

Az Aszfalt

A Magyar Aszfaltipari Egyesülés

hopa

hivatalos lapja

XXVI. ÉVFOLYAM 2018/2. szám



7th E&E CONGRESS
EURASPHALT & EUROBITUME

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

ASPHALT 4.0 FOR FUTURE MOBILITY

#eecongress2020

www.eecongress2020.org



Asphalt 100% recyclable



Az aszfalt 100%-ban
újrahasznosítható

A szakmánk legnagyobb
rendezvénye 2020-ban
Madridban.

2018
december

HAPA XX. Nemzetközi Konferencia 2019. február 19-20. Siófok

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

A számtalan hazai szakteknélt felvonultató konferenciára részvételüket jelezték számos európai ország képviselői. Szakembereket várunk Angliából, Svédországból, Belgiumból, Németországból, Franciaországból, Olaszországból, Ausztriából, Csehországból, és Törökországból is.

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

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

**Ne feledje! 2019. február 19-20.
Siófok HAPA Nemzetközi Konferencia**



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:

SILBER-Nyomda Kft. www.silbernyomda.hu

Hirdetésfelvétel:

Magyarországon a szerkesztőségben

Terjesztés:

a szerkesztőségben keresztül ingyenesen

ISSN 1217-7830

TARTALOMJEGYZÉK

Dávid Ákos – Burkolati jelek automatikus minősítése lézer pontfelő alapján.....	4
Kelemen Erzsébet – A klímaváltozás okán kialakuló extrém intenzitású nyári csapadék károkozó hatásai az útburkolatokra, és azok környezetére.....	10
Kovács László – Eger térségi munkák bemutatása 252 sz. út, 2502 sz. út, M25 autópályát északi ütem.....	14
Hancz Gergő – Zalaegerszeg belváros parkolási rendszerének felülvizsgálata tanulmánya.....	19
Rédling Péter – Az egykori Józsefvárosi pályaudvar területén létesítendő új, közúti vasúti járműtelep engedélyezési terve.....	30
Kiss Mónika – Műanyagajlak megjelenése a vasútüzemben.....	35
Nagy Gyula – Aszfalt utak fenntartásának karbonlábnyma.....	42
Szoboda Krisztián – Bitumen reológiai tapasztalatok: komplex modulus és fázisszög meghatározása, MSCRT vizsgálat.....	47
Balog Péter – Az új generációs közúti pályaszerkezetek lehetséges technológiai megoldásai.....	51
Nádasi Réka – Fenntarthatóság alapú értékelő rendszerek alkalmazhatósága közlekedési létesítmények megvalósítása során.....	59
Tallósi Zoltán – Burkolatfelújítás az M7 sz. Budapest – Letenye autópályája jobb oldal 90+398-110+700 km sz. közötti szakaszon remix technológia alkalmazásával.....	66
Csontos Gabriella – Zajcsillapítás a közúti vasúti pálya kis sugarú íveiben.....	73
Strack Tamás – Úthálózatvédelem.....	80
Fliegl Martin – A Fliegl Asphaltprofi Thermo a német városok és önkormányzatok számára az elsőszámú választás.....	83

Tisztelt Kollégák!

Ismét végéhez közeledik egy év, és mi újból egy kis összegzéssel szeretnénk az Önök figyelmébe ajánlani a legfrissebb lapunkat. A cikkeket a Fiatal Mérnökök Fórumán elhangzott előadásokból állítottuk össze. A szerkesztő csak ismételni tudja azokat a szavakat, amelyek a Fórum zárásakor több hozzászólótól is elhangzottak. Szívet melegengető az a lelkesedés, és a sugárzó tehetség, ami a fiatal mérnökök részéről felénk érkezik. Az új generáció semmivel sem marad el a „derékhatól”, vagy az idősebb generációtól. Sem tudásban, sem a szakma iránti szeretetben. Minden alkalommal, amikor ezek a fiatalok számot adnak a szakmában szerzett ismereteikről, megnyugtató a tudat, hogy a szeretett szakmánk jó kezében lesz utánunk is.

A fórum nyerteseit a cikkek elején megjelöltük. Az első helyezett az EAPA 2019 júniusi rendezvényére kap ingyenes részvételt, a második helyezett pedig az egyre

népszerűbb tanulmány útjaink egyikére fog velünk jönni. Ez 2019 szeptemberében a Benninghoven és a Kleemann építőgépgyárak meglátogatása lesz. A harmadik helyezett, és a közönségdíjas fiatal pedig a 20. nemzetközi konferenciánkon vehet részt.

A lapunk második oldalán olvashatják a következő, 20. Nemzetközi konferenciánk invitáló levelét.

A jövőnkéről érzett felelősségünk vezetett bennünket, hogy az előadók többségét arra kértük, hogy vázolják fel azt a fenntartható fejlődéshez szükséges feladatort, ami az utódaink számára is élhető bolygót biztosít. Várjuk a témában előadni kívánó kollégák jelentkezését is.

December lévén ezúton is kívánok minden tagunk és társult tagunk számára Békés Karácsonyt, és sikeres 2019-es esztendőt.

Veress Tibor



Burkolati jelek automatikus minősítése lézer pontfelő alapján

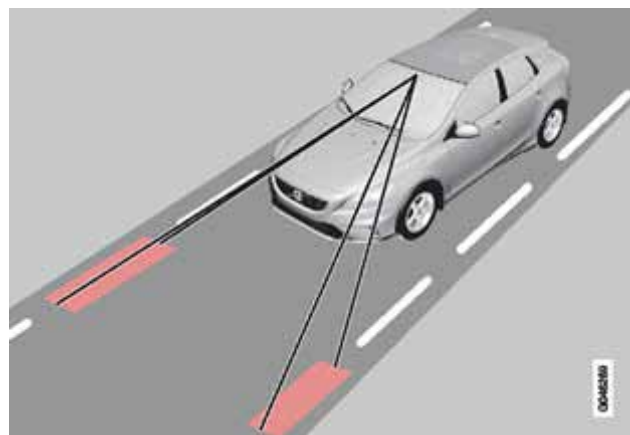
Dávid Ákos

Budapest Közút Zrt.
Nyilvántartás-szervezési
csoportvezető



1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedben jelentősen megnövekedett a szakmai és társadalmi igény a forgalom biztonságos lefolyásának biztosítására. Az igények kielégítése érdekében elengedhetetlen, hogy a közlekedésben résztvevők tájékoztatása a forgalmi rendről minél hatékonyabb legyen. A burkolati jelek állapota a forgalmi rend szempontjából kulcskérdés, hiszen a jelzőtáblák mellett ez jelöli ki a forgalom számára a haladási irányokat, és a számukra használható területet. A jelek hiánya vagy félreértelmezhetősége balesetveszélyes szituációkat eredményezhet. Az általános társadalmi igények mellett, az intelligens járművek fejlődésével is egyre nő az igény, hogy a burkolati jelek jó állapotúak legyenek, hiszen az automata rendszerek alapvetően a burkolati jelek alapján határozzák meg a haladási irányukat. A megfelelő minőség fenntartásához szükséges lenne egy olyan burkolati jel gazdálkodási rendszer kialakítása, illetve az anyagi, technológiai és emberi erőforrások megteremtése, mely-lyel egy térinformatikai burkolati jel kataszteren alapulva, szakmai alapon, kiszámíthatóan tervezhető a burkolati jelek felújítása, és ellenőrzése. Egy ilyen rendszernek pedig egy mérésen alapuló, és folyamatosan működő minősítési rendszeren kell alapulnia.



1. ábra – Intelligens járművek sávtartó technológiája

A Budapest Közútnál elvégzett nyilvántartás-fejlesztési projekteknek köszönhetően megnyílt a lehetőség a burkolati jel vagyongazdálkodási szemléletű kezelésére, és egy szakmai alapokon nyugvó, adatokkal támogatott, átlátható burkolati jel fenntartás kialakítására, mely biztosíthatja a forgalom biztonságos lefolyásához szükséges burkolati jelek minőségének folyamatos fenntartását.

Jelen tanulmányban ennek az új rendszernek az alapjait kutattam és vizsgáltam. Budapest teljes területén a Budapest Közút Zrt végzi a forgalomtechnikai rend üzemeltetését és fenntartását, ezért ezen cég által használatos módszereket és szoftvereket vettem alapul.

A tanulmányban célom volt megalkotni egy olyan vizsgálati módszert, melynek eredményeképpen a burkolati jelek minőségi értékei automatikusan meghatározhatóak lézer pontfelő alapján. A vizsgálat alapja a Budapest Közút Zrt Közúti Adatgyűjtő Rendszere (KARES) által szolgáltatott pontfelő állomány.

Ahhoz, hogy ez a minősítő eljárás kialakuljon a munka első részében sorra vettem a használatos burkolati jel létesítési technológiákat, azok előnyeit és hátrányait, valamint a főbb alakú típusokat. Második lépésként kutatásokat végeztem, a jelenlegi gépiesített módszerek alkalmazhatóságára, valamint megvizsgáltam a technológia előnyeit és hátrányait. Harmadik lépésként kijelöltem minta objektumokat, melyekre előállítottam a pontfelő kivágatokat és a helyszíni fényképeket amelyek ugyanabban az időpillanatban készültek. A fényképek alapján a forgalomtechnikus munkatársak minősítették a képeken látható burkolati jeleket állapotuk szerint.

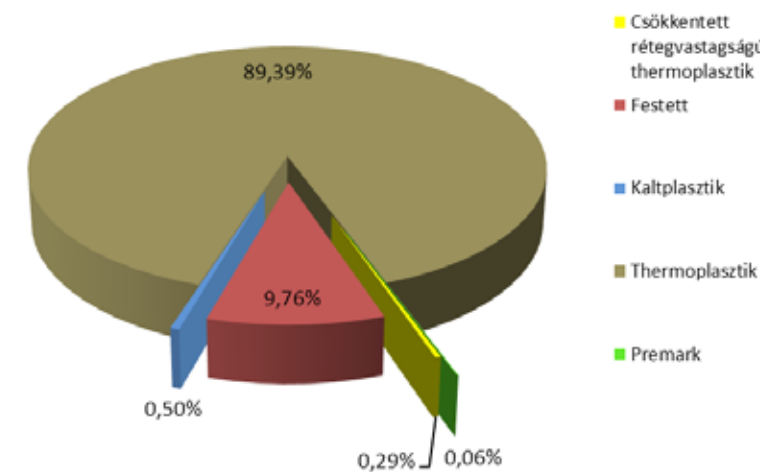
Következő lépésként a pontfelő kivágatokra elvégeztünk intenzitás vizsgálatokat. Az egyes típusú burkolati jelek intenzitás görbéi alapján meghatároztam arányszámokat, melyeket összevettem a manuális értékelésekkel. Ezek alapján meghatároztam azt a három kategóriát melyekbe a burkolati jelek automatikus vizsgálat eredményeképpen besorolhatóak. Következő lépésként értékeltem a módszert, megvizsgáltam a lehetséges hátrányait.

Zárásként mintaterületen – Budapest VII. kerületének gyalogátkelőhelyeire vonatkozóan – elvégeztem a minősítést és értékeltem annak eredményeit.

2. Burkolati jelek típusai

Az útburkolati jelek megjelenési formáját tekintve eltérő alakú lehet. Vannak az út tengelyével párhuzamosan futó jelzések, vannak az út tengelyére merőleges jelzések valamint vannak pontszerűen megjelenő jelzések. A különböző alakú burkolati jelek, valamint a speciális egyedi jellegű burkolati jelek kivitelezése többféleképpen történhet kézi technológiával (pl.: sablonos kiöntés, ragasztott jelek) vagy gépi technológiával (pl.: spray technológia). A kézi technológia előnye, hogy pontosabban lehet a burkolati jelet felvinni a felületre, de a kivitelezés lassabb. A gépi technológia előnye a gyors kivitelezés, hátránya, hogy

Burkolati jelek anyag szerinti eloszlása



1. diagramm – Burkolati jelek anyag szerinti eloszlása

amennyiben kellő körültekintés nélkül történik a kivitelezés könnyen előfordulhat a hibás kivitelezés. A burkolati jel tartóssága nagyban függ a kivitelezés egyéb körülményeitől. A beépítés előtt szükséges portalánítani az útburkolat felületét, hogy a felvitt anyag kellően tapadjon a burkolathoz. Továbbá az egyes anyagokhoz elő van írva a beépítési hőmérséklet, amit szintén figyelembe kell venni. Se túl melegben, se túl hidegben nem lehet jó minőségű burkolati jelet kivitelezni. Azt, hogy egy adott jel milyen anyaggal kerüljön kivitelezésre irányutatót adnak a különböző tervezési szabványok, sok esetben azonban többféle anyag közül lehet választani. A különböző anyagok eltérő tartóssági, kopási, érdességi, fényvisszaverő képességgel rendelkeznek.

Jelenleg használatos anyagok: Melegplasztik (TP), Hidegplasztik (HP), Csökkentett oldószertartalmú festékek (HS), Spray-plasztik (SP), Premark, Ragasztott burkolati jelek (Burkolatszalg). Budapest területére vonatkozóan a felhasznált anyagok megoszlását az 1. diagram mutatja. A jelenlegi nyilvántartási adatok alapján közel 450 000 m² burkolati jel található a fővárosban. A használatos anyagokat három csoportba osztottam a tartósságuk alapján: Tartós (Thermoplasztik, Hidegplasztik, Premark), Nem tartós (Festett, Két rétegben festett), Féltartós (Sprayplasztik, Csökkentett rétegvastagságú thermoplasztik) A tapasztalatok alapján a tartós burkolati jelek élettartama általában három év, míg a nem tartós jelek csupán fél év.

3. Burkolati jelek állapotának használatos vizsgálati módszerei

A burkolati jelek állapotának meghatározására számos módszer létezik, ezek mindegyike különböző elven vizsgálja az állapotokat. Természetesen ennek a tudományágnak is a célja, hogy minél automatizáltabban, és minél pontosabb adatok alapján tudjon működni a minősítés.

A legkézenfekvőbb vizsgálati módszer a helyszíni bejárás során történő szemrevételezés, azonban ez a módszer szubjektív és csak a láthatóságot adja eredményül a fényvisszaverő képességet nehézkes szemrevételezéssel osztályozni. Az útburkolati jelek minőségére különböző mérőberendezéseket is használnak világszerte. Ezekből kettő vizsgálati módszert, az Ecodyn-t és az LTM-M-et bemutatja az e-ÚT

09.04.14:2012 [1] számú előterjesztés. Ez a két berendezés fényvisszaverő képességük alapján minősíti a hosszirányú burkolati jeleket, normál forgalmi sebesség mellett. Ezekon felül kutatásim során megismertem egy brazilai tanulmányt [2], mely egy videó felvétel alapján valós időben azonosítja és osztályozza a hosszirányú burkolati jeleket. Mint a fenti leírásokból kiderül, a gépiesített vizsgálati módszerek csak hosszirányú burkolati jelek minősítésére alkalmasak, gyalogátkelőhelyek, vagy pontszerű jelek vizsgálatára nem alkalmazhatóak. Erre a hiányra próbáltam megoldást nyújtani jelen tanulmányban.

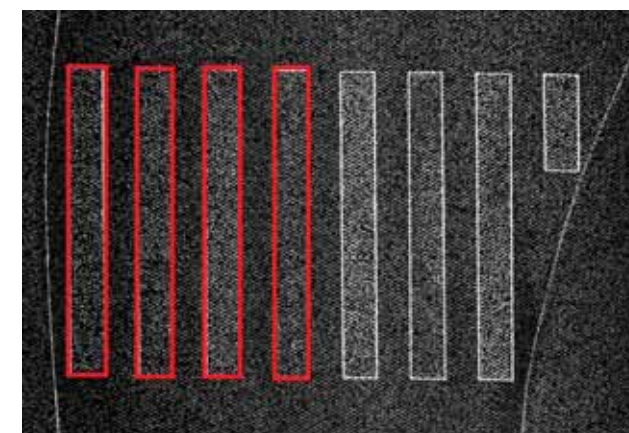
4. Állapot vizsgálata lézer pontfelő állomány alapján

4.1. Kiinduló adatok

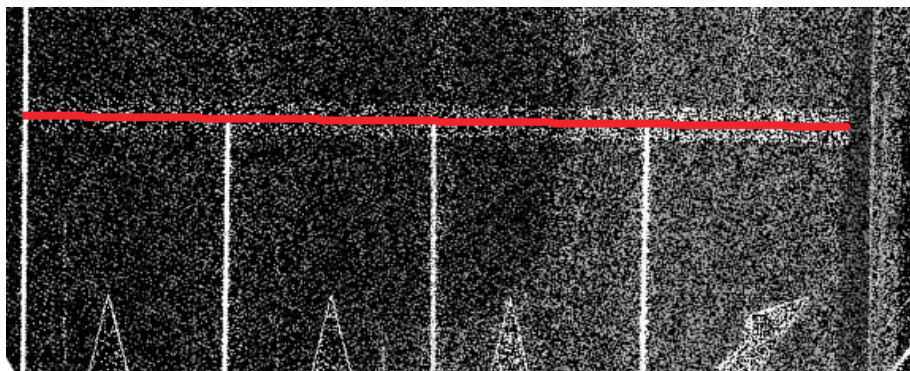
A Budapest Közút Zrt KARES csapata a 2014-2015-ös években bejárta a mérőkocsival teljes Budapestet, így előállt a pontfelő a teljes városra vonatkozóan. Ennek alapján elmúlt években digitalizálásra kerültek többek között a gyalogátkelőhelyek (2.ábra), megállás helyét jelző vonalak (3.ábra) valamint a pontszerű burkolati jelek (irányjelző nyilak, BUSZ feliratok, stb.)(4.ábra). Ezt felhasználva tudjuk a pontfelő állományban vizsgálni az egyes objektumokat, mert a helyzetük adott egy SDE (spatial database engine) geoadatbázisban.

4.2. Minősítés tervezett folyamata

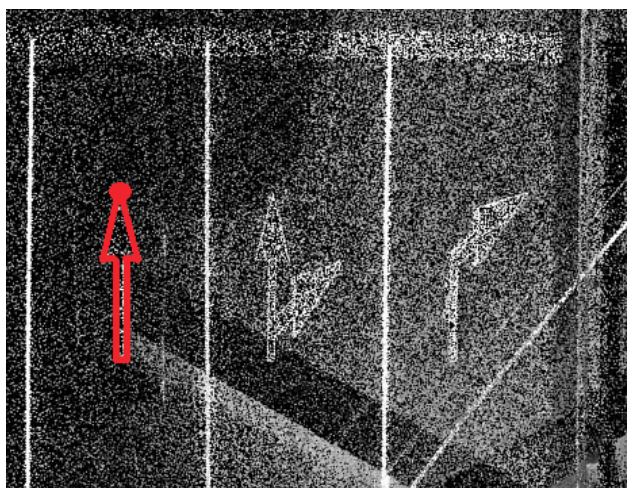
A minősítő folyamat a KARES (Közúti Adatgyűjtő Rendszer) felmérésből származó pontfelőt és a digitalizálás eredményét használja fel. A pontfelőt szükséges illeszteni a szomszédos pontfelőkhöz és osztályozni a magasság szerint. Az így elkészült pontfelőből a folyamat során, a teradatbázisban tárolt, digitalizált elemek alapján pontfelő kivágatok készülnek. A pontfelő osztályozás eredményeként elegendő csak a burkolat magasságát kivágni a pontfelőből. A pontfelő kivágatok minden egyes pontjára



2. ábra – Gyalogátkelőhelyek digitalizálása a pontfelőben



3. ábra – Megállás helyét jelző vonal digitalizálása a pontfelhőben



4. ábra – Irányjelző nyíl digitalizálása a pontfelhőben

vonatkozóan előállítja a kiértékelő szoftver az intenzitásértékeket. A folyamat megvizsgálja az arányát a sötét és világos pontoknak, majd ezen arányszám alapján kategóriába sorolja a burkolati jel állapotát. A minősítési értéket a folyamat végén a téradatbázisban tárolt elemek, erre kialakított attribútumába beírja.

4.3. A vizsgálat alapelve

A lézer pontfelhőben minden egyes pont rendelkezik az úgynevezett intenzitásérték attribútummal. Ez az érték azt határozza meg, hogy mennyire volt intenzív a visszaverő-

dés az adott felületről. Minél fényesebb és világosabb egy adott felület, az arról visszaverődő lézersugár annál intenzívebb lesz. Ezt felhasználva határoznánk meg, hogy egy adott területen van-e fehér burkolati jelre utaló tulajdonságú felület vagy sem.

Több burkolati jelre vonatkozó pontfelhő kivágotra megvizsgáltam az intenzitásérték histogramokat, melyek alapján tapasztalati úton meghatároztam, hogy 25000 intenzitásérték felett rendelkező pontok tekinthetők fehérnek. A görbén jól láthatóak a kiugrások, amelyek a fekete (aszfalt) illetve a fehér (burkolati jel) színű pontoknak jelentkeznek. A vizsgálat során egy terelővonal elemet, egy olyan kivágot, amely csak útfelületet tartalmaz, egy úttest szélét jelző vonal szakaszát, valamint egy forgalomtól elzárt terület részletet vizsgáltam.

A 2. diagramon ábrázoltam az egyes pontfelhő területekhez tartozó pontokat. Ezt olyan formában tettem meg, hogy összegeztem az azonos intenzitásértékkel rendelkező pontok számát és ezt jelenítettem meg a grafikonon. Az ábráról leolvasható, hogy hány darab pont rendelkezik az adott intenzitásértékkel, így végső soron láthatjuk a teljesen sötét pontoktól a világosokig, hogy milyen eloszlásban oszlanak meg a két érték között a pontok. Az első kiugrás a sötét színű, alacsony intenzitású (~13 000) pontoknak jelentkezik, majd ezt követi egy második kiugrás, a világos színű, magas intenzitású (~35 000) pontoknak. Ezek alapján került meghatározásra, hogy a 25 000-es intenzitás érték feletti pontokat tekintjük világosnak, azaz fehérnek.

5. Minősítési eljárás kialakítása, kalibrálása és tesztelése

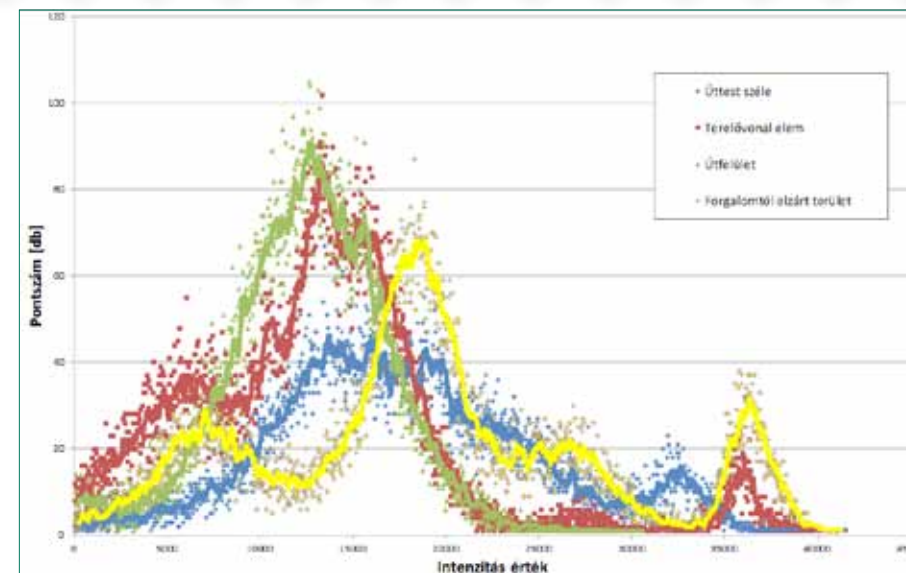
5.1. Minősítési eljárás előkészítése

A minősítési eljárás kalibrálása kiemelt fontosságú, mert kalibrálás nélkül csak becslést érthetünk el a minősítést elvégezni. A kezdeti kalibrációt elvégeztem, azonban a rendszert a későbbiek során a visszajelzések alapján tovább lehet finom hangolni, hogy még pontosabb eredményeket kapjunk.

A minősítési eljárás kalibrálását úgy végeztem el, hogy megkértem forgalomtechnikus kollégákat, hogy minősítsenek véletlenszerűen kiválasztott 130db burkolati jelet fénykép alapján. Majd az ezekhez a vizsgált burkolati jelekhez tartozó pontfelhő kivágatokra elkészítettem az intenzitás histogramokat. A manuális minősítésből származó értékekkel összevettem a pontfelhő vizsgálat eredményeként előállt értékeket. Ezek alapján meghatároztam az egyes burkolati jel típusokra vonatkozó reflexiós index skálát mely meghatározza a minősítést.

Terelővonal elem	Útfelület	Úttest széle	Forgalomtól elzárt terület

1. táblázat – Vizsgált elemek



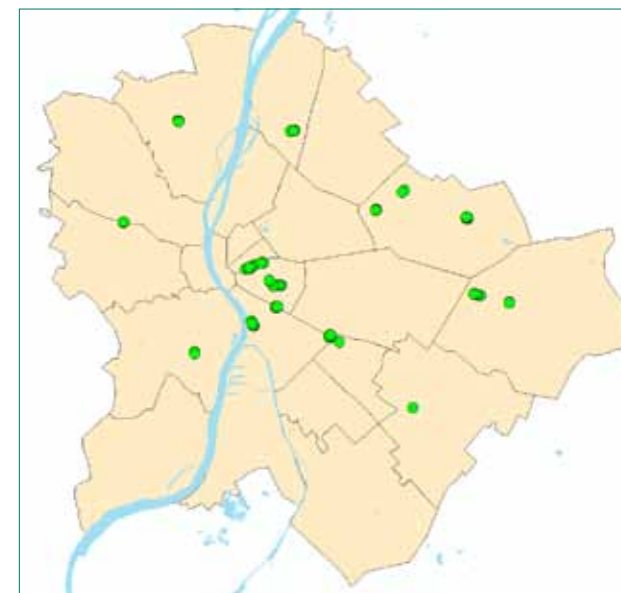
2. diagramm – Intenzitásérték histogrammok a vizsgált felületekre

5.2. Manuális minősítés előállítása

Kiválasztottam az adatbázisból összesen 130 db burkolati jelet. A kiválasztási folyamatban szerepet játszott az adott útszakaszon áthaladó forgalom nagysága, a burkolati jel elhelyezkedése, alakja és a minősége. A rendelkezésre álló 2014-es ortofotó segítségével eltérő minőségű burkolati jelek kerültek kiválasztásra.

A 130 db kiválasztott burkolati jel egy shape fileben került eltárolásra, melyben meg volt jelölve a jel típusa. A shape file tartalmaz geometriát és leíró attribútumokat is az egyes pontokra vonatkozóan. Előnye a filegeoadatbázissal szemben, hogy könnyen másolható és a térinformatikai szoftverek mindegyike tudja kezelni.

Az elkészített shape file alapján a kiválasztott burkolati jelekre vonatkozóan kivágtam a pontfelhő állományból a hozzájuk tartozó pontfelhődarabokat egy adott bufferrel. A Gyalogátkelőhelyhez tartozó pontfelhőkivágatok, az egy gyalogátkelőhelyhez tartozó elemek által meghatározott



5. ábra – Manuális minősítéshez kiválasztott burkolati jelek elhelyezkedése

terület alapján készültek el. A többi választott burkolati jel a digitalizálási technológia során pontszerű elemként került rögzítésre, így ahhoz pontos terület nem állt rendelkezésre. Ezeknél a pontra egy adott méretű sugárú kör alapján lett kivágyva a pontfelhő.

A sugár meghatározásánál fontos volt, hogy minden esetben biztosan bele essen a vizsgált burkolati jel. Ezért a különböző típusú jelekre eltérő sugár lett meghatározva, ami tartalmazott egy biztonsági sávot is, arra az esetre, ha a digitalizálás nem történt volna pontosan.

A kiválasztott jelekre elkülönítettem a KARESZ pontfelhő készítésével egy időben készült fényképfelvételeket is, hogy biz-

tos legyen a manuális kalibráció során, hogy azonos állapotban vannak a burkolati jelek a fénykép és a pontfelhő alapján. Sajnálatosan három esetben nem készült használható minőségű fénykép, így végül 127 db burkolati jel lett felhasználva a kalibráció során.

Ezeket a fényképeket adtam át a forgalomtechnikus kollégák részére, hogy egy egytől tízig terjedő skálán minősítsék a fényképen látható burkolati jelet. Bár a végső minősítés során három kategóriába fogom sorolni a burkolati jeleket, a manuális minősítésnél mégis ezt a nagy skálát választottam, mert így egy pontosabb eredményhez jutottam a minősítés végére.

5.3. Pontfelhő kivágatok vizsgálata

A burkolati jelek minősítése a pontfelhő kivágatok intenzitás értékek alapján történt. Minden egyes burkolati jelhez tartozó pontfelhő pontjaira vonatkozóan meg lettek határozva az intenzitásértékek. Ezek után meg lett határozva az az arányszám, ami megmutatja, hogy az összes pontnak, hány százaléka rendelkezik 25000-es intenzitás érték fölötti értékkel. Ezt az arányszámot *reflexiós index*-nek nevezem.

Az alábbi képlet írja le a számítási módot:

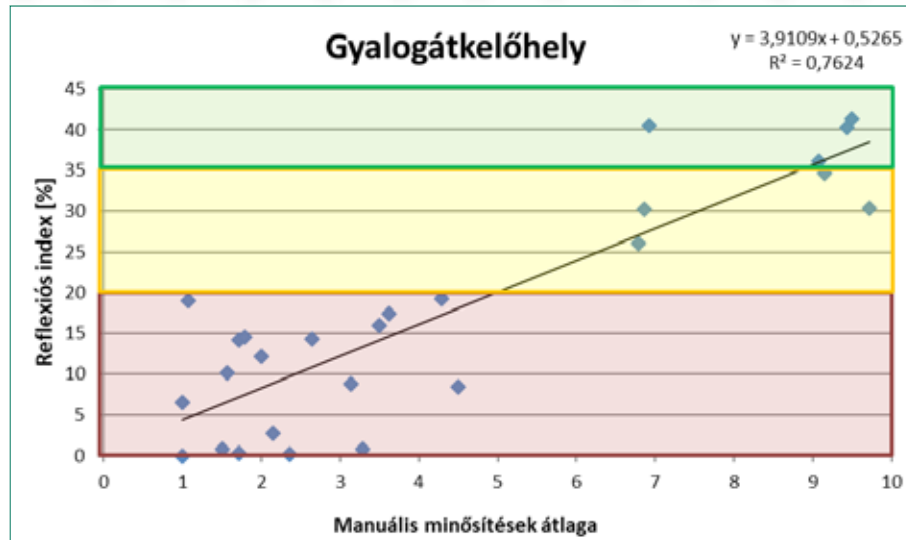
$$\text{Reflexiós index [\%]} = \frac{25\,000 - \text{es intenzitás érték fölötti pontok száma}}{\text{Kivágott területre eső összes pont}}$$

Következő lépésként ábrázolva lett függvényen minden egyes burkolati jel típusához tartozó kiszámított pontfelhő reflexiós index és a manuális minősítés eredménye. Így vizsgálhatóvá vált a kolleráció a két érték között.

