányítást a vezetője. A biztonsági zóna tulajdonképpen egy széles, fűvesített padka, valamint kis hajlásszögű rész, ami teljesen akadálymentes, semmilyen fix tárgy (pl. fák, oszlopok, stb.) nem helyezhető el benne. Elsődleges célja tehát nem a vadgázolások balesetek megelőzése, de kialakításából adódóan láthatóvá válik az út mentén lévő vad is.

Az esettanulmány tanulságai alapján a kerítésekkel kombinálható átjárók további, és konkrétabb vizsgálatát tartjuk szükségesnek, a vad általi használatra és bekerülési költségekre vonatkozóan.

Összegzés

Az emberiség történelme során jogot formált arra, hogy a természet erőit és erőforrásait a saját szolgálatába hajtja. Az emberek számának növekedésével egyre több tere van szükségünk, lakóhely, gazdálkodás, infrastruktúra céljára. A teret a természet rovására nyerjük, így a közútjainkon is egyre több a nem kívánatos konfliktus a vadon élő állatok és a közlekedő ember között. Manapság már jogszabályok gondoskodnak arról, hogy a természet kizsákmányolásán túl törekedjünk a kialakult helyzetben az egyensúly megteremtésére, illetve a természet védelmére. De vajon elegendőek és megfelelőek-e a közlekedésbiztonsági intézkedéseink, hogy az emberi életet és a faunát is megóvjuk? A számadatok szerint nem, mert az intézkedések ellenére is történnek súlyos, és halálos kimenetelű vadgázolások balesetek. Vizsgálataink során bizonyítást nyert, hogy a közlekedésbiztonság e területe a mérnök és a vadász szakma összefogását fokozottabban igényli, nagyobb mértékben szükséges az állami és önkormányzati szerepvállalás. A feltárt hiányosságokra külföldi jó gyakorlatokat is felhasználva javaslatokat tettünk, ezek közül a legfontosabbak:

- a közlekedők tájékoztatása a vadon élő állatok szokásaival és viselkedésével kapcsolatban, valamint a vezetői

engedély megszerzéséhez szükséges tanfolyamok oktatási tematikájának ilyen jellegű bővítése;

- Magyarországon még nem alkalmazott módszerekre (sziklamezők telepítésére, érzékelő rendszerek elhelyezésére) vonatkozó vizsgálatok, kutatások mielőbbi megkezdése;
- grafikus, feliratos, LED-es, non-standard táblák alkalmazása;
- állami közutak padkáinak többletkaszálása, azok átláthatóvá tétele;
- akadálymentes biztonsági sávok kialakítása;
- a védőkerítésekkel kombinált műtárgyak, alul- és felüljárók további vizsgálata, a vad általi használat figyelembe vételével.

Remélhetőleg javaslataink közelebb visznek a közúton közlekedők és a vadállomány együttes és fokozott védelméhez.

Hivatkozások jegyzéke

- Bakó, Cs. (2017). Biológus, vadgazda mérnök, a Nógrád Megyei Kormányhivatal, Salgótarjáni Járási Hivatal, Agrárügyi Főosztály, Földművelésügyi Osztály, mint elsőfokú vadászati hatóság, vadászati szakigyeintéző. *Személyes kommunikáció*. 2017. november 16.
- Clevenger, A.P., Chruszcz, B. and Gunson, K.E. (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*, 29, pp. 646–653.
- Clevenger, A.P., B. Chruszcz, K. Gunson, K. and M. Brumfit. (2002). *Highway Mitigation Monitoring: Three Sisters Parkway Interchange. Final Report*, August 1999–July 2002. Prepared for Alberta Sustainable Resource Development: Canmore, Alberta, Canada.
- Elvik, R. (2009). Road Design and Road Equipment in: Elvik, R., A. Høye, T. Vaa and M. Sørensen. (2009). *The Handbook of Road Safety Measures*. N.p. Emerald Group Publishing Ltd. Part II: 1. pp. 258–267.
- Kajtor Zs. (2017) Erdészeti szakirányú agrármérnök, Heves Megyei Kormányhivatal, Agrárügyi és Környezetvédelmi Főosztály, Erdészeti Osztály, erdészeti szakigyeintéző (erdészeti hatóság). *Személyes beszélgetés*. 2017. november 22.
- Király, I. Dr. (2016). „Kerítésstressz”. *Vadászévkönyv*. Vol: 2016. pp.108–120.
- Lehtimäki, R. (1984). *Elk and white tail deer as traffic hazards*. Liikenneturva, Reseach Department, Helsinki.
- Ludwig, J., & T. Bremicker. 1983. Evaluation of 2.4-m fences and one-way gates for reducing deer-vehicle collisions in Minnesota. *Transportation Research Record*, 913, 19–22.
- NPS. (2017). *Plan Your Visit*. US Department of the Interior, National Park Service. Elérhetőség/hozzáférés: <https://www.nps.gov/bicy/planyourvisit/upload/RADSbrochure2.pdf> [letöltve: 2017. november 14.]
- OKA (2016) Országos Közúti Adatbank, <https://internet.kozut.hu/kozerdeku-adatok/orszagos-kozuti-adatbank/>
- OKKSZ. (1998). Az országos közutak kezelésének szabályozásáról 6/1998. (III. 11.) KHVM rendelet
- OVA (2018) Országos Vadgazdálkodási Adattár, <http://www.ova.info.hu/index.html>
- Statens vägverk. (1985). *Viltstängsel. Olika typer effekt och kostnad*. Meddelande TU 1985:2. Statens vägverk, Utvecklingssektionen, Borlänge.
- Szabó, L. (2017). Vadgazda mérnök, a Földművelésügyi Minisztérium, Vadgazdálkodási Tájéegységi Főosztály, Nógrád–Cserhádi tájegységének fővadásza. *Személyes kommunikáció*. 2017. november 29.

Torák Márta, 2018. A vadveszély közlekedésbiztonsági kezelésének elemzése, Infrastruktúra-építőmérnök MSc diplomamunka, Széchenyi István Egyetem, Győr, p. 107

USDOT. (2008). *Wildlife-Vehicle Collision Reduction Study* [on-line]. U.S. Department of Transportation. Elérhetőség/hozzáférés:

<https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/08034/08034.pdf> [letöltve: 2017. augusztus 17.]

Ward, A.L. (1982). *Mule deer behaviour in relation to fencing and underpasses on Interstate 80 in Wyoming*. *Transportation Research Record*, 859, pp. 8–13.

Ábrák jegyzéke

1. ábra: saját grafikon
2. ábra: saját fotó
3. ábra: Garai, A.A. (2014). *Épp, hogy látszik a kocsí teteje, pedig fejmagasságban volt a kamera* [on-line]. Nyugat Média és Világháló Egyesület. Elérhetőség/hozzáférés:

http://www.nyugat.hu/tartalom/cikk/ut_gaz_ujperintjak [letöltve: 2017. november 11.]

4. ábra: Sziklamező a Trans-Canada autópályán (USDOT 2009, p. 151)
5. ábra jobb oldali fotó: TranBC (2019.) *New Way to Protect Wildlife on Highway 3* [on-line]. Government of British Columbia. Elérhetőség/hozzáférés: <https://www.tranbc.ca/2016/02/10/new-way-to-protect-wildlife-on-highway-3/> [letöltve: 2019. július 07.]
5. ábra bal oldali fotó: FHWA (2019). *Advances in Wildlife Crossing Technologies* [on-line]. Elérhetőség/hozzáférés: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/09septoct/03.cfm> [letöltve: 2019. július 07.]
6. ábra: Magyar Építők (2019) *Újabb siker a 21-es főúton: a Colas és az EuroAszfalt is előbb végezhet*. [on-line]. Magyar Építők Építőipari Portál. Elérhetőség/hozzáférés: <http://magyarepitok.hu/utepites/2017/08/ujabb-siker-a-21-es-fouton-a-colas-es-az-euroaszfalt-is-elobb-vegezhet> [letöltve: 2019. július 07.]



A XIII. Fiatal Mérnökök Fóruma zsűrije (Kolozsvári Nándor, Hesz Gábor, Lehel Zoltán) és a délelőtti levezető elnök (Szerencsi Gábor)

Átfogó elemzés a motorbalesetek súlyosságának csökkentése érdekében

S. Vigh Judit



Főmterv Zrt.
okl. Közlekedésmérnök

Absztrakt

Közlekedésmérnök hallgatóként kutatási területemként a balesetmegelőzést választottam, ezen belül is a motorkerékpárosok hazai helyzetét vizsgáltam, illetve a továbbiakban is ezt a munkát kívánom folytatni. E kutatási folyamat két fontos állomása volt a szakdolgozat, majd a diplomamunka megalkotása. Jelen cikk diplomamunkám rövid összefoglalója. A teljesség igénye nélkül bemutatja és mérésekkel alátámasztja a hazai motorkerékpáros oktatás elmaradottságát, az infrastruktúra hiányosságait, javaslatokat ad ezek fejlesztésére hazai és külföldi előremutató példák alapján, illetve egy – azóta már elkészült – applikáció alapjait is le rakja. Munkámban a közlekedők létszámban egyik legcsekélyebb csoportját mutatom be, mégis úgy gondolom, hogy a dolgozat megállapításai némi finomítással minden közúti közlekedőre alkalmazhatók, hogy a közúti balesetek száma már a közeljövőben is csökkenhessen.

1. Bevezetés

Magyarországon az elmúlt 5 évben évente átlagosan 21.000 fő volt közvetlenül érintett személyi sérüléses balesetben. Ez azt jelenti, hogy körülbelül ennyien szenvedtek valamilyen módon sérülést baleset következtében járművezetőként vagy utasként. Ebből átlagosan 600 ember hunyt el és 5.500 fő sérült meg súlyosan, 15.000-en könnyebben. Nézzünk a számok mögé, mit is jelentenek ezek a valóságban! Minden évben körülbelül hatszáz esetben közölték a hozzátartozókkal, hogy szerettük soha többé nem fog hazatérni. Emberek százai küzdenek a mindennapokban azzal, hogy súlyosan sérült családtagjukat támogassák anyagiilag, fizikailag és lelkiekben. Évente hatezer család élete változik meg negatív irányban. És ez a szám minden évben megismétlődik, hiszen a belesetekben közvetlenül érintett szemé-

lyek száma évről-évre 20.000 fölött van és ez a szám nem mutat egyértelmű csökkenést. [1]

Diplomamunkámban széleskörűen bemutattam azokat az eszközöket, amelyek ha rendelkezésre állnának, jelentősen csökkenthetők lennének a személyi sérüléses közlekedési balesetek. Bár a dolgozat témája elsősorban a nagymotorosok („A” korlátlan) helyzetét vizsgálja, mégis általánosságban a közúti közlekedés egészére is kiterjeszthető témákat vizsgál.

Azonban nem csak az egyéneket érinti negatívan egy-egy súlyos vagy halálos kimenetelű baleset, nemzetgazdasági szinten is komoly hozadéka van minden egyes tragédiának. Az emberi élet „ára” az Európai Unió szerint egymillió euró. Ebből kiindulva közel kétezer milliárd forintot dobunk ki az ablakon évente – ha csak a halálos baleseteket vizsgáljuk. Az elmúlt 10 évben több mint nyolcezer ember vesztette életét a közutakon – miközben az ország lakosság-számának csökkenése ellen küzdünk.

Szakdolgozatomban már kitértem a motorozás történetére, a motoros közlekedés nehézségeire a járműkezeléstől az infrastruktúrán át a jellemző veszélyhelyzetekig. Kérdőíves felmérésben kutattam a motorosok viselkedését, esettanulmányokban közelebbről vizsgáltam baleseteket. Jelen munkámban az oktatás és az infrastruktúra minőségének és elérhetőségének javítására kívánom felhívni a figyelmet, emellett szeretném bemutatni, hogyan lehetne a megtörtént eseteket költséghatékonyan enyhíteni. Hiszen bár egyre szélesebb körben találkozhatunk passzív és aktív védelmi rendszerekkel a motorokon, de ne felejtjük el, hogy a magyar motorkerékpár állomány nagyon lassan fiatalodik, még mindig 15 év körül van. És egy tizenöt éves motor még szivatóval indul, néhány magyar motoroson még mindig felfedezhető a Kiskörösi sisak, ebből kiindulva az önvezető járművek bevezetésére építeni inkább futurisztikus álmom. Inkább a jelenkor legjobb, leggyorsabban bevezethető megoldásait keressük, hogy a baleseti helyszínélők munkája minél kevesebb lehessen már a közeli jövőben is.

2. Infrastruktúra

Munkám során két, motorosok által kedvelt utat vizsgáltam: 2505. sz. út („egri országút”), 82-es számú főút („cseszneki út”). A baleseti adatok elemzése alapján megállapítható, hogy, az elsődleges baleseti ok az útviszonyoknak (az út vonalvezetésének, az útburkolat minőségének és állapotának) nem megfelelően történő sebességválasztás. Ezzel kapcsolatban szeretnék kitérni az infrastruktúrát érintő klasszikus mondatra, miszerint „Járművel a forgalmi, az időjárási és látási viszonyoknak, továbbá az útviszonyoknak (az út vonalvezetésének, az útburkolat minőségének és állapotának)

megfelelően kell közlekedni; figyelemmel kell lenni a jármű sajátosságaira, az utasokra és a rakományra.” [2] Ez egyike a KRESZ legtöbbet idézett passzusainak, mégis a legkevésbé értelmezhető. Nem húz határokat, nem ad magyarázatot, nem ad segítséget, csak kijelenti: így kell közlekedni. És a közlekedő igyekszik is minden létező tudását bevetve vezetni. Mégis hogyan lehet a fentiekre felkészülni? Szedjük elemeire a többszörösen összetett mondatot:

– Forgalmi viszonyok

Alanyunk kisvárosi körülmények között tanult vezetni. Tapasztalt jelzőlámpás csomópontokat, különböző módon biztosított vasúti átjárókat, körforgalmakat, de például nem sokszor közlekedett párhuzamos közlekedésre kialakított közúton. Budapestre utazik, friss jogosítvánnyal, hiszen semmi nem tiltja. Hogyan is kell a tempós, nehezen átlátható fővárosi forgalomban közlekedni? Hol is gyakorolt hasonlót?

– Időjárási és látási viszonyok

Ha valaki tavasszal kezdett vezetni tanulni, őszre már kezében van a jogosítványa. Esős, csúszós időben megcsúszik a jármű, mit kell tenni ilyen helyzetben? Mikor sajátította el?

– Útviszonyok

Közlekedőnk elé olajfolt kerül éjszaka, lakott területen kívül. Ha esetleg észre is veszi, mikor is gyakorolt ő hirtelen elkerülést? Tudja-e, mit kell tenni hirtelen megcsúszó járművel?

– Jármű sajátosságai

Tapasztalt, idős motoros kölcsön kap egy új típusú sportmotort. Hátsó fékkel próbálja megállítani, motor és motoros összetörik, hiszen az ő motorjain csak a hátsó fék használata is elegendő volt. Keresi az emlékeiben, mikor is mondták neki, hogy a modern motorokon az első fék a hatásosabb?

– Utas (rakomány)

Fiatalember barátnőjét motorozni viszi, előtte még senkit sem szállított, mit is mondjon a hölgynek, hogyan készítse fel az utazásra? Mire számíton, hogyan fog viselkedni a motor a többletsúllyal? És az, aki még életében nem ült motoron hogyan fog viselkedni? A kanyarban a fizika törvényeinek engedelmeskedő motor dől, a hölgy félelmében ellentart, a motor kiegyenesedik, a páros az árokban végzi. Nem hajtottak gyorsan, szabályosan közlekedtek, most mégis a mentőt várják. Miért is?

A fenti esetek mindennapi és megtörtént baleseti helyzetek, amelyekre az oktatás nem, vagy csak részben készít fel, a törvény mégis elvárja a tudás meglétét.

Továbbá a hazai utak minőségének javítása folyamatosan napirenden lévő probléma. Fontos lenne, hogy már a tervezési fázisban is kiemelkedő szerepet kapjanak:

- a közlekedésbiztonsági szempontok,
- a védtelen közlekedők védelme,
- az út kialakításánál annak önmagát magyarázó és megbocsátó mivolta,
- a jelzési rendszerek átláthatósága, figyelemfelhívó és magyarázó szerepe,
- a modern útpítési és forgalomtechnikai kialakítások vizsgálata (pl. Vision 0).

Mindezek akkor érvényesülnek a valóságban, ha a kivi-telezői oldal a legjobb minőségben dolgozik, a fenntartás pedig folyamatos.

3. Oktatás

A közúti közlekedési balesetek 95-98%-át emberi hiba okozza, ebből az következik a balesetek számának csökkentéséhez vagy az emberi tényező kiiktatása vagy fejlesztése szükséges. Az autonóm járművek tömeges megjelenése még várat magára, ezért kézen fekvő megoldás az oktatás fejlesztése. Ennek okán vizsgáltam követendő külföldi oktatási rendszereket, illetve a magyarországi vezetéstechnikai képzéseket, ezek alapján elmondható, hogy a magyar oktatás a kötelező óraszámokat tekintve nincs elmaradva, sőt! A gyakorlati órák száma messze kimagaslik az európai átlagból. De ahogy a brit példa is mutatja (ahol nincs kötelező előírt óraszám), nem feltétlenül szükséges ennek szabályozása, hiszen ott óraszám megkötés nélkül, a tanuló képességei határozzák meg a képzés hosszát. Viszont nálunk hiába az előírás, a motorosokkal történt elbeszélgetéseim alapján sokak csak töredékén voltak jelen az előírt óráknak. Volt olyan motoros is, aki a vizsgákkal együtt három alkalommal látta az oktatóját. De ha részt is vettek minden órán, azok inkább csak céltalan körözetések voltak, vezetéstechnikai tanáccsal nem, vagy csak elvétve látták el őket. Tehát inkább a minőséggel, mint a mennyiséggel van gond. Az alábbiakban a vizsgált példák legjobb gyakorlatait gyűjtöttem össze, melynek a magyar oktatásba történő beillesztése jelentősen növelné annak színvonalát:

- kompetenciamérés,
- látens veszélyek felismerése,
- jármű sajátosságai, motorkerékpár típusok,
- oktatás kiegészítése applikációval,
- látás teszt,
- próbaidő,
- kétfázisú oktatás,
- oktatói vélemény a hallgatóról,
- oktatók és iskolák értékelése,
- vezetés autópályán, sötétben, szürkületben,
- rutin oktatás vezetéstechnika alapú felépítés
- utóképzés.

A Magyarországon is megtalálható vezetéstechnikai képzésekhez hasonló oktatási programot alkalmaz az Egyesült Államok-béli Motorcycle Safety Foundation (MSF). Tökéletes összefoglalása annak, hová is kellene a magyar motoros alapképzésnek mihamarább eljutni. Forgalomtól elzárt területen, jellemzően nagyobb parkolóban történik a rutin oktatás, ahol a hallgatók megtanulják a gázadást, váltást, fékeztést, egyenes vonalú haladást, kanyarodást, majd fokozatosan felépítve a fordulást és a vészfékeztést. Az alábbiak fontosságának bizonyításaként méréseket végeztem vezetéstechnikai instruktörök (Kovács-Birkás Róbert – Hungaroring Motoros Akadémia, Urbán Attila – Safety Hungary) illetve gyorsulásmérő (Sensor Kinetics Pro) segítségével, melyek eredményét diagramokon (25 Hz, normalizált értékek) mutatok be az MSF programján keresztül:

1. Motorkerékpár ismeret:
 - motorozás előtti ellenőrzés,
 - alapvető ellenőrzések és fontosabb alkatrészek meghatározása,
 - szerelési/leszerelési eljárások,
 - jó testtartás.
2. Kuplung-váltó használata
3. Indítás és leállítás:
 - kuplung-fék-gáz használatának összehangolása,
 - körütekintő indulás és megállás.
4. Váltás és leállítás

5. Alapkézségek gyakorlása:

- alacsony sebességű manőverező képességek gyakorlása,
- sebességváltás- és fékezés-technika finomítása kanyarodáshoz.

6. Kanyarteknikák:

- a kanyarodáshoz szükséges tér felmérése, manőverezési elemek megértése,
- gázkezelés, kormányozás, súlypontáthelyezés → az ideális ív megtalálásához és kanyarodáshoz.

7. Vészfékezés, éles fordulás: az egyik legfontosabb manőver a fékezés, mégis kevés motoros tudja helyesen kivitelezni, melyet mérésekkel is igazoltam:

- progresszív fékezés megcsúszás nélkül,
- éles fordulás megtanulása megállás előtt.

8. Féktávolság bemutatása:

- Fékezés bemutatása – különböző fékező elemek használata (első-, hátsó-, motorfék) hogyan hat a féktávolságra,
- a sebesség hatása a féktávolságra.

9. Korlátozott területű manőverek:

- a képességek finomítása a korlátozott méretű tereken történő manőverekhez,
- egyensúlyozás-ellensúlyozás technikájának megismerése.

10. Fékezés kanyarban:

- kanyarodás közbeni fékezés – hogyan lehet fenntartani a motor stabilitását kanyarban fékezés közben,
- motor megcsúszásának megértése, átélése.

11. Kanyar megítélése: a kanyarodás az autóvezetéssel ellentétben sokkal nagyobb odafigyelést, és speciális technikák elsajátítását kívánja motoron. Ezt bizonyítja a 2. ábra.

- összetett kanyarok kivitelezése,
- a «search-setup-smooth» technika megismerése:
 - search – kutatás: kanyar felmérése,
 - setup – beállítás: megfelelő sebesség, technika, ív, testtartás, tekintetvezetés beállítása, megtalálása,
 - smooth – gördülékenység, zökkenőmentesség:



1-2. ábra A mérések alapján látható, hogy jelentős mértékben nő a kanyarodási stabilitás abban az esetben, ha a motoros helyesen kezeli a kezelőszerveket és tisztában van a helyes ülőpozícióval (saját mérés)



3-4. ábra A helyesen kivitelezett progresszív fékezés ábráján egyértelműen kivehető mikor történt a fékezés, míg az "ad hoc" fékezés egy elnyújtottabb, kevésbé határozott megállás képét mutatja. Mindez természetesen féktávolságban is mérhető érték (saját mérés)

stabil (rángatásmentes) gáztartás, a kanyar ívének és kijárat pontjának folyamatos, haladó figyelése (a tekintet ne ragadjon le egy ponton), szükség esetén finom, semmiképpen sem hirtelen fékda-golás.

12. Összetett kanyarok és sáv-váltás:

- fentiek gyakorlása,
- a biztonságos motorozás határainak megértése – biztonsági tartalék képzése.

13. Akadály elkerülése, kanyarodás:

- akadályelkerülési technikák,
- egyszerű kanyarodás gyakorlása,
- megállás utáni fordulás gyakorlása,
- lassú tempójú kanyarodás csiszolása.

14. Ügyességi gyakorlat:

- a különböző manővereket egyesítő gyakorlatsorozat.