Ezen ábrák alapján meg lehetett határozni azokat az intervallumokat, amik alapján a burkolati jelek három kategóriába sorolhatóak: Felújítandó, Megfelelő, Kiváló

5.4. Reflexiós index alapú minősítő skála

A manuális minősítés eredményeit és a reflexiós index értékeket egy-egy diagramon ábrázoltam minden egyes vizsgált jeltípusra vonatkozóan. Ezen például a 3. diagramon látható gyalogátkelőhelyekre vonatkozó kalibráló diagram.



3. diagramm – Gyalogátkelőhelyekre vonatkozó kalibráló diagram

Burkolati jel típusa	Reflexiós index [%]		
	Felújítandó	Megfelelő	Kiváló
Kötelező megállás helyét jelző vonal	< 30	30-65	65 <
Gyalogátkelőhely	< 20	20-35	35 <
Busz felirat	< 20	20-30	30 <
Egyenes irányjelző nyilak	< 10	10-20	20 <
Egyenes és irányjelző nyilak	< 12	12-25	25 <
Irányjelző (bal vagy jobb) nyilak	< 12	12-25	

2. táblázat – Burkolati jel típusokra vonatkozó reflexiós index alapú minősítő skála

A különböző típusú burkolati jelekre különböző besorolások vonatkoznak. Ez annak köszönhető, hogy az egyes jeleket nem tudjuk pontosan körülvenni a pontfelhőben, mert kell biztosítani biztonsági területet. Ez nem okoz gondot, abban az esetben, ha minden azonos típusú jelet azonos területtel vágunk ki. A besorolási kategóriák meghatározásakor ezek figyelembe vételre kerülnek. Így állhat elő, hogy bizonyos típusoknál 65%-os reflexió index értéktől tekintjük kiválónak a jelet, míg más jeleknél 30%-tól már kiválónak minősítjük. Az összesített besorolási eredményeket az 2.táblázat tartalmazza.

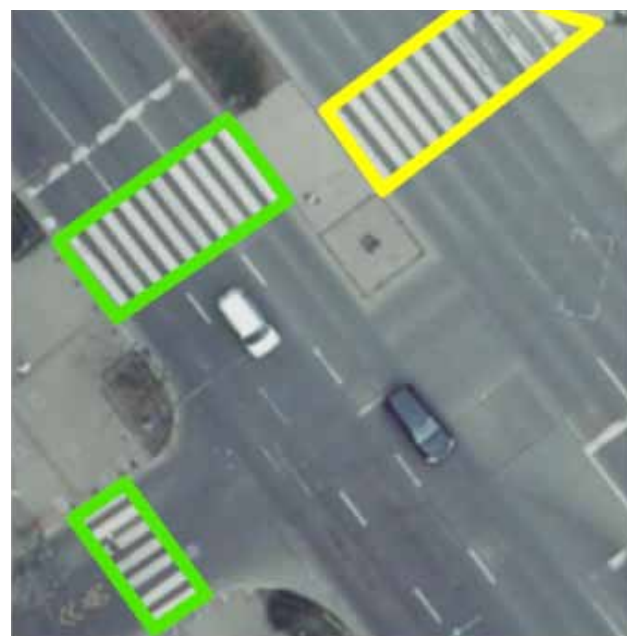


6. ábra – Minősített gyalogátkelőhelyek, minősítés alapján tematizálva

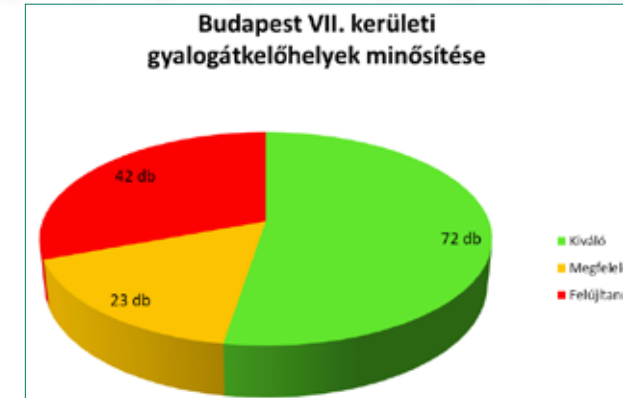
6. Mintaterületen elhelyezkedő gyalogátkelőhelyek vizsgálata

Az előzőekben ismertetett minősítési folyamatot elvégeztem a Budapest VII. kerületében elhelyezkedő gyalogos átkelőhelyekre vonatkozóan. A minősítés során a gyalogátkelőhelyekre vonatkozó reflexiós index alapú skálát vettem figyelembe. A VII. kerületben 137 darab gyalogátkelőhely található, ezek mindegyikére lefutattam a minősítő folyamatot a rendelkezésre álló pontfelhő alapján. A terület nagyságából adódóan, valamint az eltérő kategóriájú úthálózat eredményeképpen a pontfelhő felvételének időpontja 2013-2016-ig változhat.

Az eredményeket táblázatos formában, valamint shape file formátumban is előállítottam, így részletes statisztikákat lehet készíteni, mind az adatok alapján, mind térinformatikai lekérdezések szempontjából. Mind a két állomány tartalmazza a pontfelhőben található összes pont számát, a 25 000-es intenzitásérték felett rendelkező pontok számát, a Reflexiós indexet, valamint a besorolás eredményét. A minősítés alapján tematizálva megjelenítettem egy ortofotón az eredményeket, ezt a 6. ábra mutatja. Közelebbi felvételt a 7. ábra mutat. A minőség szerinti megoszlás a 4. diagramon látható.



7. ábra – Példa kiváló és megfelelő minősítésű gyalogátkelőhelyre



4. diagramm – Mintaterületen található gyalogátkelőhelyek automatikus minősítéssel előállított minőségeinek a megoszlása

7. Összegzés

Az előzőekben bemutatott minősítési eljárás még finomhangolásokat igényel, azonban az eredmények tükrében megállapítható, hogy a rendszer alkalmas lehet az automatikus minősítésre. A rendszer tervezett állapotában még mindig jelentős emberi munkaerőt igényel, mivel csak egyes útburkolati jeleket javasol felújításra. A tényleges burkolati jel felújítást azonban nem lehet ilyen módon kivitelezni, az mind szakmai, mind esztétikai, mind munkaerő koordináció szempontjából nem megfelelő. A kivitelező szempontjait figyelembe véve a legideálisabb, ha egy teljes

8. Irodalom jegyzék

Tímár József, Hajas Ákos, Tatai Tibor, Tóth Tibor: **Hossz-irányú útburkolati jelek láthatóságának mérése** – e-ÚT 09.04.14:2012 Előterjesztett útügyi műszaki előírás MAÚT, Budapest, 2012, M2. melléklet
Mauricio Braga de Paula, Claudio Rosito Jung: Real-time detection and classification of road lane markings Brazília, 2013
 URL: http://sibgrapi.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sibgrapi/2013/07.05.14.27/doc/114712_camera_ready-PID2846723.pdf

NÉHÁNY ANEKDOTA KAROLINY MÁRTON „HUMOR A MAKADÁMON” CÍMŰ KÖNYVÉBŐL

Hurrá! Süllyedünk!

V. Imre ifjú korában kissé túlbuzgó volt. Külszolgálatból hazatérve késő este kereste fel hivatalfőnökét, hogy jelentés tegyen neki az útépítésről. A főnök első álmából kelt fel. Bóbiskolva hallgatta a jelentést, hogy az útépítés jól halad, a kubikusok szorgalmasok, az anyagszállítás megindult. A hosszúra nyúlt beszámoló alatt aztán végleg elaludt és mikor Imre a gőzhengerhez ért, álmában átvette a szót a főnök:

–...erős hullámszába kerültünk, hajónk süllyedni kezdett... szerencsésen megpillantottam a partot... Hurrá part! Hurrá! Süllyedünk!

Imre észbe kapott, sürgősen befejezte jelentését és még sürgősebben távozott. De a különös élmény elmesélésétől nem fosztotta meg hivatali társait. Így terjedt egyre szélesebb körben a szállóigévé nemesedett álombeli felkiáltás:

Hurrá! Süllyedünk! – ami mindig megtette hatását, ha hosszadalmas beszámolóknak véget akartak vetni.

A klímaváltozás okán kialakuló extrém intenzitású nyári csapadék károkozó hatásai az útburkolatokra, és azok környezetére

(2017. évi Szakmérnöki szakdolgozat – Győr, Széchenyi István Egyetem – alapján)

Kelemen Erzsébet



Budapest Közút Zrt.
vezető útellenőr

Bevezetés

Az ipari forradalom óta az emberi tevékenység következtében a légkörbe kerülő szennyező anyagok – ezeken belül is elsősorban az üvegházhatású gázok (CO_2 , CH_4 , stb.) – mennyisége egyre növekvő tendenciát mutat. Ahogy azt a nevük is mutatja a felső légrétegekbe kerülve és ott egyre növekvő koncentrációt alkotva, üvegházhatást generálnak, ezzel lényegesen módosítva a Föld átlaghőmérsékletét.

A globális felmelegedés csökkentésére, illetve a folyamat visszafordítására több nemzetközi megállapodás született eddig is, de azok egyelőre nem hozták meg a várt eredményeket.

Egyre sürgetőbb szükségserűség, a felmelegedés okozta hatások csökkentésére megtalálni a megfelelő megoldásokat. A felmelegedés hatása minden területen érzékelhető, többek között a közlekedési infrastruktúra elemeinek esetében is.

A felmelegedés komplex hatásainak következtében a föld éghajlati viszonyai is megváltoztak, beleértve ebbe a csapadék eloszlását, intenzitását, évszakokra jellemző tulajdonságainak eltolódását, valamint a kiugróan magas hőmérsékletű napok számának gyarapodását.

A jelenlegi klímakutatások elég nagy biztonsággal jósolják előre a 2041-2100 közötti időszakra vonatkozóan a várható hatásokat.

A trendek tekintetében, noha eltérő mértékben, de minden modell a hőmérséklet növekedésével, a csapadék időbeli és térbeli eloszlásának jelentős megváltozásával, az óceánok felmelegedésével számol.

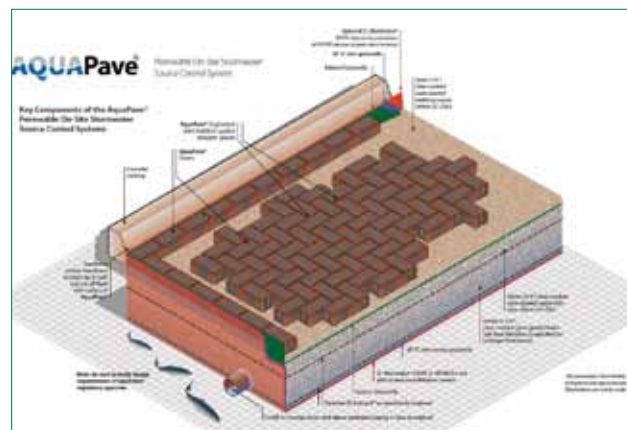
A közlekedési infrastruktúra és ezen belül az utak helyzete speciális, abból a szempontból, hogy felületük az időjárási hatásoknak jobban kitett, illetve az egyre növekvő motorizáció hatásait is el kell viselniük egyre kedvezőtlenebb körülmények között.

Üzemeltetési kérdések

A burkolatok üzemeltetésével kapcsolatban többféle lehetőség mutatkozik a fentebb részletezett hatások csökkentésére. Teljes kiküszöbölésük sajnos jelenlegi tudásunk szerint nem lehetséges.

Az első lépéseket már a tervezés során meg kell tenni a cél érdekében. Fontos a terület gondos/pontos megismerése, a helyi viszonyok ismeretében az átgondolt tervezés, minél inkább szem előtt tartva a helyi sajátosságoknak megfelelő, azokhoz komplexen kapcsolódó, az adottságokat kihasználó műszaki megoldások alkalmazását.

A pályaszerkezet tervezése során nagy kihívás a megfelelő aszfaltburkolatok kiválasztása. A jelenleg rendelkezésre álló aszfaltburkolat típusok önmagukban nem képesek minden kihívásnak megfelelni. A jelenlegi aszfaltburkolatok hőmérsékleti ingadozásokkal szembeni ellenállása jellemzően egyoldalról kiváló, – például amelyik kiváló plasztikus alakváltozási jellemzőkkel bír, annak a rideg viselkedése nem teljesen megfelelő, vagy fordítva – más oldalról vizsgálva nem a legmegfelelőbb.



1. ábra Az AquaPave® rendszer sematikus ábrája (Abbotsford Concrete Products Ltd., 2017.)



2. ábra Rétegrend „A” alaptípus teljes beszívárgást lehetővé tevő altalaj esetén (Tarmac Trading Ltd., 2015. a)

A kötőanyagokkal kapcsolatos kutatások pont ennek a kihívásnak megfelelő anyag megalkotására koncentrálnak.

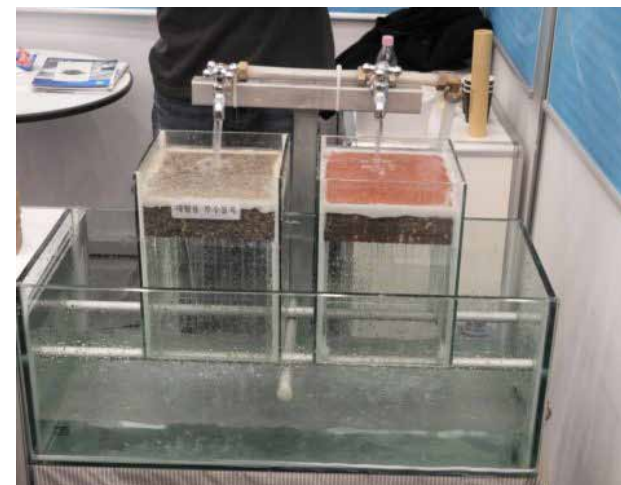
A maradó alakváltozással szembeni ellenálló képesség csökkentené a nyomvályúk kialakulását, de relatív merevsége miatt a hideg időjárási viszonyok között a repedésállósága kicsi.

Hazánkban több alkalommal is jelentek meg és jelennek meg a mai napig publikációk a szakma elismert tagjainak tollából (csak pár cikket kiemelve a teljesség igénye nélkül: (Dr. Gáspár, 2007.), (Dr. Habil Gáspár & Rajcsányi, 2010), (Varga, et al., 2016.) (Dr. Tímár, 2011. b.), (Dr. Tímár, 2011. a),) ebben a témában.

Dr. Gáspár szerint az útügyi műszaki szabályozás módosítására/aktualizálására van szükség a klímaváltozás várható következményeit szem előtt tartva, azokra reagálva. Az előírások módosítása elengedhetetlen a várható időjárási jelenségek által előidézett események kezelésének minél hatékonyabbá tétele céljából.

A külföldi és hazai kutatások a burkolat hézagtartalmának növelésével próbálnak az időjárási körülményeknek jobban megfelelő burkolatrendszereket fejleszteni.

Az új Brit [Aszfalt (ULTISuDS)] (1. ábra) és Amerikai [Köburkolatok (AquaPave)] (2. ábra) technológiai megoldások alkalmazása a régióban is lehetséges lenne, ezek a burkolatra kerülő csapadék azonnali elvezetésének elvét követik. Az említett technológiának a vitathatatlanul előnyös vízelvezetési tulajdonságaiakon túl több hátránya is van. A



1. kép Vízátersztő térkő (Tárczy László, 2018.)

fejlesztők ajánlása alapján csak kis forgalmi terhelésű (jellemzően 3,5 t összsúlyú járművek által használt felületekre javasolják) területeken alkalmazhatóak.

Azonban a jelenleg érvényes és hatályos ÜME-k szerint a pályaszerkezetet úgy kell méretezni, hogy az eseti nagyobb terhelést (közszolgáltatók, katasztrófavédelem) is károsodás nélkül elviseljék. Emiatt a fenti megoldásokat biztonságosan nagy burkolt felülettel, de kis terheléssel érintett személygépkocsi parkolóknál és közösségi tereknél lehet alkalmazni.

Az üzemeltetésük igen körülményes és drága, de nem megkerülhető, figyelembe véve, hogy annak elmaradása a vízelvezető tulajdonságok megszűnéséhez vezet, a hézagok eltömődése miatt. (Tarmac Trading Ltd., 2015. a) (Tarmac Trading Ltd., 2015. b.) (Abbotsford Concrete Products Ltd., 2017.)

A nemrégiben lezajlott kiselemes burkolatok szöuli konferenciáján is bemutatásra kerültek hasonló megoldások. Itt is nagy hangsúlyt kapott a vízátersztő burkolatok kutatása, (lásd 1. kép) és az üzemeltetésükhöz szükséges gépek bemutatása. (Tárczy László, 2018.)

Hazai kísérletek is voltak nagy hézagtartalmú vízelvezető aszfaltburkolatok építésére, de a kedvezőtlen tapasztalatok miatt nem terjedt el használatuk. (VMA) Itt fontos megjegyezni, hogy a kedvező tulajdonságok megszűnése nagyrészt visszavezethető a szükséges fenntartási beavatkozások elmaradására.

Lehetőség mutatkozik a burkolatfelületek hőmérsékletének csökkentésére világos burkolatok alkalmazásával is, ezzel egyúttal azok közvetlen környezetének hőmérséklete is csökkenthető.

A csapadékvíz elvezetésének kérdése a másik nagy-jelentőségű feladat. A jelenleg alkalmazott csapadék-maximum függvények már nem megfelelően írják le az elvezetendő csapadékok jellemzőit. Felülvizsgálatukra történtek kezdeményezések (Varga, et al., 2016.)

A jelenleg zajló útügyi szabályozás megújítása folyamán minden bizonnyal ez az előírás is felülvizsgálatra kerül, és a szükséges módosítások megtörténnek.

Komplexitásában vizsgálva a jelenséget, az infrastruktúra elemeinek védelmében más területeken is fontos intézkedésekre lenne szükség. Önmagában az útépités/fenntartás témakörét vizsgálva csak részmegoldásokra jutunk.

A forró nyári napok és a monszunszerű esőzések elsősorban a települési utak tekintetében jelentenek kiemelkedően nagy kockázatot. Nem szabad figyelmen kívül hagyni az



2. kép Az aszfalt és a világos színű térkőn mért hőmérséklet különbség demonstrálása (Tárczy László, 2018.)



3. kép Intenzív zöldtető (Bellavics, 2017.)

utak külsőségi szakaszain sem ezeket a kockázatokat, de a forgalmi és beépítettségi sajátosságok miatt ott elsősorban a csapadék jelent veszélyt. A magas hőmérséklet miatt kialakuló maradék alakváltozások kisebb hangsúlyt kapnak, de nem elhanyagolhatóak.

A kedvezőtlen hatások mérséklésére az újdonságnak számító vízáteresztő aszfaltburkolatok, vagy a hasonló eleven működő kiselemes burkolatok alkalmazása nem elegendő. A minél nagyobb víznyelő kapacitás beépítése, az egyre nagyobb keresztmetszetű csapadékcatorna építése, a víz mindenáron történő elvezetése a környezetből, szintén nem célravezető.

Az útpályára jutó vizeket valóban el kell vezetni onnan, és meg kell akadályozni az alépítménybe jutását is. Célszerű lenne, nem csak az elvezetést, hanem a későbbi hasznosítást is meg kell oldani, illetve a csapadéknak az útpályára jutását meg kell próbálni megakadályozni, vagy késleltetni azt.

Mire is gondolok itt?

A történelem során sok helyütt éghajlati szükségszerűségként, (Észak-Európa) sok helyen a luxus fitogtatására, (Mezopotámia, Olaszország, stb.) jelenleg pedig környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve több helyen is zöldtetőkkel találkozunk. Ez számos magasépítési és környezetvédelmi előny túl, a csapadék megtartását és/vagy annak lefolyását késlelteti, közvetve csökkentve ezzel a közlekedési elemek terhelését.

A zöldtetők alkalmazása a városi klímanormalizálási törekvéseknek is értékes eleme, hiszen csökkenti a hősziget hatást is.

Fontos az elvezetésre kerülő csapadék további felhasználásának kérdése is, hiszen számos lehetőség lenne: például a talajvízszint emelése, a víz tározása, öntözés (Bellavics, 2017.).

Célszerű lenne akár programszerűen is támogatni ezeket a megoldásokat, hiszen a zöldtetők nem csak a csapadékvíz kezelésében, de a tetőszint alatti helyiségek légkondicionálási költségeinek csökkentésében, illetve a levegő minőségének javításában is nagy szerepet játszhatnak.

Fontosnak tartom megemlíteni, azt a mindenki számára egyértelmű tény is, hogy a növényzet telepítésével is kedvező eredmények érhetőek el: egyrészt a csapadék felhasználása, másrészt a hőmérséklet mérséklése, harmadrészt a levegő minőségének javítása területén. Sajnos hajlamosak vagyunk minden lehetséges felületet burkolattal ellátni, és megelégedünk a növényekről, mint az életünk részéről. Nyilvánvaló, hogy vannak üzemeltetési költségei egy fának

is, köztisztasági kérdés lehet az őszi lombhullás, a burkolatot is rongálhatja a felnyomódó gyökérzet, de szerintem az előnyök bőven kompenzálják ezeket, hiszen élhetővé teszik a környezetüket.

A konkrét üzemeltetési feladatok fontosságát is szükségesnek tartom hangsúlyozni, mert a jelenlegi gyakorlat már nem felel meg maradéktalanul az időjárási körülmények kihívásainak. Lényegesen nagyobb hangsúlyt kell kapnia a csapadékelvezető rendszerek karbantartásának, a padkák profilozásának, az útmenti növényzet kaszálásának, karbantartásának. Fontos lenne a nyitott/előregedett, de teherbírását nem elvesztett felületek lezárása, akár kopórétteg cserével, akár felületi bevonatok alkalmazásával, akár egyéb alkalmas technológiával, a víz bomlasztó hatását kiküszöbölendő.

Ezen feladatok elvégzése nem látványos, ellenben ha hiányosságok mutatkoznak az üzemeltetés területén, akkor annak a következményei igencsak szembetűnőek.

Sajnos az ilyen „láthatatlan” munkák elvégzésének elmaradása nagyon nagy károkat okoz, melyeknek helyreállítása többbe kerül, mint az üzemeltetésre felhasznált források összessége.

Összefoglalás

A fentieket összegezve: a klímaváltozás infrastruktúra elemeire gyakorolt kedvezőtlen hatásainak csökkentésére számtalan lehetőség mutatkozik. Egyelőre a felkészülés és a kisebb költségeket igénylő megoldások alkalmazása van folyamatban. A komolyabb beavatkozások előkészítése és szükségsszerű alkalmazása a következő lépés.

Fontosnak tartom hangsúlyozni a csapadékvíz gazdasági és mindinkább stratégiai tényező, tehát annak megfelelően kezelendő. A mindenáron, minél gyorsabban és távolabbra történő elvezetés helyett végig kell gondolni a hasznosítás lehetőségeit, akár a növényzet gondozása, akár a talajvízszint emelése – természetesen csak ott, ahol szükséges és lehetséges – vagy további elszívárogtatása és végső soron ivóvízként történő hasznosítása irányába. A meglévő értékeinket használjuk fel, ne dobjuk ki az ablakon, hogy majd utána nem kevés erőfeszítés árán valahonnan beszerezzük.

Tehát nem pusztán probléma, hanem lehetőség is, amit megfelelőképpen hasznosítva nem károkozó, hanem környezetépítő tényezővé lehet és kell is tenni.

A meglévő vagyontárgyak – jelen esetben az utak által megtestesített vagyont értve – gondos üzemeltetése/fenntartása minden tekintetben tulajdonosi kötelesség, még akkor is, ha ez a tevékenység rövid távon semmilyen látványos, kommunikációs szempontból előnyös momentumot nem jelent, ráadásul jelentős összegeket emészt fel.

Végezetül álljon itt egy idézet, ami akár a helyzet megoldásának kulcsa is lehet: „A fenntartható és fejlődő társadalmat úgy határozhatjuk meg, mint amely őrzi és gyarapítja a tudást, alkalmazza is azt, de egyúttal az emberek teljes emberként élnek benne, azaz nem válnak eszközeik rabjává.” (Végh László, 2003/2004 tanév I. félév)

Irodalomjegyzék

Abbotsford Concrete Products Ltd., 2017.. www.pavingstones.com. [Online] Available at: <https://www.pavingstones.com/document/pdfviewer/printer-friendly-brochure/1005/aquapave-2017.pdf> [Hozzáférés dátuma: 17. 04. 2017.].

Bellavics, L., 2017.. [zoldtetoepites.hu](http://www.zoldtetoepites.hu). [Online] Available at: <http://www.zoldtetoepites.hu/> [Hozzáférés dátuma: 19. 03. 2017.].

Dr. Gáspár, L., 2007.. A klímaváltozás és az útburkolatok. *Közüti és mélyépítési szemle*, 2007/3(600), pp. 1-6..

Dr. Habil Gáspár, L. & Rajcsányi, F., 2010. Az éghajlatváltozás és ahazai útügyi szabályozás. *Közlekedéscsökkentési szemle*, pp. 1-9..

Dr. Tímár, A., 2011. a. Módszer az úthálózat és egyes szakaszai, műtárgyai klímaváltozási kockázatainak értékelésére. (1. rész). *Közlekedéstudományi Szemle*, LXI. évfolyam, 2. szám. kötet, pp. 4-15..

Dr. Tímár, A., 2011. b. Módszer az úthálózat egyes szakaszai, műtárgyai klímaváltozási kockázatainak értékelésére (2. rész). *LXI. évfolyam, 3. szám, pp. 14-27., LXI. évfolyam, 3. szám. kötet, pp. 14-27.*

IPCC, Az Éghajlatváltozás 2014. *Az Éghajlatváltozás 2014, Szintézis Jelentés Döntéshozói Összefoglaló Magyar nyelvre fordítás, Nem hitelesített fordítás*, hely nélkül.: Fordítók: Huszár András; Lukács Ákos; Nyitrai Emese; Olti Máté Ádám; Radvánszky Bertalan; Szűnyoghné Sinkó Márta.

Tárczy László, 2018.. Dél-Koreában jártunk a térkő világkonferencián. 06. 11..11. szám.. kötet.

Tárczy, L., 2016. a. *Kiselemes burkolatokról, hogy azok valóban tartósak legyenek. Járdáktól lakóutakon át a repülőterekig. I. rész.* Székesfehérvár: ismeretlen szerző

Tárczy, L., 2016. b. *Kiselemes burkolatokról, hogy azok valóban tartósak legyenek. Járdáktól lakóutakon át a repülőterekig. II. rész.* Székesfehérvár: ismeretlen szerző

Tarmac Trading Ltd., 2015. a. *tarmac.com*. [Online] Available at: <http://www.tarmac.com/media/958739/permeable-concrete-solution-guide-170315.pdf> [Hozzáférés dátuma: 20. 03. 2017.].

Tarmac Trading Ltd., 2015. b. *tarmac.com*. [Online] Available at: <http://www.tarmac.com/media/956926/ultisuds-full-brochure.pdf> [Hozzáférés dátuma: 20. 03. 2017.].

Varga, L., Dr. Buzás, K. & Dr. Honti, M., 2016.. Új csapadékmáximum-függvények. *Hidrológiai Közöny*, 2.. kötet, pp. 64-69..

Végh László, 2003/2004 tanév I. félév. *Fenntartható fejlődés, lejegyzett előadások*, Debrecen: Debreceni Egyetem, TTK Fizikai Intézet.

NÉHÁNY ANEKDOTA KAROLINY MÁRTON „HUMOR A MAKADÁMON” CÍMŰ KÖNYVÉBŐL

Szóval nem szabad túlbuzgónak lenni. Példázza ezt Sándor, Artúr és Dezső esete is. A három kolléga a kaposvári Államépítészeti Hivatalnál szolgált. Köztük Sándor volt a túlbuzgó.

Bizonyos alkalommal mindhárman barcsi ügyködésből voltak hazatérőben. Kellő időben beszálltak a vonat legutolsó kocsijába, amely a legnéptelenebb volt. Azért ide, mert Sándor a magával hozott aktákon ezúttal is nyomban munkához látott. Percek alatt teljesen belemerült a papírhalmazba, míg két kollégája elszunyókált. egyszer csak odaszól Sándor a szomszédjának:

– Artúr, légy szíves nézz ki, mért késünk, már régen elmúlt az indulási idő!

A szendregésből felriasztott Artur kinézett és jelentett:

Uraim, csak a mi kocsink áll itt, a vonat már rég elment!

Sándor éktelen méregbe gurult, de két társa Kaposvárig nevetett rajta. Persze a következő vonaton.

*

A nagyharsányi régi templom veszélybe került, mert a mellette elvezető út rézsűjét kimosta a víz és szabaddá váltak a templom alapfalai. A plébános levelet írt az Útfenntartó Igazgatóságnak, kérve a rézsű sürgős helyreállítását. Válaszképpen el is ment számára a megnyugtató levél, tárgyrovatában ezzel a szöveggel:

„Nőemlők jellegű épület állagmegóvása”

Egyik hivatali gépirónőnk igen szorgalmasan olvasta az ötvenes évek brossúrait, minek hatása alatt egyik költségvetési kiírásban a zárórétet ismertető szövegrészben az i m p r e g n á l t helyett „imperialista” zuzalékot szerepeltetett.

Eger térségi munkák bemutatása 252 sz. út, 2502 sz. út, M25 autópálya északi ütem

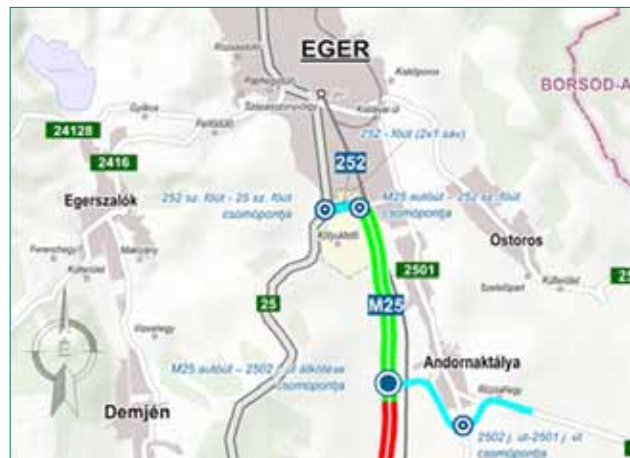
Kovács László



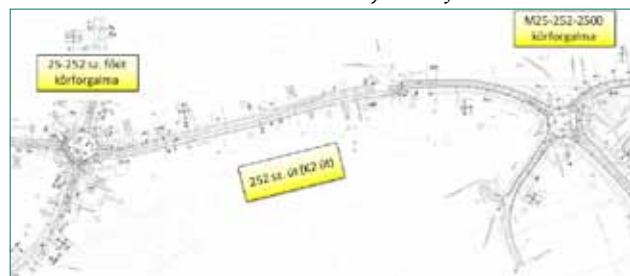
munkahelyi mérnök
COLAS Út Zrt.

Bevezető

A NIF Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. közbeszerzési eljárásán nyertes, Colas Út Zrt., Colas Hungária Zrt. és a Colas Közlekedésszolgáltató Zrt. alkotta konzorcium kivitelezésében valósult meg az Andornaktályán elkerülő 2502-es számú út új nyomvonala, valamint az M25-ös autópályát Eger határában lévő bekötése a 252-es számú útnál. A két szakasz között épült meg az M25 autópályát északi üteme 2x2 sá-



1. ábra Átnézeti helyszínrajz



2. ábra 252 sz. út átnézeti helyszínrajz

von közel 4 km hosszúságban, melyet a Colas Út Zrt., HE-DO Kft. és a KM Építő Kft. tagokból álló konzorcium épít. A Colas Út Zrt. mind esetben konzorciumvezető szerepet tölt be. (1. ábra)

252-es sz. út

A 252-es számú út átépítése (Eger K2-es út) egy nettó 870 millió forint értékű beruházás keretén belül valósult meg. A projekt magában foglalta az M25 autópályát bekötésének új körforgalmú csomópontját, valamint a K2-es út rekonstrukcióját is. Körforgalmú csomóponttá épült át továbbá a 25-ös számú főút és a K2-es út csomópontja. A munkaterület átadása 2017. április 24-én megtörtént, a munka tagolt-sága és a közúti forgalom folyamatos fenntartása miatt kiemelten fontos szerepe volt az organizációnak. Az átépülő csomópont esetében a kivitelezési munkák határideje rövid, az ideiglenes forgalomterelés kiépítésének jóváhagyását követően 7 hónap állt rendelkezésre. Az összetett feladatot sikeresen megoldottuk, ugyanis 2017. október végén már az átadott új körforgalmú csomóponton keresztül haladt a forgalom. A tárgyi projekt egyéb létesítményeinek kivitelezési munkáira a szerződéskötést követő 15 hónap állt rendelkez-



3. ábra 25 sz. út körforgalom bontás



4. ábra 25 sz. út körforgalom



5 sz. ábra M25 körforgalom (1)

kezésre. A Konzorciumnak sikerült tartania a határidőt és 2018. július 31-én sikeresen átadtuk a fogalomnak. (2. ábra)

A 25. sz. út meglévő jelzőlámpás csomópontjának átalakításával kezdődött a kivitelezés a határidő rövidsége miatt. A munkákat nagyban nehezítette, hogy a 25. sz. úton keresztül áramlik be az Egerbe igyekvő forgalom jelentős hányada. (3. ábra)

A meglévő csomóponti kialakítás kapacitása már nem volt megfelelő. A körforgalom geometria kialakítása miatt az Egerszalókra vezető út magassági vonalvezetésébe is bele kellett nyúlni, valamint a 25. sz. út aszfalt burkolata és szegélyei is megújultak kb 200 m hosszon. A kivitelezés a forgalom folyamatos fenntartása mellett két ütemben valósult meg. (4. ábra)

A 252. sz. út (Egerben K2-es útként ismerik) kb 400 méteres szakaszán újult meg az aszfalt burkolat. A meglévő burkolat profilmarását követően 2 réteg aszfaltot kapott az útszakasz valamint a kiemelt szegélyek is átépítésre kerültek a beavatkozási szakasz teljes hosszában mind a két oldalon. Az úttal párhuzamosan egy új kerékpárút is épült a 25. sz. út csomópontjától kiindulva mintegy 470 m hosszon.

A projekthez tartozó új körforgalom az M25 autópályát vég-csomópontja az Egerbe történő bekötésének. A meglévő



7 sz. ábra 2502 átnézeti helyszínrajz



8 sz. ábra vasút feletti híd és magastöltés szakasz



6 sz. ábra M25 körforgalom (2)

zöldterületen a teljes körpályát és a csomóponti ágakat is közel 4 m magas töltésre kellett építeni, míg az elbontott 252. sz. út szakaszát rekultiválni. (5-6. ábra)

A 252-es projekt számokban:

– Földkitermelés:	7 500 m ³
– Töltés építés:	41 850 m ³
– Javító és Fagyvédő réteg:	3 415 m ³
– CKt:	2 050 m ³
– Aszfalt:	5 664 t (2 360 m ³)
– Szegélyépítés:	4 065 m
– Burkolatbontás:	5 375 m ³

2502 sz. út

A 2502-es számú út munkálatai a 252. sz. úttal egy időben kezdődtek. Közel 3,8 km hosszon kapott új nyomvonalat 2x1 forgalmi sávon mely az Eger - patakot, a Füzesabony-Eger vasútvonalat valamin az M25 autópályát is keresztezi, mind a három esetben új híd létesült. A munka nettó értéke 4,5 milliárd forint. A munkák befejezésével teher mentesült Andornaktálya települése és egy új bekötés jött létre a kiépült M25 autópályához. A projekt keretén belül megvalósult



9 sz. ábra: Ideiglenes híd az Eger patak felett



10 sz. ábra: 2501 körforgalom



11 sz. ábra: A bevágási szakasz madártávlatból

egy új körforgalom is a 2502-es és a 2501-es utak kereszteződésében, valamint Andornaktálya belterületén több csomópont is átépítésre került a biztonság növelése érdekében. A régi 2502 sz. út kezdő szelvényénél lévő csomópont is átépült. A munkaterület átadása 2017. április 24-én megtörtént. A kivitelezési munkálatokra a szerződéskötést követő 15 hónap állt rendelkezésre. A Konzorciumnak sikerült tartania a határidőt és 2018. július 31-én sikeresen átadtuk a fogalomnak. (7. ábra)

A 2502. sz. út új nyomvonala az egri borvidék egy részén halad keresztül. A kivitelezés miatt közel 2 hektár szőlő ültetvényt kellett kivágni, cserébe viszont keresztülautózhattunk az egri borvidék egy szakaszán, ami a bort szerető autósoknak külön élmény lehet. A szakasz 0+000 szelvénye az M25 autópályánál található. Az autópályát és a Füzessabony-Eger vasútvonal felett egy 43,5 m és egy 35,5 m szabadnyílású, monolit pályalemezzel együttdolgozó előre gyártott hídgerendás szerkezetű műtárgyon vezet a nyomvonal. Az út töltése ezen a szakaszon ér el a maximumát ami közel 12 m. (8. ábra)



13 sz. ábra A bevágási szakasz egy utazó szemszögéből



14 sz. ábra: Két finisheres meleg slusszos kopórteg építés



12 sz. ábra: bevágási szakasz a környező szőlőkkel

Az Eger patakkal párhuzamosan vezetett töltés magassága átlag 3 méter. A patak felett egy 21,6 m szabadnyílású egyedi acél főtartós, öszvér szerkezetű műtárgy épült. A munkák megkezdésekor a vízfolyás felett egy ideiglenes hídát létesítettünk az anyagszállítási útvonala jelentős rövidítése és a környékbeli közúthálózat tehermentesítése miatt. (9. ábra)

A 2501. sz. út keresztezésénél egy új körforgalmú csomópont épült, amit két ütemben sikerült megvalósítanunk egy ideiglenes terelőút segítségével, mivel az első ütemben már elbontásra került a meglévő útpálya. (10. ábra)

A folytatásban a nyomvonal bevágásban halad, aminek a „legmagasabb” pontja 8 méter. Ez a szakasz a korábban említett egri borvidék része. A bevágásból kikerült anyagot a nyomvonal alacsony töltésben vezetett szakaszain töltésanyaggal keverve be tudtuk építeni, így mondhatni minden anyag újrahasznosításra került. (11–13. ábra)

A bevágásban haladó szakasz esetében a pályaszerkezet alatti 25 cm vastag talajréssznél meszes stabilizációt alkalmaztunk. A végszelvényénél csatlakozunk a már meglévő



15 sz. ábra: két bedolgozó soros beépítés (2)



16 sz. ábra: M5 Andornaktálya környéke átnézeti helyszínrajza



17 sz. ábra: M25-2502 csomópont földmunka

regi burkolathoz. Ezen a szakaszon is egy új terelő utat kellett kiépíteni a meglévő úttal párhuzamosan, mivel az elkanyarodó új nyomvonal közel 4–5 méterrel lett lejjebb helyezve a korábbi szinthez képest és csak az útszerkezet teljes elbontásával lehetett kialakítani a végleges rézsűket. A teljes nyomvonalon 2 réteg aszfaltburkolat épült. Az aszfaltozási munkák több ütemben készültek. Először a bevágási szakasz készült el, 1 géplánccal, sávonként aszfaltozva. A főpálya fennmaradó 2 km-es szakaszán már 2 géplánccal dolgoztunk és egy ütemben készültek el az aszfalttrétegek. (14–15. ábra)

A 2502-es projekt számokban:

– Humuszleszedés	43 710 m ³
– Bevágás:	101 625 m ³
– Töltés építés:	264 500 m ³
– Javító és fagyvédő réteg:	12 400 m ³
– CKt:	7 900 m ³
– Aszfalt:	9 960 t
– Szegélyépítés:	2 850 m
– Hídépítés:	3 db

M25 autópályát észak

A már korábban elnyert és kivitelezés alatt álló 2502-es számú út és 252-es számú út közötti szakasz az M25 autópályát északi útjára. Az M25 autópályát északi útjára közel 4 km hosszon épült ki 2x2 forgalmi sávon melynek kezdőpontja a 2502-es számú út 0+000 szelvényének környezetében található, míg a végszelvény a 252-es út felújítása során kialakuló körforgalomhoz csatlakozik. (16. ábra)

Az andornaktályai Olajosok útja keresztezésében egy új hullámosított acéllemez csőszerkezetű műtárgy létesül. Ezzel a szakasszal teljessé válik az Andornaktályát elkerülő út. A munka értéke nettó 8 milliárd forint. A munkaterü-



19 sz. ábra: M25 főpályát Ckt



18 sz. ábra: M25-2502 csomópont távlati képe

let átadása 2017. július 10-én megtörtént. A Colas Út Zrt. kivitelezésében épül meg a főpályából 1,7 km hosszúságú szakasz valamint a csomóponti ágak a 2502 sz. út keresztezésénél. A kivitelezési munkálatok befejezési határideje 2018. október 31.

Mivel rövid idő belül a 3. helyszínen is elkezdődtek a munkálatok, így tulajdonképp 1 nagy projektről is beszélhetünk, amiben több mint 8 km út, 4 db műtárgy és 3 db körforgalmú csomópont épült meg. (17. ábra)

Az organizáció, a szervezés különös fontos szerepet kapott. Figyelembe kellett venni a beszállító bányák kapacitását is valamint a konzorciumi partnerrel is szorosan együtt kellett működni, hogy ne zavarjuk egymás munkáját. (18. ábra)

A munkákat nehezítette, hogy a nyomvonal felhagyott olajkutak között halad. Az ezekhez tartozó szállítóvezeték (olaj, levegő, víz) kiváltása, bontása szintén a beruházás részét képezték. A több mint fél millió m³ töltésanyag folyamatos biztosítása érdekében a környéken sikerült egy célkitermelő helyet megnyitnunk. Az előírt minőségű töltést ebből a kitermelőből származó anyagból épült.



20 sz. ábra: Aszfalt átrakó-előadagoló



21 sz. ábra: A kész projekt



22 sz. ábra: A további szakaszok átnézeti helyszínrajza

A főpálya esetében a Ckt réteg nagypados finisherrel készült, 8m terítési szélességgel. Megfelelő időjárási körülmények között akár napi 450-500 m³ Ckt-t is be tudunk dolgozni. (19. ábra)

Az Eger térségében kivitelezésre kerülő munkák miatt Kerecsend határában egy mobil keverőt telepítettünk. A Magyar Közút kérésének megfelelően 2 km hosszban mindkét pályán SAMI réteg beépítését kérték. A réteg az elkészült Ckt burkoltra lett leterítve bitumenemulziós ragasztással. A három rétegű aszfalt burkolat szintén nagypados finisherrel került beépítésre, előadagoló használatával.

Az alapréteg esetében 1600 t/nap míg a kopóréteg esetében 1200 t/nap teljesítménnyel dolgoztunk. (20. ábra)

A beruházás során 16 km szalagkorlát és 8,5 km védőkerítés is épült, valamint az ÚHK rendszer is kiépítésre került.

A projekt határidőre elkészült. (21. ábra)

Az M25 észak projekt számokban:

– Humuszleszedés	78 800 m ³
– Bevágás:	12 100 m ³
– Töltés építés:	526 000 m ³
– Javító és Fagyvédő réteg:	23 500 m ³
– CKt:	16 000 m ³
– Aszfalt:	39 240 t
– Hídépítés:	1 db

M25 autót út további szakaszai

Az M25 autót út első 15 km-ét szintén a Colas cégcsoport építi. A déli ütemnek is két szakasza van. Az M3 autópálya és a 3. sz. főút közötti 7,5 km-es szakaszt a Colas Hungária Zrt építi, míg a 3. sz főút és az elkészült északi ütem közötti fennmaradó 7,5 km-es szakasz a Colas Út Zrt és a He-Do Kft alkotta konzorcium kivitelezésében valósul meg 2020 tavaszára. (22. ábra)



NAT-1-1741/2014

UTLABOR Laboratóriumi és technológiai Kft

„Aki segíti az Ön munkáját”

Szakértelem, megbízhatóság, gyorsaság a mélyépítési munkák minőségében.

Hívjon, megyünk.

Elérhetőségek

mobil: +36-20/9834-614 és +36-20/4811-104

Fax: +36-96/533-012, E-mail: utlabor@utlabor.hu



Zalaegerszeg belváros parkolási rendszerének felülvizsgálata tanulmánya

Hancz Gergő



építésvezető
Metrodom Építő Kft.

1. A kutatási téma bemutatása, indoklása, kutatási cél meghatározása

Zalaegerszeg elhelyezkedése és megyei jogú város címének adottsága miatt, nagy közúti gépjárműforgalommal rendelkezik. A jelentkező forgalom az itt dolgozók, az ügyintézés céljából érkezők köréből, illetve az átmenő forgalom hatásainak együtteséből adódik össze. A gyalogosok és a közúti forgalom szereplői találkozásokkor konfliktus helyzetek alakulnak ki, ami a város életszínvonalának csökkenését eredményezi. A belváros abban az esetben mentesülhet a jelenlegi nagyszámú gépjárműforgalomtól, ha a városközpont köré sikerül egy olyan forgalmi „gyűrűt” létrehozni, mely minden irányból jól körüljárható, megfelelő számú és kapacitású csomóponttal rendelkezik. Fontos, hogy a csomópontok minden lehetséges irányt kiszolgáljanak, illetve a kialakításuk a „gyűrűben” közlekedők akadálytalan áramlását segítse.

Szakdolgozati témámként Zalaegerszeg belvárosi forgalom csillapításának módját mutatom be, egy új forgalmi hálózat felépítésével és a hozzá kapcsolódó infrastruktúra csomópontjainak átépítésének lehetőségeivel. Jelenleg a város közlekedése a délelőtti és délutáni órácsúcs eltekintésével is gyakran kaotikus helyzetbe torkollik, ami annyira megbénítja a városban való közlekedést, hogy az átlagosnak vett idő a többszörösére növekszik meg. Céloom a megoldást rejlő belső körgyűrű megvalósításának bemutatása a főbb csomópontokon keresztül. Az új körgyűrű kiépítésével párhuzamosan kell a kerékpáros igényeket kiszolgálni, ugyanis a kerékpáros infrastruktúra az utóbbi évtizedben egyre nagyobb mértékben növekedett, és ahogy az úthálózattal párhuzamosan elmondható, hogy fejlődésük nem követték kellő mértékkel a szükséges igényeket.

Tanulmányaim során ismerkedtem meg bővebben, hogy bármiféle fejlesztés, beruházás tervezési- és kivitelezési fázisban nem fektetnek kellő hangsúlyt az adott építmény megközelítéséhez szükséges, kellő mennyiségű parkolóállások kialakítására. A parkolóhely hiányok tovább

fokozzák a városban kialakuló konfliktusos helyzetet. Dolgozatom fő támaszát a megyeszékhely 3 parkoló egységét vizsgálom meg, majd a kapott eredmények feldolgozásával következtetéseket vonok le a jelenlegi állapotokról és megpróbálok javaslatokat tenni a parkolási mérleg javítására.

A kutatásaim és vizsgálataim céljaként egy élhetőbb város kialakítását tűztem ki, a belső forgalom gyors elvezetés módjának bemutatásával, illetve parkolási szempontból vett legproblematisabb rész parkolási anomáliájának megszüntetése, vagy legalábbis csökkentésének elérésére.

2. A város térségi kapcsolatainak rövid bemutatása

Zalaegerszeg Nyugat-Magyarország déli- és a Balaton térségének nyugati részén helyezkedik el több szomszédos országot érintő határ menti státuszban. A város fekvése aktív lehetőséget biztosít a szomszédos országokkal történő gazdasági és infrastrukturális kapcsolattartásra.

3. Meglévő infrastruktúra hálózat bemutatása

Zalaegerszeg közvetlenül nem érhető el egyetlen gyorsforgalmi úttal sem, ezáltal közlekedési szempontból nincs kedvező helyzetben. Budapest irányából az M7-es autópályán közelíthető meg, ahonnan a Balatonkeresztúri csomópontnál lehajtva a 76. sz. másodrendű főút biztosítja a leggyorsabb eljutási lehetőséget a városba, amelyen az elmúlt évek fejlesztései során több elkerülő is kiépült. Azonban mégis így is több átkelési szakasz növeli az eljutási időt Zalaegerszegre.



Zalaegerszeg és közvetlen környezete területén található országos közutak (forrás: utadat.hu)



Leegyszerűsített forgalmi modell — jelenlegi domináns irányok (forrás: Linakron Mérnöki Kft.)

A város megközelíthetőségében két másodrendű főút játszik szerepet:

- A kelet-nyugati irányú 76. sz. másodrendű főút, amely Balatonszentgyörgytől vezet Kőrmendig.
- Az északi-déli irányú, 2 x 1 forgalmi sávós, 74. sz. másodrendű főút, amely Nagykanizsától vezet Vasvárig, ezáltal az M7-es autópályát közvetlenül köti össze a 8. sz. elsőrendű főúttal.

A város tehermentesítése érdekében megépültek a fentebb említett főutak Zalaegerszeget elkerülő szakaszai a város északi és keleti felén.

Zalaegerszegről több összekötő és bekötő út indul ki a város agglomerációs térségébe, amelyek feladata az apróbb falvak feltárása és összekötése a megyeszékhellyel.

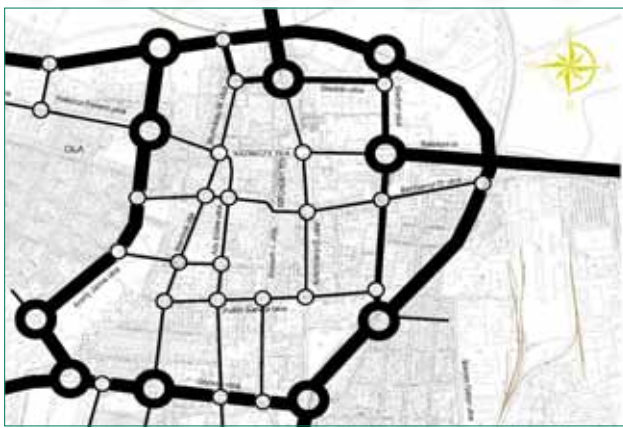
4. Meglévő úthálózati szerkezet bemutatása

Ha a beváros forgalmi helyzetét nagyon egyszerűen modellezni szeretnénk, akkor egy olyan szerkezeti modell állna rendelkezésünkre, ahol a négy égtáj forgalmi irányai egy pontban találkoznának egymással.

Ez az összpontosulás egy elosztó funkcióval bíró csomópont a város szívében. A belváros akkor mentesülhet a jelenlegi hatalmas teher- és gépjárműforgalomtól, ha a városmag köré egy úgynevezett forgalmi gyűrűt hozunk létre, mely minden egyes irányból jól és biztonságosan körüljárható, illetve megfelelő számú és kapacitású csomóponttal rendelkezik.

5. Tervezett hálózati szerkezet kialakítása

A jövőbeli úthálózatra egy új és kedvezőbb paraméterekkel bíró szerkezeti egységet készítünk, ahol arra törekedünk, hogy a meglévő sémával szemben nem egy adott pontban osszuk el a forgalmat, hanem több kisebb pontban lehetne a forgalmat szétterelni. A legfrissebb forgalomszámlálási (2015) adatok alapján az átlagos napi forgalom ÁNF=~16.079 egységjármű/nap. Ez a tény is igazolja, hogy az elkerülő út megépítése után elhanyagolható mértékben okozott változást a belvárosi forgalmat tekintve. Tehát nincs más lehetőség, minthogy városon belüli városon belül körgyűrű kerüljön kiépítésre.



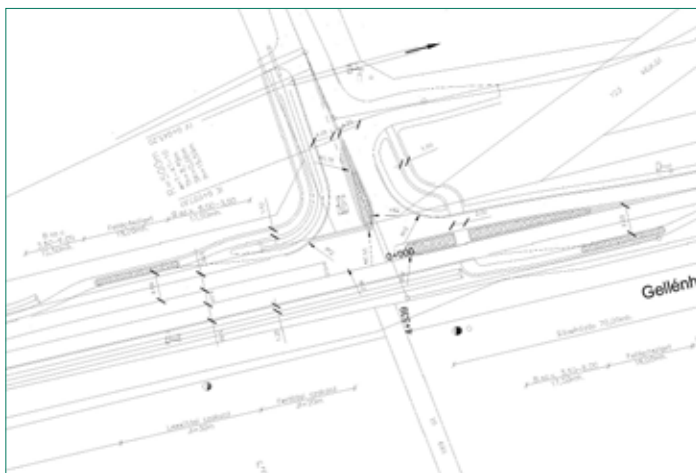
Egyszerűsített forgalmi modell — megvalósítandó hálózat (forrás: Linakron Mérnöki Kft.)

A belváros forgalomszabályozásának feladata a központtól idegen forgalmi funkciók kizárása, valamint a jogos forgalmi igények rangsorolása, illetőleg időben-térben való elválasztása. A központ úthálózata a célforgalom parkolóhelyeit és rakodási létesítményeit fűzze fel, és ne legyen alkalmas az átmenő forgalom lebonyolítására. Az újonnan megrajzolt forgalmi gyűrű e két állapot közötti elkülönítést, de mégis a két szituáció az állandó folytonosságot biztosítja.

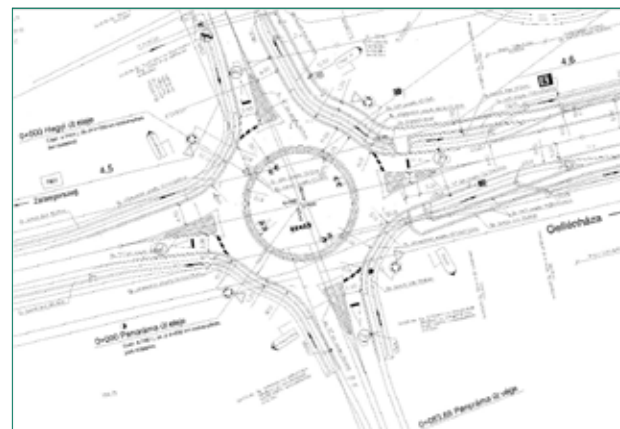
Az új körgyűrű megépítése nagy változásokat okoz a város szívében és a környező települések életében is az élehető városkép kialakítása érdekében. Ez a beavatkozás méretétől és fontosságától függően egy hosszabb procedura, ami hosszabb időt vesz igénybe.

Az imént kifejtett nagyobb beruházással és hozzá tartozó megfelelő forgalomtechnikával kialakítható egy tisztább és élehetőbb város. Azonban ennek elérése érdekében még egy új csomópont kiépítésére van szükség, ami egyben a város kapujaként is fog szolgálni az eddig nem említett keleti és déli haladási irányban. Ez pont nem más mint a 7401. számú Zalaegerszeg–Nova négyszámjegyű összekötő útján található. A tervezési terület Egerszeg déli részén, az Alsóerdei városrészen helyezkedik el. A tervezett csomópont jelenleg egy turisztikailag frekvenciált hely, ezért is fontos a pontos és precíz megoldás. A tevezés során elsőként a jelzőlámpás szintbeni csomópont lehetősége került kizárásra, mivel meglehetősen távol helyezkedik el a városközponttól és indokolatlan lenne ez a megoldás. Ezután kettő tervezet került megrajzolásra. Az egyik egy járműosztályozós csomópont, míg a másik egy hagyományos körforgalom volt.

A járműosztályozós csomópont:



A hagyományos körforgalom:



Mindkét tervezet során a vízelvezetést a már meglévő nyílt vízelvezetési árkokhoz igazítottuk.

Költséghatékonyság szempontjából mindeképp a sáv-elhúzásos csomópont kialakítása lenne célszerű, ám ez a megoldás nem tárja fel a meglévő utakat. Emiatt esett a választás a hagyományos körforgalom kialakítására, mely így a városkapuban forgalomcsillapító hatással van jelen, és a járműosztályozós csomópont kialakításakor felmerülő problémákra is megoldást ad.

Ezekkel az átalakításokkal sikerül egy zökkenőmentes és fentartható közlekedést kialakítani. Azonban ezek mit sem érnek a városban parkolási lehetőségek, gyalog- és kerékpárút összehangolása nélkül.

6. Kerékpáros infrastruktúra a belváros és a peremvidékek között

Jelenleg csak részlegesen kialakított a biztonságos és komfortos kerékpáros közlekedés a városban és a kertváros között, mivel hiányos a kiépítettség, sok helyen a kerékpáros közlekedés a gépjármű forgalom által használatos útra terelődik át. A jelenlegi hálózat nem teszi lehetővé, hogy a település központi részén található kereskedelmi, ipari és szórakoztatási egységek a lakóterületről akadálytalanul megközelíthetők legyenek kerékpárral. Zalaegerszeg kerékpárút hálózata jelenleg csak egyes városrészeket köt össze a városmaggal. A parkerdei városrész, a kertváros, az Alsóerdő, illetve az ipari park rendelkezik folyamatos kiépített kerékpár úttal.

A kerékpározási igények kiszolgálása az elmúlt időben alacsony színvonalú volt a fent említett okok miatt. A kerékpárutak építésének távlati célja a kerékpározás, mint környezetbarát közlekedési mód terjedésének ösztönzése a régió lakossága körében.

Meglévő kerékpárutak:

- Göcseji út
- Alsóerdei út
- Platán sor
- Arany János utca
- Kisfaludy Sándor utca
- Kossuth Lajos utca
- Déryné utca
- Landorhegyi út
- Köztársaság utja
- Kelemen Imre utca
- Balatoni út
- Zrínyi Miklós utca
- Pózva utca és Neszele és Ságod városrészek között



Meglévő, illetve tervvel rendelkező kerékpárutak Zalaegerszegen (forrás: kira.hu)

A városban elindult a kerékpározási infrastruktúra fejlesztése. A város jelenleg egy szebb és élhetőbb környezet kialakítását szorgalmazza és ebbe fontos szerepet kaptak a kerékpárosok is.

7. Parkolási igények vizsgálata

A szakdolgozatom önálló részében a vizsgált város parkolási rendszerével és annak tanulmányozásával szeretném folytatni.

Ahogy a bevezetőmet kezdtem: „a motorizáció rohamos léptékű fejlődését a meglévő úthálózat fejlődése nem követte megfelelő ütemben emiatt a gyalogosok és a járművek között konfliktusok észlelhetők fel. A nagy forgalom és a sűrű népesség itt szembesült először az egymást okozta korlátozások következményeivel. A járművek számára fokozott balesetveszélyt, **parkolási nehézségeket** és lassú haladást, míg a gyalogosok számára zsúfoltságot, baleseti-, egészségügyi veszélyérzetet levegőszennyezést, zajszennyezést jelentett.”

Az imént felsorolt korlátozásokat vizsgálva szeretném Zalaegerszeg szebb és akadálymentesebb városképének kialakítását. Ehhez mindenképp szem előtt kell tartani, mint az ott élők szabadságát, mint az odautazók parkolási igényeit. Összegezve olyan koncepció kidolgozása szükséges, amely megfelel a jól megfogalmazott fenntartható fejlődés alapelveinek, ami kimondja „olyan fejlődési folyamat, amely kielégíti a jelen igényeit anélkül, hogy csökkentené a jövő generációk képességét, hogy kielégítsék saját igényeiket.”

7.1. A parkolási igények kielégítése Zalaegerszegen

Zalaegerszegen a parkolóhelyek kialakításának aránya évről évre (2014-ben 2275 db parkolóhelyek száma, míg 2016-ban ez a szám 3150 db) pozitív irányba változik. Azonban a személyes tapasztaltam alapján kijelenthető, hogy a parkolók mennyiségének kínálata teljes kihasználtsági kapacitása mellett is töredéke a keresletnek. Az OTÉK alapján egy adott területhasználati funkcióhoz meghatározott parkolómennyiség a városban nem elégíti ki teljes mértékben az igényeket. Így általánosságban elmondható, hogy a szabályozás csak a minimális férőhelyek számát adja meg és ez a szám nem vehető mértékadónak.

7.2. Zalaegerszeg a fizető parkolók működése és igénybevételek rendje

Zalaegerszeg parkolási gondjai az ország más nagyvárosaihoz hasonlóak: A közlekedési túlerheltség parkolási nehézségeket okoz. A városközpontjában és annak közvetlen



környezetében fizető parkolási rendszer működik, melynek üzemeltetője a Parkolózsga Kft. Olyan szerkezeti egységet próbáltak kidolgozni, mely az élhető városi színvonalat erősíti. A fő cél az volt, hogy olyan inspiráló rendszert hozzanak létre, amely mindenki számára a gyors vásárlást, ügyintézt, csak a legszükségesebb ideig történő parkolást szorgalmazza. A fizető parkolóhelyek a város közigazgatási területén belül a helyi közutakon, az önkormányzat tulajdonában álló közforgalom elől el nem zárt magánutakon, valamint tereken, parkokban és egyéb közterületeken kerültek kijelölésre.

A várost parkolási díjfizetés szempontjából 4 övezetre bontották, mely övezetként más és más szín besorolást is kapott.

- 8901: II. díjövzet - zöld
- 8902: III. díjövzet - piros
- 8903: IV. díjövzet - kék
- 8905: Parkolóház - lila
- 8906: I. díjövzet - világos kék

8. Parkolási igények vizsgálata

8.1. Csipke parkolóházban végzett parkolási vizsgálatok

Elsőként vizsgált parkolóegység, a **Csipke parkolóház**. A parkoló a belvárosban helyezkedik el a Kosztolányi Dezső és a Berzsényi Dániel utca csomópontjánál.

2006-ban 800 millió forintból egy magántulajdonos által épített parkolóház alacsony kihasználtsággal működött,



Csipke parkolóház távolról
(Csipke parkolóház, Zalaegerszeg)

majd egy csődeljárás után 2012-ben a jelenleg is üzemeltető Városgazdálkodási Kft. tulajdonába került. A komplexum 3 emeleten várja a parkolni kívánó gépjárműveket. A parkolóház tetőteraszán kapott helyet egy vendéglátó helyiség is.

A parkolóházban összesen 183+12 db parkolóhely áll rendelkezésre.