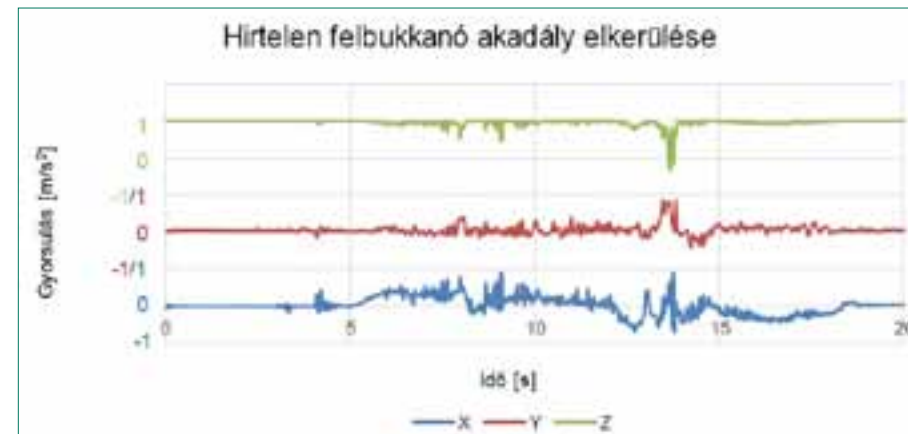
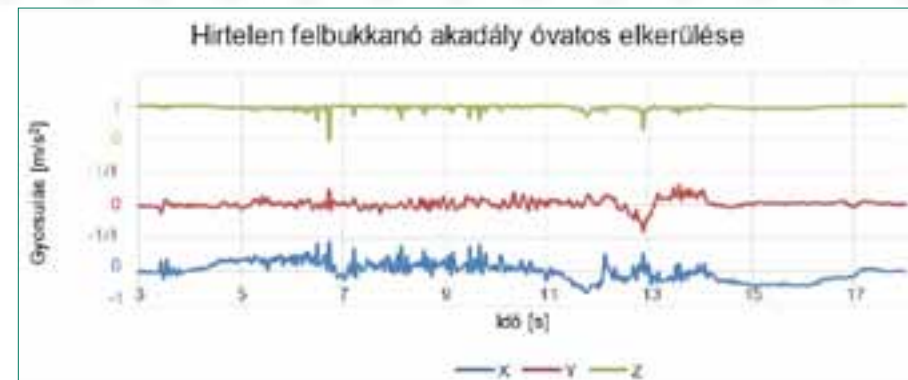
+1. Tudás-teszt

Az alapvető készségek felmérése bójapályán:

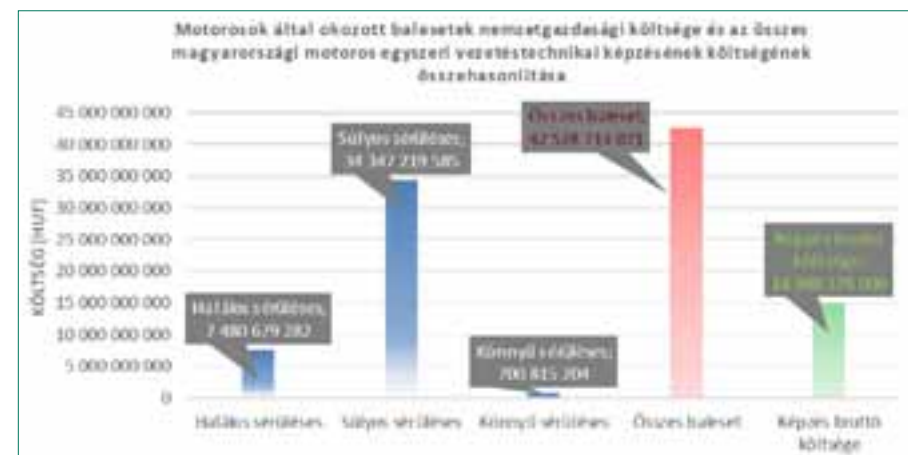
- normál megállás,
- álló helyzetből fordulás,
- megfordulás, vészfékezés,
- hirtelen elkerülés,
- kanyarodási manőverek. [3]

Fentiek annak bizonyítására szükségesek, hogy a hallgató rendelkezik-e az alapvető képességekkel a motorkerékpár irányítására, akadály elkerülésére, a megfelelő technikát használja-e kanyarodáskor, fékezéskor.

A tanfolyam egy teszttel és gyakorlati értékeléssel zárul. Arra kevés esélyt láthatunk, hogy az alapképzés a közeljövőben a fentiek szerint kerül átalakításra, viszont a vezetéstechnikai képzések már Magyarországon is képesek közel ezt a szintet nyújtani, ezek viszont további költségeket jelentenek a motorosok számára. Általánosságban elmondható, hogy az alapképzés ára – iskolától függően – jellemzően több tízezer forint, mely sokak számára megterhelő kiadást jelent. Az anyagiak másik oldalán pedig ott áll az instruktorok és oktatók anyagi és erkölcsi megbecsültsége, mely fontos ahhoz, hogy a pályát vonzóvá tegyék a tehetséges, elszánt és tanításra alkalmas emberek előtt. Viszont egy baleset nemzetgazdasági költsége mindenképpen meghaladja egy vezetéstechnikai képzés összegét. A Continental Safety Hungary honlapja szerint a jelenlegi hallgatói létszám mellett körülbelül 92.000 Ft egy kétnapos képzés önköltsége, melynek



5-6. ábra Váratlanul felbukkanó akadály elkerüléséhez gyors és pontos cselekvés szükséges. Ehhez szükséges figyelem, helyes ülőpozíció, hatékony vészfékezés, tekintet vezetése, ellenkormányzás, elkerülés (saját mérés)

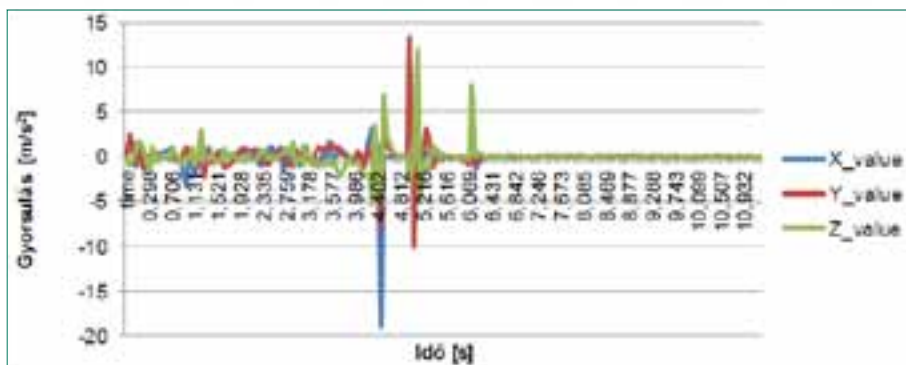


7. ábra Motorosok által okozott balesetek nemzetgazdasági költsége és az összes magyarországi motorossal rendelkező egyén egyszerű vezetéstechnikai képzésének költségének összehasonlítása (saját szerkesztés)

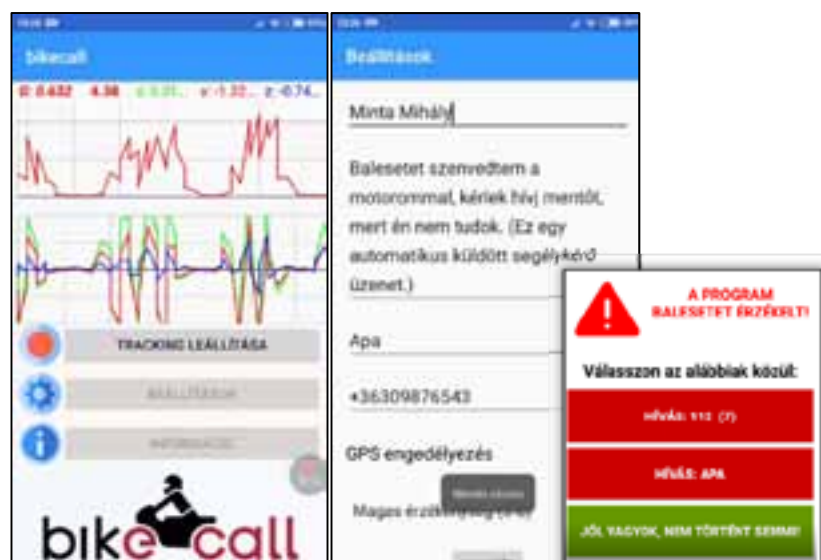
közel a felét a támogatók állják, így 49.000 forintot fizetnek a hallgatók. A könnyű sérüléses baleset „ára” 2.520.918 Ft, egy súlyos sérüléses baleset 34.589.345 Ft, a baleseti halál 257.954.438 forintban lett meghatározva 2017-ben [4].

Ha csak a motorosok által okozott balesetek nézzük, melyek szinte mind vezetéstechnikai vagy gondolkodásbeli hiányosságra vezethetők vissza, akkor az alábbi diagram szerint az összes balesetek harmadának „árából” fedezhető lenne minden motorral rendelkező számára egy költségesebb alaptréning.

Aki egyszer ellátogatott egy ilyen képzésre, megérti a fontosságát annak, hogy legalább egyszer, minden szezonkez-



8. ábra Ütközés szemléltetése 20 Hz, lineáris értékek (saját mérés)



9. ábra Képernyőképek a BikeCall alkalmazásról (saját szerkesztés)

detkor szükséges a tudásanyag felfrissítésére. Így már egy egyszeri ilyen jellegű akcióval le lehetne tenni egy felelősségtudatosabb motoros társadalom alapjait.

4. BikeCall

A motorkerékpárosok esetében kiemelkedők az egyéni, esetleg nem a kijelölt úthálózathoz kötött utazások, ilyenkor egy baleset esetén a segélyhívás kivitelezése nehézkessé, bizonyos sérülések során lehetetlenné válhat. Fontos lenne számukra egy olyan könnyen kezelhető, esetleg automatikusan működő eszköz, mely ilyen esetekben a segítségükre lehet. Több súlyos baleset is történik, melyek kimenetelének súlyossága csökkenthető, esetleges fatalitása elkerülhető lehetett volna, ha a segítség időben érkezik. A sürgősségi betegellátás ismert fogalma az úgynevezett aranyóra, mely szerint a kezelés akkor a legeredményesebb, ha azt az eset bekövetkezése után egy órán belül meg tudják kezdeni a szakemberek. Ebből a létfontosságú órából vesz el átlagosan 10–15 percet a baleset bekövetkezése és az annak bejelentése között eltelt idő, mely egy jól megtervezett eszközzel kiküszöbölhető lenne. Továbbá figyelembe kell venni, hogy vannak balesetek, melyek lakott területen kívül vagy rosszul belátható, megközelíthető helyeken történnek, ezekben az esetekben lenne létjogosultsága egy olyan eszköznek, mely a sérült helyzetének meghatározásában, illetve a baleset jelzésében nyújt segítséget. Ezeket az igényeket pedig már szinte bármelyik manapság elérhető, alacsonyabb árkategóriás mobiltelefon is képes ki-

elégíteni, ha letölthető rá a megfelelő alkalmazás. S bár a fenti problémára megoldást nyújtana az e-Call segélyhívó rendszer, viszont annak tervezett bevezetése még várat magára, illetve kifejezetten motorkerékpárosok számára optimalizált változata még nem érhető el – erre kíván az applikáció egyfajta áthidaló vagy akár helyettesítő megoldást kínálni.

5. Konklúzió

A dolgozatban bemutatott baleseti adatok és tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy a hazai motorkerékpáros közlekedés és oktatás rendkívül elmaradt, bár vannak pozitív törekvések. A halálos áldozatok és a sérültek számának csökkentése hathatós intézkedéseket követel, ehhez viszont rendszerintú változtatások szükségesek.

A tanulmány elsősorban a motorkerékpárosok, azon belül is a nagy kategória helyzetét vizsgálja, de megállapításainak zöme minden kategóriára érvényes. A motorosoknál tapasztalt hiányosságok hatványozottan megfigyelhetők a kisebb, de leginkább a moped kategóriában, valamint a közúti kis- és nagy kategóriás gépjárművezetők közlekedési morálja és vezetéstechnikája is hiányosságokat mutat.

Munkám során kutattam az utak állapotának és az emberi tényezőnek a kapcsolata, mely kimutatta, hogy bár sok teendő van előbbiek minőségének javításában, de a fő hiba-tényező elsősorban az ember, mindazonáltal az ember és annak képességei fejleszthetők. Erre példa a vezetéstechnikai instruktorok a dolgozatban méréseimmel igazolt magasszintű tudása, melyet kellő gyakorlással és megfelelő útmutatással bárki elsajátíthat, viszont a háttér ehhez országos szinten, mindenki számára elérhető formában kell megteremteni.

Tevékenységem során arra a következtetésre jutottam, hogy nem csak a balesetek számát, hanem azok súlyosságát is csökkenteni kell. Ennek okán látok nagy lehetőséget a BikeCall alkalmazás kifejlesztésében, hogy a bajba jutott közlekedőkhöz mihamarabb eljuthasson a segítség.

Bár a közlekedőknek a legkisebb létszámú rétegét kutatom, munkám célja mégis az, hogy felhívja a figyelmet a hazai közlekedés és annak oktatásának anomáliáira, nem csak a motorosok, hanem a teljes lakosság körében.

6. Forrásmegjelölés

- [1] KSH, Közlekedési baleseti statisztikai évkönyv, 2015, Budapest 2016: Központi Statisztikai Hivatal.
- [2] 1/1975. (II. %) KPM-BM együttes rendelet 25§ - Haladás az úton.
- [3] „www.msf-usa.org,” <https://www.msf-usa.org/>. [Hozzáférés dátuma: 25. 03. 2018].
- [4] Módszertani útmutató egyes közlekedési projektek költség-haszon elemzéséhez, FÖMTERV Zrt., 2017. október.

Kaposvár IMCS projekt: ferdekábeles gyalogos és kerékpáros híd

Németh Dorián

Swietelsky Kft
építésvezető



Az IKOP keretén belül a „Fenntartható városi közlekedés fejlesztése és elővárosi vasúti elérhetőség javítása a kevésbé fejlett régiókban” projektjei közül Magyarországon elsőként a kaposvári intermodális csomópont építése kezdődött meg. A projekt legnagyobb eleme az egypilonos ferdekábeles híd, mely Magyarország legnagyobb ferdekábeles gyalogos hídja lesz. A cikkben a projekt fő műtárgyának építése kerül bemutatásra, kiemelten a tervezési és kivitelezési nehézségekkel, melyek a sűrűn beépített környezetből, illetve a szerkezet sajátosságából adódnak.

1. A projekt bemutatása

A NIF Zrt. által kiírt Kaposvár IMCS projekt nyertese Swietelsky Építő Kft és a Swietelsky stavebni s.r.o. alkotta konzorcium, melynek feladata a kaposvári IMCS megtervezetése, illetve kivitelezése, melynek egyik projektjele Magyarország legnagyobb ferdekábeles gyalogos hídja lesz.

A generáltervező a Viköti Kft, a Mérnöki feladatokat az Oviber-Utiber-Főber Konzorciuma látja el. A projekt lebonyolítására a szerződés megkötésétől összesen 27 hónap áll rendelkezésre a tervezéssel és a kivitelezéssel együtt.

A projekt alapvetően két részre bontható: a belvárosban kialakítandó intermodális csomópontból, illetve a szükséges csatlakozó fejlesztésekből. Az intermodális csomópont keretén belül

- elbontásra kerül a meglévő helyi és távolsági buszpályaudvar, és egy új, közös pályaudvar létesül,
- elbontásra kerül a meglévő gyalogos híd, és egy új gyalogos-kerékpáros híd kerül megépítésre,
- Új közös vasúti-busz peron kerül kialakításra,
- P+R parkolók kerülnek kialakításra,
- ezek megvalósításhoz elvégzésre kerülnek a szükséges további épületbontások, út és közműépítések,
- a projekt teljes területe új, egységes arculatot fog kapni. A csatlakozó fejlesztések keretén belül
- a honvédségi területen a szükséges kármentesítés elvégzésre került,
- buszparkoló és pihenőhelyiség létesül,
- a meglévő szintbeni vasúti átjáró kiváltásra kerül egy közúti híddal,
- a távlati települési főút számára csomópont kerül kiépítésre,
- további csatlakozó út- és közműépítések, P+R parkolók, és kerékpárút kerül megvalósításra.

Összességében elmondható, hogy Kaposvár belvárosában jelentős, a közösségi közlekedést érintő, illetve az ehhez szükséges csatlakozó beruházások készülnek, melyek jelentősen meg fogják könnyíteni a helyiek életét.

2. Ferdekábeles gyalogos és kerékpáros híd

2.1. Alapadatok

Az építendő gyalogos és kerékpáros híd szerkezeti rendszerét tekintve egypilonos, ferdekábeles acélhíd szelvény keresztmetszetű merevítőtartóval. A híd támaszközei 36,00 + 25,00 + 70,00 + 38,00 m. Az acélszerkezetű pilon magassága a cölöpösszefogótól számítva 50 m, a dőlése 6.25:1 arányú. A merevítőtartót 2x9 db Pfeifer gyártmányú FLC kábel tartja, a kábelek névleges átmérője 40-60 mm között változó. A híd helyszínrajzilag két egyenes, illetve egy 35 m sugarú íves szakaszból áll, a törésszög 39.67°. A híd hosszúsága a két egyenes szakaszon ±2.91%, a kettő között 1200 m sugarú domború lekerekítéssel készült. A merevítőtartó 7.90 m széles, ortotróp pályalemezű, 1.00 m-es szerkezeti magassággal, 3.00 m-es keresztirányú kiegészítéssel.

Az acélszerkezetű részhez a híd két végén monolit vasbeton feljáró rámpák csatlakoznak a Petőfi téren 5 x 11.30 m támaszközzel, a Kapos parton 18.84 + 20.97 m támaszközzel; a hídhoz továbbá 3 lift, 3 lépcső csatlakozik, illetve a buszpályaudvar épületéből is készül egy átjáró a hídra.



1. ábra: átnézeti helyszínrajz



2. ábra: Gyalogos és kerékpáros híd építés közben

A hídon a gyalogos és a kerékpáros forgalom elválasztására kerül berendezési sávval a híd teljes hossza mentén: középen, illetve a híd két szélén is virágládák, padok, kerékpártárolók, kukák kerülnek elhelyezésre; a híd integrált része lesz az új belvárosi csomópontnak.

2.2. Acélszerkezet gyártása, helyszíni szerelése

Az építési terület sűrűn beépített belvárosi környezetben található, továbbá vasút feletti műtárgyról van szó, ezért az építéshez minimális hely áll rendelkezésünkre, ami nagyban megnehezítette az acélszerkezet helyszíni szerelését; az egyes elemek gyártását ehhez kellett igazítani.

A pilon téglalap keresztmetszetű, 2000-800 x 1400-600 mm között változó befoglaló mérettel, laposacél merevítésekkel az alsó 33 méteren, 2 méterenként diafragmákkal merevítve.

A cölöpösszefogókhoz nyírt csapos kapcsolattal csatlakozik a pilon: a téglalap keresztmetszet szárnylemezekkel megtoldásra került, és a szárnylemezekben található csapok biztosítják a pilon megfelelő befogását a cölöpösszefogóban. A pilontalpon készített furatokon a cölöpösszefogó vasalása került átvezetésre.

A pilon 4 részben került kiszállításra, és összesen 3 darabban került beemelésre.

A merevítőtartó 7900 mm széles szekrény keresztmetszetű; a szekrény szélessége 3000-3500 mm változó szélességű, a konzolok 2200 mm hosszúak. A szerkezeti magassága 1000 mm. A felső öv és a fenéklemez trapézbordával merevített.

A keresztmetszet 4 egységből állt össze; a két fél szekrényelemet még a gyárban összehegesztették, a konzolok viszont már csak a helyszínen kerültek felhegesztésre a közúti szállíthatóság miatt. Hosszában 18 egységben került felosztásra a merevítőtartó, melyek a helyszíni hegesztések után 8 egységben kerültek beemelésre.

A merevítőtartó három ideiglenes állvány segítségével került bedaruzásra, majd az állványokon történt meg a merevítőtartó folytonossá tétele. Az ideiglenes állványok közül az egyik vasúti vágányzónába esett, így a kábelek megfeszítéséig a vágány kizárása szükséges a vasúti forgalom elől.

2.3. Kivitelezési munkák

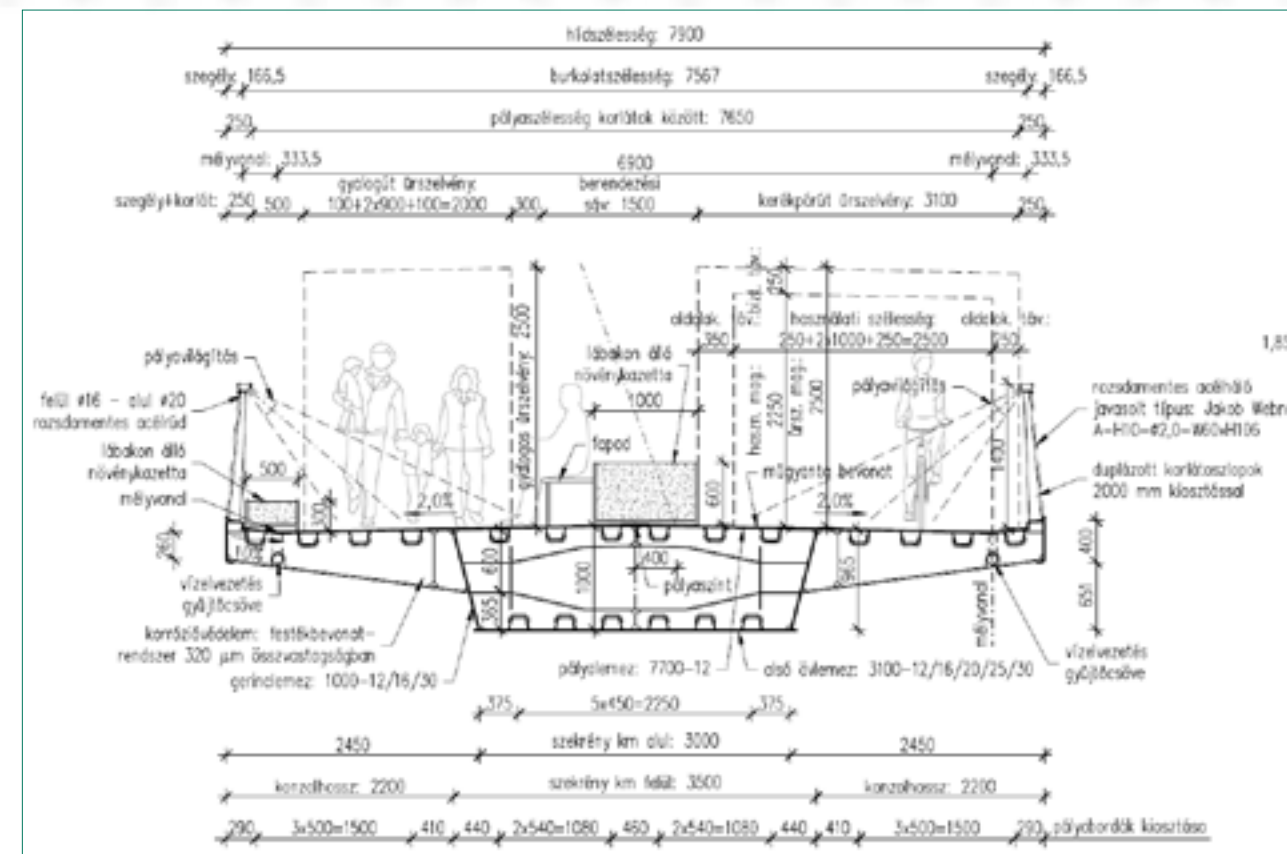
A belvárosi munkaterület sajátos többletfeladatokat és problémákat jelentett a projekt során, melyek megoldása komoly kompromisszumokra volt szükség mind a Kivitelező, mind a város és az ott lakók részéről.

A híd alapozása ø80 cm-es, 12.80-22.80 m között változó hosszúságú, furatmegtámasztásos cölöpözéssel készült. A ferdekábeles híd támaszkiosztása miatt több támasz is húzóttá válhat, ezért a cölöpök méretezésénél a húzóerőt is figyelembe kellett venni.

A rendelkezésre álló minimális hely miatt holtfuratok készítése vált szükségessé a támaszok többségénél; a pilonnál a holtfuratok hossza meghaladta a 3.00 méter hosszúságot. A cölöpök elkészülte után volt lehetséges munkagödör kitermelése, a lavírsík kialakítása, majd a holtfuratok elbontása.

A pilontalp rögzítése a szerelőbetonhoz történt, ezért a szerelőbeton megerősítésére volt szükség az acélszerkezet környezetében.

A felmenő szerkezetek építése szokásosnak mondható volt; az egyetlen említésre méltó feladat a húzóerők felvétele. A húzóerők különálló szerkezettel kerülnek felvételre,



3. ábra: Általános keresztmetszet

melyek csak a húzóerő függőleges komponensét veszik fel, más jellegű kényszer nem hoznak létre; ezzel biztosítható a saruszerkezetek későbbi kényelmes és biztonságos cseréje.

A pilon három részben került beemelésre: a pilontalp betonozásra került, második elem a pilonkonzollal együtt került beemelésre, míg az utolsó ~40 méteres elem egyben került beemelésre. Az első két elem 250 t teherbírású daruval, míg a legnagyobb elem 450 t teherbírású daruval történt. A pilonon belül ék alakú segédlemezek kerültek elhelyezésre, melyek segítségével a pilon illesztése problémamentesen megtörténhetett. A pilon darutartás mellett ideiglenesen rögzítésre került, a teljes értékű varrat ezután tudott elkészülni.

A merevítőtartó bemelése és folytatálagossá tétele után kezdődhetett meg a kábelek befűzése, és a szükséges erőre

történő megfeszítése. A híd kis önsúlya, illetve a helyszínrajzi ívessége miatt a kábelek feszítése szükséges, a közúti hidaknál bevált önsúlyra történő befeszítés nem volt elégséges. A feszítés előtt a lekötő szerkezetek elhelyezésre kerültek. A feszítés két ütemben történt: első körben az ideiglenes támaszról való felemelkedés lett célként meghatározva – hogy azok eltávolításra kerülhessenek –, míg a második körben a tervezett feszültségállapot elérése történt meg.

3. Kihívások

3.1. Organizáció

A belvárosban történő kivitelezés legnagyobb nehézségét az jelentette, hogy az összes meglévő közúti, vasúti és gyalogos forgalmi irányt folyamatosan fent kell tartani az



4. ábra: Pilontalp beemelés előtt



5. ábra: Fél merevítőtartó támaszkeresztmetszetnél



6. ábra: Ideiglenes állvány vasúti vágányzár védelmében



7. ábra: Holtfuratok a pilon támasznál

építkezés teljes ideje alatt, mely komoly térbeli és időbeli kötöttségeket jelent a kivitelezés során; különös tekintettel kell lenni a helyi közlekedési vállalat folyamatos üzemelésére, akik az építési területől üzemeltetik a városi buszos közlekedést.

A meglévő közúti és gyalogosforgalmi irányok, a buszpályaudvar és a vasúti közlekedés fenntartása mellett to-



9. ábra: Pilon beemelése



10. ábra: Pilon beemelése



8. ábra: Saru mellett elhelyezett lekötőszerkezet

vábbi hátráltató tényezőként jelent meg a kisajátítások időbeni elhúzódnása is, mely további kötöttségeket jelentett, ami a kivitelezés kényszerű elhúzódnását is maga után vonta.

A projekt eredeti ütemterve szerint a kritikus út a gyalogos híd építése volt, így késések nem voltak megengedhetők a munkavégzésben. A híd építésének leginkább konfliktusos része a cölöpözés, illetve a merevítőtartók összeszerelése és bedaruzása volt. A merevítőtartó bedaruzása után a hídépítési feladatok lényegében nem foglalnak el további területet a további szakágak elől, így az organizációs nehézségeken már túljutott a hídépítés.

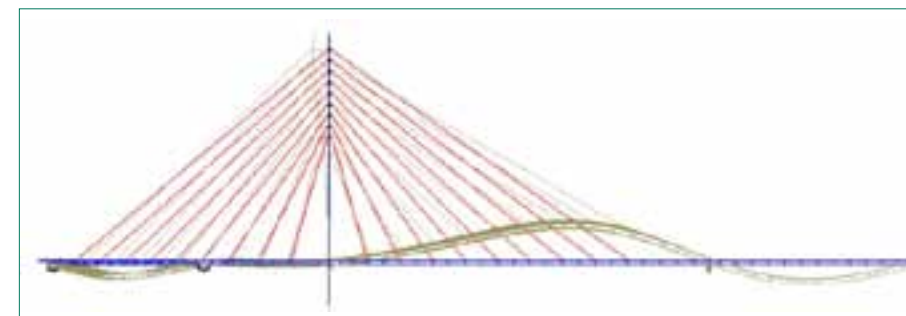
3.2. Vasúti kapacitáskorlátozási lehetőségek

Az építéstechnológiát, illetve az ütemtervet a rendelkezésre álló vasúti kapacitáskorlátozási lehetőségeink határozták meg, mégpedig nagyon szűk mozgásteret hagyva számunkra.

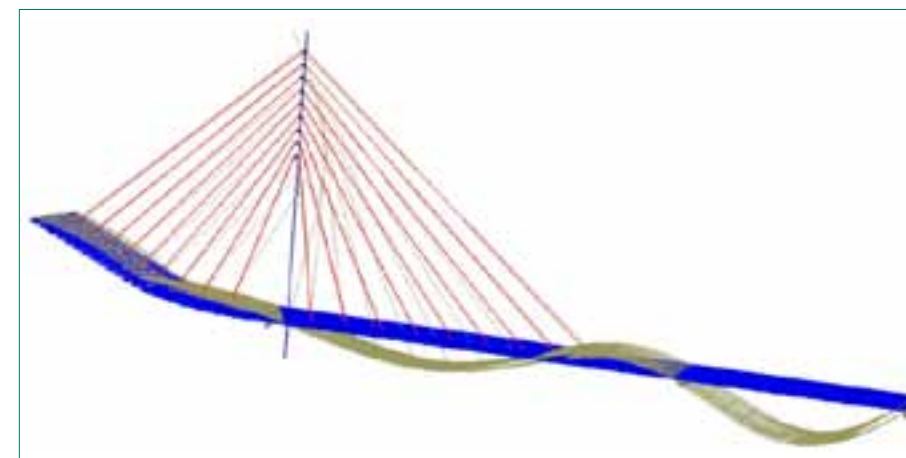
A 2019. évi nagyzavartatású vasúti kapacitáskorlátozási igények felterjesztése, tárgyalása és elfogadása az építési engedély megszerzése előtt lezárult, így 2019. évben kiutalt menetvonalak zavartatásával járó kapacitáskorlátozási igényeket nem állt módunkban kérni. A gyalogos híd építése így csak a meglévő, mások által megkért kapacitáskorlátozásokkal egyidőben történhetett. Ezen felül augusztus végéig csak kiutalt menetvonalak zavartatása nélküli kapacitáskorlátozást igényelhettünk: éjszakánként 23:10 és 04:10



11. ábra: Kötöttségek (piros) és a rendelkezésre álló munkaterület (kék) az alépítményi munkák (zöld) készítésekor



13. ábra: Első függőleges hajlítási sajátalak



12. ábra: Második függőleges hajlítási sajátalak

között lehetett feszültségmentesítést kérni maximum a fél állomásra, de még ekkor is el kellett engednünk az éjszaka közlekedő tehervonatokat; ez a lehetőség a cukorrépa szezon kezdetével azonban megszűnt, szeptembertől januárig vasúti kapacitáskorlátozás nem kérhető!

Látható, hogy érdemi munkavégzést a vasút felett tehát nem állt módunkban végezni. Mások által kikért kapacitáskorlátozás összesen kevesebb, mint 3 hét állt rendelkezésünkre a merevítőtartó beemelésére, a teljes korrózióvédelem elkészítésére, illetve az összes további járulékos feladat elvégzésére. Az ütemterv tehát kényszerűen a vágányzár idejétől volt visszafelé számolva. A kivitelezésben így nem volt megengedhető csúszás, a következő rendelkezésre álló kapacitáskorlátozás a projekt véghatárideje utáni időpontra esik.

3.3. Gyalogos teher gerjesztette rezgések

A gyalogosok gerjesztette rezgések érdemi megjelenése a karcsú, modern hidak megjelenésével került előtérbe: a legismertebb példája a London Millenium Bridge esete, melyet 2000-ben adtak át; a jelenség viszonylag új, meglévő szabványi előírás nincs a vizsgálatára, csak a szakirodalom alapján lehet a hatását figyelembe venni.

A hídon elvégzett dinamikai vizsgálat nem zárta ki a gyalogosok által indukált rezgések csillapításának szükségességét: a híd elméleti tömege – merevsége alapján számítható önrezgésszáma a gyalogosok által indukált rezgések tartományában van.

A legnagyobb elméleti problémát az jelenti, hogy a hídon jelenleg jelentős tömegű virágföld került betervezésre, azonban ez korántsem biztos, hogy mindig ott is lesz. Emiatt az önrezgésszám is széles tartományok között változhat: az első függőleges

hajlítási alak a virágföld mennyiségétől függően 1.18 – 1.79 Hz között változhat, a második függőleges hajlító alak 1.78 – 2.66 Hz között változhat.

A csillapító elemek beépítésének szükségességét a dinamikus próbaterhelés fogja meghatározni; a hídpálya előkészítésre került a TMD elemek utólagos beépítésére. A csillapító elemeknek állíthatóknak kell lenniük a virágföld okozta bizonytalanságok miatt; az üzemeltetőnek továbbá fel kell hívni a figyelmét arra, hogy a csillapítás a hídon lévő tömeg függvényében állítandó.

3.4. Előírások hiánya, ellentmondásai

A hidakra vonatkozó hatályos Útgyi Műszaki Előírások közúti hidakra készültek el, azonban a belterületi gyalogos és kerékpáros hidakra nehezen értelmezhetők, illetve egy esztétikailag emelt szintű hídnál kifogásolhatók az előírások szükségessége.

A hídon megjelenő – nem csak közlekedésre szolgáló – (város)építészeti igények, a városi szövetbe integráltságból fakadó kötöttségek és a csatlakozó építmények miatt a hasonló jellegű hidakon nem feltétlenül a közúti hidak előírásai kellenének, hogy mérvadók legyenek; az építményekre vonatkozó OTÉK és az ÜME azonban több ponton ellentmond egymásnak.

Ugyanígy az ÜME és a honosított szabványok között is eltérések mutatkoznak: európai termékek (pl. saru, kábel) esetén a tervező számára jelentős többletmunkát, egyben bonyodalmat jelent; de a szerkesztési szabályok sem azonosak például a cölöpökre vonatkozó vasalás tekintetében.

Ezen problémák komoly fejtörést tudnak okozni az engedélyező hatóság, illetve a megrendelői oldal számára, de az egész szakma életét megnehezítik.

4. Összefoglalás

A kaposvári IMCS projekt keretén belül épül Magyarország legnagyobb ferdekábeles gyalogos- és kerékpáros hídja. A cikkben bemutatásra került a híd főbb kialakítása, az építés során felmerülő projektspecifikus problémák, illetve az általánosabb kérdések is.

Köszönetet szeretnénk mondani mind a megrendelő NIF Zrt, Kaposvár MJV, az érintett busztársaságok és a MÁV rugalmasságáért, akiknek a türelme és a pozitív hozzáállása nélkül nehezen lett volna megvalósítható a Kaposvár belvárosban készíthető intermodális csomópont.

A XIII. Fiatal Mérnökök Fórumának előadói



Csabai Cintia Noémi, Dávid Ákos, Gosztola Dániel, Gyökeres László, Juhász Erika, Kincses Bence, Kádár Iván, Lukács András, Lada Péter, Németh Dorián, Rosta Szabolcs, S. Vigh Judit, Szvoboda Krisztián, Torák Márta, Várhelyi Gergely Péter

Martonvásári üvegaszfalt

Lukács András



Aszfalt Hungária Kft
Főtechnológus

Előzmények

2018-ban a Magyar Közútnál egy Európai Unió pályázat keretén („Kísérleti út- és hídépítési munkákra”) belül lehetőség volt pályázni kísérleti útszakasz építésre. Az Euroaszfalt Kft. ezen a pályázaton belül, mint nyertes lehetőséget kapott egy kísérleti szakasz megépítésre, úgynevezett üvegaszfaltról. A kísérleti szakasz helye a 7. számú főút 33+550 – 34+235 kilométer szelvényei között épület meg (1. ábra)

Az üvegaszfalt egy adott százalékban osztályozott tört üveget tartalmazó aszfaltkeverék (2. ábra).

Az üvegaszfalt egy új technológia, amellyel a forgalombiztonságot is növelni lehet. Az üvegaszfaltról készült burkolat jó lehetőség a balesetveszélyes útszakaszok forgalombiztonságának javításra, mivel fény hatására visszatükröződő üvegszemcséknek köszönhetően az út vonalvezetése jobban követhető éjszaka és rossz látási viszonyok (eső, köd) között is.

A forgalombiztonság javítása mellett környezetvédelmi szempontból is előnyös, mivel a hulladékként keletkező tört üveget másodlagos nyersanyagként fel lehet használni az aszfaltkeverékekben. Ennek köszönhetően a keletkező hulladék mennyisége csökkenthető, valamint a tört üveg adagolásával a földi nyersanyag készletet is óvni lehet.

A felhasznált törtüveg 0/4-es frakciójú volt, így általunk felhasznált AC 11 kopó (F) 50/70 az aszfaltkeverékben az NZ 0/2 és a KZ 2/4 frakciókból kellett kevesebbet adagolni.

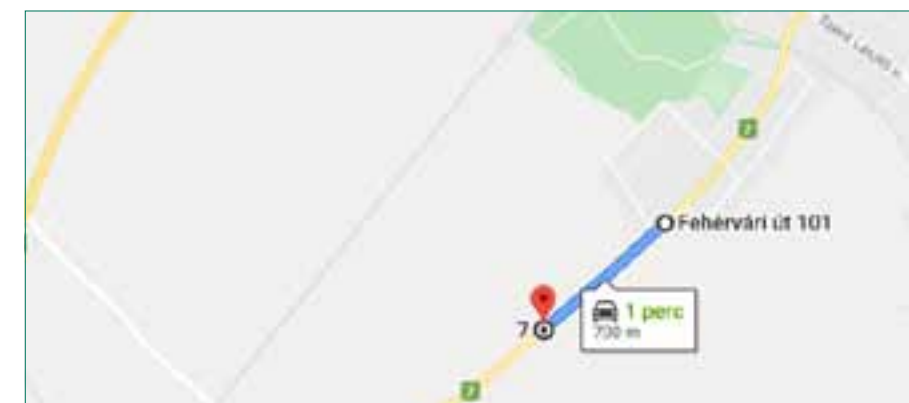
A tört üveget tartalmazó AC 11 kopó (F) 50/70 aszfaltkeverék tervezésnél az tört üveg felhasznált mennyiségre kellett nagy figyelmet fordítani, mert túlzott tört üveg adagolás esetén a keverék az Ütügyi Műszaki Előírás (e-UT 05.02.11) által kívánt nyomvályú értékeket már nem tudta kielégíteni. A kísérleti során 10% és 15% üveget tartalmazó keverékeket alkalmaz-



2. ábra Üveget tartalmazó aszfaltkeverék

tunk, mivel a 20% tört üveget tartalmazó keverék már nem felelt meg az e-UT 05.02.11 Ütügyi Műszaki Előírás szerinti nyomvályú értéknek.

A kísérleti szakaszra az aszfaltkeveréket az Aszfalt Hungária Kft. Martonvásári keverő telepén állítottuk elő egy



1. ábra kísérleti útszakasz helye

Keverék	Bitumen tart [%]	0,063 mm [%]	Jell. finom szita [%]	2,0 mm [%]	5,6 mm (D/2) [%]	Dmax [%]
AC 11 kopó (F) 50/70+15% üveg	4,69	8,2	11	32	58	98
AC 11 kopó (F) 50/70+15% üveg	4,61	10,2	13	34	61	98
AC 11 kopó (F) 50/70+10% üveg	4,93	8,1	11	35	62	98
AC 11 kopó (F) 50/70+10% üveg	4,92	8,4	11	32	57	98
AC 11 kopó (F) 50/70	4,94	9,5	12	33	58	99

3. ábra Gyártásközi eredmények



4. ábra hengerjárat beállítás

AMMANN IMA 200Q szakaszos keverőgéppel, aminek teljesítménye 200 tonna/óra. A tört üveg adagolása a viszszanyert aszfalt adagolón keresztül történt. Az adagolót a gyártás megkezdése előtt kalibrálni kellett a tört üveg adagolására.

A keverékek gyártásközi mintáit az MSZ EN 13108:21-2006 előírásai szerint ellenőriztük és minősítettük. Ezeket a mintákat az Innoteszt Kft. laboratóriuma vizsgálta meg. Az eredmények alapján (3. ábra) megállapítható, hogy a gépbeállítás a törtüveges keverékek és a referencia keverékek esetén is jónak minősült, hiszen mind az 5 darab telepiminta eredménye megfelel az MSZ EN 13108:21-2006 szabvány előírásainak.



5. ábra javasolt hőmérséklet ellenőrzési pont

Beépítés

A tervezett pályaszerkezet:

- átlag 4 cm marás 33+550 – 34+235 kmsz között
- Kötőréteg: 4 cm AC 11 kopó (F) 50/70 +15% tört üveggel 33+550 – 34+235 kmsz között
- Kopóréteg: 4 cm AC 11 kopó (F) 50/70 +10% tört üveggel 33+550 – 33+890 kmsz között, 4 cm AC 11 kopó (F) 50/70 tört üveg nélkül 33+890 – 34+235 kmsz között

A beépítés megkezdésnél hengerjárat beállítás történt mind a 3 keveréknél, annak érdekében, hogy a lehető leg-

Keverék	Hézagtartalom [%]	Tömörség [%]	Bitumen tart [%]	0,063 mm [%]	2,0 mm [%]	Dmax [%]
AC 11 kopó (F) 50/70+15% üveg	6,9	98,3	5,41	9,1	36	99
AC 11 kopó (F) 50/70+15% üveg	3,3	100,4	4,76	9,9	36	99
AC 11 kopó (F) 50/70+10% üveg	7,3	96,9	5,24	9,5	35	96
AC 11 kopó (F) 50/70+10% üveg	6,2	98,9	4,79	8,4	36	98
AC 11 kopó (F) 50/70	5,4	98,6	5,06	10,1	37	98

6. ábra Helyszíni fúrási eredmények

Réteg	12-15 mm közötti hullámok Max. 4 db/100 m			Makróérdesség vizsgálata Min. 0,4 mm
Kopóréteg 10% üveg	33+550 – 33+600	Jobb	0 db	0,53 mm
	33+600 – 33+700	Jobb	0 db	
	33+700 – 33+800	Jobb	0 db	
	33+800 – 33+890	Jobb	0 db	
	33+550 – 33+600	Bal	0 db	
	33+600 – 33+700	Bal	0 db	
	33+700 – 33+800	Bal	0 db	
	33+800 – 33+890	Bal	0 db	
AC 11 kopó (F) 0% üveg	33+890 – 33+900	Jobb	0 db	0,53 mm
	33+900 – 34+000	Jobb	0 db	
	34+000 – 34+100	Jobb	0 db	
	34+100 – 34+200	Jobb	0 db	
	34+200 – 34+235	Jobb	0 db	
	33+890 – 33+900	Bal	0 db	
	33+900 – 34+000	Bal	0 db	
	34+000 – 34+100	Bal	0 db	
	34+100 – 34+200	Bal	0 db	
	34+200 – 34+235	Bal	1 db	

7. ábra ÚT-02 és makróérdességi eredmények

jobb tömörítő munkát tudjuk végezni (4. ábra). A hengerjárat beállítás izotópos tömörségmérővel történt, ami alapján a megfelelő tömörítési munka 3 db vibró hengerjárat volt. A megfelelő felület kialakítása érdekében simítóhengerlésre is szükség volt a megszokott módon.

Az üveget tartalmazó keverékek beépítése során azt tapasztaltuk, hogy a keverékek hőmérsékletét sűrűbben kell ellenőrizni (5. ábra), mert ezek a hengerlés közben csúszásra hajlamosabbak, mint az üveget nem tartalmazó keverékek. A csúszásnak nem csak a magasabb hőmérséklet lehet az oka, hanem a mészköliszt és sajátpor adagolási aránya is, ezért a keverék előállítása során figyelmet kellett fordítani a mészköliszt és a sajátpor megfelelő adagolási arányára. Ezeknek az okoknak köszönhetően a kivitelezés alatt a keverőnek és az építésvezetőnek még jobban együtt kellett működniük a beépítés során.

A beépített réteg minősítése érdekében folyamatos mérések történtek a beépítés alatt/után. A mérések az e-UT-06.03.21 Útügyi Műszaki Előírás szerint végeztük a kísérleti szakaszon. A mérési eredményeket az 6. ábra tartalmazza.

2-2 darab fúrás volt a tört üveget tartalmazó AC 11 kopó (F) 50/70 felületen és 1 darab fúrás volt a referencia AC 11 kopó (F) 50/70 felületen. Mind az 5 darab fúrás kielégítette az e-UT 06.02.21 Útügyi Műszaki Előírás követelményeit. Megfigyelhető, hogy a tört üveget tartalmazó felületek esetén, a hézagtartalmak magasabbak és a tömörségi értékek alacsonyabbak, mint a referencia felületen. Ezek alapján arra lehet következtetni, hogy a megfelelő tömörítési munkára még nagyobb hangsúlyt kell fektetni a tört üveget tartalmazó aszfaltkeverék esetében, mint a tört üveget nem tartalmazó aszfaltkeverékek esetén.

A keverékek összetételi eredményei a fúrási eredmények alapján is az előírt értékeknek megfelelőek.

A kopóréteg elkészülte után útegyenletlenség mérést és makróérdesség vizsgálatot végeztünk. Mind a 2 vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy az elkészült felület megfelelő lett (7. ábra).

Tapasztalatok

Az a kísérleti szakasz építése alatt több hasznos információra is szert tennünk. A kezdeti tapasztalatok alapján számos előnye van ezeknek a típusú aszfaltkeverékeknek. Az egyik, hogy a tört üvegszemcsékről visszaverődő fénynek köszönhetően a forgalombiztonságot növelhető, úgy hogy a törtüvegről visszaverődő fénynek köszönhetően a vonalvezetés jobban látható még rosszul belátható szakaszokon (nagy ívek, erdős területek) illetve rossz látási viszonyok (ködös területek, esős) között is.

A tört üveget tartalmazó keverékek alkalmazása környezetvédelem szempontból is jelentős, mert a tört üveg másodlagos nyersanyagként való felhasználásával keletkező hulladék mennyisége csökkenthető.

Az előnyök mellett az első vizsgálatok alapján probléma volt, hogy tört üveget tartalmazó keverék nyomvályúsodásra hajlamosabbak, mint a tört üveget nem tartalmazó keverék. Ez a probléma a típusvizsgálat készítése alatt is jelentkezett, mert a 20% tört üvegtartalom mellett már a határértéket túllépő nyomvályú értéket mért a labor. A fúrtmintából készült nyomvályú vizsgálatnál is magasabbak lettek nyomvályú értékeke minta az üveget nem tartalmazó keverékek esetén.

Ezeket a tapasztalatokat figyelembe véve a beépítési hely megválasztása nagyon fontos.

Összességében a tört üveget felhasználásra az aszfaltkeverékek egy jó lehetőség, de pontos következtetést csak a későbbi vizsgálatok után lehet majd adni a kísérlet eredményességéről.

Zúzott hulladéküveg felhasználhatóságának vizsgálata aszfaltbeton kopórétegben

Rosta Szabolcs

Dunaaszfalt Kft
Munkahelyi Mérnök
FMF 1. helyezett



1. Bevezetés

A világon egyre nagyobb problémát jelent az üveghulladékok keletkezése. Hulladéküveg újrahasznosítás egy alternatívája lehet, ha azt megfelelő frakciókra törve és osztályozva az aszfaltkeverékek alapanyagául szolgáló zúzottkővek helyettesítésére használjuk fel. Az ilyen módon gyártott melegen hengerelt aszfaltbeton keverékeket nevezzük üvegaszfaltnak. Az utóbbi időben sok ország elkezdte a tört üveget hozzáadni az útépítési specifikációjához, ami nagyobb mértékű felhasználásához vezetett az anyagnak. Ugyanakkor a hulladéküveg felhasználása aszfaltgyártás során még mindig elég kevés ország specifikációjában szerepel. A legtöbb üvegaszfalt készített az Amerikai Egyesült Államokban gyártották napjainkig, ahol a kutatások és beépítési tapasztalatok szerint kopórétegek esetén közepes forgalmi utaknál (0,01–1,0 millió ET) megfelelő teljesítményt a finom kőanyag-halmazok (D_{max} 4,75–5,6 mm) helyettesítésével alacsony adagolás mellett (max. 15–25%) lehet elérni biztonságosan.