A felmérést 2016.11.18-án végeztem el 8:00–18:00-ig. A számlálós adatgyűjtést a rendszámok utolsó négy karakterének felírásával végeztem a ki- és

behajtás pillanatában (személyiségvédelmi okokból csak a rendszámok utolsó négy karakterét rögzítettem). Az adatok táblázatba foglalása után következményeket tudtam levonni a parkolási szokásokról és az ott tartózkodott időintervallumokról is.

A parkolási felmérés eredményeit EXCEL-program segítségével dolgoztam fel. A számlálás kezdeti időpontja előtt és a befejező időpont után is a parkolóban tartózkodó gépjárműveket úgy vettem figyelembe, hogy a parkolófelületek működését 8:00 és 18:00 óra között feltételeztem. A parkolóházon átmenő forgalmat (mely az úti cél lerövidítése érdekében vette igénybe a parkolóházat) nem vettem figyelembe, mert nem számít bele a parkolófelületek forgalomkeltésébe. A belépő és kilépő forgalomként csak a parkolófelületeket használó gépjárműveket értettem, ezek adatait rögzítettem.

A kiértékelés során három jellemző vizsgálatát végeztem el:

- a parkoló telítettségének változása (parkolási lefolyása),
- az átlagos tartózkodási idők eloszlása,
- keltett forgalom vizsgálata

a) A parkoló telítettségének változása

(parkolási lefolyása)

- 10 óra leforgása alatt 349 db gépjármű használta a parkolóház különböző szintjeinek egyikét.
- A vizsgált parkoló összkapacitása: 183db +(12db) parkolóállás
- a vizsgált napon, a vizsgált időszakban a parkoló kapacitáskihasználtsága 6,67% és 26,15% között változott. Az átlagos kihasználtság 17,90%, a minta szórása: 5,46%.

b) Parkolóban töltött tartózkodási idők vizsgálata:

- A gépjárművek átlagos tartózkodási ideje 2 óra 09 perc 15 másodperc volt, a minta szórása: 2 óra 29 perc 09 másodperc.
- A mért parkolási idők 0 perc és 10 óra között változtak.

Elhelyezkedés (szint)	Férőhely
Pincszint	93 db férőhely
Földszint	37 db +12 db a vendéglátó egység számára fenttartott hely
Emelet	53 db férőhely

Szintenkénti parkolóállások eloszlása
(Csipke Parkolóház, Zalaegerszeg)

- Jelentős azon gépjárműveknek a száma, amelyek 15 percnél kevesebb időt tartózkodtak a parkolóban (12,32%), ez az érték a parkoló forgalomkeltése szempontjából fontos.
- Az átlagosnál (2 óra 09 perc) kevesebb időt a parkolóban tartózkodó gépjárművek száma jóval nagyobb (213 személygépjármű), mint a hosszabb ideig parkolóké. (136 személygépjármű).

c) Keltett forgalom vizsgálata:

A parkoló használati módja (tartózkodási idők, forgási sebesség) alapvetően meghatározza a parkoló által keltett forgalmat, ezért elvégeztem az óránként keltett forgalom kiszámítását. A legnagyobb keresztszeti forgalmat a 9:00 óra és 10:00 óra között számoltam (93 Ejm/h), az átlagos forgalomkeltés 69,40 Ejm/h volt. (A parkolót csak személygépjárművek vették igénybe, amelyek egységjármű tényezője: 1.00, így egységjármű-átszámításra nem volt szükség).

8.2. Dózsa ligeti parkolóban végzett parkolási vizsgálatok

A következőben vizsgált terület a III. díjövzetbe tartozó **Dózsa ligeti földszinti parkoló**.

A parkoló, ahogy a nevében is benne van, a Dózsa ligetben található. A liget egészének egy kis részéből lett kialakítva, meghagyva a zöldterületeket.

A megyei kórház és rendelőintézet körüli parkolási gondok enyhítése érdekében került kialakításra.

Egy 53 férőhelyes kiépített parkoló szolgálja ki a téren működő intézményi, kereskedelmi és szolgáltató funkciók parkolási igényeit. A parkolóban parkolási díj fizetése kötelező, a vizsgálat időpontjában ez 240 Ft/h nagyságrendű volt.

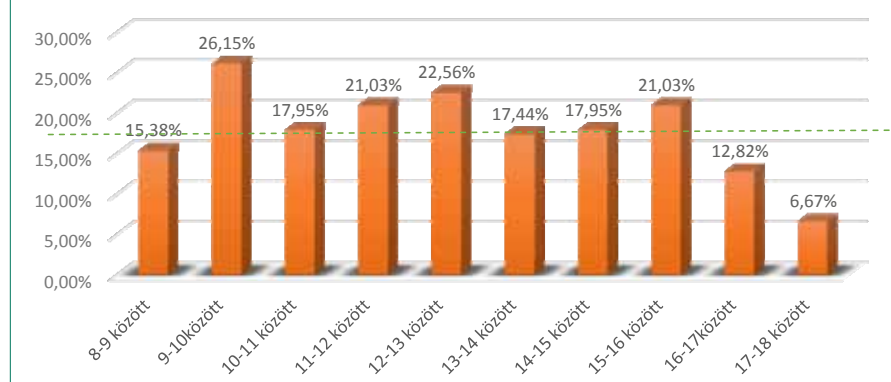
A Zrínyi Miklós–Hunyadi János és Kosztolányi Dezső utca által közrefogott téren található 53 férőhelyes parkolóhelyén, egy hétköznapon (2016.11.25-én, pénteken) reggel 7:00 és 17:00 óra között folyamatosan végzett felméréssel végeztem a vizsgálatot. Itt is éppúgy, mint a Parkolóháznál a rendszámok utolsó 4 karakterének felírásával végeztem a ki- és behajtás pillanatában.

a) A parkoló telítettségének változása

(parkolási lefolyása)

- 10 óra leforgása alatt 426 db gépjármű vette igénybe a parkolóállások egyikét
- A vizsgált parkoló összkapacitása: 53 db parkolóállás
- a vizsgált napon, a vizsgált időszakban a parkoló kapacitáskihasználtsága 24,53% és 184,91% között változott (Illegális parkolás esetén mérünk 100 % feletti

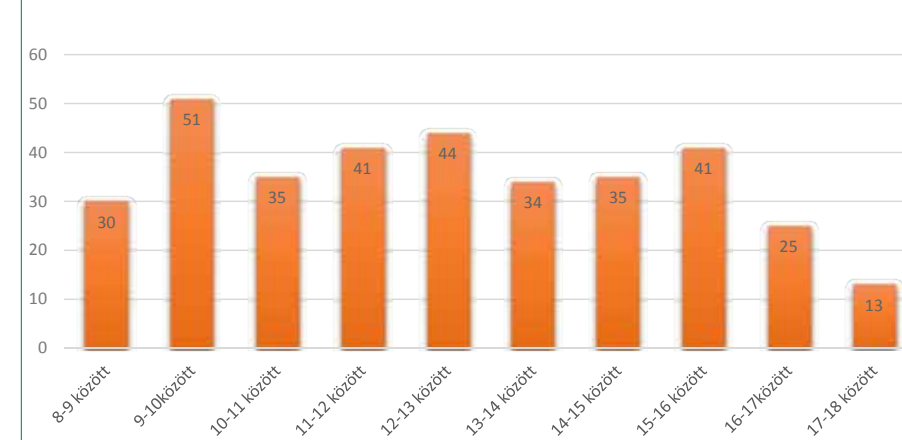
Kihasználtság [%]



Csipke Parkolóház kihasználtsági mutatója

A szaggatott zöld vonal a vizsgált parkoló az átlagos kihasználtságot (17,90%) mutatja

A parkolóházban tartózkodó gépjárművek óránkénti eloszlása



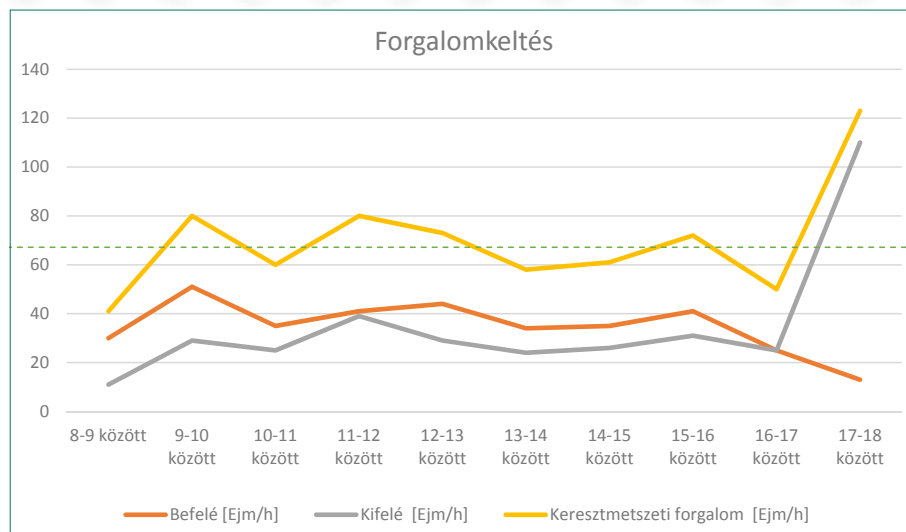
Parkolási idők eloszlása (Csipke Parkolóház, Zalaegerszeg)

Időpont [h]	Befelé [Ejm/h]	Kifelé [Ejm/h]	Keresztszeti forgalom [Ejm/h]
8-9 között	30	11	41
9-10 között	51	29	80
10-11 között	35	25	60
11-12 között	41	39	80
12-13 között	44	29	73
13-14 között	34	24	58
14-15 között	35	26	61
15-16 között	41	31	72
16-17 között	25	25	50
17-18 között	13	110	123
Forgalom átlaga	34,90	34,90	69,80

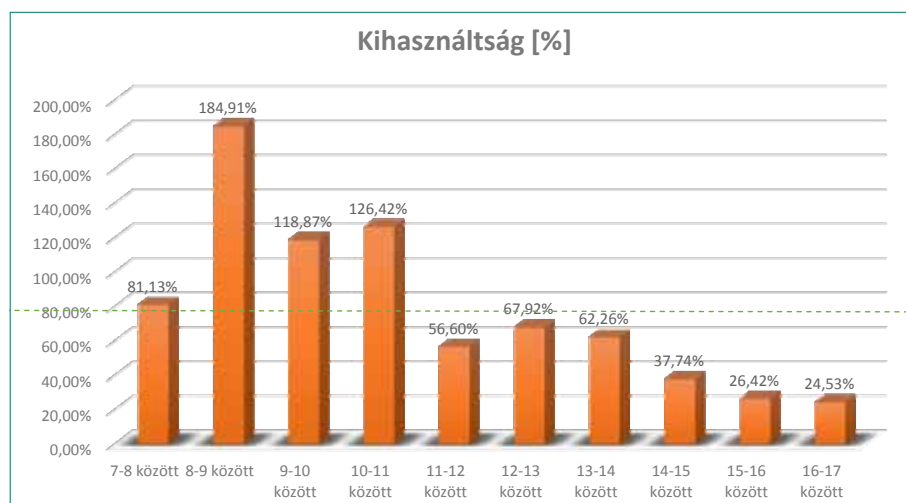
Forgalomkeltés (Ejm/h) – Csipke Parkolóház, Zalaegerszeg

kihasználtságot.). Az átlagos kihasználtság 80,38 %, a minta szórása: 51,37%.

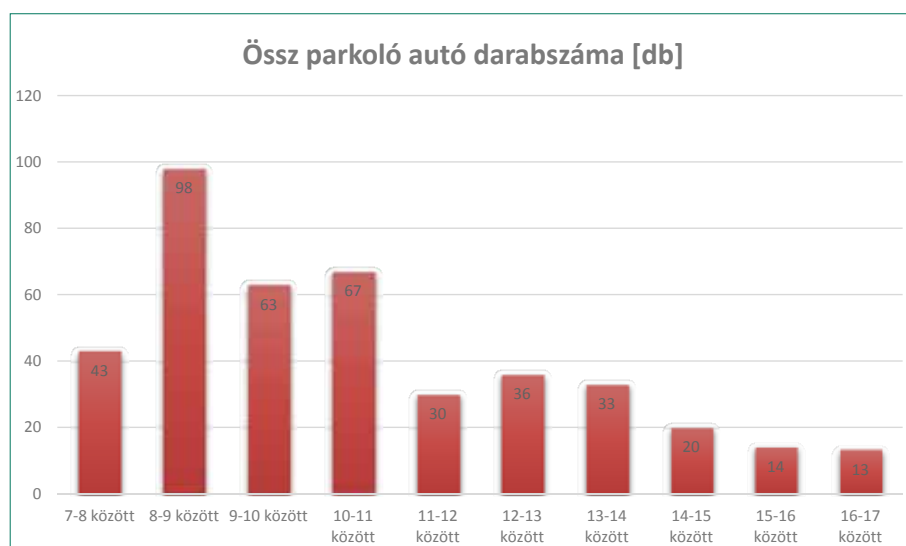
- Fentiek alapján a **maximális parkolási igény** a vizsgált időszakban: 1,849 x 53= 98 parkolóhely



Vizsgált parkolófelület által keltett forgalom [Ejm/h]
(Csipke Parkolóház, Zalaegerszeg)



Dózsa ligeti parkoló kihasználtsági mutatója
A szaggatott zöld vonal a vizsgált parkoló az átlagos kihasználtságot (80,38%) mutatja



Parkolási idő eloszlása (Dózsa ligeti parkolóhely, Zalaegerszeg)
A szaggatott zöld vonal a vizsgált parkoló kapacitását (53 parkolóállás) mutatja

b) Parkolóban töltött tartózkodási idők vizsgálata:

- A gépjárművek átlagos tartózkodási ideje 2 óra 00 perc 35 másodperc volt, a minta szórása: 2 óra 40 perc 37 másodperc.
- A mért parkolási idők 0 perc és 9:35 óra között változtak.
- Jelentős azon gépjárműveknek a száma, amelyek 15 percnél kevesebb időt tartózkodtak a parkolóban (26,29%), ez az érték a parkoló forgalomkeltése szempontjából fontos.
- Az átlagosnál (2 óra 00 perc 35 másodperc) kevesebb időt a parkolóban tartózkodó gépjárművek száma jóval nagyobb (302 személygépjármű), mint a hosszabb ideig parkolóké. (124 személygépjármű).

c) Keltett forgalom vizsgálata:

A parkoló használati módja (tartózkodási idők, forgási sebesség) alapvetően meghatározza a parkoló által keltett forgalmat, ezért elvégeztem az óránként keltett forgalom kiszámítását. A legnagyobb keresztmetszeti forgalmat a 8:00 óra és 9:00 óra között számoltam (165 Ejm/h), az átlagos forgalomkeltés 80,90 Ejm/h volt. (A parkolót csak személygépjárművek vették igénybe, amelyek egységjármű tényezője: 1.00, így egységjármű-átszámításra nem volt szükség).

8.3. Sportcsarnok előtti rendezvényterén végzett parkolási vizsgálatok

A harmadik parkolóra azért esett a választásom, mert ez a belvároshoz közel helyezkedik el, azonban ez nem fizető parkoló, sőt nem is parkoló, hanem egy rendezvény tér. Az említett rendezvény tér a Zala Pláza közvetlen szomszédságában a Sportcsarnok előtt helyezkedik el.

Vizsgálat célja: a sportcsarnok előtt elhelyezkedő rendezvény tér aszfaltfelületének használati szokásainak megállapítása.

a) A parkoló telítettségének változása (parkolási lefolyása)

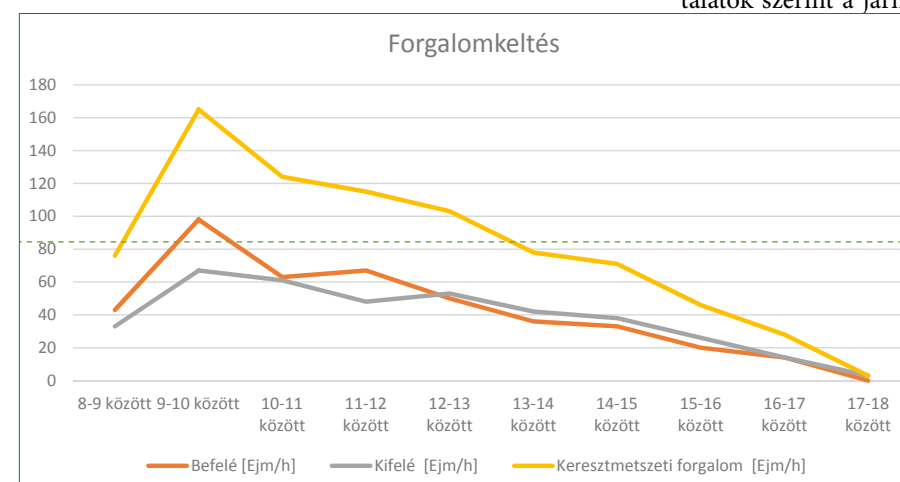
- 10 óra leforgása alatt 88 db gépjármű vette igénybe a parkolóállások egyikét
- A vizsgált parkoló összkapacitása: meghatározandó



Dózsa ligeti parkolóhely (Dózsa ligeti parkoló, Zalaegerszeg)

Időpont [h]	Befelé [Ejm/h]	Kifelé [Ejm/h]	Keresztmetszeti forgalom [Ejm/h]
7-8 között	43	33	76
8-9 között	98	67	165
9-10 között	63	61	124
10-11 között	67	48	115
11-12 között	50	53	103
12-13 között	36	42	78
13-14 között	33	38	71
14-15 között	20	26	46
15-16 között	14	14	28
16-17 között	0	3	3
Forgalom átlaga	42,40	38,50	80,90

9. táblázat Forgalomkeltés (Ejm/h) –
Dózsa ligeti parkoló, Zalaegerszeg



Vizsgált parkolófelület által keltett forgalom [Ejm/h]
(Dózsa ligeti parkolóhely, Zalaegerszeg)
A szaggatott zöld vonal a vizsgált parkoló az átlagos forgalomkeltést (80,90 Ejm/h) mutatja



Sportcsarnok előtti rendezvényter, Zalaegerszeg)

Időpont [h]	Befelé [Ejm/h]	Kifelé [Ejm/h]	Keresztmetszeti forgalom [Ejm/h]
7-8 között	63	2	65
8-9 között	12	1	13
9-10 között	13	0	13
10-11 között	0	0	0
11-12 között	0	0	0
12-13 között	0	0	0
13-14 között	0	0	0
14-15 között	0	0	0
15-16 között	0	85	85
Forgalom átlaga	9,778	9,778	19,556

Forgalomkeltés (Ejm/h) – Sportcsarnok előtti rendezvényter, Zalaegerszeg

A felmérésem során arra a tapasztalatra jutottam, hogy itt főleg azok az emberek parkolnak, akik a környező intézményekben (NAV, rendőrség, MVH, illetve a buszpályaudvaron) dolgoznak, mivel egy jól összehozott parkolási rendszer alapján várakoznak. Megfelelő távolságot illetve a biztonságos közlekedést megtartva hagyják magukra a tulajdonosok gépjárműveiket

Elmondható, hogy átlagosan 9 óra 02 perc 53 másodpercet parkolnak itt a személyautók. Az értékelés, és a tapasztalatok szerint a járműtulajdonosok, nem csak ügyintézés céljából használják a rendezvény teret, hanem teljes munkaidő alatti várakozásra is.

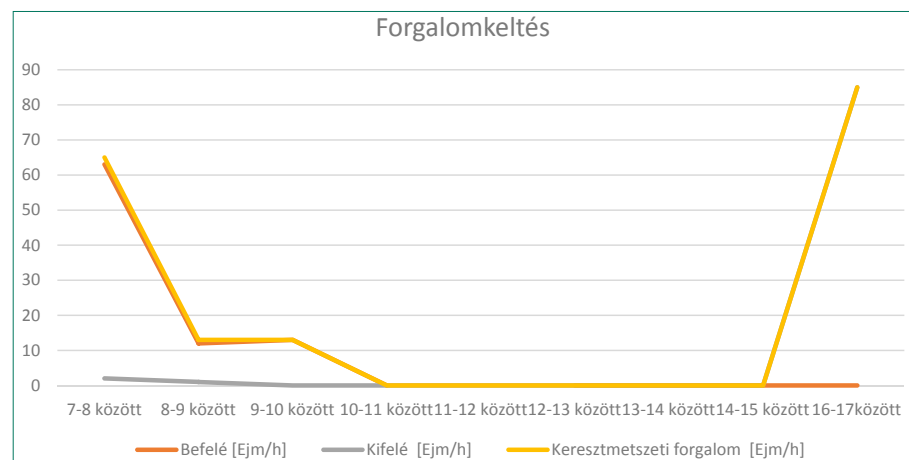
A meglévő tér átalakítására és esetleges térítés elleni parkolóállások kialakítása jelen esetben nem indokolt. Megállapítható, hogy az emberek mindenféle jelzés nélkül, a parkolási szokásoknak megfelelően parkolnak. A közeljövőben a tér felújítására kerül sor, ahol kijelölt parkolóállások lesznek kialakítva, de épp ugyanúgy, mint napjainkban térítésmentesen várakozhatnak. A tér funkcióját tekintve időszakként rendezvényterként fog üzemelni. A kialakítás a következő látványterv alapján fog megvalósulni.



Sportcsarnok előtti rendezvénytér

9. Javaslat tétel a parkolási nehézségek megszüntetéséről, csökkentéséről

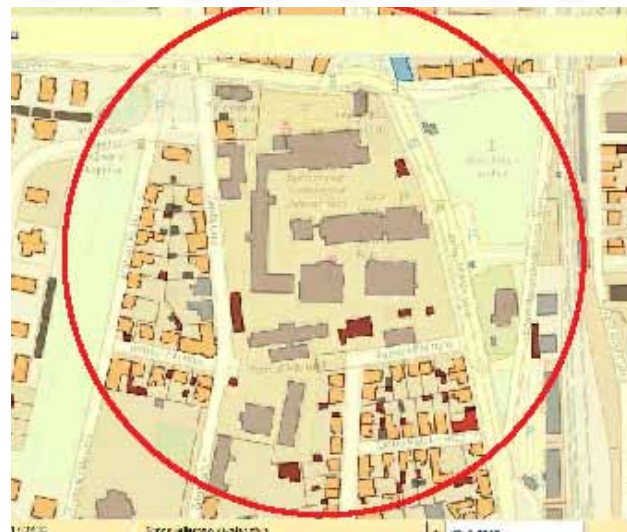
A vizsgált parkolók felmérései és az így kapott statisztikai adatok alapján elmondható, hogy a Zala Megyei Kórház – Zala Megyei Szent Rafael Kórház – térségében jelenleg komoly parkolási nehézségek alakultak ki. A munkanapokon a meglévő parkolók a vizsgált naphoz hasonlóan szinte teljes kapacitással, kihasználtsággal működnek. A jelenlegi



Vizsgált parkolófelület által keltett forgalom [Ejm/h] Sportcsarnok előtti rendezvénytér, Zalaegerszeg

Parkoló megnevezése	Díjszabás [Ft/óra]	Parkolóállás/férőhely [db]
Dózsa liget	240	53
Vasút állomás kisposta előtt	160	53
Zrínyi úton a Rendelő intézet előtt	160	35
Tomori Pál utca a Zrínyi utca felől	160	56
Dobó Kata utca	160	
Szent László út (József Atilla utcától északra)	160	
Zárda utca (Tomori utcától északra)	160	20
Rózsák tere	160	12
Mátyás király utca	160	43

Kórház környezetében található parkolóállások darabszáma, Zalaegerszeg



Zala Megyei Kórház – Zala Megyei Szent Rafael Kórház körüli parkolási lehetőségek

parkolóhelyek képtelenek kielégíteni a hirtelen megnövekedő igényeket. A kórház közvetlen közelében, annak lefedésére az alábbi helyeken lehet térítés ellenében parkolni:

A parkolási rend bővítésének javaslat tételkor a kórház köré egy 200 m sugarú kört rajzoltam, és ezen belül kezdtem el vizsgálni, a felmérések és a kutatási munkám során szerzett tapasztalatok alapján, ami alapján egyértelműen kijelenthető, hogy az emberek, ha drágább is, de minél közelebb szeretnének megállni az úgynevezett célállomás közelében. Ha lehetséges, akkor minél közelebb a bejáratához. A rajzolt körön belül a következő parkolók találhatók.

A táblázat összesítése alapján 272 db parkolóállás áll rendelkezésre a kórházi kezelések, ellátások, illetve az egyéb ügyintézés céljából várakozni szándékozók részére, ebből 219 db a városban alkalmazott legalacsonyabb 160 Ft/óra térítési díj ellenében. A kieső 53 db parkolóhely a Dózsa ligeti parkoló, mely kiemelt övezetbe tartozik.

A hirtelen megnövekedett parkolási igényt véleményem szerint az egészségügyi intézmények megyei ellátási kötelezettsége, illetve az ebből adódó nagyobb forgalma, valamint a szívbetegségek gyógyítására való területi specializálódása. További negatív hatása van a parkolásra a pózvai osztályok áttelepítése, mivel az átköltözéssel párhuzamosan az addigi parkolási igényt is magával hozta. A kórház bővítésének tervezésekor a fő hangsúlyt a megfelelő betegágy biztosítás



Dózsa ligeti parkolóhely, Zalaegerszeg

volt és nem foglalkoztak az átköltöztetéssel szoros kapcsolatban álló betegellátás során keletkező gépjármű forgalom hatásaival. Emiatt az eddigi külső kórházi forgalom ma már itt jelentkezik. Végül, de nem utolsó sorban pedig növeli a parkolók képességének csökkenését a kórházi dolgozók részére kiadott 200 db térítésmentes, korlátozás nélküli parkolási bérlet.

Ezek a bérletek a Dózsa ligeti parkoló hely kivételével az imént felsorolt helyeket használhatóak (az 19/1997.(V.22) Önkormányzati rendelet 11 § (1 a) bekezdése alapján):

- Zárda utca
- Rózsák tere
- Mátyás király utca
- Tomori Pál utca
- Zrínyi Miklós utca (Vasút állomás, kisposta előtt)
- Kosztolányi utcán a Hunyadi és Béke liget között

Ahhoz, hogy a fent említett parkolási nehézségek csökkenjenek, feltétlenül a parkolóhelyek számának mihamarabbi bővítése szükséges.

Első körben a vizsgált Dózsa ligeti parkolóhely bővítése jöhet szóba. Itt található olyan kapcsolódó szabad terület, amelynek irányába a jelenlegi létesítmény bővíthető. Tulajdonképpen a jelenlegi parkolóhely Zrínyi utca felőli ágának tükörképét lehetne megvalósítani.

Várható bővítés nagysága a kialakítástól függően 35-40 db parkoló állás, ami fedezné a felmérés során keletkező hiányt.

Előnye	Hátránya
Közel van a kórházhoz	Megvalósítás esetén támadás várható a környezetvédők részéről, annak ellenére, hogy nem kellene a meglévő fákat kivágni
Nem igényel kisajátítási területet	Bezavarhat a Kosztolányi Dezső utca későbbi kétirányúsítása
Ténylegesen csak a parkoló burkolatát kell megépíteni (esetleges gyeprácsos kialakítás)	
Nincs közműkiváltás	

A dózsa ligeti parkoló „U” alakú bővítésének előnyei és hátrányai

A bővítés során a parkoló kapacitása már lehetővé tenné a sorompós rendszer kiépítését is.

Bővíthetőség szempontjából minimális férőhelynövelést lehetne elérni a Mátyás király utcai parkolóknak a 45 fokok beállítására való átépítéséből. A várható bővítés nagysága a meglévő közművek függvényében 5–10 parkolóállást jelenthet.

Előnye a közlekedés biztonsági növekedés, azonban hátrányként mondható, hogy a beruházás összege nincs arányban a várható növekedés értékével.

Második körben az új területen kialakítandó parkolók számát vettem figyelembe. Itt két terület jöhet számításba:

- Mindszenty József Ált. Iskola, gimnázium és Kollégium területén
- Vasútállomás területén
- a) Mindszenty József Ált. Iskola, gimnázium és Kollégium területén
- Az iskolának a Zárda utca felőli oldalán a meglévő szabadidős területen. A parkoló nagyságának függvénye az iskolával való megállapodás, de területe alapján körülbelül 35–45 parkolóállás létesíthető.

Előnye	Hátránya
Nagyon közel van a kórház hátsó bejáratához	Kérdéses milyen kondíciókkal vonható be a fizető parkoló övezetbe
Kevésbé forgalmas úton közelíthető meg	Szűk utcáról való megközelíthetőség

A Mindszenty J. Ált.I. és G. a Zárda utca felőli oldalán létesített parkoló előnyei és hátrányai

- Az iskolának a Mátyás király utca felőli oldalán való parkolóhely kialakítása a meglévő szabadidős zöldterületen. A parkolóhely nagyságának függvénye itt is az előzőekben említett iskolával való megállapodás.

Előnye	Hátránya
Kulturált parkolók alakíthatók ki	Viszonylag mesze van a kórházról

A Mindszenty J. Ált.I. és G. a Mátyás k. utca felőli oldalán létesített parkoló előnyei és hátrányai

- b) Vasútállomás területén

Előnye	Hátránya
Nagyon közel van a kórházhoz	Idegen területet kell igénybe venni
	A kórház forgalmas út keresztesítésével érhető el. Kicsi a biztonság a parkoló és kórház közötti átkelési szakaszon.

A vasútállomás területén létesített parkoló előnyei és hátrányai

Előnye	Hátránya
Kapacitás növekedés	Költséges kialakítás
Közel lenne a kórház bejárata	
Összeépíthető lenne a Rendelő intézettel	

A Rendelő Intézet területén létesített többszintes parkolóház előnyei és hátrányai

Harmadik körben olyan parkolók kialakításával foglalkoztam, ami igaz nem vonható be a fizető övezetek egyikébe sem, de a parkolási nehézségen feltétlenül enyhítene egy esetleges megvalósulás esetén.

– A kórház területén a Rendelő Intézet (SZTK) és a Tomori Pál utca között a Zrínyi utcai jelenlegi parkolóval szomszédos területen (a kerítés mellett) egy többszintes parkoló létesítése, ami számottevően és érzékelhetően javítana a parkolási nehézségeken.

A vizsgálat során körbejárt 200 méter sugarú körben, egy nem rég átadott kb.: 85 férőhelyes felszíni parkoló található a kórház területén, ami mindenki számára nyitott. Ennek ellenére a parkolót csupán néhány személygépjármű használja, pedig jelen parkoló teljeskörű kihasználásával tudnánk fedezni a kórház körüli parkolóállások hiányát.

Esetleges megoldásként javasolható egy propaganda mozgalom a parkoló megismerése érdekében, vagy a kiadott 200 db térítésmentes, korlátozás nélküli parkolási bérlet tulajdonosoknak kellene fenntartani ezeket a helyeket, hisz a kórház területén belül van és a felszabadult helyek pedig kiszolgáltatnák a szükséges mennyiséget.

A vizsgálatom során több alternatíva kialakítása is felmerült. De ezek a beavatkozások nagyon költséges munka árán jöhetnének létre. Ismerve a városok mai éves költségvetését, ezek a megoldások nagyrészt pályázati források segítségével valósulhat meg. A parkolóhelyek bővítését lehetne még vizsgálni, ha nagyobb sugarú kört vennénk alapul, de az már a számításaim és tapasztalataim szerint nem

enyhítene a mostani kialakult helyzeten, mivel a használati zónán kívül helyezkednek el.

Összefoglalás

A dolgozatom végére érve elmondható, hogy sikerült egy élhetőbb és közlekedési szempontból tekintve egy biztonságosabb közlekedési hálózatot létrehozni. A bemutatott belső körgyűrű kiépítése érezhető javulást fog okozni a város életében, hisz ez által csak az átutazás céljából érkező forgalom gyorsabban el tudja hagyni a várost. A megépített körgyűrű szakaszok is már jelentős forgalmat elvisz a város szívéből, így kimondottan a városba érkezők használják a belső utakat.

A javasolt parkolóállások kialakításának megvizsgálása után mindenki számára érezhető lesz, hogy egy azonnali beavatkozásra van szükség. A beavatkozás biztosan pozitív hatással lesz a jelenlegi helyzetre, és ha nem is szünteti meg teljes mértékben az anomáliákat, de minden bizonnyal jelentős mértékkel csökkentheti azokat. A bemutatott körgyűrű komplett elkészülte-, illetve a javasolt parkolóhelyek egyikének megvalósulása esetén, már kijelenthető, hogy Zalaegerszeg a legjobb ütemben halad a kiegyensúlyozott és élhetőbb város kialakítása érdekében, ami egy magas és minőségi színvonal elérését eredményezi.

A városközpont köré sikerült egy olyan forgalmi „gyűrűt” kialakítani, mely minden irányból jól körüljárható, megfelelő számú és kapacitású csomóponttal rendelkezik. Így a belváros mentesült az említett nagyszámú gépjárműforgalomtól. Kialakításuk során kiemelt szempont volt a „gyűrűben” közlekedők akadálytalan áramlásának segítése. Ezáltal a forgalom nem reked meg a város körül és gyors haladást eredményez. Természetesen ezeken a szempontokon kívül fontos volt a tömegközlekedés hiánytalan kiszolgáltatása, illetve a „gyűrű” mentén a megfelelő darabszámú és színvonalú parkolási hálózat kialakítása.

Kijelenthető, hogy a dolgozatom végére sikerült egy működő rendszer kiépítésének bemutatása, illetve a parkolási nehézségek csökkentési lehetőségeinek felvetése konkrét példák alapján.



Szent Rafael Kórház területén újonnan létesített parkoló

Minőségi útjavítás télen, nyáron, innovatív aszfalt újrahasznosító technológiával!

- A magyar közutak állapota, mint azt mindannyian tapasztaljuk elszomorító, KSH adatai szerint több mint fele, 53 százaléka rossz, 11 százalék nem megfelelő, egyharmaduk pedig teli van nyomvályúval, azonban a közutak felújítására sem a magyar költségvetés, sem a helyi önkormányzati szektor nem rendelkezik elegendő forrással, így sok esetben csak tűzoltásra, azaz az utak kátyúzással történő javítására van lehetőség.

- A magyar éghajlati viszonyok mellett az útjavításokat nagyrészt nyáron és késő tavasszal lehet eredményesen elvégezni, a téli és az őszi kátyúzás kizárólag sürgősségi megoldás a balesetveszélyes lokális hibák megszüntetésére. A hideg időszak meleg aszfaltok beépítésére nem alkalmas, illetve az aszfaltkeverő telepek télen nem üzemelnek. Ilyenkor nagyrészt különböző adalékanyagokkal kevert hidegaszfaltok állnak a szakemberek rendelkezésére, azonban ezek stabilitása meg sem közelíti a meleg aszfaltok stabilitását. Az útjavításokban, az utóbbi évtizedekben teret nyert a mart és bontott aszfalt újrahasznosítása, azonban adalékanyag nélkül ugyanaz a probléma adódik, mint meleg aszfaltoknál, hogy a beépítésük csak megfelelő hőmérséklet felett megengedett.

- Erre a problémára kínál most innovatív, környezetbarát megoldást egy magyar cég, aki az idei évben olyan technológiát fejlesztett ki, ami lehetővé teszi a minőségi, tartós útjavítást az őszi-téli csapadékos, hideg időszakban is, amikor az általánosan használt aszfaltokkal nem igazán lehet tartós munkát végezni. Az eljárás legfőbb vívmánya, hogy a cég által fejlesztett aszfalt újrahasznosító berendezés az útjavítások során a javítandó útfelületről felmart, vagy a kátyúból kivágott aszfaltot hasznosítja újra, és egy speciális adalékanyag (szabadalmi oltalom alatt álló új termék) hozzáadásával, kiváló kátyúzó anyagot állít elő.

- A technológia egész évben alkalmazható, és az országban különböző telephelyeken felhalmozott, hatalmas mennyiségű, veszélyes hulladéknak számító mart/bontott aszfalt újrahasznosításával védi a környezetet. Az eljárás gazdaságos választás az útkezelők, önkormányzatok számára, mivel a hideg és meleg aszfaltos technológiákhoz képest olcsóbb megoldást jelent, továbbá a jelenlegi aszfalt újrahasznosító módszerekkel szemben kevesebb humán munkaerőt igényel.

- A fejlesztés kulcstényezője, hogy az adalékanyaggal módosított aszfalt jó adhéziós képessége miatt, a télen elhelyezett aszfalt nem pereg ki hónapokon belül, nyáron is a helyén marad, illetve a letisztított, de vizes felületekhez is jól tapad, így a nedves kátyúkat nem kell kiszárítani. Használhatóságát növeli, hogy az útból kibontott aszfaltdarabok a helyszínen újrahasznosíthatók, nem kell a kibontott anyag elszállításáról gondoskodni. Télen a nagy aszfaltkeverők leállása idején is lehet meleg aszfalttal dolgozni, és mindig az igénynek megfelelő mennyiségű aszfaltot lehet előállítani, hulladék anyag nem keletkezik.

- Az eljáráshoz fejlesztett berendezés egy teherautóra felhelyezhető aszfalt újrahasznosító, amely mart/bontott aszfalt és adalékanyag tartályból - az aszfaltozás helyszínén - az igényeknek megfelelő mennyiségű adalékanyaggal ellátott aszfaltot állít elő. A szerkezet a teherautóról levehető, fix lábakra helyezhető és akár telepített aszfaltkeverőként is üzemeltethető. Költséghatékony megoldásként az útjavító cégek kis kihasználtsággal működő Bagela-i is beépíthetők a gépbe.

Palik Dávid



További információk:
www.aszfaltujrahasznositas.hu

Packer Kft.

3200 Gyöngyös, Keleti Karácsondi köz 1.,

Tel.: 37/316-480,

info@aszfaltujrahasznositas.hu

Az egykori Józsefvárosi pályaudvar területén létesítendő új, közúti vasúti járműtelep engedélyezési terve

Rédling Péter

műszaki szakértő
MÁV
Felépítménykarbantartó
és Gépjavító Kft.



1. Bevezetés

A diplomamunkám témája egy új, a modern kor igényeit kielégítő közúti vasúti járműtelep engedélyezési tervének elkészítése volt Budapest belvárosában, az egykori Józsefvárosi pályaudvar területén. Az új járműtelep megvalósításával két jelenleg üzemelő kocsiszín, a Baross és a Ferencváros kocsiszíne is kiválthatók lennének (1. kép).

A tervezésre kijelölt terület (2. kép) közlekedési szempontból ideális helyen van, hiszen több közúti vasúti viszonylat és nagyvasúti vágányok határolják.

A célom az volt, hogy a kijelölt területen egy olyan új, korszerű technológiai berendezéssel ellátott, optimális járműszámra tervezett közúti vasúti járműtelepet alakítsak ki (3. kép), ahol a modern (CAF Urbos) és a régi járművek (Tatra T5C5) is egyaránt karbantarthatók. A munkám során bejártam az összes, jelenleg üzemelő budapesti közúti vasúti járműtelepet, ahol megismertem a különböző karbantartási technológiákat, folyamatokat, berendezéseket, illetve felmerülő igényeket, amelyek segítségével mérlegelni tudtam a különböző kialakítási szempontok jelentőségét. A korszerű technológiai megoldások megismeréséhez külföldi példákat is vizsgáltam.

2. Budapesti közúti vasúti járműtelepek

A tanulmánytervi változatok megfelelő színvonalú elkészítéséhez először megfogalmaztam azokat a szempontokat, melyeknek egy korszerű járműtelepnek meg kell felelnie. A megfelelő szempontok kiválasztásához felhasználtam a bejárások és az üzemvezetőkkel való konzul-

tációk által szerzett tapasztalataimat. A megfogalmazott szempontok az alábbiak:

- **Forgalmi vágányokkal való teljeskörű kapcsolat:** a járműtelepre történő beállás és a forgalomba való kiállás egymás zavarása nélkül (vagy egymás lehető legkisebb zavartatása mellett), közvetlenül és egyidejűleg megoldható legyen. Forgalmi zavar esetére egy alternatív be- és kijárat kialakítása szükséges, ahol a beállásnak közvetlennek kell lennie, a kiállás történhet visszafogással.
- **Szalagszerű javítás biztosítása:** a járművek biztonságtechnikai ellenőrzését a beállást követően egymás után, szalagszerűen lehessen elvégezni. A járművek a biztonságtechnikai ellenőrzés után visszafogás nélkül tudjanak a tárolóvágányokra beállni. A biztonságtechnikai ellenőrzésre várakozó járművek feltorlódása miatt előtároló vágányok létesítése szükséges, lehetőség szerint a járműtelep területén belül.
- **Technológiai járműmozgások függetlensége:** a technológiai járműmozgások és a járműkiadás (illetve jár-



1.kép



2. kép



3. kép

műátvétel) egymástól függetlenek legyenek. Ehhez a telepen egy funkció nélküli körbejáró vágány kialakítása szükséges, valamint az, hogy a járművek megfordítása a járműtelepen belül megoldható legyen (lehetőleg visszafogás nélkül).

- **Fedett tárolás:** a járműtelepen a fedett tárolás kialakítása előnyben részesítendő, mert a járművek szabadtéri tárolás esetén ki vannak téve az időjárás viszontagságainak, ami a járművek állapotmegőrzése szempontjából hátrányos, valamint a napi üzemkezdetet lassítja (például: hó eltakarítása, lefagyott szélvédő). Szociális szempontból a járművezetők számára is előnyös a fe-

dett tárolás, mert zárt és fűtött helyiségből kezdek a munkát. A karbantartási munkákat végző járművek és munkagépek elkülönítve tárolandók, hogy a mozgásuk ne zavarja a járműkiadást/járműátvételt.

- **Típusfüggetlen járműkarbantartás:** a járműtelepen az összes, Budapesten jelenleg használatos közúti vasúti járműtípus tárolható és karbantartható legyen.
- **Rendkívüli álláshelyek biztosítása:** havária esetére külön, könnyen elérhető álláshelyek kialakítása.
- **Technológiai elrendezés hatékonysága:** a járművek karbantartása minél gördülékenyebben történjen. A járműtelepen korszerű technológiai berendezések és fejlett géppark alkalmazása előnyben részesítendő. A nagyobb szintű vizsgálatok után kötelező fékmérést a telepen belül, külön erre a célra kialakított fékpróbas vágányon végre lehessen hajtani.
- **Kedvező vágánygeometria:** vágányfenntartás szempontjából kerülendő a kis sugarú ívek alkalmazása az intenzív, idő előtti sínkopás miatt, valamint a hosszú járművek kedvező futásához szükséges vágánygeometria tervezése előnyben részesítendő (például: 25m-nél kisebb sugarú ívek kerülendők; ellenkező görbületű ívek között kellő hosszúságú közbenső egyenes tervezendő stb.).
- **Átjárhatóság:** különböző kötőtpályás közlekedési módok közötti átjárhatóság lehetőség szerinti biztosítása (például: közúti gyorsvasúti kapcsolat, nagyvasúti kapcsolat stb.).

1. táblázat A modern járműtelepekkel szemben támasztott követelmények teljesülése a jelenleg üzemelő budapesti közúti vasúti járműtelepeken*

Követelmény	Járműtelep megnevezése**							
	Angyalföld	Hungária	Száva	Ferencváros	Baross	Kelenföld	Zugló	Szépilona
Forgalmi vágányokkal való teljeskörű kapcsolat	●	●	○	○	●	○	○	○
Szalagszerű javítás	●	●	●	○	○	○	○	○
Technológiai járműmozgások függetlensége	●	○	○	●	○	○	○	○
Fedett tárolás	○	●	○	●	●	●	●	●
Típusfüggetlen jármű-karbantartás	○	●	●	○	○	○	○	○
Rendkívüli álláshelyek	○	●	●	○	○	○	○	○
Technológiai elrendezés hatékonysága	●	●	●	●	○	●	○	○
Kedvező vágánygeometria	●	●	●	●	●	●	●	●
Átjárhatóság	●	○	○	●	○	○	○	○
Teljesült követelmények	5/9	4/9	3,5/9	3/9	2,5/9	2/9	1,5/9	1/9

*Érdeklődés esetén a kocsiszínek bemutatása a cikk végén lévő QR-kód beolvasását követően érhető el.

**Budafok kocsiszín átépítése a diplomamunkám készítése idején zajlott, ezért nem szerepel az összesítő táblázatban

A táblázatban használt jelölések:

- - az adott követelmény teljes mértékben teljesül
- - az adott követelmény nem teljesül
- - az adott követelmény részben teljesül

Változat jele	Kitérő-csoportok száma	Átszelési kitérő-csoportok száma	Átszelések száma	Legkisebb alkalmazott körívsugár	Tárolható járművek száma (teljes kapacitás)
T1	71 csoport	4 csoport	5 csoport	20 m	98 (112) db
T2	74 csoport	1 csoport	6 csoport	22,04 m	100 (114) db
T3	75 csoport	-	6 csoport	21,86 m	100 (114) db
T4	76 csoport	1 csoport	4 csoport	23,87 m	110 (124) db

2. táblázat Tanulmánytervi változatok főbb mennyiségi adatai

A szempontrendszer, valamint a bejárások alapján elkészítettem az **1. táblázatot**, ami a budapesti közúti vasúti járműtelepeket hasonlítja össze egymással.

Ahogy az **1. táblázatban** is látható, az elmúlt időszakban felújított járműtelepeken jóval több szempont teljesül (legalább részben), mint azon járműtelepek esetében, melyeken évtizedek óta nem történt jelentős felújítás. Teljes mértékben nehéz azonban minden megfogalmazott szempontnak megfelelni, hiszen rengeteg kötöttséget figyelembe kell venni a meglévő kocsiszinek átépítése/felújítása során (pl.: helyszínrajzi, domborzati viszonyok). Budapesten a 2016. utolsó negyedévi állapot szerint nyolc közúti vasúti járműtelep üzemel, egy járműtelepen pedig átépítés folyik. A járműtelepek a XIX. század végén, illetve a XX. század elején épültek, azonban már többször átalakították őket. A sok átalakítás ellenére a legtöbb járműtelepen elavult technológiai berendezések, korszerűtlen vágányhálózat és elhanyagolt épületek találhatók. A napi üzemi és karbantartási feladatok elvégzése emiatt lelassul és körülményessé válik.

A modern járművek felépítése teljesen eltér a régebbi típusoktól, így a karbantartási feladatok és a kötelezően elvégzendő vizsgálatok is megváltoztak. Ezekkel a változásokkal a járműtelepeknek is lépést kell tartaniuk, hogy gördülékenyen haladjon a munkavégzés. A korszerű járművek számára elengedhetetlen a korszerű körülmények biztosítása, ez jelenleg azonban kevés jelenlegi, budapesti közúti vasúti járműtelepen teljesül.

Egy járműtelep esetén a műhelyekre és raktárhelyiségekre, valamint szociális helyiségekre is nagy hangsúlyt kell fektetni. Általános probléma a jelenlegi járműtelepeken, hogy a raktárak méretei szűkösek, a műhelyek felszereltsége nem megfelelő, a szociális helyiségek pedig a pihenőidő eltöltésére nem alkalmasak.

3. Tanulmánytervi változatok

A tanulmánytervi változatok előtt több előtervet készítettem, ezek átdolgozásából készült el négy tanulmánytervi változat. A tanulmánytervi változatok mindegyike megfe-



4. kép

lel az előzőekben ismertetett tervezési szempontoknak. A járműtelep tervezésekor a cél optimális járműszámra való tervezés volt, melyet kapacitás-, és álláshelyigény számítás alapján határoztam meg.

A járművek a 37-es viszonylat vonaláról tudják a tervezett járműtelepet megközelíteni, ehhez át kell helyezni a jelenlegi Salgótarjáni utca megállóhelyet a Fiumei úthoz közelebb. A tervezési terület észak-keleti részén az Asztalos Sándor úti közúti vasúti híd háttöltése nem engedi a jelenlegi megálló utáni kapu létesítését, a megálló előtt pedig még nem éri el a nyíltvonal a tervezési terület vonalát.

A járműtelepre érkező járművek mozgásfolyamata a rajtuk elvégzendő karbantartási tevékenységekkel jellemezhető. Az egyes járművek műszaki állapotukból, futott kilométer teljesítményükből, az előírt karbantartási beavatkozások esedékességéből, váratlan meghibásodásukból, illetve a forgalmi igényekből kifolyólag más-más mozgásfolyamatot igényelnek. A járműtelepen ezeket a mozgásfolyamatokat össze kell hangolni, hogy minél kevesebb egymást zavaró mozgás történjen. A járműtelepi folyamattechnológia főbb műveletei:

- beérkező járművek átvétele, előtárolás
- biztonságtechnikai ellenőrzés (szükség szerint homok-, olaj-, és ablakmosó folyadék feltöltés)
- különböző szintű vizsgálatok
- különböző szintű javítások (esetenként forgóvázak kikötése, javítása, mosása)
- külső gépi mosás (szükség szerint belső takarítás)
- járműtárolás
- forgalomba történő járműkiadás

Minden járművön bizonyos időközönként karbantartást kell végezni az állapotmegőrzés és a biztonságos üzemi feltételek fenntartása végett. Ezeket a karbantartásokat rendszeresen, meghatározott időközönként kell elvégezni. A karbantartási munkáknak több fokozata van; a napi rendszerességű biztonságtechnikai ellenőrzésektől a több



5. kép



6. kép

napig elhúzódó komoly javításokig, ütemezett időközönként hajtják végre a karbantartási utasításban szereplő pontokat.

A karbantartási ciklusrend határozza meg a járműtelepen kialakítandó álláshelyek számát. Természetesen előfordul, hogy egy jármű meghibásodik vagy balesetet szenved, ilyenkor a karbantartási ciklusrenden kívül elvégzik a járművön a szükséges munkákat. Minden járműtípusnak megvan a saját karbantartási ciklusrendje, melyek igen jelentős mértékben eltérhetnek egymástól. Az álláshelyek meghatározásában így igen komoly szerepe van annak, milyen típusú járműveket tárolnak és javítanak a járműtelepen. A diplomamunkámban a Siemens Combino Supra és CAF Urbos 3 karbantartási ciklusrendjét vettem alapul, azonban mivel szempontként fogalmaztam meg a típusfüggetlen járműkarbantartást, a régebbi típusú járművek eltérő tulajdonságait és ciklusrendjét is figyelembe kellett vennem.

A négy tanulmánytervi változatok főbb mennyiségi adatait a **2. táblázat** tartalmazza.

Az egyes tanulmánytervi változatok preferenciaértékelése után döntéstámogató módszer alkalmazásával a T2 tanulmánytervi változatot választottuk ki az engedélyezési terv szintű kidolgozáshoz.

A T2 változat előnyei:

- szalagszerű-javítás teljes mértékben biztosítva van, szükség szerint előtárolásra is van lehetőség
- a járművek tárolása zárt, fedett léhen történik; a munkagépek számára külön szabadtéri tárolóvágányok vannak kialakítva
- a forgalmi vágányokkal való teljeskörű kapcsolat biztosítva van, valamint egy alternatív bejárat (és egyben kijárat) is ki van alakítva
- technológiai járműmozgások függetlenek a járműkiadástól és járműátvételtől, a telep körbejárhatósága biztosítva van
- fékmérés esetére egy külön fékpróbás vágány van kialakítva
- a járműtelep nagyvasúti kapcsolata biztosítva van

A T2 változat hátrányai:

- járműfordítás csak visszafogással lehetséges
- előtárolás igénybevételével a szalagrendszer ellenkező irányban teljesül, azonban így a járműkiadás már nem független a technológiai járműmozgástól
- az ellenkező irányú szalagrendszerben a járművek fékezohomok-feltöltése nem lehetséges, előtárolás esetén a homokfeltöltés csak visszafogással valósítható meg
- a tárolóvágányokra való beállítás esetén a tárolóvágányok lírájának első kitérőjén az összes jármű kitérő irány-



7. kép

ban halad át, így ennek karbantartása fokozott figyelmet igényel (a kitérő meghibásodása esetén a tárolóvágányokra való beállítás bonyolultabb járműmozgást igényel)

4. Engedélyezési terv

Az engedélyezési tervben szereplő technológiai berendezésekre és kialakításokra újonnan épített külföldi járműtelepeket is alapul vettem. Egyik ilyen járműtelep a Rotterdam-ban található Beverwaard kocsiszín, melyet 2011-ben adtak át. Érdekessége, hogy a csarnoképület tetején egy 511 férőhelyes P+R parkolót alakítottak ki. A járműtelep vágányhálózata a különböző funkciók között könnyű elérést biztosít, a technológiai járműmozgások függetlenek a járműkiadástól/járműátvételtől, valamint a járművek megfordítása is megoldható a telepen belül. A járműtelepre beérkező járművek vágányútja előre biztosítva van, minden jármű helyét előre meghatározzák és ez alapján automatikusan állítják be a kitérőket. A javító- és üzemcsarnokba modern technológiai berendezéseket telepítettek, külön érdekesség a járműmosó, melyen járműtípusokra meghatározva lehet beállítani a mosóprogramot. Másik két vizsgált járműtelep, melyek jó alapot szolgáltattak a technológiai berendezések kialakítására a Gogar Tram Depot Edinburghban és a Starr Gate Tram Depot Blackpoolban. Előbbit 2011 végén, míg utóbbit 2012-ben adták át.

Az engedélyezési tervben 28 db 56 m hosszú jármű és 72 db 34 m hosszú jármű tárolható fedett csarnoképületben (az optimális járműszám kapacitásszámítás alapján került meghatározásra).

A javító- és üzemcsarnokban különböző típusú vizsgálatokhoz és karbantartásokhoz szükséges álláshelyek kerültek kialakításra. A forgalomból beálló járművek szemrevételezése és a kisebb napi szintű karbantartási feladatok elvégzése, valamint a járművek homok, olaj és ablakmosó folyadék tartályainak feltöltése a napi vizsgálatos álláshelyeken lehetséges. E vágányok közép- és oldalaknával vannak ellátva. A magasabb szintű karbantartási feladatokra, valamint rendkívüli esetekben szükséges javításokra (pl.: baleset utáni javítás) tervezett álláshelyek állítható szélességű tetővizsgáló pódiummal, felnyitható tetejű oldalaknával és középaknával kerültek kialakításra (**4. kép**).

Szükséges volt még középaknával és járműemelőkkel ellátott álláshelyeket is kialakítani, hogy a járművek forgóvá-



(QR-kód)

za leszerelhető legyen (5. kép). A nagy tömegű forgóvázak mozgatására híddarut szükséges elhelyeztem ezen álláshe-
lyek felett, így itt felsővezeték kiépítésére nincs lehetőség, a
járművek itt nem tudnak önről mozogni.

A karbantartásokon kívül egyéb feladatokat is el kell vé-
gezni egy korszerű járműtelepen, ezért szükséges a jármű-
mosó berendezést (6. kép) és a fényezőkabint is kialakítani.

Ezen felül jelenleg két kerékeszterga található a budapesti
járműtelepeken, az egyik a Baross, a másik pedig a Hungá-

ria kocsiszínben, így a Baross kocsiszín felszámolása esetén
szükséges egy új kerékeszterga elhelyezése is. A kerékesz-
tergát a tárolócsarnok oldalában alakítottam ki (7. kép)

A cikk nyomtatott sajtóban történő megjelenése okozta
terjedelmi korlátok nem teszik lehetővé a tervek bemutat-
tását, így érdeklődés esetén azok korlátlan ideig az alábbi
QR-kódban szereplő linken érhetők el:

5. Összefoglalás

A tervezésre kijelölt terület kiváló közlekedési adottságok-
kal rendelkezik (könnyen kiszolgálhatók innen az 1, 24,
28, 37 és 62-es jelzésű közúti vasúti viszonylatok), azonban
mindenképpen szükséges a környező csomópontok átépí-
tésének felülvizsgálata a hálózat elérhetőségének javítása
érdekében. A munkám célja egy korszerű, a mai kor igé-
nyeinek megfelelő közúti vasúti járműtelep tervezése volt,
melyben optimális számú járművek tárolása és karbantar-
tása lehetséges modern berendezések, hatékony technoló-
giai elrendezés és szalagrendszer alkalmazásával. A javító-
és üzemcsarnokban a szükségesnél több álláshely került
kialakításra a különböző járművek eltérő hossza, valamint
a karbantartási ciklusrendbeli eltérésekből adódóan (nagy-
jából még 15% kapacitás nyerhető). Ezen felül további hely
kapható egyéb kiterőcsoportok alkalmazásával (átszelési
kiterők és egysúcsúcsos fonódós kiterők), azonban ezek
üzemeltetési szempontokból nem ajánlottak.

Hasznos lenne a tervezésre kijelölt terület déli irányba
való kiterjesztése, hiszen így nőne a tárolható járművek
száma és kettő, egymástól független kapcsolat alakulna ki
a forgalmi vágányokkal. Ebben az esetben a vágányhálóza-
tot nagymértékben szükséges lenne átalakítani, ez azonban
már nem volt része a feladatnak.

NÉHÁNY ANEKDOTA KAROLINY MÁRTON „HUMOR A MAKADÁMON” CÍMŰ KÖNYVÉBŐL

A hivatal hamarosan új főnököt kapott, aki még mindig
ifjú, de – említettük, – tanulékony mérnök kollégánkat
kiküldte egyik falusi vasútállomásra, hogy az ottani rak-
tárterületen tárolt kavicsprizmát mérje fel.

Eltelt egy nap, kettő, három is. Ugyan mi történt a fia-
tal kollégával? A főnök autóbába ült és megkereste a falusi

állomáson. Ott találta a nagy kavicsprizma tetején szor-
galmas számolásban.

Te mit csinálsz itt harmad napja, mikor ezt a számítást
egy óra alatt is vigan el lehet végezni?

Az útszámla miatt főnök úr...

Műanyagajlak megjelenése a vasútüzemben

2017. évi MSc. diplomamunka alapján – Budapesti Műszaki
és Gazdaságtudományi Egyetem

Kiss Mónika

okleveles építőmérnök,
beruházási mérnök
NIF Zrt.
HAPA Fiaatal Mérnökök Fóruma
közönség díjas



1. Bevezetés

Az emberiség mindennapjainak ma már elengedhetetlen
része különböző típusú műanyagok használata, mely jelen-
ség, valamint az elhanyagolható mértékű újrahasznosítás
következtében, globális szinten jelentős mennyiségű mű-
anyag szemét került felhalmozásra. A fenntartható fejlődés
fogalmának fókuszba kerülése a környezetvédelmi szem-
pontok fokozott figyelembevételét eredményezi, ezáltal a
világszinten valószínűsített probléma felismerésre került: a
műanyagok újrahasznosítása a társadalmak kiemelt felada-
ta az elkövetkezendő években!

A különböző típusú műanyagok eltérő lebomlási idővel
rendelkezik, mely néhány esetben 400–500 évre is becsül-
hető, ezáltal 16 generációnyi problémát okozva az embe-
riségnek. Az Európai Unió célkitűzései között szerepel a
felhasznált műanyag zacskók mennyiségének jelentős mér-
tékű csökkentése, melynek céljából számos tagország meg-
kezdte a szükséges lépések megtételét. Az átfogó szabályo-
zási rendszerek kialakításán túl, az újrahasznosítási feladat
gyakorlati megvalósításához egyre korszerűbb eszközök

és technológiák is rendelkezésünkre állnak. Újrahasznosí-
tott műanyag alkatrészekből álló autók gyártására, óceáni
műanyagból készült cipők készítésére és újrahasznosított
műanyagból utak építésére is képesek vagyunk már. Nem
meglepő tehát, hogy ezen folyamatok hatásaként számos
fejlesztés történik jelenleg az építőiparban és ezen belül a
vasútüzemben is.

2. Jelentőség – SUWOS tanulmány

A vasútüzemben ismert keresztaljakon belül négy fő típust
különböztetünk meg: fa-, vas-, acél-, illetve beton-aljakat. A
legrégebb óta alkalmazott keresztalj típust, a fa-aljakat - me-
lyek a magyarországi hálózat jelentős részében még megta-
lálhatóak - kátrányos telítés segítségével teszik ellenállóbbá,
védik a gombásodás ellen, valamint növelik ezáltal az alj
élettartamát. A telítés során mérgező anyagok egyvelegét
juttatják be különböző lehetséges megoldások keretében az
alj szerkezetének külső, 3–4 cm vastag rétegébe. Az eljárást
150 éve alkalmazza a vasút, melynek segítségével egy fa-alj a
20–30 éves élettartam elérésére képes.

Az Európai Bizottság 2011-ben kiadott 2011/71/EU di-
rektívájában megtiltotta a kátrányos telítéssel kezelt fa-al-
jak 2018 májusától történő használatát a tagországok vas-
úthálózatain. A direktíva betartása érdekében kézenfekvő
megoldásnak tűnhet a jelenlegi vonalfelújítási munkálatok
során előszeretettel alkalmazott vasbeton-aljak teljeskörű
alkalmazása, azonban a vasbeton-aljak használata nem elő-
nyös minden területen. A már várható EU-s tiltást megelő-
zően az UIC – International Union of Railways – nemzet-
közi vasúti szervezet kutatást kezdeményezett, majd ennek
eredményeként SUWOS – Sustainable WOoden railway
Sleepers – néven tanulmányt készített a tiltás következté-
ben szükséges megoldási lehetőségek áttekintése céljából.
A tanulmány eredményeképp megállapításra került, hogy
a kátránnyal kezelt fa-aljak kiváltására megfelelő alterna-



1. ábra: Tengerben felhalmozódott műanyag szemét



2. ábra: Folyópályába beépített műanyag keresztaljak

tíva, vagy egy olyan kémiaiilag kezelt alj lehet, mely nem okoz káros hatásokat az egészségre és a környezetre, vagy egy olyan a fától teljesen eltérő anyag, mely mégis rendelkezik a faaljakra jellemző pozitív jellegzetességekkel. A szabályozás és az ismertetett tanulmány következtében számos, a műanyagok területén jelentős múlttal rendelkező cég vasúti műanyag keresztaljak (2. ábra) fejlesztésébe kezdett.