A beépített aszfaltkeverékek a pályaszerkezetben nedvesség jelenlétében szilárdság csökkenést szenvednek anélkül, hogy láthatóvá válna a kötés megbomlása, mivel a víz befolyásolhatja a kötőanyag kohéziós erejét. A víz okozta legkorábbi problémák (melyek szélsőséges éghajlat és nagy forgalom esetén még korábban jelentkeznek) a szemek kipergetése, hámlás, további kohézió csökkenés következtében felületi repedések, keréknyomképződés, később pedig kátyúk kialakulása.

A zúzottüveg nagy SiO₂ (kb. 70%) tartalma miatt hidrofíll tulajdonságú (nagy vonzási erő a vízzel szemben), ezért az üvegaszfalt keverék nagyobb vízáteresztőképességgel rendelkezik egy hagyományos keverékkel szemben. A szakirodalomban jól ismert, hogy a szilíciumos aggregátumok gyengébb tapadási tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a mészkő,

andezit vagy bazaltos aggregátumok, ami növeli a vízerzékenységi potenciált a keverék számára. A szilíciumot tartalmazó aggregátumok savjai ellensúlyozzák a kötőanyag savjait (repulzív erők), mely miatt gyengébb szemcse-bitumen kötés érhető el. (M. Nazirizad et al. 2015)

A zúzottüveg szemcsék használata érdekében ezért célszerű valamilyen tapadásjavító szer alkalmazása, mint például a mészhidráttal, ami képes megváltoztatni az üveg szemcse felületét, lehetővé téve a kalcium ionok kicsapódását. Ezek a kalcium ionok kötődnek a bitumenes kötőanyag savjaihoz, így vízben oldhatatlan sókat képeznek. Így nehezebben válik le a kötőanyag a szemcse felületéről.

Továbbá kimutatták, hogy a hidratált mészt javítja a keverék fagyási-olvadási ciklusokkal szembeni tartósságot, és lelassítja a bitumenes kötőanyag öregedését. (D. Lesueur et al. 2013)

2. Téma aktualitása

A környezetszennyezés a világon mindenhol jelentős problémákat okoz. Ma olyan jelenségekkel kell számolnunk, mint a globális felmelegedés, a túl magas széndioxid és metán kibocsátás. Az Európai Unió belül már életbe léptettek olyan törvényeket, amelyek szabályozzák az emberek környezetbe történő beavatkozásait, a hulladéktermelést és a mérgező anyagok kibocsátását, valamint törvényileg szabályozzák az újrahasznosítást. Talán ez az egyik legfontosabb szegmens, ami eredményhez vezet, hiszen az újrahasznosítás által feldolgozásra kerül az évek során felgyülemlett hulladék, és ez által új termékeket, nyersanyagokat nyerhetünk anélkül, hogy a természetet fosztanánk ki tartalékaiból. (Mike G. 2002)

A 4R (reduction „csökkentés”, replacement „helyettesítés”, recovery „visszanyerés”, recycling „újrafeldolgozás”) környezetvédelmi intézkedési program szerint a **hulladék hasznosítás** olyan **újrafeldolgozási művelet**, amelynek fő eredménye az, hogy a hulladék hasznos célú szolgál annak révén, hogy olyan más anyagok helyébe lép, amelyeket egyébként valamely konkrét funkció betöltésére használtak volna, vagy amelynek eredményeként a hulladékot oly módon készítik elő, hogy az ezt a funkciót akár üzemben, akár szélesebb körű gazdaságban betölthesse. Bármely infrastruktúra ágazat építése kapcsán számos hulladék hasznosítási módszer terjedt már el világszerte. Ezek előnye nem csak az, hogy csökkentik a hulladékok mennyiségét, hanem jelentős megtakarításokat lehet velük elérni az új építési anyagokkal szemben. (Hawken P. et al. 2013.)

3. Hulladéküveg újrahasznosítás

3.1 Elsődleges újrahasznosítás: új üveg gyártása

A hulladéküveg az egyik legfontosabb része az összegyűjtött hulladék anyagoknak, mivel nem fémes eredetű, szerves, nem lehet elégetni/hamvasztani sem szétbomlasztani, tehát nehéz visszaállítani. Hulladéküveg források lehetnek a lakosságtól begyűjtött üveghulladékok, ezeket nevezzük **települési üveghulladékoknak**, valamint **kereskedelmi üveghulladékok** (például éttermekből, élelmiszergyártóktól, üzleti intézményekből származó csomagolási üveg hulladékok), illetve **ipari és építési üveghulladék** (épületek nyílászáróiból származó üveg, autó szélvédői, ablakai, televíziós csövek, izzók, tükrök, óraburkolatok).

Bár az összegyűjtött hulladéküveg össz mennyisége nagy lehet, azonban a teljes mennyiségnek csak a töredékét lehet új üveg előállításához felhasználni az újrafeldolgozás szigorú korlátai miatt. Az újrafeldolgozás során figyelembe kell venni a hulladéküveg származását. Az üvegeket hagyományosan különböző színekben kell összegyűjteni és rendezni. A nem szétválogatható üvegek jellemzően törnek vagy összekeverednek az összegyűjtési fázisban olyan hulladéküveg anyagokkal, melyek tartalmaznak szennyező anyagokat (fa, műanyag, fém, papír, kavics, kerámia). Ezen frakciókat már nem mindig gazdaságos szétválogatni, viszont technikailag lehetetlenek az új üveg gyártására. Mindössze csak 5–20 g nem újrahasznosítható üveg elegendő 1 tonna újrahasznosítható üveg szennyezéséhez. (K. Afshinnia et al. 2015) **Ezen problémának egyik vonzó megoldása a hulladéküveg használata építési anyagok alternatívájaként.**

3.2 Hulladéküveg újrahasznosítás Magyarországon

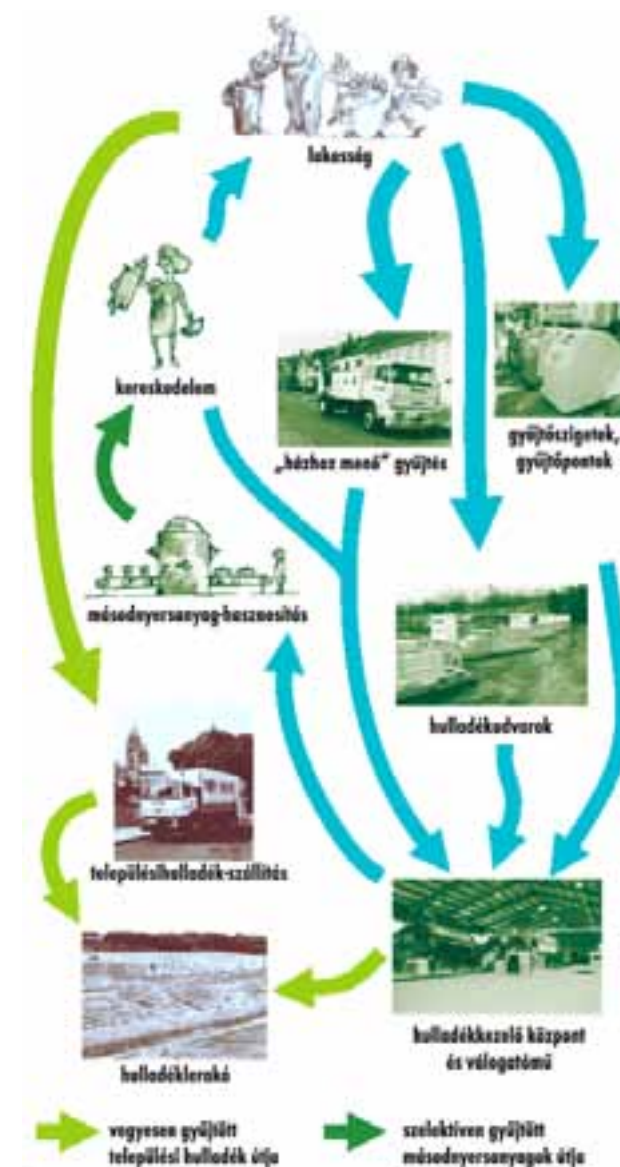
Az Európai Parlament és a Tanács 2008/98 EK irányelve szerint minden tagállamnak 2020-ig teljesítenie kell a **települési hulladékok 50%-os újrahasznosítását**. Ezt az arányt Bulgária, Horvátország, Ciprus, Észtország, Finnország, Görögország, Magyarország, Lettország, Málta, Lengyelország, Portugália, Románia, Szlovákia és Spanyolország még nem tudta teljesíteni. Sőt, egy elvégzett forgatókönyv-mo-dellezés kimutatta, hogy további szakpolitikai intézkedések nélkül egyes tagállamok az 50%-os célértéket valószínűleg még 2025-re sem fogják teljesíteni, mely kategóriába szintén beletartozik hazánk.

Továbbá a **csomagolási hulladék** újrafeldolgozás terén az Európai bizottság által előírt célértéket a legtöbb tagállam teljesíti, ugyanakkor Magyarország (2012 óta) és Málta (2013 óta) jelentős elmaradást mutat. Néhány tagállammal együtt például Magyarország az üvegre vonatkozó anyagspecifikus célértéket nem teljesítette, ami a **2015-ös évre 60%-os újrafeldolgozást** ír elő (Görögország, Málta, Ciprus, Portugália, Lengyelország, valamint Románia szintén nem teljesítette). (Európai bizottság jelentés 2018; COM 656 final 2018)

A keletkezett hulladékokból nagyon nehéz anyagspecifikusan meghatározni az újrafeldolgozási mennyiségeket, illetve néhány esetben ellentmondásokba ütközünk egyes szereplők által nyújtott adatok kapcsán. Legjobb becslések szerint, települési üveghulladékból kb. 200 000 t keletkezik Magyarországon. Azonban ennek a mennyiségnek, **csak kb. 35 százaléka** kerül újrafeldolgozásra, ami az Európai Bizottság által előírt mennyiséget nem teljesíti. (FKF Zrt. Környezetvédelmi osztály 2010).

Az egyik nagy hulladéküveg hasznosító cég által megjelent cikk szerint, 2010-ben kb. 100 000 t csomagolási üveghulladék keletkezett, melyből kb. 43% hasznosult újra, amely az előírt 60%-os célértéket nem teljesítette. (Kálnai M. 2011) Ez az arány, az utóbbi években sem változott nagy mértékben. Az üveghulladékok begyűjtése meglehetősen bonyolult rendszer, az 1. ábrán látható a hulladék hulladékkezelő központba történő eljutása.

Fontos kiemelni, hogy a házhoz menő szelektív-gyűjtésben nem kapott helyet az üveg, és a hulladékszigetek mennyisége is kevésnek mondható. Budapesten kb. 900 db volt 2015-ben, azonban kb. 1000 lakos után kellene egy ilyen szigetet telepíteni a hatékony begyűjtés eléréséhez (www.okoregio.com 2017). Így a lakosság nincs ösztönözve a külön gyűjtésre. További gondokat tud okozni a lakossági üveghulladék, mivel nem mindegyik hulladékszigeten lehet külön gyűjteni a színes és a fehér üveget. Így a lakossági üveghulladékok igen kis része képes eljutni üveghulladékkezelő központba, illetve azok típus szerinti változékonysága is magasabb, mint a kereskedelemből és iparból származó különböző típusú csomagolási üveghulladékokénál.



1. ábra: A hulladék útja szemléltető ábra (www.kvvm.hu/szelektiv/mi_lesz_belole.php)

A hulladékkezelő központok, ha el vannak látva megfelelő technológiákkal, már képesek a hulladékuveget megfelelő válogatási módszerekkel újrahasznosítható nyersanyaggá alakítani. Jelenleg Magyarországon 3 ilyen nagy hulladék-üveg-feldolgozó üzemről van információnk (3.ábra). Ők végzik az újrahasznosítás legnagyobb részét. Mindegyik központ rendelkezik saját üveghulladék begyűjtési rendszerrel, mind a kereskedelemről és az iparból, mind a lakosságtól.

3.3. Másodlagos újrahasznosítás lehetősége: építési termékként aszfaltkeverékekben

Az üzemek technológiai kis mértékben eltérnek egymástól, de mindegyik üzemben a szállítmányokból először kézi erővel távolítják el a nagyobb szennyeződéseket, mint például kő kavics, kerámia és porcelán. Ezt követően a mágnessel, lézerrel, légnyomással és statikus energiával működő gépek távolítják el a kisebb méretű szennyeződéseket, mint a fém zárókupak-gyűrűk, apró kavicsok, kerámia és porcelán, dugó, csomagolópapír, műanyag kupakok és alumínium gyűrűk (2. ábra).

Az üveghulladék feldolgozó üzemekben ismételt törési folyamatnak köszönhetően a nagyobb szemcsék mellett, keletkeznek kisebb frakciójú üvegcserep és egyéb idegen darabok, ezen frakciók közül a szennyezések már nem választhatók le gazdaságosan és nem képesek teljesíteni a 20 gramm/tonna határértéket. Jellemzően ezek az üvegcserep halmazok szemcseméretüket tekintve 0/4–0/8 (mm) közötti kategóriába esnek. Mennyiségét tekintve az egyik üzemben kb. havi 100-150 t ilyen üvegcserep keletkezik.

Ezt az üvegcserepet a cég 3 000 Ft/tonna áron tudja eladásra szítani, ami nem sokban tér el a magyarországi 0/4-es zúzottkövek 1500–4000 Ft/tonna áráról. Továbbá hazánkban jelenleg csak fehér színű üveg gyártása történik nagy mennyiségben, ennek következtében a színes üvegeket a feldolgozók drága szállítási költségek mellett javarészt exportálják a környező országokba elsődleges újrahasznosítás céljából.

Az ismertetett hulladékkezelő központok az ország nyugati, középső és délkeleti részén találhatók, területileg egyenletesen elosztva hazánkban. Ennek következtében a 2018-as év elején Magyarországon üzemben álló 90 darab aszfaltkeverőtelep közül kb. 30 darab helyezkedik el az üzemek 50 km-es körzetében és kb. 15 darab helyezkedik el az üzemek 30km-es körzetében (3. ábra). Alapanyag keverőtelepre történő szállítási költségét tekintve nagyon előnyös lehet ezen keverőtelepek tulajdonosai számára.



2. ábra: Hulladékuveg feldolgozásának folyamata (www.maltha.hu prospektus)

4. Laboratóriumi vizsgálatok

A külföldi kutatók eredményeit alapul véve meghatároztam, a keverékeim típusát az üvegadagolás mennyiségeit, a tapadásjavítószer típusát és adagolási mennyiségét. Továbbá a keverékek legkritikusabb tulajdonságait célzó aszfalt-mechanikai vizsgálatait.

A kutatás során egy AC 11 kopó (F) B 50/70 es keveréket vizsgáltam különböző zúzottüveg adagolással (a kőanyagkeverékre vonatkoztatva 15 m% és 30 m%). Vizsgáltam továbbá egy tapadásjavító szer, mészhidrát hatását (kőanyagkeverékre vonatkoztatva 4 m%). Így 5 különböző keveréket állítottam elő. Első körben meghatároztam ezen keverékek optimális bitumentartalmát Marshall-eljárással. Majd az optimális bitumentartalmú keverékeken egy **MSZ EN 12697-12:2009 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverékek vizsgálati módszerei. Próbatetek vízáteresztésképe és MSZ EN 12697-26:2012 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverékek vizsgálati módszerei. Merevség, C melléklet hasító-húzó vizsgálat szabványok szerinti vizsgálatokat** végeztem el. Ezt követően egy ciklusos fagyás-olvadás öregítési eljárást hajtottam végre a készített próbatetekken, ahol ciklusok közben vizsgáltam a keverékek **MSZ EN 12697-23:2004 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverékek vizsgálati módszerei Aszfalt próbatetek hasító-húzószilárdságának meghatározása** szabvány szerinti húzószilárdságok és IT-CY merevségek változását. Végül vizsgáltam az 5 keverék **MSZ EN 12697-22:2003 A1.2008 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverékek vizsgálati módszerei. Keréknyomképződés** szabvány szerinti plasztikus deformációs hajlamát.

Az elvégzett vizsgálatok eredményeiből az **e-UT 05.02.11:2019 – Útpályaszerkezeti aszfaltburkolatok keverékeinek követelményei** hazai előírásban foglalt kritériumok figyelembevételével (1. táblázat) igyekeztem értékelni az alacsony üvegadagolással készített üvegaszfalt kopórétegek felhasználhatóságát különböző forgalmi terhelésű utak esetében.

5 különböző keverék jelölése:

AC 11 kopó (F) B 50/70 jelölése: ¹AC11_0_2

AC 11 kopó (F) B 50/70+15% zúzottüveg jelölése:

¹AC11_15_2

AC 11 kopó (F) B 50/70+30% zúzottüveg jelölése:

¹AC11_30_2

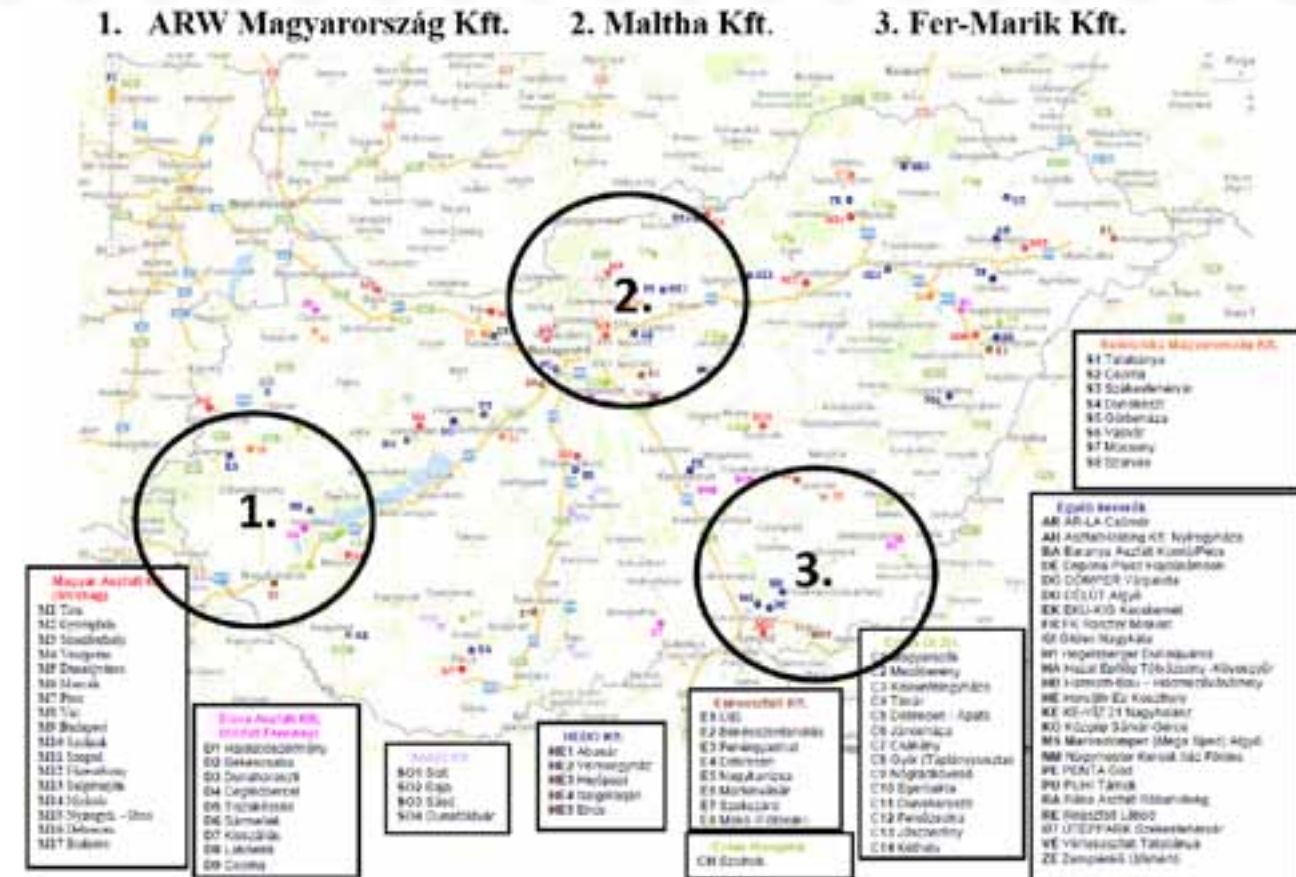
AC 11 kopó (F) B 50/70+15% zúzottüveg

+ 4% mészhidrát jelölése: ¹AC11MH_15_2

AC 11 kopó (F) B 50/70+30% zúzottüveg

+ 4% mészhidrát jelölése: ¹AC11MH_30_2

Továbbá keverések során alkalmazott különböző szemeloszlásokat (¹sorszám) és bitumen tartalmakat (²százalék megadása) szintén feltüntettem a jelölésekben. A



3. ábra: Üveghulladékfeldolgozó központok és aszfaltkeverő telepek elhelyezkedése Magyarországon (HAPA beszámoló 2018)

AC 11 kopó B 50/70				
Tervezési forgalom (F100 millió darab)	0-0,03	0,03-0,3	0,3-10	Vizsgálati módszer
Forgalmi terhelési osztály	A alatt	A, B	C ,D, E	
Igénybevételi kategória	(P)	(N)	(F)	
Aszfaltkeverék jelzete	(N)		(F)	
Megnevezés	Aszfaltkeverék követelményei			
Kötőanyag-tartalom, tömeg%, legalább	5,3			MSZ EN 12 697-1, vagy MSZ EN 12 697-39
Hézagtartalom, V, térfogat%, legalább	2,5			MSZ EN 13 108-20C.1.2,2×50 ütés
legfeljebb	4			
Vízérzékenység, ITSR, %, legalább	80	80		MSZ EN 12 697-12 2×35 ütés,15 °C
Maradó alakváltozási ellenállás, PRD _{AIR} , %, legfeljebb	–	7		MSZ EN 12 697-33 MSZ EN 12 697-22 kiskerekű, „B” módszer levegőn, 60 °C
Merevség, S, MPa, legalább	–	NR, megadandó		MSZ EN 12 697-26 IT-CY: 20 °C, 124 µs
Fáradás, E _a , microstrain, legalább	–	NR, megadandó		MSZ EN 12 697-24 2PB-TR: 10 °C,25 Hz, vagy 4PB-PR: 20 °C,30 Hz

1. táblázat: AC 11 kopó (N) B 50/70 és AC 11 kopó (F) B 50/70 jelű keverékek mechanikai követelményei (e-UT 05.02.11:2019)

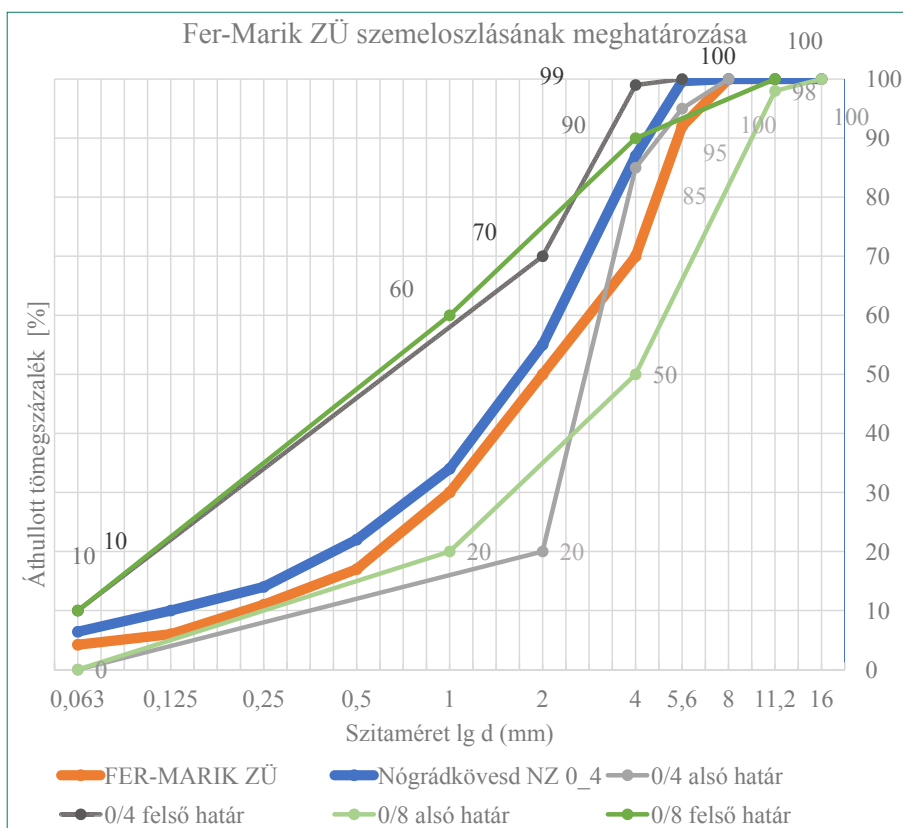


4. ábra: Fer-Marik Kft.-től származó zúzottüveg Swietelsky Magyarország Kft. dunakeszi keverőtelepén

laboratóriumi vizsgálatokat az Eulab Laboratóriumi és Technológiai Kft. dunakeszi központi laboratóriumában végeztük.