3. Gyártás és jellemzők

A gyakorlati alkalmazás területén egyelőre csekély múlttal rendelkező vasúti műanyag aljak fejlesztésével és gyártásával a világ több országában is foglalkoznak. A gyártók többsége az egyéb típusú műanyagok gyártásának tekintetében jelentős tapasztalatokkal rendelkezik. A vasúti műanyag aljak előállításához minden esetben újrahasznosítható műanyagokat használnak fel – pl.: gumiabroncsok, műanyag zacskók, műanyag palackok –, melyekhez eltérő mértékben egyéb, az anyagszerkezet javítását, erősítését szolgáló anyagot adagolnak – pl.: üvegszál, acélrúd – ezzel javítva a műanyag adta anyagszerkezeti tulajdonságokon.

3.1. Gyártási folyamat

Műanyag aljak gyártásával foglalkozó cégek megtalálhatók az ázsiai, európai, amerikai és ausztráliai kontinensen is. Fő céljuk az új szabályozás nyomán követése, a faaljak alternatívájának megkeresése és a műanyagok kapcsán jelentkező környezetvédelmi problémák csökkentése. A legnagyobb műanyag alj gyártási múlttal rendelkező japán gyártó már az 1980-as évek óta készíti aljakait, míg Európán belül és Amerikában a 2000-es évek kezdete óta foglalkoznak műanyag keresztaljak fejlesztésével.

Az ismert fejlesztők és gyártók az alábbiak:

- KRAIBURG STRAIL GmbH (Kraiburg, Németország) – STRAILway
- Lankhorst (Sneek, Hollandia) – KLP Hybrid Plastic Sleeper
- Sicut Enterprises Ltd (London, Anglia) – Ecotrax
- Greenrail s.r.l. (Milánó, Olaszország) – Greenrail
- Tvema Group (Moszkva, Oroszország) – Composite Railway Sleepers
- Reluma International GmbH (Großrückerswalde, Németország) – Relumat2000™
- IntegriCo Composites (Sarepta, Louisiana, Egyesült Államok) – Integrityties
- TieTek (Marshall, Texas, Egyesült Államok) – TieTek™ composite ties
- Sekisui Chemical GmbH (Tokió, Japán) – FFU Synthetic Railway Sleepers
- Luoyang Sunrui Rubber & Plastic Science and Technology Co., Ltd (Luoyang, Kína) – Synthetic Sleeper
- Integrated Recycling Pty Ltd (Mildura, Ausztrália) – Duratrack Composite Plastic Railway Sleepers

A termék előállításához szükséges első lépés a megfelelő típusú, mennyiségű és minőségű hulladéklerakóban tárolt, vagy már szelektíven gyűjtött műanyag szemét beszerzése. A legtöbb esetben a gyártáshoz a már említett műanyag palackokat, gumiabroncsokat, műanyag zacskókat használnak fel, azonban a kívánt jellemzőkkel rendelkező alapanyag meghatározása teljes mértékben gyártó-, és termékfüggő. A kívánt típus kiválogatását követően a műanyag szemét aprítását végzik el, melynek során örvényáramú szeparátorral

gondoskodnak a vas és nem vastartalmú fémek eltávolításáról. Az így megtisztításra került őrleményhez hozzáadják az egyéb szerkezetjavító adalékanyagokat, majd megkezdődik a melegítési eljárás. Végül négyszög keresztmetszetű formán keresztül elvégzik a kívánt hosszra vágható téglatestek kisajtolását, ezzel elkészítve a műanyag aljat. Néhány gyártó ezután érdesítést végez az aljakon, majd egyedi azonosítóval való ellátás után a minőségellenőrzéssel befejeződik a gyártási folyamat.

3.2. Jellemzők

A műanyag aljak legfőbb jellemzőinek mérési eljárásait a 2014 márciusában kiadott ISO 12856-1 *Plastic railway sleepers for railway applications (railroad ties) – Part 1: Material characteristics* elnevezésű szabvány tartalmazza, míg a piacon megjelent termékek vizsgálati eredményei a jelenleg kidolgozás alatt álló 2. kötetben – *Part 2: Products testing* – kerülnek majd bemutatásra.

A műanyag aljak legfőbb jellemzői:

- újrahasznosított műanyag
- 50 éves élettartam
- élettartam végén ismét újrahasznosítható
- alacsony fenntartási költség
- kis tömeg
- tartósság
- kiváló alaktartás
- kedvező teherbírás
- bármely sínrendszerhez, dőléshez és nyomtávolsághoz
- kedvező zaj és rezgéscsökkentő képességek
- variálható hossz
- nincs egészségügyi kockázat
- könnyű kezelés
- beépítés kézi fektetéssel

4. Alkalmazás, beépítés és üzemeltetés, költségek

A már bemutatott gyártók termékei egyre több ország vasúthálózatain jelennek meg. A beépítésre került aljak viselkedésének nyomán követésével a korábbi fejlesztések felülbírálnak, a termékek összetétele módosítható, ezáltal a felmerülő igényeknek egyre jobban megfelelő termékek gyárthatók.

4.1. Alkalmazás

Az eddig ismert információk alapján műanyag aljak beépítésre kerültek már folyópályában, kitérőkben, hidakon, valamint alagutakban is. Az alkalmazás területén eltérnek a japán és amerikai, valamint az európai gyártók céljai. Előbbiek a folyópályában alkalmazható aljak fejlesztését és gyártását végzik kiemelten, azon belül is főként a teherforgalomra koncentrálnak. Ezzel szemben az európai gyártók a lokális helyeken történő kiváltásra készítik a műanyag aljakat, többek között a bonyolult kitérő kapcsolatok megoldására, hidakon a kedvezőbb hatású kis tömegek alkalmazására és a környezetvédelmi szempontok figyelembe vételére, valamint alagutakban üzemeltetési megfontolásokból. Az európai gyártók továbbá nagyobb hangsúlyt fektetnek a városi vasutakon történő aljak alkalmazására és fejlesztésére is.

4.1.1. Hazai alkalmazás

Magyarországon egyelőre néhány esetben végezték el műanyag aljak beépítését kísérleti célokkal. 2014-ben Szolnokon a Tisza és Zagyva-hidak hídfőin összesen 24 db FFU



3. ábra: STRAILway aljak Hódmezővásárhelyen

üvegszál-erősítésű habosított poliuretán, hídgerenda típusú alj került telepítésre. Ezen aljak telepítésének célja az igen merev vasúti hídszerkezetről a rugalmas zúzottkő ágyazatra való fokozatos terhelésátvezetés megvalósítása volt. Az üzemeltetési tapasztalatok alapján ebben az esetben a telepítési cél nem valósult meg, a betonlemezhez erősített FFU aljak igen merev pályaszerkezetet alkotnak, melyen az áthaladást követően és elhagyva azt a jármű tengelyének jelentős mértékű függőleges mozgása tapasztalható. 2016-ban Hódmezővásárhelyen a vasútállomás útátjárójában 52 db STRAILway típusú aljat (3. ábra) helyeztek el az útátjáró elemek alá. A szakaszon a beépítést megelőzően folyamatos kitérő kopás jelentkezett irányhibák miatt, ezért a munkálatok során az útátjáró átépítésén kívül elvégezték a 2. és 6. számú kitérők cseréjét, módosítások történtek a lírában, valamint hídszigetelési munkálatokat is végeztek. Az átjáró igen összetett és a villasínek közel helyezkedtek el hozzá, ezért egyedi megoldásra volt szükség. Az útátjáró elemek felfekvése teljes mértékben sík felületek, műanyag aljak alkalmazásával volt biztosítható.

A városi vasúti vonalak tekintetében a BKV Zrt. felismerve a várható jogi szabályozást a kátrányos telítéssel kezelt aljak kiváltására, korszerű alternatívák felkutatásába és ezek alkalmazásába kezdett a budapesti vonalakon. Az üzemeltetőket jelentős mértékben befolyásoló szempontok – termék beszerzési ára, szállítási költség, szállítási idő, forgalmazási lehetőségek – figyelembevételével a németországi Relumat elnevezésű aljat választották. Az első, 2014-es beépítés óta Budapest számos pontján történt meg kísérleti jelleggel ezen aljak alkalmazása, melynek mértéke – 2017. szeptemberi adat alapján – már az 1342 db beépített műanyag aljat is elérte. 2018 őszén továbbá 350 db STRAILway alj került beépítésre a BKV Zrt. vágányhálózatába.

4.2. Beépítés és üzemeltetés

A műanyag aljak beépítése egyelőre mind a külföldi, mind a hazai esetekben a legtöbb alkalommal lokalizált helyeken, illetve rövidebb (< 100 méter) szakaszokon történt meg. Az eddigi építési és üzemeltetési tapasztalatok igen pozitívak. A beépítések a rövid szakaszokon való alkalmazás miatt minden esetben kézi kisgépes technológiával történtek, melynek során az aljak további beépítési módszere (fúrása, vágása) megegyezett a faaljéval. Amennyiben a későbbiekben hosszabb szakaszokon is alkalmazásra kerülnek ilyen típusú aljak, akkor az egyéb gépesített (nagygépes) beépítési lehetőségek is alkalmasak lehetnek majd.

Az egyre nagyobb forgalomsűrűségű vasúti közlekedés igényei miatt egyre hatékonyabb módszerekre, kifinomultabb eszközökre és tartós anyagokra van szükség a vasútüzemeltetés területén. A pályafenntartási, javítási

munkálatokra egyre szűkülő vágányzári idők állnak rendelkezésre, ezért érdemes a vasúti pályában olyan alapanyagokat és elemeket használni, melyeket a tartósság, időtállóság és az igénybevételeknek való ellenállóság jellemez.

A STRAIL GmbH által beépített aljak esetén mind a külföldi, mind a magyarországi beépítésekről az üzemeltetők rendszeresen információkat szolgáltatnak. Ezen adatokon kívül a cég munkatársai a beépítések helyszínén rendszeres ellenőrzéseket végeznek, melynek során szemrevételezéses vizsgálattal megállapítják a műanyag aljak állapotát, feljegyzik az esetleges elváltozásokat és alátétlemez alatti berágódásokat, majd méréseket végeznek elsősorban az aljak nyomtávartására vonatkozóan. A 2017.04.10-én végzett helyszíni megtekintés keretében megállapításra került, hogy az aljak állapota a gyártó és üzemeltető észrevételei alapján sem változtak a beépítés óta, rajtuk rongálódás, berágódás, egyéb sérülés nem volt látható. A különösen nagy közúti terhelés ellenére az aljak feletti útátjáró elemek stabilak, a vasúti szakaszon pályahibát az üzemeltető nem tapasztalt.

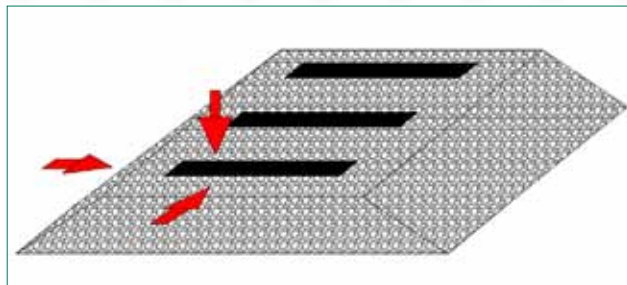
4.3. Költségek

A ráfordítások áttekinthetőségének biztosítása érdekében összehasonlítást végeztem a fa-, és műanyag aljak alkalmazása során jelentkező beszerzési, beépítési és fenntartási költségek tekintetében. Az összehasonlítás időtartamának a műanyag aljak élettartamának előjelzett, 50 éves periódust választottam.

A beszerzési ár kapcsán kiemelendő, hogy a jelenlegi piaci árakat figyelembe véve 1 darab műanyag alj körülbelül négyszer magasabb beszerzési, beépítési és fenntartási költségek tekintetében. Az összehasonlítás időtartamának a műanyag aljak élettartamának előjelzett, 50 éves periódust választottam. A beszerzési ár kapcsán kiemelendő, hogy a jelenlegi piaci árakat figyelembe véve 1 darab műanyag alj körülbelül négyszer magasabb beszerzési, beépítési és fenntartási költségek tekintetében. Az összehasonlítás időtartamának a műanyag aljak élettartamának előjelzett, 50 éves periódust választottam. A beszerzési ár kapcsán kiemelendő, hogy a jelenlegi piaci árakat figyelembe véve 1 darab műanyag alj körülbelül négyszer magasabb beszerzési, beépítési és fenntartási költségek tekintetében. Az összehasonlítás időtartamának a műanyag aljak élettartamának előjelzett, 50 éves periódust választottam.

Amennyiben tehát egy 50 éves periódust megvizsgálunk, figyelembe véve a beszerzési, beépítési és fenntartási költségeket elmondható, hogy valószínűsíthetően kevesebb kiadással, vagy közel megegyező feltételek mellett egy környezetbarát technológiát alkalmazunk, ha műanyag aljakat választunk. A kérdéskör vizsgálata szükséges egy rövidebb periódus tekintetében is, azonban a magyarországi átépítések gyakoriságát tekintve indokolt lehet az 50 évvel történő számítás.

¹ 2017. évi adat



4. ábra: Mérési eredmények felhasználhatósága

5. Laboratóriumi vizsgálatok

A műanyagajl gyártással foglalkozó cégek az elsőként megjelent műanyagajl típusok elkészítése óta végeznek a termékeken laboratóriumi, és a már beépített aljakon üzemi vizsgálatokat. A legtöbb eredmény a gyártók által szigorúan bizalmasan kezelt információ, azonban az elvégzett vizsgálatok típusát minden gyártó ismerteti. A vizsgálatok igen sokszínű palettát mutatnak, melyek során tartós szilárdsági próbát, tartós rezgésvizsgálatokat, csavar kihúzóerő vizsgálatokat, alj csavarbeállítási teszteket végeznek az aljakon, elemzik a tűzállóságot, elektromos ellenállást, statikus és dinamikus hatások okozta hatásokat, az aljak viselkedését alacsony hőmérsékleten és erőhatás behatás esetén.

Diplomamunkám keretein belül lehetőségem adódott a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Út és Vasútépítési Tanszékének vasúti laboratóriumában a Tanszék vezetője Dr. Liegner Nándor, továbbá a labor munkatársainak hathatós segítségével további vizsgálatokat, valamint összehasonlító elemzéseket végezni műanyag aljakon.

Műanyagajl gyártás hazánkban nem történik, továbbá ilyen típusú aljak egyelőre pusztán kísérleti jelleggel kerültek beépítésre hazánkban, melynek következtében vizsgálati célra történő beszerzésük nem volt egyszerű feladat. A vizsgálatok elvégzéséhez a Magyarországon már beépített műanyag aljtípusok beszerzését tűztük ki elsődleges célul. A 2017-es év tavaszi és nyári hónapjai folyamán sikerült 1 darab FFU, hídfa típusú alj, továbbá külső konzulenssem, Felföldi Károly úr segítségével a STRAIL GmbH gyártótól 1 darab STRAILway folyópálya alj beszerzése is. Annak következtében, hogy ezen típusú aljak a már korábbiakban ismertett szempontok alapján elsősorban a faaljak kiváltására szolgálhatnak megfelelő alternatívaként, minden esetben megismételtem a vizsgálatokat egy hídfa típusú faalj esetére is. A vizsgálatok a függőleges statikus és dinamikus rugalmasság, az ágyazati ellenállás és a hosszirányú rugalmasság értékek mérésére terjedtek ki, mely eredmények a tér 3 irányának (4. ábra) bemeneti adataként használhatók fel a pályaszerkezet méretezésekhez használt véges elemes modellezés végrehajtása során.

5.1. Függőleges statikus és dinamikus rugalmasság

A vizsgálat elvégzésére vonatkozóan az MSZ EN 13146-9:2009+A1:2011 és az MSZ EN 13481-2:2012 szabványok tartalmazznak előírásokat. A vizsgálat során a sántalpra mérőleges irányú erőt kell kifejteni, majd mérni a jelentkező elmozdulásokat. A függőleges irányú statikus terhelés növelési sebessége 120 kN/perc kell, hogy legyen, mely terhelés során a teher az alj szimmetriatengelye fölé esik. A dinamikus rugalmasság vizsgálatokor egy ismétlődő teher alkalmazása történt meg adott frekvenciával.



5. ábra: STRAILway alj statikus rugalmasságának mérése

A vizsgálat helyszíni kialakítása (5. ábra) megegyezik a statikus illetve a dinamikus rugalmasság vizsgálatokor. Az egyes keresztaljakat a vasúti labor kollégái a labor padlójára, kiegyensúlyozott alátámasztást és megfelelő felfekvést biztosítva helyezték el. Az aljon a pályában való kialakításnak megfelelően rögzítették a sínzálát, melyet a függőleges terhelés középpontjába helyeztek el. Négy darab útdót szereltünk fel továbbá a sínzál oldalain, mindkét végénél.

5.2. Ágyazati ellenállás

A vizsgálat elvégzésének módszertanára, illetve kialakítására vonatkozóan egyelőre nem áll rendelkezésre szabvány, ezért az eredmények feldolgozásánál az MSZ EN 13146-1:2012+A1:2014 jelű, sín rögzítések vizsgálatainál alkalmazott előírást vettem alapul. Minden mérési esetben az elmozdulás egy adott mértékig volt egyenesen arányos a kifejtett erő nagyságával, majd a jelentkező – kb. 4-6 mm – elmozdulás elérésekor a terhelést leállítottuk, tehermentesítést végeztünk, majd további két percig folytattuk a mérést. A vizsgálatot egy LM típusú beton aljon is elvégeztem.

A mérés végrehajtásához egy körülbelül 1 méter hosszú vasúti pálya keresztmetszet felépítése történt meg a vasúti laborban. A modellel a cél a valóság – lehetőségekhez képest történő – legjobb leképezése volt. A modell felépítéséhez a labor betonpadlójára georács és geotextil került elhelyezésre, melyre a szükséges mennyiségben zúzottkő-ágyazatot terítettek el a labor munkatársai (6. ábra). Az aljak elhelyezése után anyagolás, majd ennek kézi eszközökkel történő betömörítése történt meg. A vizsgálat természetesen csak megközelíteni tudja a pályában mérhető valós ágyazati ellenállás értékeit, mivel a zúzottkőágyazat földműhöz való tapadását laboratóriumi körülmények között nem lehetett leképezni, továbbá az ágyazat minimálisan tömörített és nem stabilizált állapota volt kivitelezhető. A vizsgálat célja mégis az egyes aljak egymáshoz történő összehasonlításának biztosítása volt, mely a felépített modell segítségével sikerült.

5.3. Hosszirányú rugalmasság

A hosszirányú rugalmasság vizsgálat elvégzésének módszertanára, illetve kialakítására vonatkozóan az MSZ EN 13146-1:2012+A1:2014 jelű, sín rögzítések vizsgálatainál alkalmazott szabvány fogalmaz meg előírásokat.

A mérés kialakítását tekintve, a labor munkatársai egy vizsgálati asztalra (aljzat) helyezték el a keresztaljat, mely rögzítésre került (7. ábra). Az aljhoz a gyakorlatban alkalmazott sínleerősítéssel rögzítettünk egy sínzál darabot. A keresztaljat úgy kellett a merev alátámasztáson elhelyezni,



6. ábra: FFU alj ágyazati ellenállásának mérése



7. ábra: Hosszirányú rugalmasság mérése faaljon

	Függőleges statikus rugalmasság [kN/mm]	Függőleges dinamikus rugalmasság [kN/mm]	Ágyazati oldallellenállás [N/mm]	Hosszirányú rugalmasság [kN/mm]
STRAILWAY	43,00	(3 Hz-B) 35,18	4,218	(0 kN) 10,48
		(5 Hz-B) 34,25		(20 kN) 23,29
		(7 Hz-B) 34,40		(40 kN) 31,35
		(3 Hz-C) 43,32		(60 kN) 37,21
		(5 Hz-C) 42,61		
		(7 Hz-C) 43,22		
FFU	33,14	(3 Hz-B) 28,60	4,218	(0 kN) 6,23
		(5 Hz-B) 28,31		(20 kN) 12,28
		(7 Hz-B) 28,29		(40 kN) 15,16
		(3 Hz-C) 35,26		(60 kN) 16,41
		(5 Hz-C) 35,15		
		(7 Hz-C) 34,73		
FAALJ	36,59	(3 Hz-B) 30,05	4,446	(0 kN) 7,80
		(5 Hz-B) 30,10		(20 kN) 12,07
		(7 Hz-B) 29,70		(40 kN) 14,11
		(3 Hz-C) 37,83		(60 kN) 14,99
		(5 Hz-C) 36,65		
		(7 Hz-C) 36,80		
LM BETONALJ	-	-	5,739	-

1. táblázat: Mérési eredmények összefoglalása

hogy a sín húzásakor (ellentétes irányú nyomásakor hidraulikus munkahengerrel) előforduló párhuzamos elmozdulásokat megakadályozzuk. A vizsgálati asztalon 3 db útdót került elhelyezésre, melyek az alábbi relatív elmozdulás értékek mérését végezték el: aljzat↔keresztalj; keresztalj↔sínzál; aljzat↔sínzál. A sínzálra hosszirányban húzóerő (ellentétes irányú nyomóerő) kifejtésére alkalmas munkahengert helyeztünk. A terhelőerőt akkor szüntettük meg, amikor a sínzál megcsúszott az összerakott sínleerősítés alatt.

5.4. Kiértékelés

A vizsgálati eredményeket az alábbi 1. táblázatban foglaltam össze. A műanyagajlak eltérő típusa miatt (STRAILway folyópálya alj B8 FFU hídgerenda alj) összehasonlításuk nehézkes, az azonban jól látható, hogy a faaljon elvégzett vizsgálati eredményekhez képest az FFU alj mutatkozott a leginkább rugalmas aljnak mind a statikus, mind a dinamikus rugalmasság mérésekor, melyen 1 mm elmozdulást 33,14 kN

függőleges statikus terhelés hatására értünk el. A mérési eredmények dinamikus esetben a statikusnál mérteknek megfelelően alakultak. Az eredményül kapott rugalmassági értékek a felépítmény méretezéséhez felhasználható fontos paraméterek, melyek ismeretében a Zimmermann-elmélet alapján meghatározható a felépítményre átható erők nagysága. Amennyiben a keresztalj anyaga rugalmasabb, az átható erők nagysága egyre csökken, mely a többi szerkezeti elem szempontjából kisebb igénybevételt jelent.

Az állékonyság meghatározásához szükséges ágyazati oldalellenállás érték mérésekor betonalj is bevonásra került a vizsgálatba. A mérés eredményeként látható, hogy a vártaknak megfelelően súlyának, anyagösszetételének, és érdességének köszönhetően a betonalj érte el a legnagyobb oldalellenállás értéket, melyet a faalj és közvetlenül az FFU alj követ. Valószínűsíthető, hogy a STRAIL hídfa típusú alja az FFU-val közel megegyező oldalellenállási értéket érne el. Az eredmények kapcsán fontos megjegyezni, hogy laborkörülmények között, minimálisan tömörített és nem stabilizált ágyzatban történt a mérés. Ezen értékek a valóságban, gépi eszközökkel tömörített, stabilizált és folyamatosan igénybe vett vasúti pályában a duplájukat is elérhetik, azonban már ezen értékek is teljesítik a pályaszerkezet állékonyságának területén támasztott követelményeket és határértékeket.

Az eredmények alapján továbbá látható, hogy az esetek többségében a faalj mutatkozott a hosszirányban leginkább rugalmas aljnak, melyet az FFU követ.

6. Fejlesztések, jövőkép

A gyártók törekvéseinek köszönhetően már egy kiváló tulajdonságokkal rendelkező alternatíva alkalmazható faaljak kiváltására, azonban a műanyagfaljak széleskörű alkalmazásához további fejlesztések szükségesek a következő szempontok tekintetében.

A műanyagfaljakról rendelkezésre álló ismeretek, valamint az elvégzett laborvizsgálatok eredményeiből is látható, hogy ezen típusú aljak ágyazati oldalellenállása az aljak kisebb tömege miatt alacsonyabb értéket ér el az eddig gyakorlatban alkalmazott típusoknál. Egyes gyártók a gyártási folyamat utolsó lépéseként érdesítési eljárást – mintázat nyomása az aljba – végeznek, más gyártók pedig a keresztalj négyszögkeresztmetszet alapú hasáb alakjának változtatásával próbálják kiküszöbölni az alacsony oldalellenállási értéket.

A műanyagfaljak könnyű beépíthetősége, hosszú élettartama és alaktartása, kémiai ellenállósága, kártevők elleni anyagminősége, valamint minimális vízfelvételi tulajdonsága mind arra adnak okot, hogy a nagy terhelésű metró illetve városi gyorsvasúti (S-Bahn) hálózatokon betonlemez pályában, illetve zúzottkőágyzatban is a későbbiekben alkalmazásra kerüljenek. A holland Lankhorst gyártó tájékoztatása alapján a műanyagfaljak alapvetően megfelelően alkalmazhatók alagutakban, azonban a tűzveszélyesség kérdése vizsgálendő. Figyelembe kell venni, hogy az adott műanyagalj milyen módon reagál égésre, mivel egyes műanyagok égésekor mérgező gázok szabadulhatnak fel, melyek nem tudnak távozni egy zárt alagútrendszer esetén. Svájcban ezt a problémát az alagútba beépített oltásra alkalmas szórófejek segítségével küszöbölik ki. A világ országai azonban igen különböző felszereltségű alagutakkal és jelentősen eltérő szabályozással rendelkeznek ezen a területen.

A kitérők egyedisége, változó nyomtávolsága rugalmasan alkalmazható pályaszerkezeti elemeket kíván. Ebben az esetben követendő lehet a későbbiekben a kitérők előreszerelt módon, gyári körülmények között elkészített változatát műanyagfaljakkal elvégezni. Ennek megvalósíthatóságát jelzi, hogy a legtöbb gyártó vég nélküli műanyagablak gyártását végzi, ezért a kívánt hossz milliméter pontossággal, könnyedén legyártható.

Hidak esetén kiemelt fontosságú az úgynevezett rugalmas átmeneti szakaszok megfelelő kialakítása. A hídszerkezet támaszponti szögforgása okozta első néhány alj folyamatos kiemelődését kell megakadályozni, valamint az igen merev hídszerkezet nyílt pályával való összeköttetésének megfelelő biztosítására kell törekedni. Amennyiben ezen szakasz kialakítása előnytelen, jelentős pályahibák, fekszinhibák, süllyedések jelentkezhetnek a pálya csatlakozási szakaszán. Ezen szakaszok kialakítása többféle módon történhet: 4 sínzal egyidejű lekötése a vasbeton aljakra, vagy hosszabb betonfaljak alkalmazása, esetleg bordás kiegyenlítő lemez építése közvetlenül betonfalak rögzítésével. Utóbbi megoldás továbbfejlesztését végezték el a Zagyva-hídon történő műanyagfaljak alkalmazásával. Az alapelv megegyezik, tehát betonlemezhez közvetlenül csatlakoztatott aljakról van szó, azonban ebben az esetben már műanyagfaljakat használtak. A megoldást tekintve azonban úgy tűnik, hogy a pályahibák megjelenését ezzel pusztán kitolták az alsó betonlap végéig, mivel a műanyagfaljak igen mereven viselkednek a zúzottkőágyzatba helyezett, nyílt vonali vasbetonfaljakhoz képest. Jelentős fejlesztési lehetőséget látok a műanyagfaljak ezen témakörben történő fejlesztésében. A többlépcsős rugalmas átmenet kialakításának egyik megoldása lehetne a betonlemez hosszabb szakaszon történő vagy lépcsőzetesen mélyülő műanyagfaljakkal történő megépítése. Egy másik fejlesztési lehetőségnek tartom a műanyagfaljak anyag-szerkezetében végzett változtatást olyan módon, hogy az átmeneti szakaszon rugalmassági szempontból eltérő aljak elhelyezése történjen, ezáltal biztosítva a fokozatos átmenetet a nyílt vonali pályaszakaszra. Ebben az esetben egy bárhol alkalmazható aljkészlet gyártása történne meg, melynek alkalmazásakor egy alj meghatározott sorrendben követhetné az azt megelőzőt.

7. Összegzés

Napjainkban a műanyagfaljak még egy jelenleg kutatás és fejlesztés alatt álló területet jelentenek a vasútüzemben. A gyártók fejlesztései kiemelten az anyagösszetétel optimalizálására koncentrálnak, azonban ezen folyamatok alatt is szüntelenek a telepítések világszerte.

A bemutatott technológia alkalmazásával nem pusztán a vonatkozó előírások betartását érhetjük el, hanem környezetvédelmi szempontból is hasznos lehet számunkra. Használatával a felhalmozódott műanyag szemét mennyisége és a keresztaljak előállításához szükséges fakivágás gyakorisága is jelentős mértékben csökkentésre kerülhet. Mérlegelnünk kell, hogy 1 km vasúti pálya megépítését faaljakkal kívánjuk elvégezni, mely esetben 400 db tölgyfa kivágása szükséges és az aljak élettartamuk során 3300 liter kátrányt bocsátanak majd ki, vagy ezzel szemben 1 millió db műanyag palack, 4,5 millió db műanyag zacskó és 5000 db gumiabroncs felhasználásával műanyagfaljakat építünk be.

Bár a szabályozás életbe lépését 2018-ban az Európai Bizottság 2020. október 31-ig elhalasztotta, a fenntartható fejlődésre törekvési folyamatában elengedhetetlen a konstruktív lépések megtétele ezen időpontig.

„A műanyagpalack nem hibáztatható azért, mert az ember eldobja ... alapvetés, hogy minden műanyag palack újra-hasznosításra vár!” – Dr. Czigány Tibor a BME Gépészmérnöki Karának dékánja

Források

- [1] Dr. Nemesdy Ervin (1966): Vasútépítéstan II. kötet, Tankönyvkiadó, Budapest,
- [2] Dr. Liegner Nándor (2005): Y-acélaljakkal épített zúzottkőágyazatú folyóvágányok elméleti és üzemi vizsgálata, PhD. disszertáció, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
- [3] Bokory Gábor (2014): A vasúti felépítmény rugalmasításának műszaki lehetőségei, alkalmazási területei, Szakmérnöki diplomadolgozat, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
- [4] Papp Helga (2015): A hézag nélküli felépítmény és az acélhidak kölcsönhatásának vizsgálata a hosszirányú erők tekintetében, MSc. diplomamunka, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

- [5] Kiss Mónika (2017): A vasúti műanyagfaljak alkalmazási területei, üzemeltetési tapasztalatai, MSc. diplomamunka, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
- [6] Wahid Ferdous, Thiru Aravinthan, Allan Manalo, Gerard Van Erp: Composite railway sleepers: New developments and opportunities; IHHA Conference (International Heavy Haul Association) 2015 (Perth, Ausztrália)
- [7] Csépké Róbert: Pályatechnológiai fejlesztések a BKV közúti vasúti hálózatán. Sínek világa, 2015, 2. szám. 13-17. oldal. www.sinekvilaga.hu, hozzáférve: 2017.03.25
- [8] Budapesti Közlekedési Zártkörűen Működő Részvénytársaság, Vasúti Üzemeltetési Igazgatóság, Villamos Üzemigazgatóság, Üzemeltetési tapasztalatok
- [9] Hatvani Jenő: Műanyag aljak a szolnoki Tisza-híd kiegyenlítő lemezén, Innorail magazin, 2014, 4. szám. 36-37. oldal. www.innorail.hu, hozzáférve: 2017.03.12
- [10] www.uic.org, UIC report: SUstainable WOoden Railway Sleeper (SUWOS)

NÉHÁNY ANEKDOTA KAROLINY MÁRTON „HUMOR A MAKADÁMON” CÍMŰ KÖNYVÉBŐL

A földutakat is be kellett járni. Azaz csak kellett volna. De kinek volt ehhez ideje és kedve? Hiszen minden útmesteri szakaszhoz tartozott belőle jelentékeny mennyiség. Időnként azért beírták a naplóba, hogy „beutazott”. Legalább papíron. így történt meg, hogy a széles alföldi határokon egyes földutak sosem láttak útmestert.