4.1 Alapanyagok és keverékterv meghatározása

A vizsgálatokhoz egy a Swietelsky Magyarország Kft. típusvizsgálatát (SW DK 083 2016 AC 11 kopó (F)) vettük alapul, amelynek a kővázat csak eruptív andezites nógrádkövesdi kőanyaghalmoz alkot. A keverékek előállításához OMW-tól származó B 50/70-es útépitési bitument használtunk fel. A keverékekhez az előző fejezetben ismertetett Fer-Marik Kft.-től származó zúzottüveget vizsgáltunk (4. ábra).



5. ábra: Fer-Marik ZÜ szemeloszlásának besorolása az e-UT 05.01.15:2018- Útépitési kőanyaghalmozok műszaki előírás alapján

A zúzottüveg (és a többi kőanyagkeverék alapanyagának) szemeloszlását meghatározva látható, hogy a vizsgált zúzottüveg az **e-UT 05.01.15:2019- Útépitési kőanyaghalmozok** utügyi műszaki előírás szerinti NZ, KZ, Z 0/4-es és ZK 0/8-as határértékek közé esik előbbinél durvább, utóbbinál finomabb. Az 5.ábrán látszik, hogy a keverékekben is felhasznált Nógrádkövesd NZ 0/4 nemes zúzalék szemeloszlásához nagyon hasonló, egyenletes, nem hiányos, csak kis mértékben durvább annál. Ezért kimondottan jónak mondható aszfaltkeverék előállítására. A szemeloszlás tulajdonságára utalva a felhasznált zúzottüveg a 0/5-ös jelölést kapta.

4.2 Optimális bitumentartalom meghatározása Marshall-eljárással

Az aszfaltkeverékek optimális bitumentartalmát Marshall-eljárással határoztam meg. A keverékek optimális bitumentartalmát legalább 3 összetétellel előállított próbatestek vizsgálatain alapultak. A vizsgált jellemzők empirikus jellegűek, elsősorban a hézagtartalom, de emellett egyszerűbb mechanikai tulajdonságok voltak, mint a Marshall-stabilitás és a Marshall-folyás.

A keverékek optimális bitumentartalmának meghatározásához, mindegyik esetben a lépcsőközöket 0,3%-os bitumentartalomra határoztam meg. A cél az volt, hogy a keverékek szemeloszlásai minél jobban közelítsék egymást, és a SW DK 083 2016 AC 11 kopó (F) típusvizsgálatban megadott szemeloszlást. A rendelkezésre álló nógrádkövesdi NZ 0/4 és KZ 4/8 és KZ8/11 és a tatabányai ML felhasználásával meghatároztam egy ehhez minél közelebbi szemeloszlást.

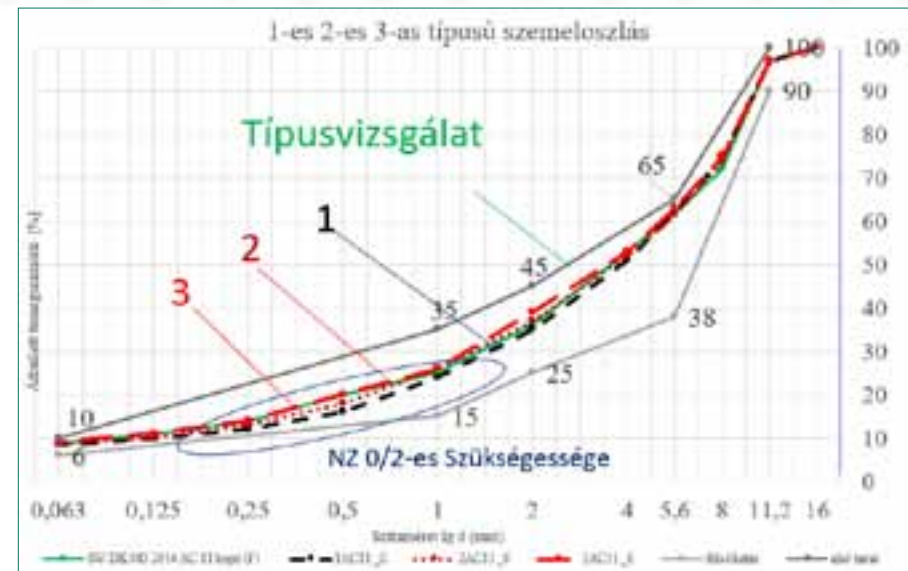
Azonban a típusvizsgálatnál alkalmazott NZ 0/4-es szemeloszlása finomabb, mint a vizsgálatokhoz begyűjtött NZ0/4-es kőanyaghalmozé. Ennek következtében a homok tartományban az 1 mm-nél alacsonyabb részénél a SW DK 083 2014 szemeloszlásnál csak kissé durvább keveréket lehetett megtervezni (1AC11_0). A hézagok telítését még több finomabb szemcse adagolása eredményezi, ennek okán úgy döntöttem, hogy NZ 0/2-es adagolása egy jó megoldás lehet. Ezt követően két különböző NZ 0/2-es adagolási mennyiséget határoztam meg, 5% (2-es szemeloszlás), illetve 10% plusz 0,5% mészköliszt (3-as szemeloszlás) 6.ábrán látható módon.

Tehát első lépésben meghatároztam a referenciakeverék optimális szemeloszlását (1-es 2-es 3-as egyre finomodó szemeloszlás közül) majd mind-egyiknek az optimális bitumentartalmát 4,9%, 5,2%, 5,5%, 5,8% bitumentartalom mellett. **Az optimális bitumentartalmat 3,5-os hézagtartalomra** terveztük, azokat kis mértékben korrigáltam a Marshall-vizsgálatokból született eredmények alapján.

Az optimális bitumentartalmú referencia keverék 3AC11_0_5,7 egy eléggé hasonló keveréket eredményezett az SW DK 083 2016 típusvizsgálatban 5,4%-os bitumentartalommal és 4%-os szabad hézagtartalommal rendelkező keverékhez képest.

Ezt követően a vizsgálati eredmények tekintetében második lépésként meghatároztam a 3AC11_15, 3AC11_30, 3AC11MH_15, 3AC11MH_30 keverékek zúzottüveg, zúzottkő, mészköliszt és mészhidrát adagolási arányait, hogy azok szemeloszlásai a lehető legjobban illeszkedjenek a 3-as típusú szemeloszláshoz (ez $\pm 1\%$ -os felezőszítán áthullott anyagmennyiségek mellett lehetséges) 2. táblázat szerint. Majd meghatároztam a négy üvegaszfalt keverék optimális bitumentartalmát.

A pontos bitumentartalom kiválasztásához lineáris és exponenciális regressziós görbéket használtam (a hézagtartalmakat ábrázoltam a bitumentartalom függvényében), és vizsgáltam, hogy a görbék hol metszik a 3,5%-os hézagtartalmat. A 3AC11MH_15 keverékeknel a trend nem szoros $R^2=0,47$ determinációs együttható mellett, annak ellenére, hogy a hézagmentes testsűrűség és szabad hézagtartalom vizsgálatok a megengedett terjedelmek között maradtak. Itt feltételezhető, hogy egyéb mérési vagy bemérési hiba történt. Meg kell jegyezni, hogy mindegyik esetben hasonló szorossággal illeszkedtek a vizsgálati eredmények a lineáris regressziós görbére is. Számottevő különbség a 3AC11_15 esetén prognosztizálható hiszen exponenciális regresszió esetén $R^2=0,87$ és lineáris regresszió esetén $R^2=0,88$, viszont az optimális bitumentartalom az első



6. ábra: 1-es 2-es 3-as típusú szemeloszlás

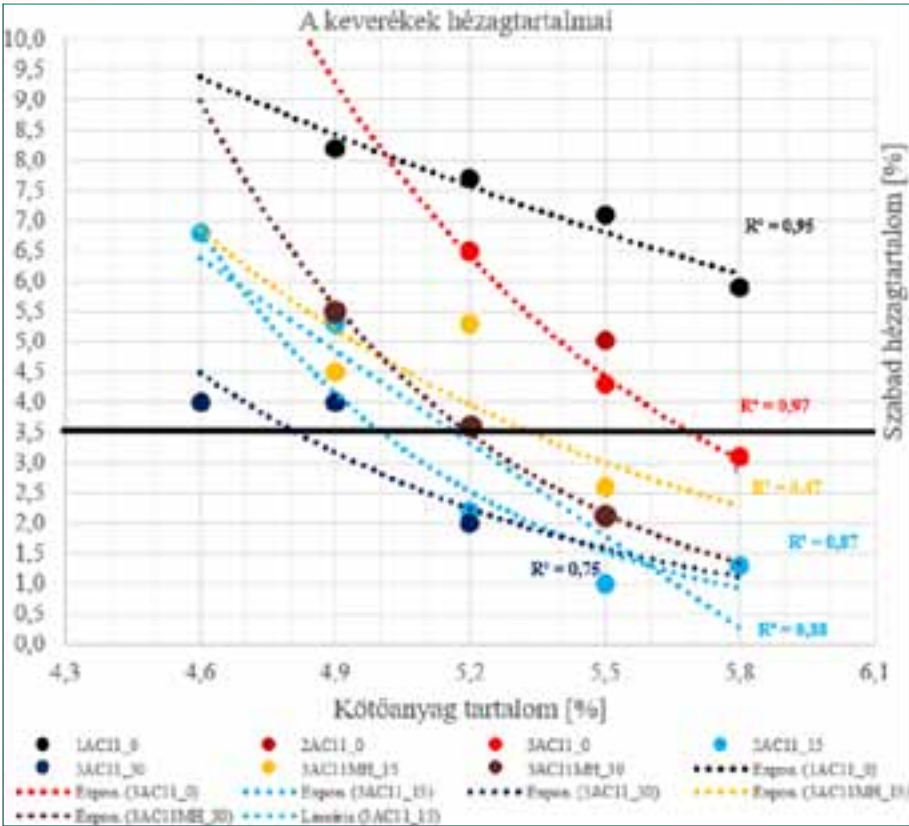
esetben 5,0 m% míg a második esetben 5,2 m%, ami már jelentősebb különbséget jelent (a többi esetben tizedre keverítve ugyanazok az eredmények adódtak). A keverékek szabad hézagtartalmait a bitumentartalom függvényében a 7. ábrán látható.

Az **MSZ EN 12697-34:2004+A1:2008 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverékek vizsgálati módszerei. Marshall-vizsgálatszerinti vizsgálatból származó Marshall-stabilitás és folyás** kikerült a nemzeti értékelési rendszerünkől, azonban az **ASTM D 1559 (2008) Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixture using Marshall Apparatus** szabványban leírtak alapján közepes forgalmi igénybevétel esetén (10^4 – 10^6 ET) stabilitási értékre minimum 5 336 N, míg folyás értékekre 2–4,5 mm az elvárható teljesítmény aszfaltbeton kopórétegek esetén.

Marshall-folyás minimumának elérése érdekében, a 3AC11_30 jelű keveréknek 0,2 m%-os bitumentartalom

SW DK 083 2016	1AC11 _0	2AC11 _0	3AC11 _0	3AC11 _15	3AC11 _30	3AC11 MH_15	3AC11 MH_30	Szitameret (mm)
100	100	100	100	100	100	100	100	16,0
97	97	97	97	97	97	97	97	11,2
72	75	74	75	75	76	75	76	8,0
62	62	61	63	62	63	62	63	5,6
53	51	52	53	52	52	52	52	4,0
36	35	37	39	39	40	39	40	2,0
25	24	26	26	27	28	27	28	1,0
20	16	18	20	19	19	19	19	0,50
14	12	13	14	14	15	14	15	0,25
11	10	10	11	11	11	11	11	0,125
8,7	8,5	8,6	9,1	9,2	9,4	8,9	9,1	0,063

2. táblázat: Keverékek tervezett szemeloszlásai



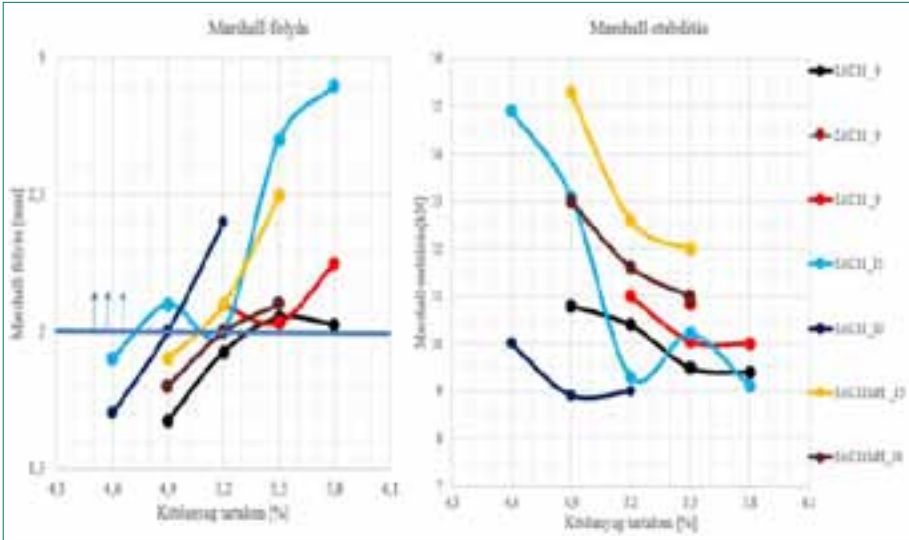
7. ábra: A keverékek hézagtartalmai a bitumentartalom függvényében

növelését hajtottam végre. A 3AC11_15 jelű keveréknél a Marshall-folyás teljesítése, és a burkolati hézag eredményeinél alkalmazott exponenciális és lineáris függvényből származó bizonytalanság miatt szintén 0,2 m%-os bitumentartalom növelést alkalmaztam.

tartalmazó próbatest „öregítés” révén. A kiindulási értékek változását 6 cikluson keresztül vizsgáltam. Egy ciklus folyamatábrája a 4. táblázatban látható.

A tartóssági „öregítési” eljárást már egy korábbi kutatásban is alkalmaztam (Rosta Sz. 2016), ahol porózus aszfalt kopóréteg tartósságát hasonlítottuk össze aszfaltbeton kopórétegével. Abban az esetben az egyéb pozitív tulajdonságai miatt magasra tervezett (12–20 V%) hézagtartalmú PA 11-es keverék bitumen-szemcse tapadás csökkenésének megismerése volt a célunk, továbbá annak mértékének meghatározása a keverék élettartama alatt. Ez nagyon hasonlít a bevezetésben bemutatott gyengébb bitumen-üvegszemcse tapadási tulajdonsághoz.

Az összes elvégzett vizsgálatot az 5. táblázatban foglaltam össze.



8. ábra: A keverékek Marshall-folyás és Marshall-stabilitás értékei a kötőanyagtartalom függvényében

keverékek típusok	3AC11_0	3AC11_15	3AC11_30	3AC11MH_15	3AC11MH_30
Bitumentartalom [m%]	5,7	5,0→5,2	4,8→5,0	5,3	5,2

3. táblázat: A keverékek optimális bitumentartalmai

4.3. Aszfaltmechanikai vizsgálatsorozat bemutatása

Az aszfaltmechanikai vizsgálatok közül az üvegaszfalt keverékek vízerzékenységének a bitumen-szemcse tapadásának hatékonyságának megismerése volt a fő célunk, ezért a MSZ EN 12697-12:2009 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverékek vizsgálati módszerei. Próbatestek vízerzékenysége szabványnak megfelelő 2X35 ütési Marshall próbatesteket állítottunk elő. Egy olyan vizsgálati sorozatot terveztem meg, amelyben szabványos vízerzékenység vizsgálat mellett lehetőség volt a keverékek merevségének összehasonlítására is ugyanazon próbatestek felhasználásával. Továbbá összehasonlító vizsgálatokat tudtam elvégezni egy ciklikus fagyasztás, olvadás víz alatti tárolás eljárás kapcsán, amely a keverékek hosszabb távú viselkedésének megismerésére szolgál, a vízerzékenység vizsgálatnál hosszabb (7 nap) és komplexebb fagyasztást is

hétfő	kedd	szerda	csütörtök	péntek	szombat	vasárnap
vákuumozás	víz alatt tárolás	száradás	fagyasztás	olvadás és pihentetés		
20 kPa nyomáson	40°C-on	szobahőmérsékleten	-20°C-on	szobahőmérsékleten		
30 percig	24 órán keresztül	48 órán keresztül	24 órán keresztül	72 órán keresztül		

4. táblázat: Öregítési folyamat egy ciklusának menetrendje

Vizsgálatok	0. ciklus	fagyás-olvadás öregítési eljárás					
		1. ciklus	2. ciklus	3. ciklus	4. ciklus	5. ciklus	6. ciklus
Öregítésben részt vevő próbatestek (2X35 ütési Marshall próbatest)	5X18 db próbatest	5X12 db próbatest	5X12 db próbatest	5X8 db próbatest	5X8 db próbatest	5X4 db próbatest	5X4 db próbatest
Merevség (IT CY 20°C 124 µs erőfelfutás) vizsgálat	5X6 db próbatest		5X4 db próbatest		5X4 db próbatest		5X4 db próbatest
Hasító-húzószilárdság (ITS 15 °C) vizsgálat *Hasító-húzószilárdság hányados (ITSR 15 °C) vizsgálat	5X3 db próbatest száraz *						
	5X3 db próbatest nedves *		5X4 db próbatest		5X4 db próbatest		5X4 db próbatest
Keréknyomképződés PRD _{AIR} (lap próbatest 60 °C)	5X2 db próbatest						

5. táblázat: optimális bitumentartalmú keverékeken elvégzett vizsgálatok

4.4. IT-CY Merevség, „öregítési eljárás” hatása a merevségre

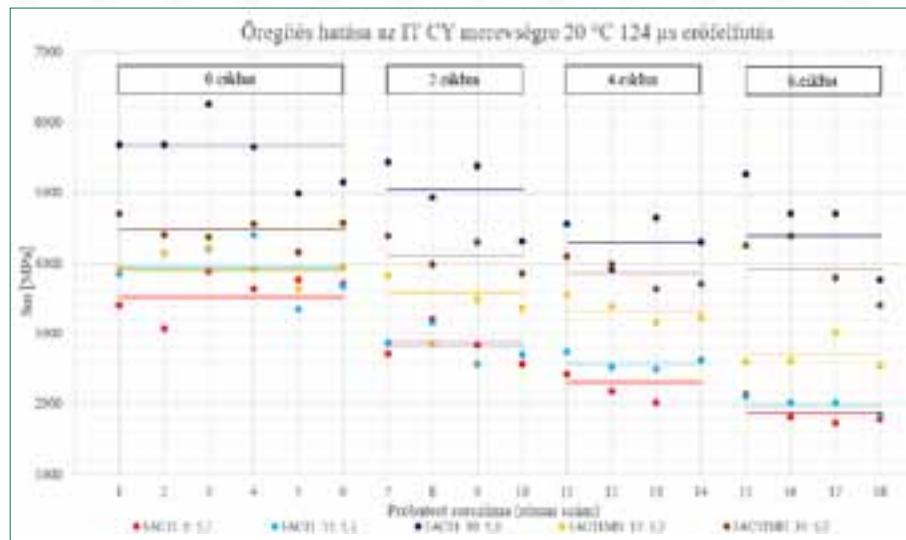
A 0. ciklusban a legalacsonyabb merevség értéke a referencia, 0%-os zúzottüveg adagolású, keveréknek adódott. Megfigyelhető, hogy jelen esetben a zúzottüveg adagolással nő a merevség értéke, hiszen a két 30%-os adagolású keverék mutatta a legmagasabb merevségeket. A megnövekedett merevség a zúzottüvegek aszfaltkeverékbe történő hatékony beágyazódásának köszönhető. A kőváznak megnövekedett belső súrlódási szögét az üvegszemcsék nagyobb mértékű szögletessége adja, illetve a bazalt és üveg közti keménység. Azonban feltételezhető, hogy egy optimális értéket elérve ezen szemcsék bősége miatt egyre több üvegszemcse-üvegszemcse kapcsolat alakul ki, amelyek nem képesek a bitument hatékonyan felvenni, így egymáson elcsúszni képesek, ami a merevség csökkenését eredményezheti. A csökkenő tendencia kezdetét egy iráni kutatásban aszfaltbeton kopóréteg esetén $D_{max}=4,75$ mm zúzottüveg adagolás mellett kb. 15-20%-ban állapították meg. (Shafabakhsh et al. 2014). A vizsgálataim szerint azonban 30%-ig csökkenő tendencia nem mutatkozott. Feltételezhető, hogy további üveg adagolása mellett a merevség értékek csökkennének.

A 9. ábrán látható az egyes ciklusokban elvégzett IT CY

merevség vizsgálat eredményeinek átlaga. A 0. ciklusban a párhuzamosan elvégzett szabványos vízerzékenység vizsgálat miatt 6 merevségi értékből számoltam, míg a 2., 4., és a 6. ciklusban 4-4 mérési eredmény átlagát vettem figyelembe (szabvány szerint min. 4 próbatest vizsgálati eredményéből kell számolni).

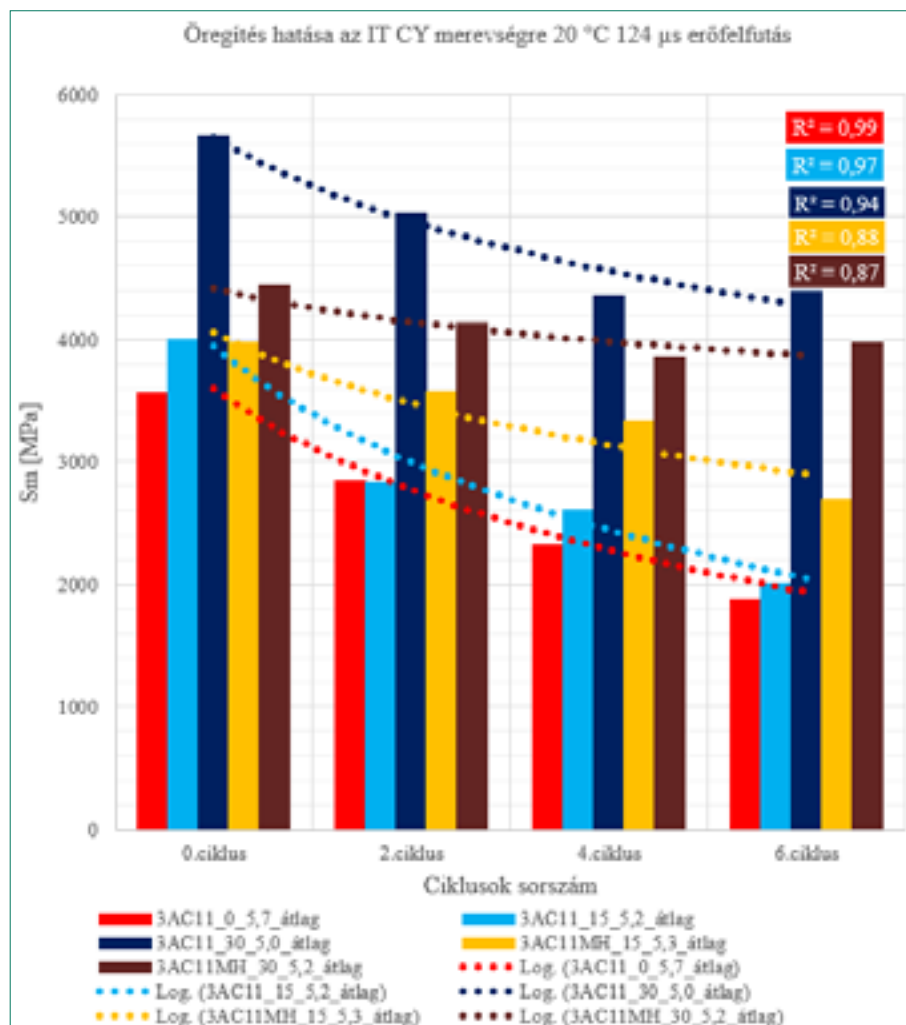
A vizsgálati eredményekből látszik, hogy míg a kezdetben 3600–5800 MPa körüli merevség értékek adódtak, addig a 6. ciklust követően 1900–4500 MPa körüli merevségeket mértünk. Tehát öregedési eljárás következtében megfigyelhető, a keverékek merevség csökkenése.

Ha logaritmikus trendvonalat illesztünk a ciklusok után kapott eredmények átlagaira (10. ábra) nagyon jó szorossággal (determinációs együtthatók 0,87–0,99) figyelhető meg a csökkenés kezdetben meredekebb, majd ellaposodó függvénnyel írható le. A legnagyobb mértékű csökkenés a 3AC11_0_5,7 jelű és a 3AC11_15_5,2 jelű keverékeknél figyelhető meg, a kezdeti érték kb. 0,5 szeresére csökkent a merevség, míg a legkisebb mértékű a 3ACMH_30_5,2 jelű keveréknél figyelhető meg. Ebben az esetben csak 0,9 szeresére csökkent a merevség. A 3AC11MH_30_5,2 jelű keverék merevsége a 6. ciklus után már megközelítette, a kezdetben kiugróan magas 3AC11_30_5,0 keverék merevségét. A 0. ciklusban a 3AC11MH_15_5,3 jelű keverék merevsége szinte azonos volt a 3AC11_15_5,2 jelű keverékkel,



9. ábra: Öregítés hatása az IT-CY merevségre 20°C-on 124 µs erőfelfutás mellett

azonban a 6. ciklus végére kb. 30%-kal magasabb értéket mutatott. Elmondható tehát, hogy 4%-os mészhidráttal adagolás mellett kisebb mértékű merevség csökkenés prognosztizálható üvegasszfalt keverékekben egy adott pályaszerkezetben eltöltött idő alatt.



10. ábra: Öregítés hatása az IT-CY merevségre 20°C-on 124 µs erőfelfutás mellett trendvonalak

4.5 Vízérzékenység

A nulladik ciklusban elvégzett szabványos vízérzékenység vizsgálat eredményekből látszik (11. ábra bal oldal), hogy a legmagasabb ITS értékek 30%-os zúzottüveg adagolása mellett adódtak. A 15%-os zúzottüvegű keverékek hasonló szilárdsággal rendelkeznek (nedves csoport), mint a referencia keverék.

A hasító-húzószilárdság hányados „vízérzékenység” ($ITSR = ITS_n / ITS_{ref} \cdot 100$) eredményekből látszik (6. táblázat 1. sora), hogy a legmagasabb értéket a referencia keverék érte el. A kiváló vízérzékenységi ellenállást mutatja, hogy a nedves csoport átlagos ITS értékei 1,3%-kal a száraz csoport ITS értékeinél magasabbra adódtak, ami elmentmond a vizsgálatban végrehajtott leromlási procedura elvének, azonban jó szemcse-bitumen tapadással rendelkező keverékeknel ez az anomália előfordulhat. Az ellentmondás mérési pontatlanságból, vizsgálat bizonytalanságból és próbatetek temperálási pontatlanságából adódó hibák összessége adja.

Megfigyelhető, hogy az üvegasszfalt keverékek is kedvező tulajdonságot mutattak a vizsgálat szerint. A mészhidráttal tapadásjavító tulajdonsága nem mutatkozott olyan markánsan jelen esetben, mint amit a szakirodalomban olvashatunk. Általában a kutatásokban a keverékek kb. 5-10 %-kal magasabb TSR értékekről számolnak be mészhidráttal adagolás mellett. (G.W. Maupin 1998; D. Lesueur et al. 2013, H. Behbahani et al. 2015) A kutatási eredményeim alapján mindössze 2-3%-kal adódtak alacsonyabb értékek mészhidráttal adagolása nélkül. Hozzá kell tenni, hogy a hivatkozott kutatásokban módosított Lottman teszt alapján 150 mm átmérőjű gyűrőkorong tömörítéssel gyártott próbatetekeken határozták meg a keverékek vízérzékenységét.

A szakirodalomban leírt üvegarány adagolás mellett vízérzékenység növekedés 15%-os adagolásig megfigyelhető, azonban további lépülés nem mutatkozott sem 3AC11, sem 3AC11MH keverékek esetén.

4.6. Öregítés hatása az ITS hasító-húzószilárdságra

A 11. ábrán látható az egyes ciklusokban elvégzett ITS ha-

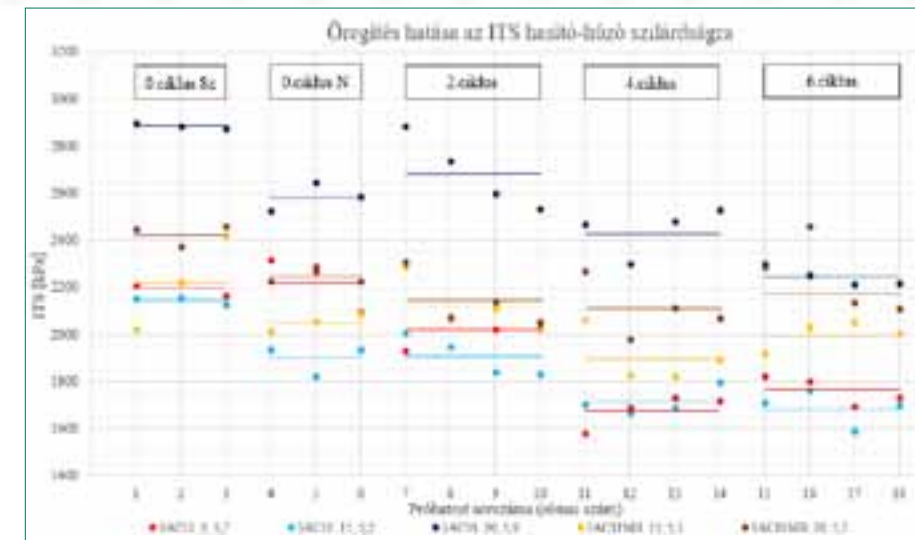
sító-húzószilárdság vizsgálat eredményei. A 0. ciklusban a párhuzamosan elvégzett szabványos vízérzékenység vizsgálat miatt 3-3 db ITS érték szerepel, míg a 2., 4., és a 6. ciklusban 4-4 mérési eredmény átlagát vettem figyelembe. A vízérzékenységek közötti különbségek még jobb összehasonlíthatóságára a ciklusok közötti ITS eredményeket viszonyítottam a nulladik ciklus száraz csoportjához tartozó ITS eredményeihez. Ezeket a viszonyítást $ITSR_{0n}$ jelöltem, ahol n=ciklus száma 6. táblázat.

$ITSR_{0n}$ értékeket, ha megvizsgáljuk látható, hogy a referencia keverék esetén és tapadásjavító mészhidráttal nélküli keverékek esetén csökkenő tendencia figyelhető meg (logaritmikus trendvonalat illesztve az eredményekre $R^2=0,86-0,94$). A táblázatból látszik, hogy a mészhidráttal nélküli üvegasszfalt keverékekre kissé alacsonyabb értékek adódnak, mint a referencia keverékek. Azonban a 4% mészhidráttal tartalmazó üvegasszfaltoknál már a csökkenő tendencia jóval kisebb mértékű (ciklusonként max 0-1%). $ITSR_{04-6}$ esetén a referencia keveréknel már egyértelműen kedvezőbb eredmények adódtak. Érdekes megfigyelni, hogy a további ciklikus öregítés hatására sem mutatott markánsan gyengébb tulajdonságot a 15%-ról 30%-ra történő üvegasszfalt adagolás.

4.7. Keréknyomképződés

Az e-UT 05.02.11:2019 - Útpályaszerkezeti aszfaltburkolatok keverékeinek követelményei alapján könnyű és normál igénybevételi kategóriában nem támasztunk előírt követelményt keréknyomcsodási ellenállás tekintetében. Fokozott igénybevétel esetén B 50/70-es útpépítési bitumen használata mellett kiskerekű berendezéssel levegőn mért keverék fajlagos nyommélysége 10 000 terhelési cikluson maximálisan 7% lehet. A 12. ábrán látható a keverékeken mért fajlagos nyommélységek átlagai. A referencia keverék ellenálló tulajdonságát mutatja, hogy teljesíti a fokozott igénybevételi kategória előírt értékét, amely határt egyik üvegasszfalt keverék sem érte el. Keréknyomképződés tekintetében megfigyelhető mind az üvegadagolás nagyságának rontó hatása, mind a mészhidráttal adagolás jótékony hatása.

A 3AC11MH_15 keverék megközelíti az előírt határértéket, kissé más összetétellel, vagy ismételt vizsgálat esetén feltételezhető, hogy teljesíteni is tudná azt. Érdekes,



11. ábra: Ciklusok előtt és minden második ciklus után mért ITS hasító-húzó szilárdság eredményei

hogy a 3AC11_15 keveréknel még a 4% mészhidráttal készült 30%-os üveg adagolású keverék is kedvezőbb keréknyomképződési ellenállást mutatott, ami még inkább annak jótékony hatását igazolja.

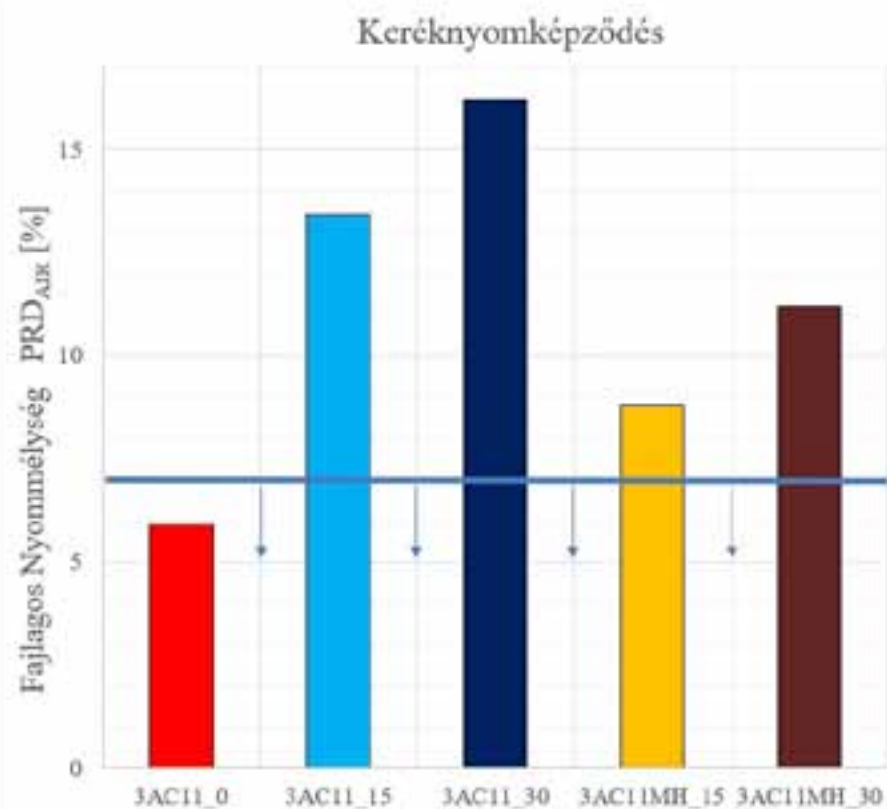
A mészhidráttal nem tartalmazó keverékek eredményei a szakirodalomban sokkal inkább kiemelt vízérzékenységi hajlammal talán még érzékenyebb tulajdonságára hívják fel a figyelmet az üvegasszfalt keverékeknek.

5. Összefoglalás

- Az Európai Parlament és a Tanács 2008/98 EK irányelve szerint minden tagállamnak 2020-ig teljesítenie kell a települési hulladékok 50%-os újrahasznosítását, üveg-hulladék esetén ez kb. 35% hazánkban. Magyarországon és néhány egyéb tagállamon kívül csomagolási hulladék újrafeldolgozás terén az Európai bizottság által előírt cél-értéket a legtöbb tagállam teljesíti.
- Magyarországon rendelkezésre áll aszfaltkeverékek gyártására alkalmas folytonos szemeloszlású 0/4-0/8-as zúzott hulladéküveg, melyet közvetlenül (további törés és idegenanyag válogatás nélkül) lehetne alkalmazni.
- Az üveg-hulladékkezelő központok közvetlen környezetében található számos üzemelő aszfaltkeverő telep, amelyek potenciálisan olcsó szállítási költség mellett tudnák fogadni az alapanyagot.
- Az üveg kb. 10-15%-kal alacsonyabb térfogatsúllyal rendelkezik az általánosan használt útpépítési zúzottkövekkel (a kutatásban használt Nógrádkövesd NZ 0/4 2,86 kg/Mg, míg Fer-Marik ZÜ 0/5 2,49 kg/Mg). Ennek köszönhetően az üvegasszfalt testsűrűsége alacsonyabb, az asz-

	3AC11_0_5,7	3AC11_15_5,2	3AC11_30_5,0	3AC11MH_15_5,3	3AC11MH_30_5,2
ITSR [-]	101,3	88,5	89,6	92,4	92,5
ITSR ₀₂ [-]	91,7	88,9	93,1	95,5	88,2
ITSR ₀₄ [-]	79,4	79,9	84,7	85,6	86,8
ITSR ₀₆ [-]	80,2	78,8	77,8	90,1	89,6

6. táblázat: ITSR és $ITSR_{0n}$ értékek keverékek szerint



12. ábra: Fajlagos nyommélység a vizsgált keverékeken

faltbeton testsűrűségénél, amely nagyobb termelékenységet tud eredményezni beépítéskor.

- Alacsony (0-30%) zúzottüveg adagolási tartományban az üveg adagolásának növelése mellett a keverékek bitumen igénye csökken. A kutatásban használt kötőanyag és kőanyagok használata esetén az optimális 5,7%-os bitumentartalom 15%-os zúzottüveg adagolás esetén 0,4-0,5%-kal csökken, míg 30%-os adagolás esetén kb. 0,5-0,7%-kal.
- A zúzottüveg adagolása mellett 20-30%-ig az aszfaltkeverékek merevsége növekszik, mészhidrát hozzáadása mellett feltételezhető, hogy öregedés hatására a merevség csökkenése kisebb mértékű.
- 30%-os zúzottüveg adagolásig ITSR 80% biztosítható, mészhidrát adagolása mellett a vízerzékenység kockázata még jobban csökken, kipergésre kevésbé hajlamos kopóréteget lehet vele elérni, a keverék tartóssága még jobban biztosítható.
- 30%-os adagolásig könnyű (P) és normál (N) igénybevételű utaknál kopórétegbe beépíthetőnek bizonyul a vizsgálatok alapján.
- Fokozott (F) igénybevételi kategória esetén alacsonyabb forgalmi terhelés esetén (C esetleg D) 5-15 %-ban tapadásjavítószert használata esetén (pl. mészhidrát) alkalmas lehet kopórétegben. Azonban magasabb adagolás és adalékszer hiányában kritikus lehet keréknyomképződése a keveréknek.

6. Felhasznált irodalom

1. K. Afshinnia, P.R. Rangaraju: Influence of fineness of ground recycled glass on mitigation of alkali-silica reaction in mortars, Construction and Building Materials 81, 257–267 2015
2. H. Behbahani; H. Ziari, N. Kamboozia; A. Mansour Khaki; S. M. Mirabdolazimi: Evaluation of performance and moisture sensitivity of glassphalt mixtures modified with nanotechnology zycosoil as an anti-stripping additive, Construction and Building Materials, 78, 60-68; 2015
3. COM (2018) 656 final Az Európai Bizottság jelentése az Európai Parlamentnek és a Tanácsnak, Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának: A hulladékokkal kapcsolatos uniós szabályozás végrehajtásáról, és ennek részeként a települési hulladék újrahasznosítására/újrafeldolgozására vonatkozó 2020-as cél elérése terén elmaradó tagállamokra vonatkozó korai előrejelző jelentésekről, Brüsszel; 2018
4. Európai Parlament és a Tanács 2008/98/EK Irányelve: A hulladékról és egyes irányelvek hatályaon kívül helyezéséről; M4 módosítás Az Európai Parlament és a Tanács 2018
5. FKF Zrt. Környezetvédelmi osztály: XV. Nemzetközi Köztisztasági Szakmai Fórum; 2010
6. Hawken P, Lovins AB, Lovins LH.: Naturalcapitalism: the next industrial revolution, 1sted. US Green Building Council; 2013
7. Kálnai M., Kálnai G.: Építsünk Üveghegyet?! HOE évkönyve 2011
8. D. Lesueur, J. Petit, H.-J. Ritter: The mechanisms of hydrated lime modification of asphalt mixtures: a state of the art review, Road Materials and Pavement Design, 14, 1–16; 2013
9. G. W. Maupin: Effect of glass concentration on stripping of glassphalt, Virginia Transportation Research Council Final Report, 1-20; 1998
10. Mike G.: A logisztika környezetvédelmi kérdései és a Reverse Logistics, BKÁE 19. sz. műhelytanulmány; 2002
11. M. Nazirizad, A. Kavussi, A. Abdi: Evaluation of the effects of anti-stripping agents on the performance of asphalt mixtures, Construction and Building Materials, 84 (Supplement C) 348–353; 2015
12. Rosta Sz.: Drénaszfalt és aszfaltbeton kopóréteg öregedésének vizsgálata ciklikus fagyasztással, Bsc. Diplomamunka Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 26-31; 2016
13. G. H: Shafabakhsh; Y. Sajed: Investigation of dynamic behavior of hot mix asphalt containing waste materials, case study, Glass cullet Case Studies in Construction Materials, 96-103; 2014
14. www.kvvm.hu/szelektiv/mi_lesz_belole.php
15. www.maltha.hu, prospektus; 2014
16. www.okoregio.com, A szelektív hulladékgyűjtés magyarországon, cikk; 2017

Budapest, Nagykörút menti kerékpáros kapcsolat tanulmányterve, biztonságos kerékpározhatóság vizsgálata

Csabai Cintia Noémi



Budapesti Közlekedési Központ
Innovációs munkatárs

Előzmények

A budapesti Nagykörút a fővárosunk egyik legfontosabb közlekedési útvonala és számtalan szabadidős tevékenységnek is helyszínt ad. A Margit hidat a Petőfi híddal összekötő belvárosi haránt irányú, 5 kerületen áthaladó útszakaszán lehetőségek tárháza áll a városlakók rendelkezésére. A Nagykörúton fontos, hogy minden közlekedő megtalálja a számításait. Jelenleg viszont nem ez a helyzet: a folyamatos forgalmi torlódások miatt az autóval közlekedők nem tudnak haladni, a villamosok a lámpák szabályozása miatt hátráltatva vannak, a kerékpározók megfelelő infrastruktúra hiányában nem tudnak biztonságosan közlekedni, a gyalog közlekedők számára nem feltétlenül áll rendelkezésre megfelelő szélességű gyalogos felület. Mindezek miatt a Nagykörúton belátható időn belül szükséges forgalmi változtatásokat tenni.

Kérdőívek kiértékelése

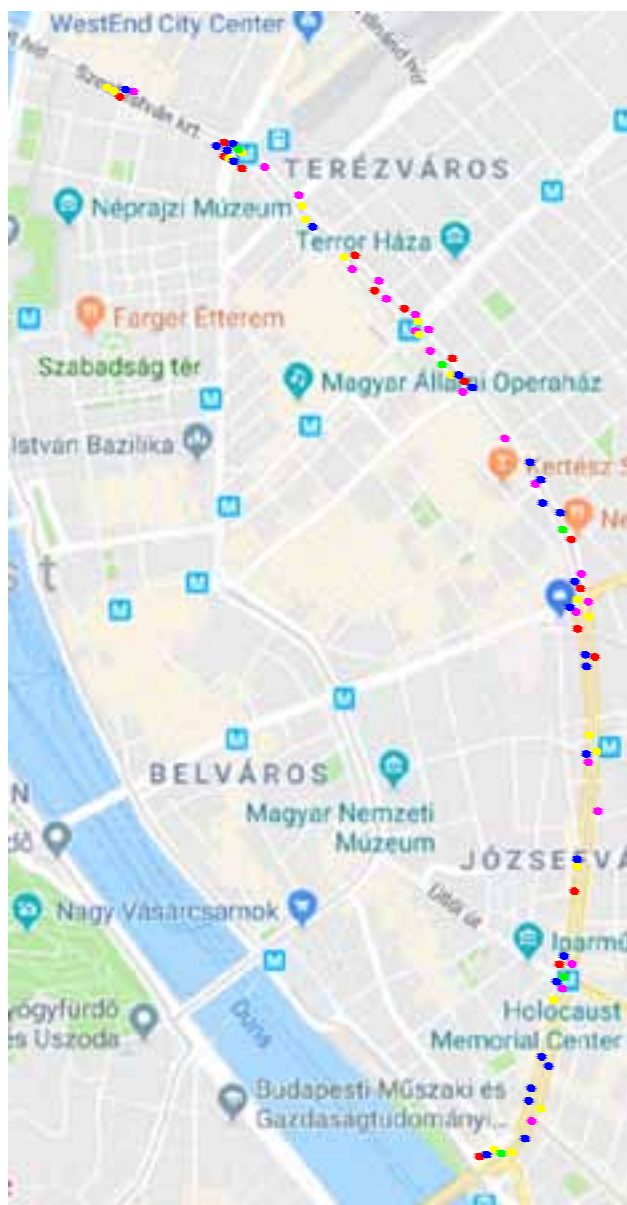
Szakdolgozatomban a Nagykörutat kerékpáros szempontból közelítettem meg, olyan változatok vizsgálatával, amikkel kerékpárbaráttá, biztonságosan kerékpározhatóvá alakítható a Nagykörút. Elsőként egy kérdőíven keresztül készítettem egy tájékoztató felmérést, amiben a kitöltők kerékpározási szokásaira voltam kíváncsi.