Az egyik hivatalfőnök érdeklődést tanúsított a földutak állapota iránt és útmesterével neki vágott. Persze lovas kocsival, mert ily mértékig nyilvánvaló volt a földutak állapota.

Nagyivánból egy térkép szerinti 7 kilométeres földúton át akarták elérni a 33. sz. utat. Órák óta poroszkáltak a lovak, de a keresett útsatlakozást sehol sem találták. A további bolyongásnak véget vetve, a hivatalfőnök kijelentette:

Eltévedtünk!

Majd jó egy órai kocsikázás után, szürkén a portól kerülő úton érték el végre a 33-as utat.

Kölcsönösen jobbnak vélték hallgatni a meg nem talált 7 kilométeres földútról, amelyen még egyikük sem járt.

Egyébként a letűnt feudálkapitalista világban is előfordult, hogy az egyszerű útmérnök is előkelő társaságba került. Ilyen különleges alkalmat szolgáltatott a harmincas évek közepén a 33. számú főközlekedési út Poroszló és Tiszafüred közötti szakasza, amely több kilométeren át a vasút mellett igen magas töltésen haladt, hiányos közúti korlátok között. Éppen ezért gyakran megesett, hogy a mozdonyfűtőtől megriadt lovak elragadták a szekert és a meredek töltés rézsú tövében lóhalál és embercsonttörés volt az eredmény.

Egyik ilyen kárvallott magyar ügyvédhez fordult, aki beadványban kártérítésre kérte kötelezni a bíróságtól: vitéz nagybányai Horthy Istvánt, a Magyar Királyi Államvasutak vezérigazgatóját, mint elsőrendű alperest, okolicsányi Okolicsányi Imrét, Heves vármegye alispánját, a vármegyei közúti alap kezelőjét, mint másodrendű alperest és N.N.-t az Egri m. kir. Államépítészeti hivatal szakmérnökét, mint harmadrendű alperest...

Aszfalt utak fenntartásának karbonlábnyoma

Nagy Gyula

Laboráns
Colas Hungáris Zrt.

Bevezetés

A fenntarthatóság és a környezettudatos életmód egyre nagyobb mértékben hódít teret a mindennapjainkban és a gondolkodásunkban. Ez azért fontos, mert a nagymértékben felgyorsult fejlődést és a megnövekedett fogyasztást nem lehet határtalanul a végtelenségig folytatni.

Történelmi áttekintés

Maga a fenntarthatóság fogalma elsőként 1987-ben jelent meg, a Brundtland Jelentésben: „Kielégíti a jelen generáció szükségleteit, anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generáció szükségleteinek kielégítését”. Az ENSZ éghajlat-változási keretegyezményét, 1992-ben írták alá Rio de Janeiróban, mely célkitűzése, hogy stabilizálja az üvegházgázok légköri koncentrációját és minimálisra csökkentsék ezek kibocsátását, továbbá a változásokról a népettséget is tájékoztat-



1. kép A fenntartható fejlődés három alappillére

ják. Ezen folyamatok protokollját, az 1997-ben aláírt Kyotoi Jegyzőkönyv rögzíti. A fenntartható fejlődésnek három fő alappillére van: szociális-, gazdasági- és környezeti elemekből tevődik össze (1. kép). Ezen egységek kölcsönhatását együttesen veszi figyelembe az egyes stratégiák és programok megalkotásakor, illetve kivitelezésükkor.

Irányelvek

A fenntartható fejlődés irányzata az építőiparban is megjelent. A Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (OECD) 2001-ben tartott konferenciáján megfogalmazta a Környezetileg Fenntartható Közlekedés irányelvét, melynek szerves része a fenntartható út. Mit is értünk pontosan fenntartható út alatt? Egy olyan építmény, mely mindamellett, hogy ellátja a funkcióját, még a lehető legtökéletesebben tájba illesztett, és így kevésbé bontja meg a természet harmóniáját (2. kép).

Egyrésztől ezt úgy éri el, hogy a legtöbb mértékben a természetes rézsűket használják ki a kivitelezés során. Hosszú élettartamra tervezett burkolattal rendelkeznek, mely tartósságát a minőségi kivitelezésnek köszönheti, illetve a helyi anyagokat használják, amikor csak lehet. Építése során a lehető legkisebb energia befektetéssel készült. LID (Low-Impact-Development) elven alapuló vízelvezető rendszerrel rendelkezik. Ez azt jelenti, hogy az út vízgazdálkodása a lehető legnagyobb mértékben korrelál a természetes vízgazdálkodással, azáltal hogy a természetes elfolyási, párolgási, beszivárgási tényezőket minimálisan befolyásolja és a növények számára is hozzáférhetővé teszi a csapadékvíz felszívását. Másrésztől egy jól átgondolt tervezés, nemcsak az építési költségeket csökkenti, de a környezetre gyakorolt hatásokat is mérsékli, ezáltal a szén-dioxid kibocsátását is. A tervezésben sokat segít az életciklus-elemzés és életciklus-költségelemzés.

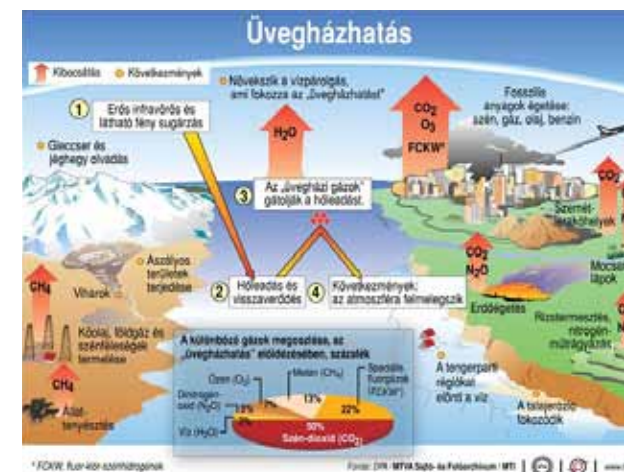
Maga egy út életciklusa egyszerű folyamatábrával írható le, ezt a 3. kép jól mutatja. Minden az alapanyagok kiter-



2. kép A fenntartható út



3. kép Egy út életciklusa



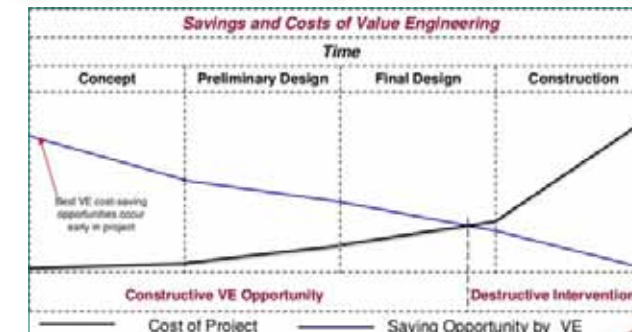
5. kép Az üvegház hatás bemutatása

melésével, feldolgozásával kezdődik. Innen egy üzembe szállítják őket, ahol termékek készülnek belőlük, melyet ezt követően a végső kivitelezési helyre szállítanak. Itt elkészül belőlük egy adott objektum, mely átadást követően használatba kerül. Ekkor amortizálódik, így karbantartási, javítási munkákat végzünk rajta, néha kisebb-nagyobb elemeket cserélünk, majd miután végképp elhasználódott, lebontjuk. Ilyenkor rosszabb esetben hulladéklerakóba kerülnek az építőanyagok, jobb esetben újrahasznosítják más objektumok építésénél.

Egy építkezés nem kevés logisztikai tevékenységet is igényel, de egy életciklus-elemzés, illetve egy költségelemzés nagyban segíti a tervezését, és a fölösleges munkákat lecsökkentésével a kibocsátott szén-dioxid mennyiségét is mérsékeljük, továbbá a költségeinket is. Ezt jól szemlélteti a 4. kép. Jól látható, hogy maga a koncepció kitalálása-kor a legmagasabb a megtakarítások aránya, ez a tervezés előrehaladtával fordítottan arányos, illetve a kivitelezés megkezdésekor már átbillen a mérleg. Ott már kis változtatások is komoly költségekbe kerülnek, amely nemcsak a pénztárcánkat, de a környezetünket is jelentősen megterheli.

Üvegházhatás

Az 5. kép jól szemlélteti az üvegházhatást. Véleményem szerint, a jelenség egy természetes folyamat, melyet az ember nagymértékben felgyorsított. A folyamat során, az üveg-



4. kép Életciklus és költség elemzés

házhatású gázok (GHG vagy magyar ÜHG) eltérő mértékben nyelnek el a légkörben az infravörös sugárzást, majd ott kisugározzák az elnyelt hőt. Egyes gázok eltérő mértékben nyelnek el a sugárzást.

A globális felmelegedési potenciált (GWP azaz Global Warming Potential) e gázok üvegházhatásának számszerűsítésére használják. Kiszámítása az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) munkacsoportja által kidolgozott képlet alapján történik (6. kép):

$$GWP(x) = \frac{\int_0^{TH} a_x \cdot [x(t)] dt}{\int_0^{TH} a_r \cdot [r(t)] dt}$$

6. kép A globális felmelegedési potenciál számításának képlete

Azonos tömegű (t) széndioxidra vonatkoztatva adják meg az értékét, meghatározott időintervallumra, ami általában 100 év.

A modell

Környezetmérnökként kötelességemnek érzem az üvegházhatású gázok kibocsátásának nyomon követését, illetve csökkentését. Ebben nagy segítségünkre vannak a különböző karbonszámítási módok. Cikkemben elsősorban az utak fenntartásának karbonlábnyomára összpontosítottam, illetve ehhez találtam ki egy modellt. Az e-UT 08.02.11:2007 tartalmazza az utakkal kapcsolatos burkolati hibákat és a helyreállítási technológiákat, mely alapján elkészítettem egy mátrixot (7. kép).

Ezekhez kapcsolódóan összegyűjtöttem a szükséges alapanyagok, termékek és a különböző munkálatokhoz felhasznált gépek listáját. Az alábbi ábrán (8. kép) láthatóak a modell részei.

A szállítást egyelőre mellőztem a számításból, mely meglehetősen változó faktor, de a modell bővítésével további változóként beiktatható a rendszerbe. A módszer nem tartalmazza az árkok és fás- füves sávok fenntartását valamint a téli csúszásmentesítési munkálatokat. A meglévő alapanyagok alapján, a felhasznált aggregátumokból, bitumenekből, villamos- és gázfogyasztási adatokból, kalkulálható volt a beépített termékek energia és szén-dioxid igénye.

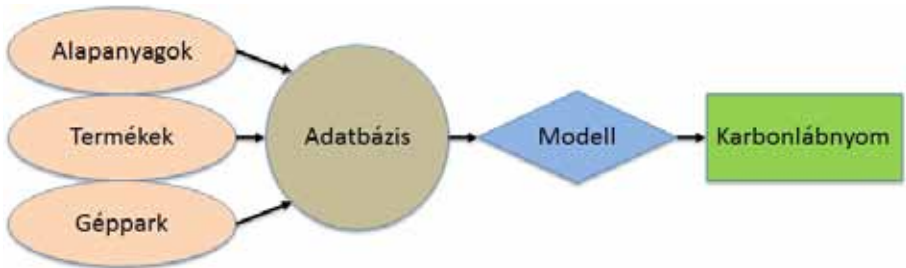
A gépparkra vonatkozó kibocsátási értékek, mely már egy meglévő adatbázis, illetve általam gyűjtött további adatok alapján készült (pl. vésőkalapács, lapvibró). A motor- teljesítmény, a tömeg, a munkaórák, a fogyasztási norma, a terheltség és az üzemanyag típusa (dízelt) lett figyelembe véve a számításokban.

A modellhez AC11 kopó és AC22 kötő 50/70-es normál bitumenből és CKT-ből (CEM III) készült pályaszerke-

	Technológia	Hiba	Alapanyag	Géppark
Karbantartás	Felületi bevonat kis felületen	Izzadás, hajszálrepedés, kipergés, kátyú 3 cm mélységig	4/8, 65-ös 1 kg/m ²	Emulzió szóró, zúzalékszóró, PATA, padkahenger, teherautó 14 t
	Repedésjavítás és hézagkitöltés	Lokális repedés, munkahézag	Zalaplaszt 200 cm ³ /m, 1,02 kg/m ³	Hézagvágó, papucsos hézagkiöntő
	Marás kis felületen	Lokális deformáció		Maró 1m, teherautó 14 t, seprűs kocsi
	Kátyúzás	Lokális deformáció, kátyú cca 4 cm	Aszfalt, emulzió 0,5 kg/m ²	Vágó, bontókalapács, emulzió szóró, padkahenger, teherautó 14 t, lapvibró
	Lokális pályaszerkezet-csere	Pályaszerkezetet érintő lokális hiba	Több réteg aszfalt, kopó kötő, ckt	Vágó, bontókalapács, emulzió szóró, padkahenger, teherautó 14 t, lapvibró
Helyreállítás	Felületi bevonat	Repedezetttség- kipergés nagyobb felületen, keréknyomvályú	4/8, 65-ös 1 kg/m ²	Emulzió szóró, zúzalékszóró, PATA, padkahenger, teherautó 14 t, maró 1m
	Repedés- és hézagkitöltés	Munkahézag és repedés nagyobb hosszan	Zalaplaszt 200 cm ³ /m, 1,02 kg/m ³	Hézagvágó, papucsos hézagkiöntő
	Profilmarás	Deformáció és profilhiba, keréknyomvályú		Maró 1m, teherautó 19 t, seprűs kocsi
	Profiljavítás	Deformáció és profilhiba, keréknyomvályú, pályaszerkezetet érintő alakváltozási hibák	Aszfalt, emulzió 0,5 kg/m ²	Maró 1m, teherautó 19 t, seprűs kocsi, finisher 10 t, V1, emulzió szóró
	Recycling	Repedezetttség- kipergés nagyobb felületen, deformáció és profilhiba, keréknyomvályú, előregedett kopóréteg, pályaszerkezetet érintő alakváltozási hibák	Több réteg aszfalt, kopó kötő, ckt	Maró-keverő, kombihenger V2, gréder
	Új kopóréteg	Repedezetttség- kipergés nagyobb felületen, munkahézag és repedés nagyobb hosszan, deformáció, profilhiba, keréknyomvályú, előregedett kopóréteg, pályaszerkezetet érintő alakváltozási hibák	Aszfalt kopó rétegszórás	Maró 2m, teherautó 24 t, nagy seprű, VM3, nagy finisher, emulzió szóró
	Pályaszerkezet-csere	Pályaszerkezetet érintő alakváltozási hibák	Több réteg aszfalt, kopó kötő, ckt, rétegenként plusz szórás	Maró 2m, teherautó 24 t, nagy seprű, VM3, nagy finisher, emulzió szóró
Felújítás	Pályaszerkezet-erősítés	Mozaikos repedés, deformációk teherbírasi elégtelenség miatt, nagymértékű nyomvályúsodás, elhasználódott pályaszerkezet, olvadási kár	Több réteg aszfalt, kopó kötő, ckt, rétegenként plusz szórás	Maró 2m, teherautó 24 t, nagy seprű, VM3, nagy finisher, emulzió szóró
	Részleges vagy teljes pályaszerkezet-csere	Deformációk teherbírasi elégtelenség miatt, nagymértékű nyomvályúsodás, elhasználódott- inhomogén pályaszerkezet, olvadási kár	Több réteg aszfalt, kopó kötő, ckt, rétegenként plusz szórás	Maró 2m, teherautó 24 t, nagy seprű, VM3, nagy finisher, emulzió szóró
	Recycling	Mozaikos repedés, deformációk teherbírasi elégtelenség miatt, nagymértékű nyomvályúsodás, elhasználódott- inhomogén pályaszerkezet	Több réteg aszfalt, kopó kötő, ckt, rétegenként plusz szórás	Maró-keverő, teherautó 24 t, nagy seprű, VM3, nagy finisher, emulzió szóró

7. kép Hibajavító tevékenységek, és a hozzárendelhető erőforrások

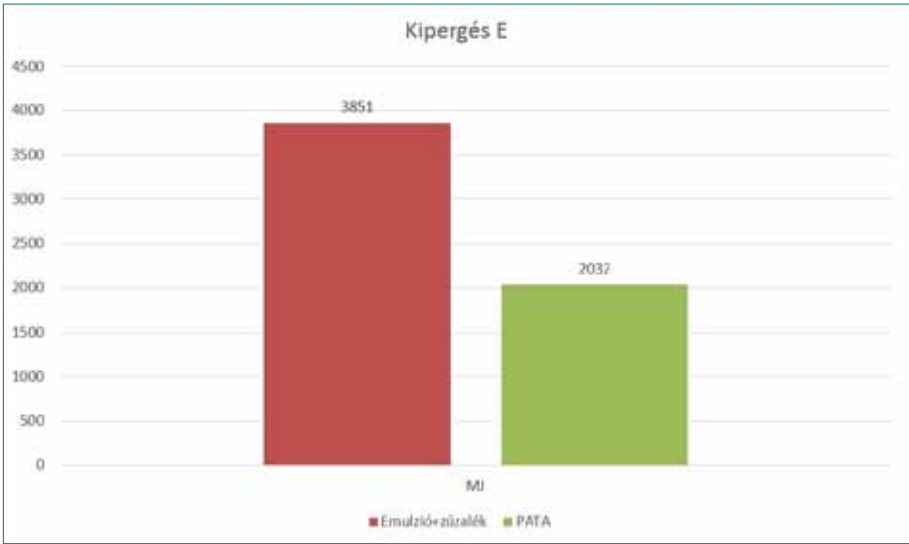
zet fenntartásához kalkuláltam a kibocsátott szén-dioxid mennyiséget egységnyi felületre és az ehhez tartozó munkaidőre vonatkoztatva. Mindezekből kiszámolható egy energiaigény, illetve az ehhez tartozó karbonlábnym.



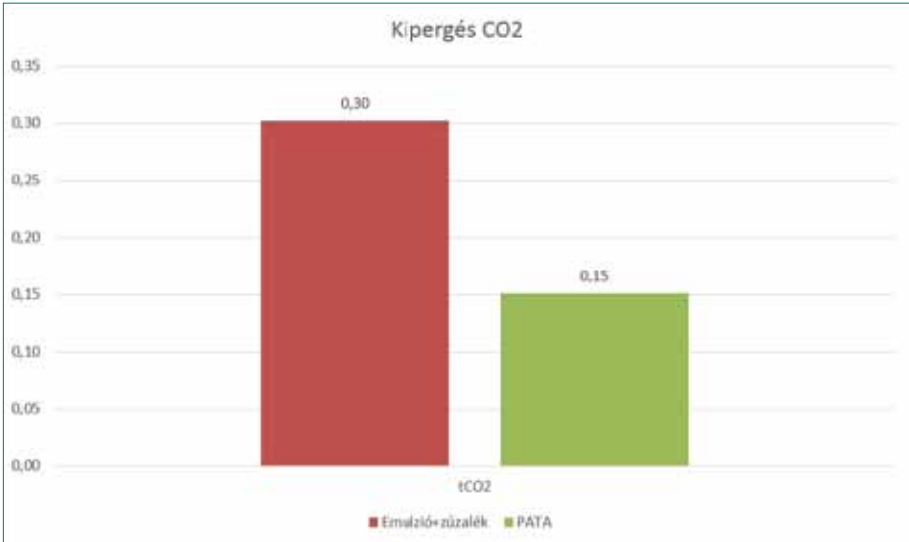
8. kép A számításmodellezése

Példák

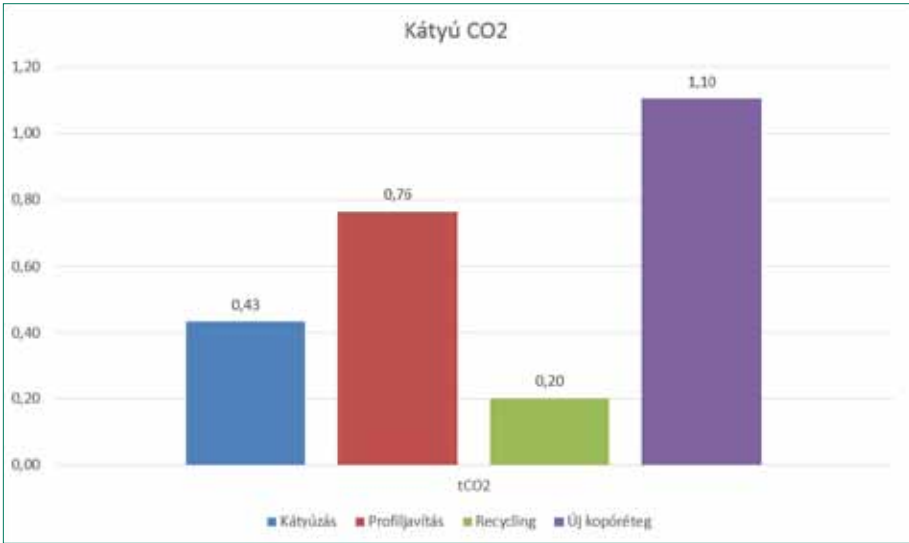
Három hibatípus fenntartási munkálatait vizsgáltam. Az első a kipergés (9. és 10. kép), ahol egyik módszerként külön emulziószórási- és külön zúzalékszórási technológia került összehasonlításra, szemben a PATA-val, ami egy kombinált emulzió és zúzalékszóró gép. Látható, hogy mind befektetett energiában mind szén-dioxid kibocsátásban, a PATA kerül ki győztesként. Közel fele akkora egy máshoz viszonyított értékük. Ez érthető is, hiszen ugyan azokat az anyagokat



9. kép Kipergés javítás energia igény



10. kép Kipergés javítás CO2 képződés



11.kép Kátyúzás energia felhasználása

használjuk mindkét esetben, azonban az utóbbi módszer-nél egy gép végzi a fenntartást, amivel magyarázható a

közel fele akkora kibocsátás és energiaszükséglet.

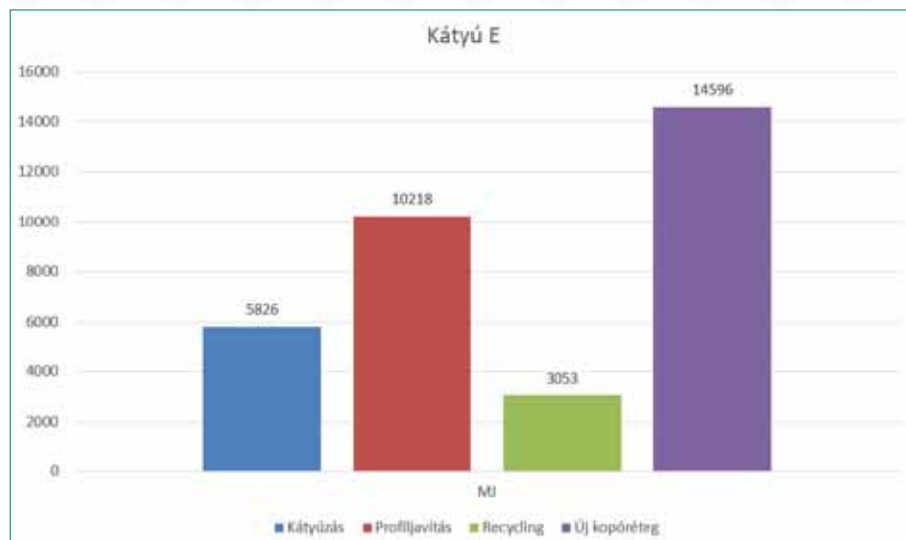
A második a kátyúzás (11. és 12. kép).

Ebben az esetben már több-változós a javítási munka. Csak a kopóréteget érintő hibákat modelleztem jelen példában. Már fontos, hogy az egyes javítások mennyire időtállóak. Vegyük alapul, hogy 10 évre tervezve háromszor kátyúzunk, arányos elosztva, akkor lehet célszerűbb várni a leromlással és egyben egy új kopóréteget húzni. A négy technológia közül, a recyclingnak a legjobb az értékei, hiszen minimális többlet anyag igénye. Továbbá, ha azt megtehetjük, hogy recyclingos technológiát alkalmazunk, akkor mindegyik technológiához tartozó szén-dioxid és energia-igény értékét csökkenthetjük, mindez a minőség megtartása mellett.

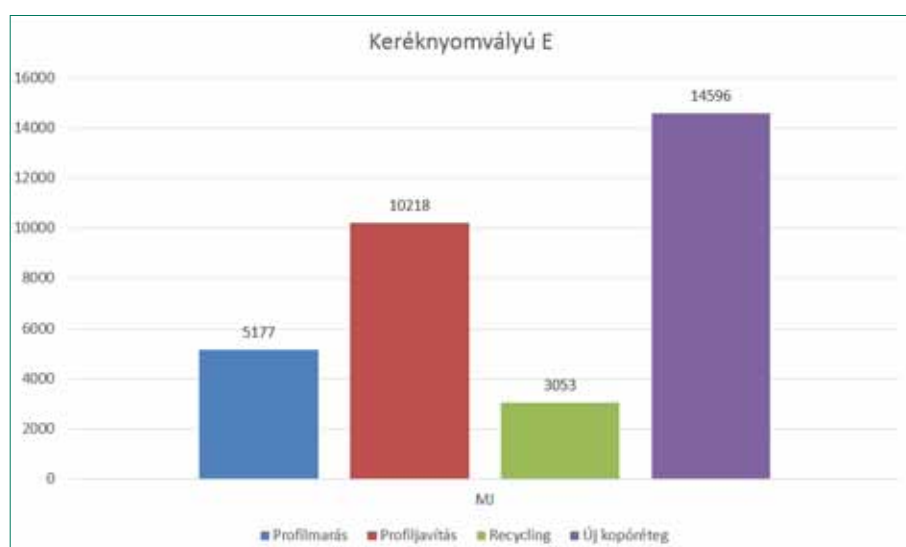
A harmadik a keréknyomvályú javítása (13. és 14. kép). Hasonló mondható el itt is. Ugyan olyan javítási technikákat alkalmaztunk, mint kátyúzaskor, kivéve az első oszlopot, mely a profilmarás. Ennek az értéke azért kisebb a többiez viszonyítva, mert csak a gépparkot alkalmaztuk, többlet anyagra nem volt szükség.

Következtetések

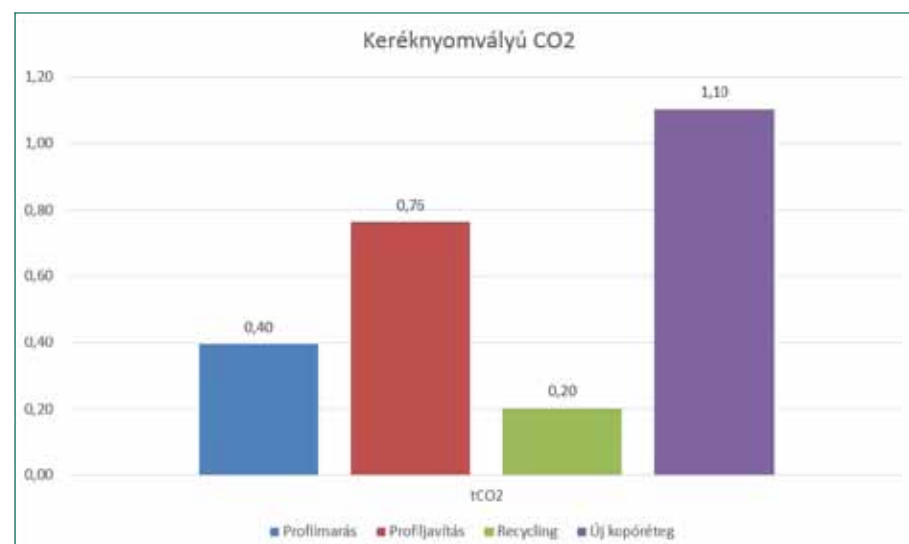
Összességében elmondható, hogy a magyar viszonylatokhoz mérve, nem rendelkezünk egy pontos adatbázissal, például, hogy a használt gépparkhoz milyen kibocsátási adatok tartoznak, mennyi a javítási munkálatok fenntartási ideje. Az egyes javítások mennyire időtállóak, kibírják e a kátyúk a tervezett nagy felújítási ütemet vagy inkább új kopóréteket kellene építeni helyettük. Specifikálabb munkaszervezéssel, jobban tervezhetők az alkalmazandó alapanyagok és gépek, célszerű e használnunk kombinált géplán-cokat, illetve beépíthetők e újra-hasznosított anyagok. Mindezeket úgy kell kivitelezni, hogy ne menjen a minőség rovására, de ugyanakkor a költségsök-kentés mellett az energiaigényünket is optimalizálhatjuk és kevesebb szén-dioxidot is bocsátunk a légkörbe. Úgy gondolom, hogy a karbonszámítás nagy segítséget nyújt



12. kép Kátyúzás miatti CO2 képződés



13. kép Keréknyom javítás energia igénye



14. kép Keréknyom javítás CO2 képződés

a tervezésben és a döntéshozatalban, valamint a fenntartható fejlődés elveit szem előtt tartva cégünk közmegítélése is sokkal „zöldebb” lesz.

Hivatkozások

<http://www.worldhighways.com/categories/asphalt-paving-compaction-testing/features/sustainable-road-construction-current-practices-and-future-concepts/>
<https://www.slideshare.net/Aurecon/10-ways-to-a-more-sustainable-road>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814030495>
<https://www.slideshare.net/ajmal4/vem-ajmaljan-2011>
https://hu.wikipedia.org/wiki/Kiot%C3%B3i_jegyz%C5%91k%C3%B6nyv
https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyezettechnologia/ch01s02.html
<https://www.bocs.eu/karbonlabnyom-szenlabnyom-kalkulator/>
<https://www.wackerneuson.hu/hu/home/>
https://www.mascus.hu/specs/lancalpas-aszfaltozo-gep_980011/ammann/aft-350-e-g_1153843
<http://www.tomido.hu/Henger/>

Bitumen reológiai tapasztalatok: komplex modulus és fázisszög meghatározása, MSCRT vizsgálat

Szvoboda Krisztián

Technológus
COLAS Hungária Zrt.