Budapest, Nagykörút menti kerékpáros kapcsolat tanulmányterve
1. sz. melléklet Kérdőív

2. korosztály
 3. Rendelkezik jogosítvánnyal?
 4. Milyen rendszerességgel használja autóját a belvárosban, a Nagykörúton?
 5. milyen gyakran közlekedik kerékpárral?
 6. leggyakrabban melyik napszakban közlekedik kerékpárral? (több válasz is megjelölhető)
 7. munkaeszközként használja a kerékpárt?
 8. Hol tárolja kerékpárját?
 9. gépjárművét vagy kerékpárját használja szívesebben a Nagykörúton?
 10. Ha a Nagykörút vonzáskörzetében van a célállomása, a Nagykörúton kerékpározik vagy a mellékutakat használja?
 11. Milyen utazási céllal kerékpározik leggyakrabban a Nagykörúton?
 12. milyen gyakran közlekedik a Nagykörúton a Jászai Mari tér Blaha Lujza tér között kerékpárral?
 13. milyen gyakran közlekedik a Nagykörúton a Blaha Lujza tér és a Boráros tér között kerékpárral?
 14. Leginkább a Nagykörút mely részét használja kerékpáros közlekedésre?
 15. Került-e már közlekedési konfliktusba kerékpárosként gépjármű vezetővel vagy gyalogossal?
Ha igen, hol és mi volt a közlekedési szituáció?
 16. Került-e már közlekedési konfliktusba gépjármű vezetőként kerékpárossal?
Ha igen, hol és mi volt a közlekedési szituáció?
 17. Kerékpárját azért használja, mert az elsődleges szempont a
 18. Milyen forgalomtechnikai hibákat tudna említeni, amivel a Nagykörúton találkozott?
 19. Milyen megoldást javasolna, hogy a Nagykörúton biztonságosan lehessen kerékpározni?
- Értékelés: (egy-től tízes skála egy-nem-tíz-igen)
1. elégedett a Budapest kerékpározásra alkalmas útjaival mennyiségi szempontból?
 2. elégedett a Budapest kerékpározásra alkalmas útjaival minőségi szempontból?
 3. Biztonságosnak tartja a kerékpáros közlekedést a Nagykörúton?
 4. Kerékpárosként betartja a KRESZ szabályait?
 5. elfogadható megoldásnak tartja a buszsávval közös kerékpársávot a Nagykörúton?
 6. elégedett a nagykörúti kerékpártámaszok mennyiségével?

- akadálymentesnek tartja a Nagykörúthoz kapcsolódó kerékpárutakat?(aluljáró használat)
- Szívesen kerékpározik gépjárművek mellett a Nagykörúton?
- szívesen kerékpározik a gyalogosokkal egy szintben a Nagykörúton?
- szívesen kerékpározik a gyalogosok között a Nagykörúton?
- Jó megoldásnak tartja a kerékpáros felállóhelyek kialakítását a Nagykörúton? (gépjárművek előtt felfestett része a forgalmi sávnak, ahova a kerékpáros állhat piros lámpa esetén)
- Gépjárművezetőként gyakran parkol a Nagykörúton?
- Gépjárművezetőként megfelelő mennyiségű parkolóház esetén a parkolna közeli mellékutcában található parkolóházban?

A két leglényesebb kérdés, a kerékpározásra használt útfelületre illetve a kerékpározási kedv, szándék meglétére vonatkozott. Ezekből kiderült, hogy sokan az infrastruktúra hiánya miatt nem kerékpároznak ezen az útvonalon, nem tartják kellően biztonságosnak az autók közötti kerékpározást. Az útfelület használatára vonatkozóan négy



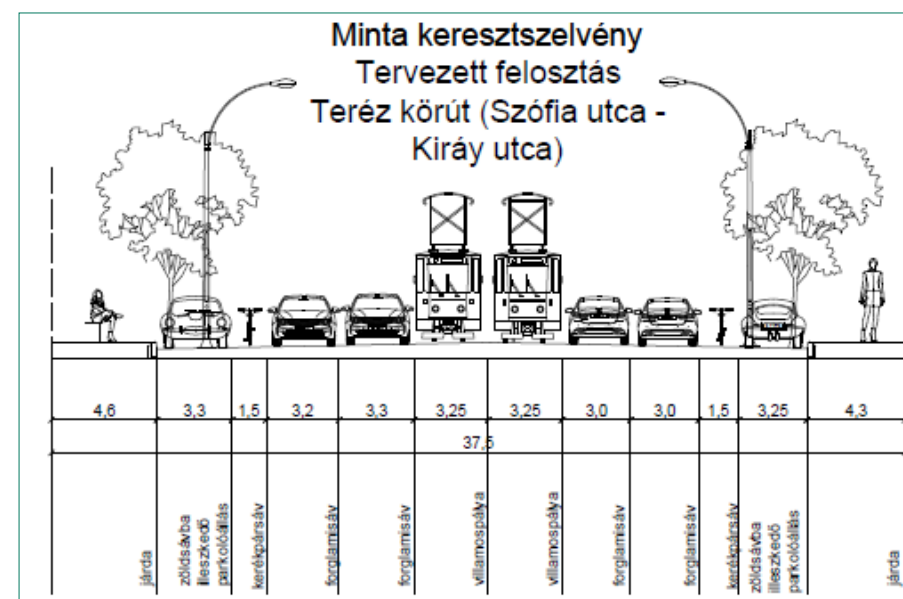
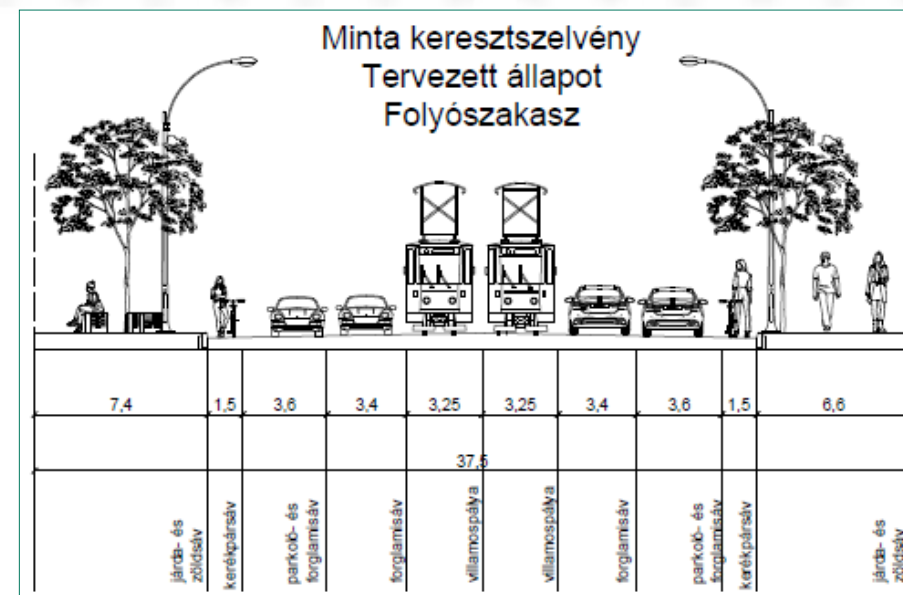
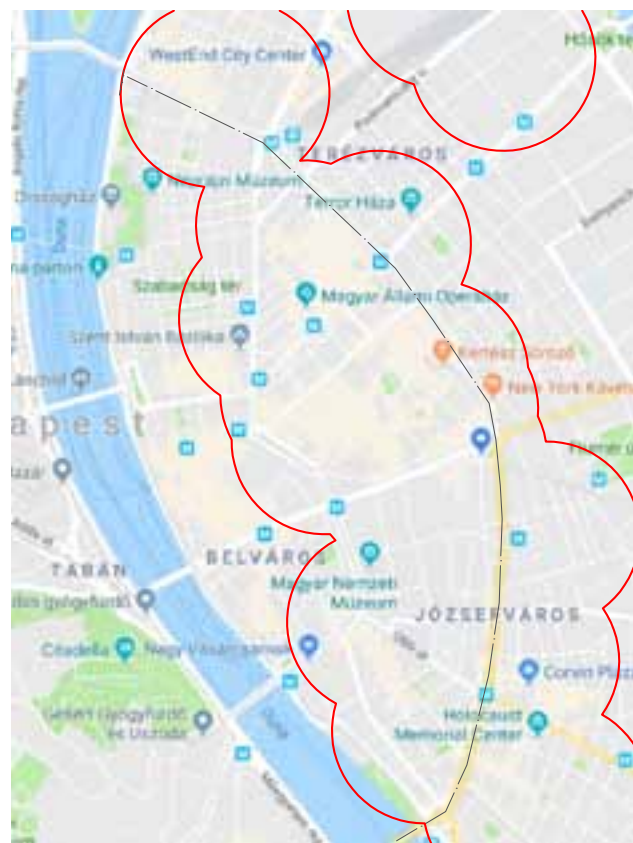
választási lehetőségük volt a kitöltőknek: járda, forgalmi sáv, lehetőség szerint parkolósáv, villamospálya. A hatályos KRESZ szabályoknak megfelelően a Nagykörúton jelenleg a külső forgalmi sáv jobb széle használandó annak, aki kerékpárral közlekedik. A kitöltők közel 70%-a ennek megfelelően közlekedik (ebből arra is lehet következtetni, hogy a kerékpárral közlekedők ismerik a KRESZ-t, és azt betartva kerékpároznak). Több kérdés esetén volt lehetőség szabadszavas választ is adni, amik közül egy kifejezetten jól összefoglalja a jelenlegi kerékpározási lehetőségeket: „Jelenleg nem túl biztonságos bringázva a forgalmi sáv, azonban a járdán való tekerés talán még rosszabb.”

Baleseti térkép

A dolgozat részeként készült egy baleseti térkép is, amelyen a 2013. január és 2017. május közötti baleseti adatok kerültek szerepeltetésre. Ebből kiderül, hogy a Nagykörúton öt olyan csomópont van, ahol kiemelkedően sok kerékpár érintettségű baleset volt ebben az időszakban. Ezek a Nyugati Pályaudvar, Oktogon, Király utca, Blaha Lujza tér és a Corvin-negyed.

Parkolás kontra kerékpársáv

A Nagykörúton az egyik legnagyobb problémát a parkolás jelenti. Ehhez kapcsolódóan készült a tanulmány részeként parkolási mérleg illetve parkolóházak felmérése, azok területi lefedettsége is megvizsgálásra került. A Nagykörúton készített parkolási mérlegből kiderült, hogy a Margit híd és a Petőfi híd közötti útvonalon összesen 589 db parkolóhely található. A parkolóházak esetében fontos szempont volt, hogy a Nagykörúttól a parkolóház maximum 400 méterre legyen, ugyanis átlagosan 400 m az a maximum távolság, amelyet a város lakó legfeljebb sétál, hogy eljusson az



útcéljáig. Ezek alapján 22 db olyan parkolóház található a Nagykörút vonzáskörzetében, amely megfelel ennek a szempontnak.

Ez összesen hozzávetőlegesen 4466 db parkolóhelyet jelent. Általánosságban elmondható, hogy a parkolóházak nagyságrendileg 75 %-os kihasználtsággal működnek, de ebben lehet kisebb nagyobb eltérés. A Nagykörúton található összes parkoló a parkolóházak által biztosított helyeknek csupán a 13,2%-át jelentik. Ebből arra lehet következtetni, hogy fizikai akadályba nem ütközne a nagykörúti parkolóhelyek átirányítása az adott parkolóházakba.

Ezek alapján két általános keresztmetszeti elrendezés javasolható a Nagykörúton. Az egyikben a parkolósáv teljes megszüntetése mellett irányhelyes kerékpársávok kerülnek kialakításra. A rendelkezésre álló útpályán átépítés nélkül, a keresztmetszet újra osztásával 1,5–1,7 m széles kerékpársávok kialakíthatók, a forgalmi sávok megtartása és minimális szélesítése mellett. A másik változatban szintén kialakításra kerül az irányhelyes kerékpársáv 1,5 méter szélességben, viszont a parkolóhelyek részleges megtartása is megoldott oly módon, hogy a zöldszávbba lehetőség szerint beleillesztésre kerülnek. Csak olyan helyszínek javasoltak, ahol az intézkedés nem jár fakivágással, illetve berendezési

tárgy mozgatásával. Ezzel a kialakítással a meglévő parkolóhelyek kb. 30%-a megtartható a jelenlegi forgalmi sávok szélességének és számának megtartásával illetve a megfelelő biztonsági távolságok megadásával.

A baleseti térképből származó adatok alapján készült több helyszínrajz is, amelyeknek alapját az ÜME adta, emellett kiemelt figyelmet kapott a környezetvédelem és a gazdaságosság is. Folyópályán adott a kerékpársávok kialakításának lehetősége a fent leírtak alapján, de a villamosmegállóknál nincs lehetőség parkolásra, így nem volt opció a parkolósáv átalakítása. A legtöbb esetben a járdán lehetőség van a kerékpárforgalmi infrastruktúra felvezetésére, ám ahol szűkebb a rendelkezésre álló hely, ott a folytonosság megteremtése céljából javasolt a külső forgalmi sáv kerékpársávvá alakítása. A járdára való felvezetés esetében mindenképpen fontos azt megjegyezni, hogy ilyenkor szükségszerű a két eltérő sebességű közlekedő elválasztása akár fizikailag, akár eltérő burkolattal a balesetek elkerülése miatt.

Környezetvédelem, egészséges életmód

A Fővárosi Közgyűlés által elfogadott Budapesti Mobilitási tervben Budapest kitűzött célja a kerékpározás modal split növelése a jelenlegi 2%-ról 10%-ra. A Nagykörúton a hiányzó kerékpárforgalmi infrastruktúra egyértelműen reális

közlekedési alternatívát jelentene, kerékpárbarát kialakítása kiemelt vonzerővel bírna olyanok számára is, akik nem teljes magabiztossággal tudnak kerékpározni a forgalmi sávokban. Fontos megjegyezni azt, hogy egy látványosan hiányzó infrastruktúra elem valósulna meg, amelynek köszönhetően kevesebb konfrontáció alakulna ki a különböző közlekedési szereplők között, előreláthatóan kevesebb baleset történne. Nagy előnye a tervezett kialakításnak, hogy ezzel élhetőbb belváros alakulna ki, remélhetően kisebb gépjármű forgalommal, ami jobb levegőminőséget eredményez. Utolsó szempontként megjegyzendő, hogy a kerékpárbarát infrastruktúrával a városlakók ösztönözhetőek a testmozgásra, aminek egyértelmű egészségi és gazdasági előnyei is kimutathatók.

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a Budapesten kiemelten kezelendő a kerékpározás és más aktív közlekedési módok kérdése; nem csak a Nagykörúton hiányzik a kerékpárforgalmi infrastruktúra, ezen kívül számos más példa is említhető lenne. Elengedhetetlen, hogy a szemlélet változzon a tervezések kapcsán: „Könnyen elérhetővé kell tenni a közlekedési lehetőségeket közül a környezetünket kevésbé terhelő közlekedési módokat, segíteniünk kell a gyalogos, kerékpáros és közösségi közlekedés magától értetődő, mindennapi használatát.” (Budapesti Mobilitási Terv)



A XIII. Fiatal Mérnökök Fórumának Zsűrije, és a délutáni elnök, Nyíri Szabolcs

Írjuk együtt, szerkesszük együtt, **vitassuk meg!**

A közlekedéscélpítési szakterület
mérnöki és tudományos folyóirata

UT

útügyi LAPOK

Egyéni tudományos haladáshoz
hazai publikációs platform
PhD hallgatók, kutatók részére

Olvasd itt:

<http://utugyilapok.hu/>

Kommentáld, korrigáld, szólj hozzá itt: <https://www.facebook.com/Utugyilapok/>

LEKTORÁLT
FOLYÓIRAT

Felsőzsolcai keverőtelep fejlesztése, új aszfaltkeverő telepítése

Kincses Bence



COLAS Út Zrt.
munkahelyi mérnök

Az idei évben megrendezésre kerülő HAPA fiatal mérnökök fórumán volt lehetőségem képviselni a Colas Út Zrt.-t. A prezentációm a felsőzsolcai keverőtelep fejlesztéséről, új aszfaltkeverő építéséről készítettem.

A Colas Út Zrt. jelenleg 8 aktív keverőteleppel rendelkezik. Ebből 3db keverő a nyugati, 5 pedig Kelet Magyarországi Igazgatósághoz tartozik. A keleti régióban a felsőzsolcai keverő az egyik legjelentősebb szerepet tölti be, mivel stratégiailag jó az elhelyezkedése. A keverő által kiszolgált régió az egyik legerősebb az országban.

Az elmúlt évek alatt sokat dolgoztunk Észak-Magyarországon ezen régiójában felújítási és új építési projekteken. A jövőben továbbra is számításba vettük Észak-Magyarország ezen régiójában lévő közúti, városi felújítási, új építési, az M3-as felújítási és az M30 autópálya új építési és felújítási projekteit, amelyek nagy igényt támasztanak a keverőtelep felé. Ebből adódóan, a 2018-as évhez képest a tervezett éves aszfalttermelést jóval 150 000 tonna felé terveztük, illetve 2020-ra 300 000 t feletti gyártás van tervben.

Mind ezek mellett, a régióban Ipari értékesítésünk is jelentős ezért mindenképpen figyelembe kellett venni, hogy esetleges kapacitáshiány miatt ne veszítsünk jelenlegi aszfaltvásárló partnereket. A fentiek miatt vált indokoltá a telep fejlesztése, egy nagyobb kapacitású aszfaltkeverő gép vásárlásával.

A beruházás előtt egy Benninghoven TBA 180U típusú keverő működött a telephelyen. A kapacitása 160-180 t/óra, ami a jövő évekre tervezett aszfaltmennyiségeket nem tudta volna kiszolgálni. A régi keverő helyett egy új Amman Unibatch 240p típusú aszfaltkeverő gépet vásároltunk, aminek névleges kapacitása már 240t/óra. A beruházás értéke meghaladta az 1 Mrd Ft-ot, melyet 100%-ban saját forrásból tudtuk megvalósítani.

Az új keverőgép lényegesebb paramétere:

- 8 előadagoló,
- bitumenhabosítóval kialakított bitumenrendszer,
- 4 db elektromos fűtésű bitumentároló tartály,
- két 50 köbméteres mészke sziló,
- egy 80 köbméteres sajátpor sziló,
- valamint hat 300 tonna kapacitású készanyag tároló tartozik.

A telephely fejlesztéseit mindenképpen a téli leállás időtartama alatt

kellett elvégezni, annak érdekében, hogy 2018-ban végig használni tudjuk a keverőt. A Benninghoven 2006 nyaratól 2018 novemberig üzemelt. 2018.11.10-én kezdtük meg a gép bontását, majd ezt követően átszállítottuk egy cégcsoporton belüli másik keverőtelepre, Jánosházára, ahol 2019 év eleje óta aktívan működik. A bontási munkálatok nagyjából 30 napot vettek igénybe. Az új keverő építését december közepén kezdtük el, ez viszont sok nehézséget okozott, pl a betonozási munkálatokat december/januárban kellett elvégezni, amelyre nehéz volt alkalmas kivitelezőt találni. Végül az új gép építést időre sikerült befejezni, így 2019 áprilisában üzembe tudtuk helyezni az új korszerűbb, energiahatékonyabb, környezetbarátabb keverőt.

Energiahatékonyság szempontjából, a keverő dobszályozása frekvenciaváltóval szoftveresen vezérelhető, így a köváz hőmérséklete pontosabban beállítható, ami kevesebb energiafelhasználást eredményez. Korszerűbb égőfej található a keverőben, amely finomabb hangolási lehetőséget biztosít. A géphez 6 db szigetelt készanyag tároló tartozik aminek köszönhetően hosszabb ideig tárolható a kész, gyártott aszfalt. A 6 db tároló körülbelül 240 tonna készanyag tárolására képes.

A lakosság nyugalmanak biztosítása érdekében cégünk valamennyi telephely esetében kiemelt figyelmet fordít a környezet védelmére, a környezetterhelés minimalizálására. Fentieknek megfelelően a felsőzsolcai beruházás keretében – önkéntes alapon – olyan fejlesztéseket is megvalósítottunk, melyek kifejezetten az esetleges zavaró hatások minimalizálását hivatottak szolgálni.

A keverő burkolt gépvázzal rendelkezik, tehát keverés közben zárt térben marad az anyag, ami kevesebb port, aszfaltgőzt és füstöt eredményez. A bitumentartály parknál közös szellőztető és szagátalmatlanító rendszert építettünk ki, így a tartályokból a korábbi rendszerben kipárolgó bitumengőz ezentúl egy közös levegőcsőbe lesz összegyűjtve, melyből egy szagközömbösítő berendezésen keresztül jut ki a környezetbe. Továbbá a bitumen lefejtés folyamatát zárttá tettük, azáltal, hogy a bitumen tartályok feltöltése



közben az abból kiszoruló bitumengőzős levegőt egy másik csövön keresztül visszavezetjük a feltöltést végző tartályautóba, így a bitumengőz csak nagyon kis mértékben kerülhet ki a környezetbe.

A keverőtelepen újrafeldolgozó rendszer is működik, különálló mart aszfalt előadagolóval. Így a cég Felsőzsolcán is képes mart aszfaltból, környezetbarát módon olyan új aszfaltkeveréket előállítani, ami a legszigorúbb uniós környezetvédelmi előírásoknak is megfelel.

A 2019-es év végéhez érve, elmondhatjuk, hogy mind környezetvédelmi, energiahatékonysági, mind gyártás szempontjából, az új keverőgép teljesítette az elvárásainkat.



Tevékenység neve	Előirányzott kezdés	Befejezés	Állás
F25 AMMANN HAMP INSTALLATION - F25 AMMANN keverő telepítése	271 nap P 18.07.20. P 18.08.02.		
Előkészítés	75 nap P 18.07.20. Cs 18.11.01.		
Bontási és építési munkák	101 nap Sz 18.11.01. P 19.01.29.		
Bontási munkák / BENNINGHOVEN TBA 180/	30 nap Sz 18.11.01. Cs 18.12.20.		
Építési munkák / AMMANN UNIBATCH 240/	76 nap Sz 18.12.15. P 19.03.29.		
Befejezési munkák / AMMANN UNIBATCH 240/	90 nap H 19.04.01. P 19.08.02.		

A Magyar Közút NZrt. által kezelt kerékpárutak burkolatállapotának felmérése

Vásárhelyi Gergely



Magyar Közút NZrt.
Adatbanki mérnök

Jogsabályi kijelölés alapján a Magyar Közút Nonprofit Zrt. a 2018. évben több mint 1000 km külterületi, főutakkal párhuzamos kerékpárút kezelését kezdte meg. A feladathoz kapcsolódóan új módszert kellett kidolgozni a kezelésbe vett kerékpárutak útállapot felmérésre, mivel a közutakon végzett Roadmasteres állapotfelmérés a kerékpárutakon nem valósítható meg, viszont a kezelésbe vett kerékpárutak burkolatállapotának ismerete nélkülözhetetlen az objektív adatokon alapuló, hatékony forráselosztáshoz, segíti a beavatkozások ütemezését, és segít megválasztani a beavatkozások típusait. Hosszú távon a burkolatállapot-adatok idősoros elemzésével megfigyelhetővé válik a különböző burkolatú kerékpárutak leromlása, valamint a felújítások hosszú távú hatása.

A Magyar Közút Nonprofit Zrt.-nél jelenleg alkalmazott kerékpárútállapot felmérési módszer első lépése útvideók rögzítése kerékpárról. A videók felvétele gps modullal



1. ábra felméréshez használt kerékpár

felszerelt akciókamerával szakaszonként történik, hogy egy-egy videó egyértelműen párosítható legyen a hozzá tartozó gps nyomvonallal. A kamera a kerékpár hátsó csomagtartójára kerül rögzítésre, így a kiértékelést zavaró kormánymozgás nem jelenik meg a felvételeken és a videók a felvételt készítőktől függetlenül hasonló magasságból és szögben készülnek.

Következő lépésként az elkészült videók és a rögzített nyomvonalak az akciókamera gyártói programjával összefűzésre kerülnek. A program szabványos .mp4 .gpx és .csv kimeneteket állít elő minden rögzített szakaszhoz, majd a Magyar Közúton belül fejlesztett programmal az elkészült videók és nyomvonalak a Roadmaster G készülék által ismert, OKA adatbázison alapuló helyazonosítást kapnak, miközben a program a hátrafelé rögzített videók menetiránynak megfelelő átforgatását is elvégzi.

A helyazonosított videók értékelése házon belül fejlesztett értékelő programmal történik. A program a felvételek számítógépen való megjelenítése közben a videó képkockáihoz tartozó nyomvonal koordinátákat egy Roadmaster G készülékre küldi, ami a képernyőn megjelenő és a készüléken jelzett hibák koordinátáit és típusát eltárolja. A koordinátáikkal rögzített hibákból összeállt hibalistákat minden megyéből megküldik a központba összesítésre. A megyei hibalistákat végül egy összesítő program olvassa be. A program a Magyar Közút NZrt. kezelésébe tartozó hálózatot az elemzés célja szerint beállítható hosszúságú szakaszokra darabolja, a beolvasott hibalisták minden hibáját szakaszhoz rendeli és a hibatípusnak megfelelő súlyozással látja el. A szakaszok osztályozása a rájuk eső hibák száma és típusa szerint történik. Az így előállt eredmények az Országos Közúti Adatbankba importálhatók, így idősoros nyilvántartásuk is megoldható.

A kerékpáros burkolatállapot felmérés 4 csoportban a következő 16 féle hibatípust veszi figyelembe, valamint külön értékeli a víztelenítés minőségét is.

1. Felületi bomlás, növényzet áttörése
 - Felaprózódás, sávos helyreállítás megbomlása burkolatszélén
 - Felületi bomlás nem burkolatszélén
 - kiperégés bomlás (lokálisan)
 - kátyú
2. Burkolat deformáció, gyökérfelnyomás
 - Szakaszos, kismértékű deformáció
 - Szakaszos, nagymértékű deformáció
 - Pontszerű, kismértékű süllyedés, gyökérfelnyomás
 - Pontszerű, nagymértékű süllyedés, gyökérfelnyomás
3. Hosszirányú repedések
 - 1 cm-nél keskenyebb repedés, nem burkolatszélén

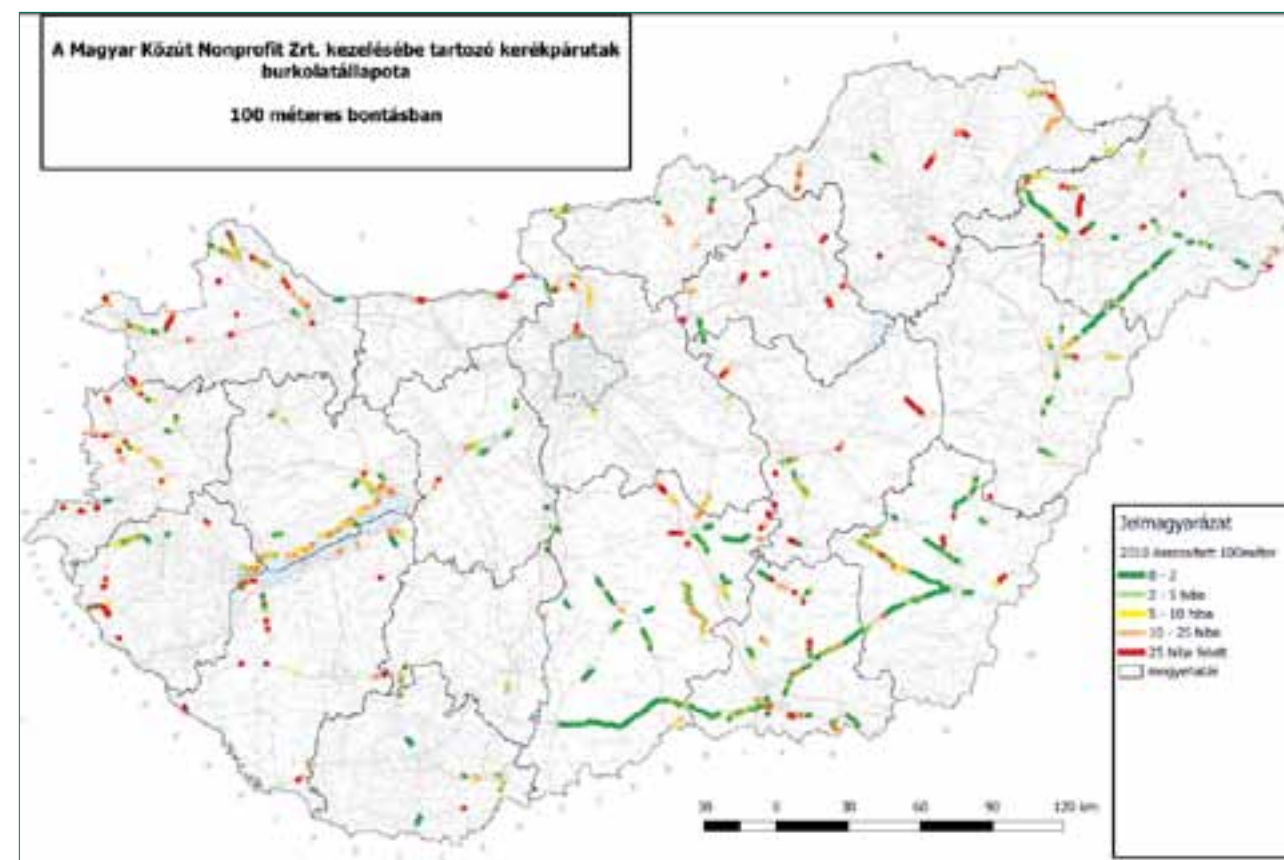
- 1 cm-nél szélesebb repedés, nem burkolatszélén
- Burkolatszél repedés
- Burkolatszél letörés

4. Keresztrepedések, elágazó repedések
 - Elágazó, tömbhálós repedés
 - Mozaikos repedés
 - 2 cm-nél keskenyebb keresztrepedés
 - 2 cm-nél szélesebb keresztrepedés

A 2018. évi felmérést 100 méteres alapszakaszokra vetítve végeztük, ennek eredményeiből kiderült, hogy az átvett kerékpárutak burkolatállapota Fejér megyében a legjobb, Komárom-Esztergom megyében a legrosszabb, valamint országosan átlagosan 18 burkolathiba esik egy 100 méteres szakaszra. A felmért szakaszok burkolatállapota térképen is megjelenítésre került, valamint meghatározásra került országosan a hibatípusok eloszlása és a legjellemzőbb hibatípus is, amely a keresztrepedések típusa.

Megye	megyei szakaszok hossza [km]	Burkolathibák száma 100 méterenként átlagosan
Baranya megye	16	7,52
Bács megye	163	11,69
Békés megye	153	12,82
Borsod-Abaúj-Zemplén megye	45	23,35
Csongrád megye	126	12,97
Fejér megye	20	6,24
Győr-Moson-Sopron megye	70	27,43
Hajdú-Bihar megye	60	8,14
Heves megye	18	37,83
Komárom-Esztergom megye	12	49,89
Nógrád megye	13	12,18
Pest megye	38	12,20
Somogy megye	29	28,60
Szabolcs-Szatmár-Bereg megye	89	19,31
Jász-Nagykun-Szolnok megye	35	33,59
Tolna megye	9	11,81
Vas megye	35	21,11
Veszprém megye	60	13,99
Zala megye	77	20,66
Országos átlag	1 066	18,03

2. ábra Átlagos hibaszámok megyénként



A Magyar Közút NAVDATA térképének pontosítása, topológiájának konkurens, verziókövetett szerkesztése

Kádár Iván



Magyar Közút NZRt.
adatbanki mérnök

Mi a NAVDATA?

Az OKA2000 az állami kezelésű közutak adatait nyilvántartó komplex rendszer. A NAVDATA állomány a rendszer térbeli megjelenítését biztosító úthálózati váz. Formátumát tekintve ez egy EOV vetületű Esri Shape állomány, ami közel 35 000 km hosszú hálózatot fed le.



A NAVDATA állományok tárolása, változások követése korábban

A térképi állomány változásainak tárolására több megoldás is volt az évek során a Közútnál. Egy darabig az ArcGIS rendszer által támogatott personal geodatabase, illetve file geodatabase formátumba történtek a módosítások utáni változatok mentései. Ezt követően évenkénti mappákba kerültek a Shape fájlok lementésre.

Ezek a megoldások több problémát is felvetettek:

- Nehezen követhető térképi változások, ugyan egy különálló táblázatba felvihetőek, hogy mi módosult, de a rendszer ezt nem követeli ki a felhasználótól.
- Egyszerre egy ember módosíthatja az állományt, nem lehet párhuzamosítani a feladatokat.
- Ha mégis többen dolgoznak az állományokon, és nem egyeztetnek megfelelően, akkor párhuzamos verziók jöhetnek létre.
- Nem lehet egyértelműen beazonosítani utólag, hogy melyik módosítást ki, mikor, melyik fájlba tette bele.

Új igények, növekvő elvárások

Új igényként jelent meg, hogy a közút vegyen át kezelésre az önkormányzatoktól kerékpárutakat is, aminek a nyilvántartását integrálni kellett az OKA2000 rendszerbe.

A technika fejlődésével elvárható és elvárt lett, hogy a korábban elnagyolt geometriai nyilvántartás minél inkább a valósághoz közelítően tartalmazza az úthálózatot.

A 2000-es évek elején ugyan történt egy egész országot lefedő GPS-es felmérés, azonban az akkori (nem geodéziai) pontosságból adódóan több méteres elrajzolások maradtak az állományban. Ezen tovább rontott, hogy a későbbi változások felvétele sok esetben nem tervek, csak szemrevételezések és a kilométer, méter szelvények közötti megadásával történtek.

Az új térképszerkesztő és nyil-



vántartó rendszernek a geometriai pontosság növelésén túl biztosítania kellett, hogy többen szerkeszthessék az állományokat, lehessen követni a változásokat és mindig elérhető legyen a friss állapot. Továbbá könnyen ki lehessen szolgálni a megyei kollégák adatigényét, és lehetőleg ne külön megyei állományok legyenek szerkesztve, ugyanakkor ne kelljen fölöslegesen az országos térképi állománnyal dolgozniuk.

A megoldás

A térképi állomány bekerült egy PostgreSQL adatbázisba, aminek a PostGIS kiegészítője biztosítja a térinformatikai adattárolást, függvényeket. Szerkesztésre a korábban használt ArcGIS helyett a QGIS programra tértünk át, aminek a francia Oslandia cég által fejlesztett Versioning kiegészítője biztosítja a verziókezelő funkcionálisitását.

A rendszer egy referencia adatbázisban tárolja a térképet. A felhasználók a szerkesztéseiket egy másolaton végzik el, és ha befejezték a módosítást, akkor (az esetleges konfliktusok feloldását követően) töltik fel a változásokat a referencia adatbázisba, ahova csak a módosított elemek kerülnek letárolásra új verziószámmal.

Az SQL adatbázisnak köszönhetően a megyei kollégák egy-egy, csak a saját területüket tartalmazó nézetből tölthetik le az OKA2000-ben használható térképük aktuális változatát.

Új adatforrások

Az adatok tárolásának megoldásán túl fontos feladat volt az új adatforrások bevonása is, amivel a korábbi hibák javíthatóak, illetve biztosítható, hogy új hibák ne kerüljenek a rendszerbe információhiány miatt.

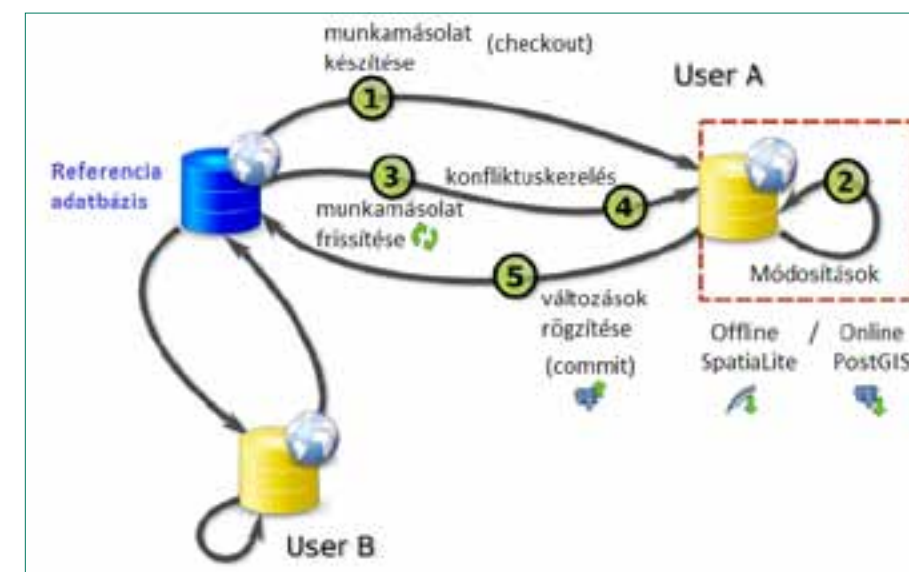
Lechner Tudásközpont (ko-



rábbi FÖMI) ortofotói alapján az úttengelyeket közel a valós helyükre lehet igazítani azon utak esetében, amik már átadásra kerültek a légifelvétel készítésekor.

Az új építéseknek vagy utak önkormányzattól történő átvételekor a megyei kollégák Arrow 100 GPS segítségével tudnak helyszíni felmérést végezni, ami méter körüli pontosságot biztosít fizetős korrekciók használata nélkül.

Kérdésekben segíthet a Közút útellenőri rendszeréből kimentett GPS pontállomány. Ezek ugyan pontatlan GPS-ekből származnak, azonban a több hónapos mérések



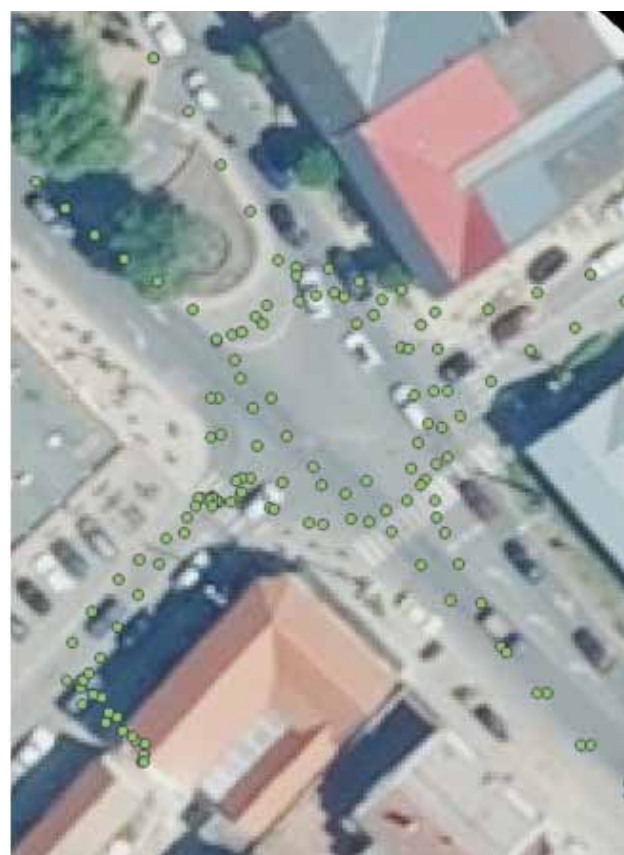


összegzéséből kirajzolódik, hogy az útenőrök mely utakon járnak, és felfedezhetőek az esetlegesen hibásan nyilvántartott és a valóságban kezelt útszakaszok eltérései.

A legpontosabb adatrögzítést azonban az új építéseknel a kivitelezőtől származó kiviteli vagy megvalósulási tervek biztosítják, amiket jobb esetben vektoros dwg, rosszabb esetben szkennelt pdf formátumban kapunk meg. Ezeket betöltve a QGIS programba akár centiméter pontos adatok is rögzíthetőek.

Összegzés

A fenti rendszernek és a felsorolt adatforrásoknak köszönhetően az elmúlt bő két évben jelentősen javult a Magyar Közút által kezelt úthálózat térképi nyilvántartása. Az aktuális úthálózat regisztrációt követően a <http://napportal.kozut.hu/> címen érhető el.



Arrow 100 GPS



7th E&E CONGRESS

EURASPHALT & EUROBITUME

MADRID 12-14 May 2020
Palacio Municipal de Congresos de Madrid

ASPHALT 4.0 FOR FUTURE MOBILITY

Invitation to Register

**Register now for
Early Bird Discount!**



7th E&E CONGRESS
EURASPHALT & EUROBITUME

MADRID 12-14 May 2020
Palacio Municipal de Congresos de Madrid

Invitation from the Congress Organisers

On behalf of the European Asphalt Pavement Association (EAPA) and Eurobitume we have pleasure to invite you to attend the 7th Eurasphalt & Eurobitume Congress to be held in the beautiful city of Madrid with many attractions you can experience as well as the congress.

The overarching theme of the 7th E&E Congress is "Asphalt 4.0 for future mobility". On the next page of this brochure the background and the reasons for choosing this theme are explained in detail. The themes that are being addressed during this Congress are summarised in the Preliminary Programme on page 9.

The main objectives of the E&E Congress 2020 are to:

- provide a platform for our industry and stakeholders to demonstrate and learn from the innovation and new technologies that have been developed and their impact on our products and processes over recent years.
- offer a unique opportunity for all stakeholders to engage, exchange ideas and network in a way that will encourage positive action in the future.
- stimulate discussions and debates that will help to steer stakeholders to a common approach to future challenges.
- draw upon the expertise and experience of leading specialists from across the globe in the roads construction and maintenance community, to look at key themes addressing "Asphalt 4.0 for future mobility".

Benefits of attending

Delegates will gain value from attending in a number of ways:

- an insight into the importance of, and innovation in, sustainability in bitumen technology, asphalt materials for the roads industry and the digital technologies available
- the opportunity to learn about and share best practice with other delegates platform to network with colleagues, suppliers and customers from all across the world.

Visit: www.eecongress2020.org

Use: #eecongress2020

Looking forward to seeing you in Madrid.



Markus Spiegl
President of Eurobitume



François Chaignon
President of EAPA

HAPA TAGVÁLLALATAI

Aszfalt Hungária Kft.

H-2225 Üllő,
Belterület, hrsz. 3753.
<https://euroaszfalt.hu>

Budapest Közút Zrt.

H-1115 Budapest,
Bánk bán u. 8-12.
<https://budapestkozut.hu>

Colas Közlekedésépítő Zrt.

H-1113 Budapest,
Bocskai út 73.
<https://colas.hu>

Colas Út Zrt.

H-1113 Budapest,
Bocskai út 73.
<https://colas.hu>

DÉLÚT Kft.

H-6750 Algyő,
Kastélykert u. 171.
Pf: 4
<https://delut.hu>

Duna Aszfalt Út és Mélyépítő Kft.

H-6060 Tiszakécske,
Béke u. 150.
<https://www.dunaaszfalt.hu>

Hazai Építőgép Társulás Zrt.

H- 2351 Alsónémedi,
Ócsai út 2405/4 hrsz.
<https://www.epitogep.com>

He-Do Kft.

H-3261 Pálosvörösmart,
Hagyóka u. 1.
<https://he-do.hu>

MOL Nyrt.

H-1117 Budapest,
Október 23. u. 18.
<https://mol.hu>

OMV Hungária Ásványolaj Kft.

H-1117 Budapest,
Október Huszonharmadika utca 6-10.
<https://www.omv.hu>

PENTA Kft.

H-2100 Gödöllő,
Kenyérgyári u. 1/E.
<http://pentakft.hu/>

„SOLTÚT” Kft.

H-6320 Solt,
Kecskeméti u. 34.
<http://soltut.hu>

Swietelsky Magyarország Kft.

H-1016 Budapest,
Mészáros utca 13.
<http://swietelskymagyarorszag.hu>

Úteppark Útépítő és Mélyépítő Kft.

H-8000 Székesfehérvár,
Szlovák utca 6.
<http://uteppark.hu>

Vértaszfalt Kft.

H-2800 Tatabánya,
Réti út 174. Fsz. 4.
<http://vertesaszfalt.hu>

HAPA TÁRSULT TAGVÁLLALATAI

Ammann Austria GmbH.

Anzing 33, A-4113 St. Martin im Mühlkreis
<https://www.ammann.com/de/>

AUMER Kft.

H-1112 Budapest, Reptéri út 2.
<http://aumer.hu/>

BHG Bitumen Kft.

H-1117 Budapest,
Gábor Dénes utca 2. Infopark D épület
Telefon: + 36 1 358 5061
E-mail: bhg.huauholding.com

BME Út és Vasútépítési Tanszék

H-1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.
<https://epito.bme.hu/ut-es-vasutepitesi-tanszek>

Carmeuse Hungária Kft.

Pf: 40
<http://www.carmeuse.eu/hu/carmeuse-hungaria-kft>

EuroAszfalt Kft.

H-2225 Üllő, Belterület 3753 hrsz.
<http://euroaszfalt.hu/>

EULAB Kft.

H-2120 Dunakeszi, Székesdűlő 135.
<https://www.eulabkft.hu/>

INNOTESZT Kft.

H-2225 Üllő, Zsarókahegy hrsz. 053/30.
<http://euroaszfalt.hu/leanyvallalat/innoteszt-kft>

INNOVIA Kft.

H- 2541 Lábatlan, Dunapart 1605/2 hrsz.

ITERCHIMICA S.R.L.

Via G. Marconi, 21,
24040, Suisio (BG), Italy
<http://www.iterchimica.it/>

KONSTRUKTÍV Kft.

H-1165 Budapest, Nyílvessző u. 24.
<http://www.iterchimica.it/>

Mélyépítő Labor Kft.

H-1144 Budapest, Füredi út 74-76.
<https://www.facebook.com/melyepitolabor/>

Magyar Közút Nonprofit**Zártkörűen Működő Részvénytársaság**

H-1024 Budapest, Fényes Elek u. 7-13.
<https://internet.kozut.hu/>

Omya Hungária Mészkefeldolgozó Kft.

H-3300 Eger, Lesrét utca 71.
<https://www.omya.com/>

ÖKO-LOGIKA Kft.

H-1039 Budapest, Batthyány u. 35/A.
www.okologika.hu

Prímaenergia Zrt.

H- 1117 Budapest, Budafoki út 56.
Levelezési cím: 3014 Hort, Pf.29.
<https://www.primaenergia.hu/>

Profi-Bagger Kft.

H-2051 Bátorbágy, Tormásirét u. 6.
<https://profi-bagger.hu/>

Rec-Plus Kft.

H-3200 Gyöngyös, Felső-Újvárosi utca 2.
<http://www.recplus.hu/>

Rettenmaier Austria GmbH & Co.KG

A-1230 Wien, Rudolf-Waisenhorn-Gasse 18.
https://www.jrs.de/jrs_de/

Tarnóca Kőbánya Kft.

H-2045 Törökbálint, Torbágy u. 20.
<http://www.tarnoca.hu/>

TPA HU Kft.

H-1097 Budapest, Illatos út 8.
www.tpaqi.com

ÚTLABOR Kft.

H- 9151 Abda, Bécsi út 15.

VIA-PONTIS Mérnöki Tanácsadó Kft.

H-2092 Budakeszi, Barackvirág u. 8.
Telefon: 23 457 283, 1 205 3645, 30 475 2842

Wirtgen Budapest Kft.

H-2363 Felsőpakony, Erdőalja u. 1.
<https://www.wirtgen-group.com/budapest/hu/>



ASZFALT HUNGÁRIA KFT.

SZÉKHELYE: 2225 ÜLLŐ, BELTERÜLET, 3753 HRSZ
KÖZPONT: 1133, BUDAPEST PANNÓNIA UTCA 59-61.

ELÉRHETŐSÉG: TEL: 0036 29-522-200

TELEPHELYEINK:

5561 Békésszentandrás, Külterület hrsz 0247/11

4029 Debrecen, Mikepércsi út 0530/80 hrsz

2462 Martonvásár, 0152/1 hrsz

8800 Nagykánizsa, 0632 hrsz – mobil keverő *

7100 Szekszárd, Palánki út 41

2225 Üllő, Belterület 3753 hrsz

9442 Fertőendréd, külterület 0157/17. hrsz.

****A mobil keverő az ország egész területére öt napon belül eljuttatható.***