1. Bevezetés

A reológia az anyagok folyásviselkedésével foglalkozó tudomány. Egy anyag reológiai szempontból lehet tökéletesen viszkózus folyadék, tökéletesen elasztikus szilárd, vagy viszkoelasztikus anyag. A viszkoelasztikus anyagok, mint például a bitumen, magas hőmérsékleten folyékony, alacsony hőmérsékleten szilárd halmazállapotúak. A reológiai vizsgálatok adott frekvencián és hőmérsékleten dinamikusan veszi igénybe a bitumént, így pontosabb képet kapunk a bitumen tulajdonságáról, mint a hagyományos módszerekkel. Számos tanulmány szerint ezek a vizsgálatok az egyre jobban elterjedő modifikált bitumenek jellemzésére is sokkal alkalmasabbak. Továbbá a hamarosan megjelenő EN 14023 szabványsorozat új szabványa a polimerrel modifikált bitumennél előírja a reológiai paraméterek megadását a típusvizsgálatban és az üzemi gyártásellenőrzésben. Szükség van a vizsgálatokkal kapcsolatos tapasztalatok, összefüggések összegyűjtésére, elemzésére, mivel a hagyományos vizsgálatokat pár éven belül felválthatja a teljesítmény alapú értékelés.

2. Reológiai jellemzők

Ha egy A felületet F erővel nyírunk τ nyírófeszültség keletkezik az anyagban. Az erő hatására létrejövő s elmozdulás és a minta h vastagságának hányadosa adja a γ fajlagos elmozdulást, azaz strain. A nyírófeszültség és a fajlagos elmozdulás hányadosa a G^* komplex nyírási modulus.

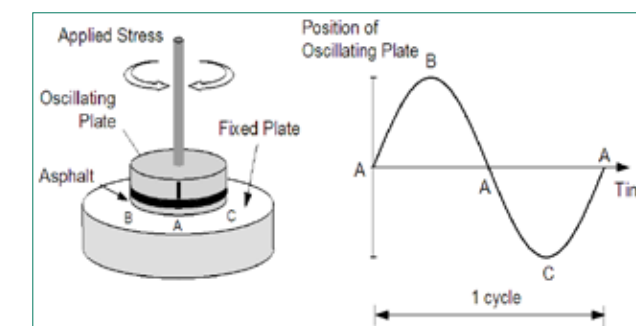
$$\tau = \frac{F}{A} \quad \gamma_s \quad G^* = \frac{\tau}{\gamma}$$

A bitumen reológiai tulajdonságait oszcillációs vizsgálattal érdemes meghatározni. Ilyenkor a kör alakú mintát az 1. ábrán látható módon csavarjuk. A kezdeti A pontból B

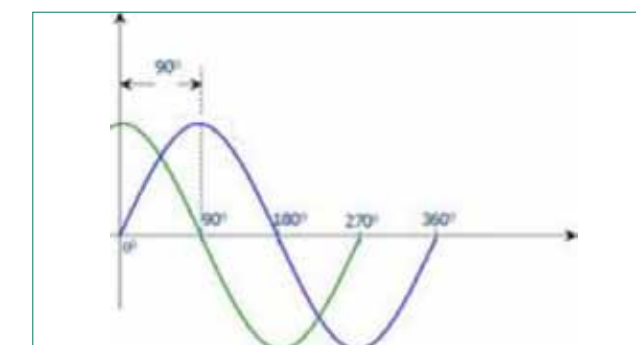
pontig csavarjuk el, majd tehermentesítés után az ellenkező irányba, C pontig mozdítjuk ki a mintát. Ez tehát egy ciklus. Az időben szinuszos lefolyást mutató elmozdulás hatására szintén szinuszos jellegű feszültség keletkezik az anyagban. A kettő közötti fáziskülönbség a δ fázisszög. Folyékony anyagoknak nagy, 90°-hoz közelít, szilárd anyagoknak kicsi, 0°-hoz közelít a fázisszög. Mivel a bitumen halmazállapota hőmérsékletfüggő, magas hőmérsékleten nagy, alacsony hőmérsékleten kis értéket vesz fel a fázisszög.

3. Komplex nyírási modulus és fázisszög meghatározása

A komplex nyírási modulus és fázisszöget dinamikus nyíró reométer berendezéssel (Dynamic Shear Rheometer, DSR) határozzuk meg. A vizsgálat során adott hőmérsékleten és frekvencián hajtjuk végre az oszcillációt 1 mm vastag mintán az MSZ EN 14770:2012 szabványnak megfelelően. A mintát adott elmozdulási szinten terheljük. Fontos, hogy ez az elmozdulási szint a lineáris viszkoelasztikus tartományba essen. Ebben a tartományban az elmozdulás növelésével a komplex modulus nem változik, azaz a terhe-



1. ábra: Oszcillációs vizsgálat (Forrás: M. A. Javid: Effect of Polymer Modification on Rheological Properties of Asphalt)



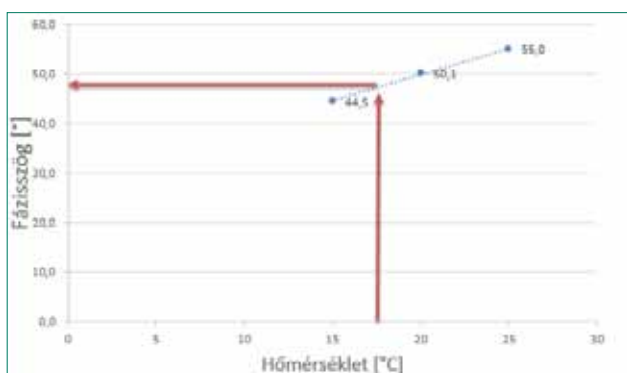
2. ábra: Elmozdulás és feszültség közötti fázisszög



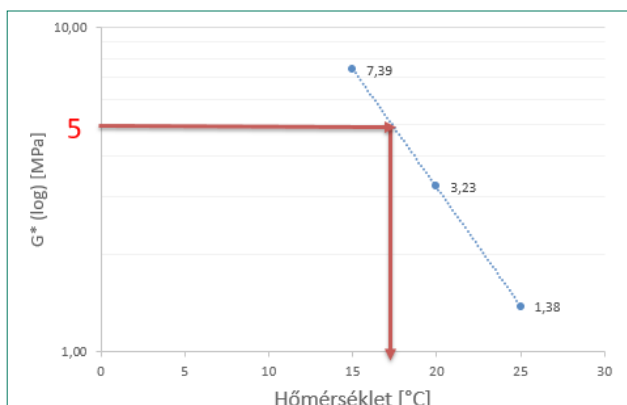
3. ábra: 8 és 25 mm átmérőjű fejek

lés és a feszültség azonos arányban növekszik. A vizsgálatot végrehajthatjuk magasabb hőmérsékleti tartományban (50–65°C), ahol a bitumen melegviselkedési tulajdonságait vizsgáljuk, valamint közepes hőmérsékleti tartományban (15–30°C), ahol a fáradási tulajdonságait vizsgáljuk. Magas hőmérsékleten a fej átmérője, amellyel a nyírást a mintára kifejtjük, 25 mm, közepes hőmérsékleten 8 mm.

A hamarosan megjelenő modifikált bitumenekről szóló szabvány az amerikai AASHTO szabvány szerinti vizsgálati módszert teszi kötelezővé. Ennek alapján a bitumént rövid távú öregítő vizsgálat (RTFOT) és hosszú távú öregítő vizsgálat (RTFOT+PAV) után kell vizsgálni. A mintán 3 különböző hőmérsékleten végezzük el a vizsgálatot 5°C-os különbséggel egymás közt. A kezdeti hőmérséklet a bitumen penetrációjától függ. Tehát közepes hőmérsékleten például



5. ábra: Fázisszög a hőmérséklet függvényében



6. ábra: Komplex modulus a hőmérséklet függvényében



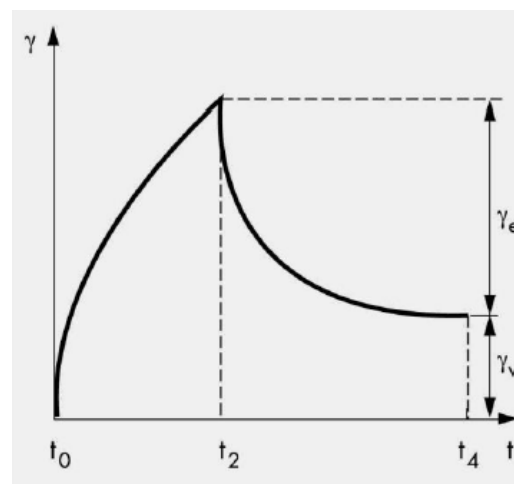
4. ábra: Bitumen minta

15,20,25°C-on, magas hőmérsékleten 55,60,65°C-on végezzük el a vizsgálatot, és határozzuk meg a komplex modulust valamint a fázisszöget, majd felvesszük őket két grafikonra, ahogyan az 5. és 6. ábrán látható. A végeredmény közepes hőmérsékleten az 5 MPa, magas hőmérsékleten az 50 kPa komplex modulushoz tartozó hőmérséklet, és az ezen hőmérsékletre tartozó fázisszög lesz.

4. Több feszültséglepcsős kúszás-visszaalakulás vizsgálat

A több feszültséglepcsős kúszás – visszaalakulás vizsgálat (Multiple Stress Creep Recovery Test, MSCRT) során a mintát 1 másodpercig adott feszültségi szinttel terheljük, majd 9 másodpercig pihentetjük. Látható a 7. ábrán, hogy a tehermentesítés után az alakváltozás egy része visszaalakul (γ_v), egy része megmarad (γ_e).

Ez a terhelés-tehermentesítést megismételjük 10-szer 0,1 kPa terhelési szinten, majd 10-szer 3,2 kPa terhelési szinten. A vizsgálatot 60°C-on végezzük el. A végeredmény két érték lesz:



7. ábra: Maradó és visszaalakult alakváltozás

5. Eredmények

A Colas Hungária Központi Laboratóriuma idén elsőként cseh modifikált bitumeneken végzett el vizsgálatokat, majd egy francia körvizsgálaton is részt vett.

A cseh anyagok eredményei a 8. ábrán láthatóak.

Látható, hogy a keményebb bitumenek magasabb hőmérsékleten érik el az 5 MPa-t illetve az 50 kPa-t, mint a lágyabb bitumenek. Továbbá látható, hogy azok a bitumenek, amelyek az RTFOT öregítés után a PAV öregítést is elvégeztük, nagyobb hőmérsékleten érik el ugyan azt a feszültséget. Az azonos penetrációjú minták eredményei között az eltérés minimális, ugyanakkor látható, hogy a 4. minta kissé lágyabb, mint a másik két 45/80-as penetrációjú bitumen.

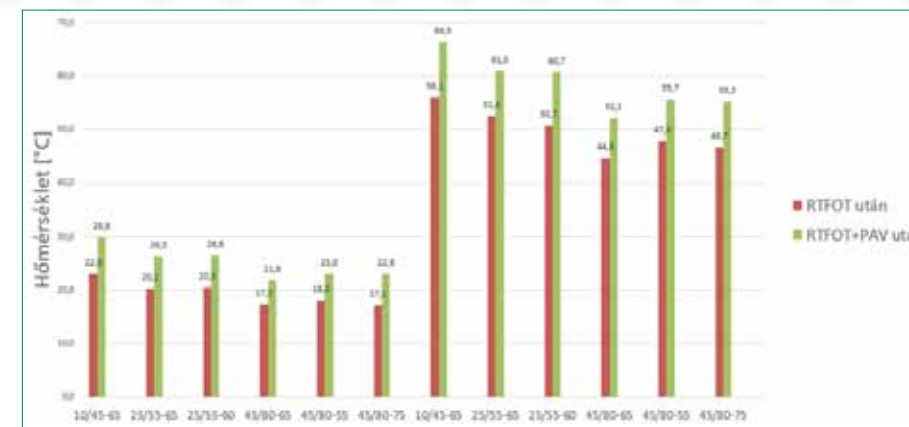
Az MSCRT vizsgálat eredményei a 9. ábrán láthatóak. Ebben az esetben a penetráció és visszamaradó kúszási hajlam között összefüggés nem tapasztalható. Feltehetőleg a rugalmas visszaalakulás vizsgálatával érdekes az eredményeket összehasonlítani.

A francia körvizsgálaton 4 különböző 20/30-as bitumént vizsgáltunk. Az eredmények a 10–13. ábrán láthatóak, de jelenleg csak a Colas laboratóriumának eredményeit tudom bemutatni.

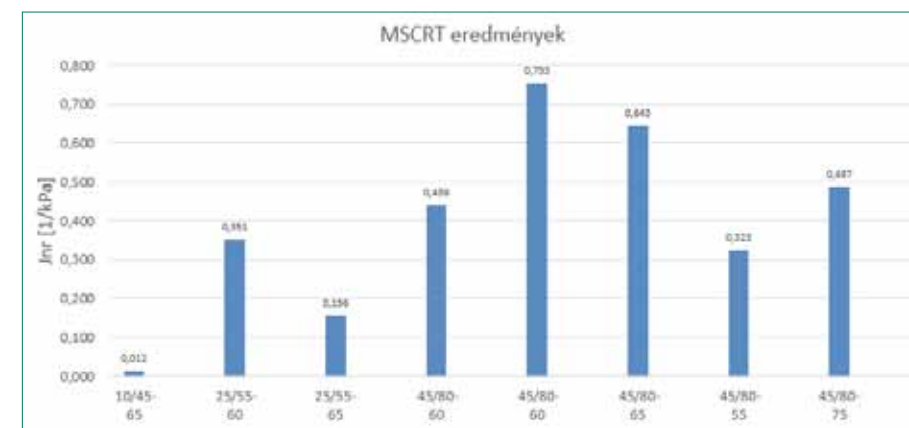
Középhőmérsékleten 8 és 25 mm átmérőjű fejjel is elvégeztük a vizsgálatokat, hogy az eltérést vizsgáljuk. Az tapasztalható, hogy nagyobb fejjel rendre alacsonyabb hőmérsékletek és magasabb fázisszögek adódtak, tehát az eredmények lágyabb bitumen tulajdonságait tükrözik. Látható továbbá, hogy 2 párhuzamos minta között az eltérés minimális.

6. Összefoglalás

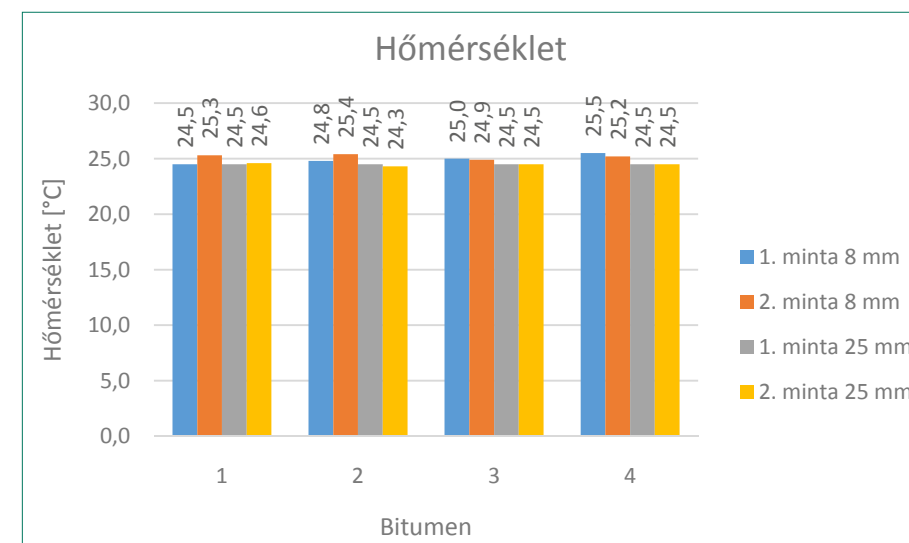
A párhuzamos vizsgálatok eredményei között az eltérés minimális, így a vizsgálat precizitása megfelelő. Ellentétben a jelenlegi vizsgálatokkal, a reológia a bitumenek hőmérséklet függését is figyelembe veszi, ezért jobban alkalmazható a modifikált bitumenek jellemzésére. Az eredményekből néhány alapvető összefüggés látható, de ahhoz, hogy további összefüggéseket mutassunk ki, és megfelelő tapasztalatot szerezzünk, számos vizsgálatot végre kell még hajtani.



8. ábra: Cseh bitumenek eredményei



9. ábra: MSCRT eredmények



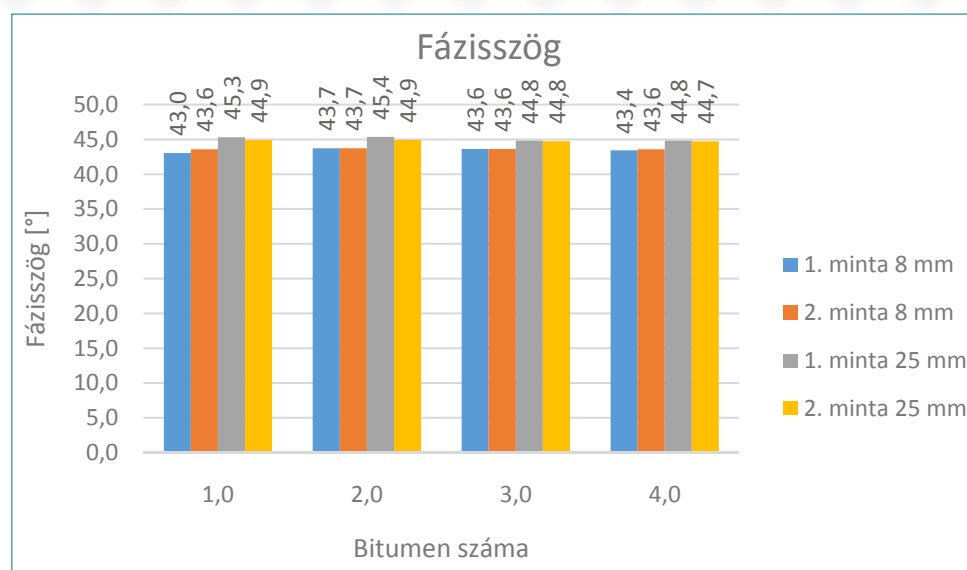
10. ábra: Francia körvizsgálat, közepes hőmérsékleti tartomány, eredmények

Százalékos visszaalakulás:

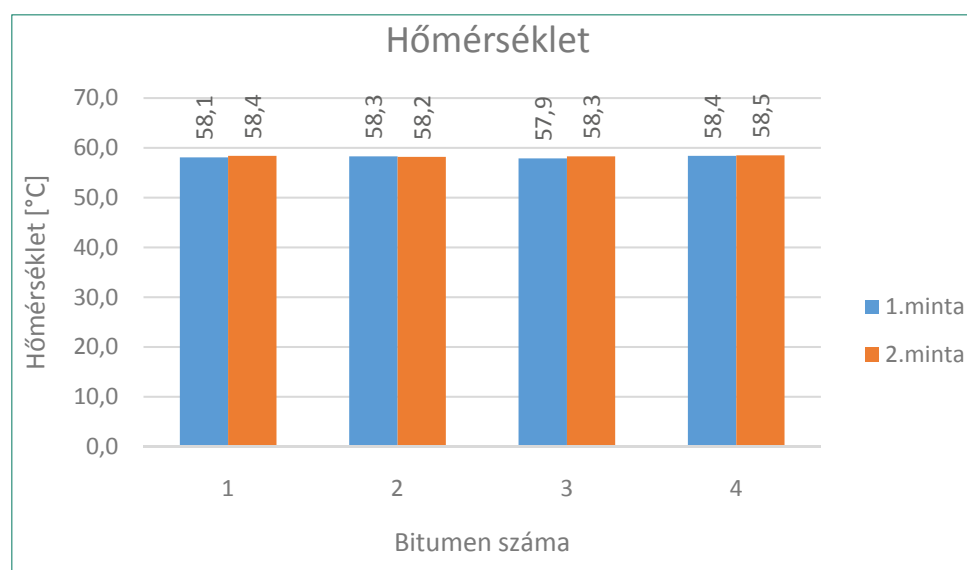
$$R = \frac{\text{visszaalakult alakváltozás}}{\text{teljes alakváltozás}} [\%]$$

Visszamaradó kúszási hajlam:

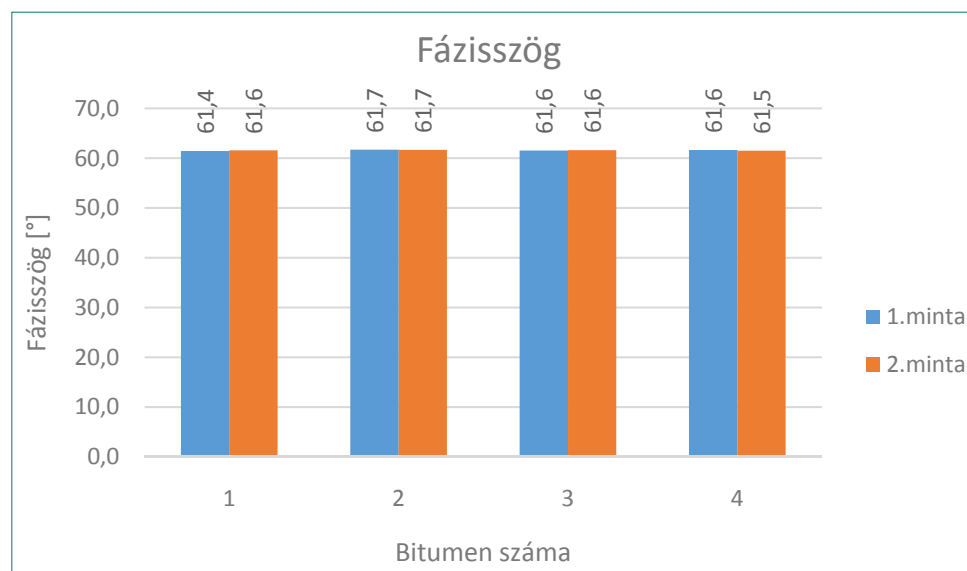
$$J_{nr} = \frac{\text{visszamaradó alakváltozás}}{\text{feszültség}} [\text{kPa}^{-1}]$$



11. ábra: Francia körvizsgálat, közepes hőmérsékleti tartomány, eredmények



12. ábra: Francia körvizsgálat, magas hőmérsékleti tartomány, eredmények



13. ábra: Francia körvizsgálat, magas hőmérsékleti tartomány, eredmények

Az új generációs közúti pályaszerkezetek lehetséges technológiai megoldásai

Kulcsszavak: közúti pályaszerkezet, ötödik generáció, innováció, e-mobilitás, autonóm járműirányítás

Balog Péter

okleveles infrastruktúra-
építőmérnök
másodéves közlekedésmérnök
MSc hallgató
Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem

HAPA Fialat Mérnökök
Fóruma 3. helyezett előadás



1. Bevezetés

A közúti közlekedési rendszer jelentős változáson megy keresztül. Az elemek és alrendszerek fejlődésére külső, környezeti és belső, jármű-pálya-ember közötti kölcsönhatások is hatással vannak. Ennek megfelelően, a közúti pályaszerkezet, valamint az infrastruktúra innovációját az aktuális technológiai és a járműfejlesztések alapvetően befolyásolják. A közutak már nem csak közlekedési felületek lesznek, hanem részei egy komplex intelligens közúti közlekedési rendszernek. A közúti infrastruktúra új generációja szolgálja ki az innovatív járműtechnológiákat. Az ötödik generációs közutakat már számos országban kutatják, néhány már új technológiákkal zajló kísérletekkel keresik az új generációs pályaszerkezetek jellemzőit megvalósító megoldásokat. Hazánkban az új generációs pályaszerkezetekkel kapcsolatos ismeretanyag még hiányos, ezért a kutatás célja a nemzetközi kutatás-fejlesztési tapasztalatok tanulmányozása és elemzése, a haza adaptáció elősegítése érdekében. Egy korábbi munkában azonosítottam a közúti infrastruktúra jellemzőit befolyásoló tényezőket, valamint meghatá-

roztam az új generációs pályaszerkezetek tulajdonságait. Ezen tulajdonságok alapján gyűjtöttem össze és csoportosítottam a különböző nemzetközi fejlesztéseket, melyek képesek a meghatározott tulajdonságokat kielégíteni. Az eredmények segítik a hazai „okos út” projektek műszaki és szabályozási hátterének (pl. Ütügyi Műszaki Előírások) kidolgozását.

2. Az ötödik generációs pályaszerkezetek jellemzői

A közúti infrastruktúra fejlődését közvetlen és közvetett hatások befolyásolják. Közvetlen hatásként lehet meghatározni a digitalizáció és a kommunikáció új technológiai vívmányait, melyek az emberek mindennapjaiban már számos módon hoztak gyökeres változást. A fenntarthatóság kiemelt társadalmi elvárássá vált, így pályaszerkezeink esetében is törekedni kell a környezetbarát gyártási folyamatokra, magas újrahasznosítási arányra, a minimalizált karbon lábnyomra. A közvetett hatásokat a járműtechnológiai fejlesztések jelentik. Ezek a fejlesztések a közvetlen hatások eredményeképpen indultak el. A jármű-pálya-ember kölcsönhatásnak köszönhetően a járműipar innováció is indukálnak változásokat a közúti infrastruktúrában. Jelenleg az elektromos hajtás fejlesztése, illetve az autonóm vagy önvezető járműtechnológia határozza meg az infrastruktúra fejlődési irányait. A megnevezett hatások és elvárások elemzése után az új, ötödik generációs pályaszerkezetek esetében a következő fő tulajdonságokat lehet definiálni:

- fenntartható pályaszerkezet: minden egyes infrastruktúra vagy pályaszerkezeti elem gyártása során törekedni kell a lehető legmagasabb újrahasznosítási arányra és környezetbarát gyártási folyamatok fejlesztésére;
- megbízható pályaszerkezet: hosszú élettartamot ga-

Új generációs pályaszerkezetek fő tulajdonságai és jellemzői			
Fenntartható pályaszerkezet	Megbízható pályaszerkezet	Biztonságos pályaszerkezet	Okos pályaszerkezet
Zajvédelem, károsanyag megkötés	Előregyártott moduláris szerkezet	Érthetőség, egyértelműség	Energia menedzsment
Környezetbarát gyártási folyamatok	Gyors építés, csere, javítás	Elválasztás	Monitoring
Újrahasznosítás	Rendelkezésre állás	Alkalmazkodás	Beavatkozás
Hosszú élettartam	Igények és kapacitás egyensúlyozása	Monitoring és beavatkozás	Kommunikáció

1. táblázat: az új generációs pályaszerkezetek meghatározott fő tulajdonságai és jellemzői

Fő tulajdonság	Jellemző	Technológia, megoldás
Fenntartható	Környezetbarát gyártási folyamatok	Alacsony hőmérsékletű aszfaltok
	Újrahasznosítás	Építési hulladékok (aszfalt, beton)
		Kommunális hulladékok
		TonerPave

2. táblázat: fenntartható útpályaszerkezetek

rantál, így minimalizálva a meghibásodásokból fakadó zavartatások lehetőségét, de hiba esetén is gyors és egyszerű beavatkozásokat tesz lehetővé;

- biztonságos pályaszerkezet: úgy elégíti ki a növekvő forgalmi és áramlási sebesség igényeket, hogy közben fokozottan biztosítja a közúti közlekedés minden résztvevőjének biztonságát;
- okos vagy „smart” pályaszerkezet: nem csak a forgalmi viszonyokról, hanem a pályaszerkezet és az infrastruktúra önmaga fizikai állapotáról is adatokat gyűjt, feldolgozza, majd ez alapján dönt és beavatkozik a folyamatokba, információkat biztosít a felhasználók és az üzemeltetés számára is.

A fő tulajdonságokat további jellemzőkre lehet bontani. Ezek a jellemzők elégítik ki a megfogalmazott elvárásokat, így biztosítva a digitalizáció, a környezettudatosság, valamint a fejlődő járműtechnológiák elvárásait.

A folyamatban lévő, főként nemzetközi kutatások és technológiai fejlesztések a meghatározott és feltárt jellemzők alapján csoportosíthatók. Az egyes technológiai megoldások esetében meghatározhatók, hogy azok milyen mértékben, mely jellemzőket elégítik ki. A csoportosítás segítségével lehet az új generációs pályaszerkezetek további kutatási irányait kijelölni.

3. Az új generációs pályaszerkezetek technológiai megoldásai

3.1. Fenntartható útpályaszerkezetek

A fejlett ipari országok jelentős mennyiségű hulladékot termelnek a gazdaság különböző ágazataiban, a nyersanyagok és forrásaik jelentős része kárba vész a felhasználás alacsony hatékonyságának köszönhetően. Az anyagokat kitermelik, feldolgozzák vagy felhasználják, majd általában hulladék lerakókban helyezik el őket vagy elégetik. Az Európai Unióban nagy szükség van a közlekedésépítési nyersanyagforrások hatékonyabb kihasználására, ezáltal



1. ábra: aprózott üveg (balra) [5] és nyomtató tonerek [6] festékanyagának újrahasznosítási lehetőségei

csökkenthetők a közlekedés okozta környezeti hatások, elősegíthető az újrahasznosítási technológiák fejlesztése. A hulladékok jelentős része ún. zárt láncú újrahasznosítás keretein belül az eredetének megfelelően kerül alapanyagként felhasználásra, azonban annak ellenére, hogy a városi környezetben

keletkező hulladék jelentős része újrahasznosítható lenne, számos esetben a minőségük és a technológiai követelmények nem teszik lehetővé az anyagok visszaforgatását, így ezek hulladéktárolókba vagy hulladékegyesítőbe kerülnek. Ez lehetőséget biztosít arra, hogy a hulladékokra értékes nyersanyagként tekintsünk, így például az útépítésben segítségükkel új típusú keverékek jelenhetnek meg. Az utak egyre nagyobb mennyiségű útépítési anyagokat, adalékanyagokat, kötőanyagokat és adalékszereket igényelnek annak érdekében, hogy az egyre növekvő forgalomnak és terhelésnek teherbírás szempontjából megfeleljenek. Ugyanakkor nem csak a növekvő nehéztehergépjármű forgalom, hanem az útépítési nyersanyagok hiánya és ára is kihívások elé állítja az útépítő ipart. Számos újrahasznosított anyagot már sikeresen alkalmaztak az útépítésben, azonban sok esetben csak kutatási és tesztelési időszakig jutottak néhány országban, így különösen fontossá vált a széles körben elterjeszthető megoldások megismerése, bevezetése. Az első számú oka annak, hogy az iparág még nem használja elterjedten az újrahasznosított anyagokat, a biztos technológiai tudás és tapasztalat, valamint a stabil alapanyag minőség hiánya.

Annak érdekében, hogy a keletkezett hulladékok felhasználásával az útépítési szektorban a hagyományos utak minőségével megegyező pályaszerkezeteket lehessen építeni, az alábbi kritériumokat lehet megfogalmazni:

- hasonló vagy jobb teljesítményt kell produkálniuk, mint a hagyományos anyagokból épülő pályaszerkezeteknek;
- rendelkezésre kell állnia a megfelelő mennyiségnek az egyes anyagokból;
- az ilyen termékekre úgy kell tekinteni, mint magas értékű nyersanyag;
- megfelelő hulladék kezelési és hasznosítási eljárásokat kell bevezetni;
- magas kezelési, elszállítási és végleges elhelyezési költségek prognosztizálhatók.



Fő tulajdonság	Jellemző	Technológia, megoldás
Megbízható	Előregyártott, moduláris szerkezetek	Modieslab burkolat
	Gyors építés, csere, javítás	Rollpave burkolat
		Műanyag burkolatok

3. táblázat: megbízható útpályaszerkezetek

A nemzetközi szakirodalom széles körben foglalkozik a különböző hulladék anyagok újrahasznosíthatóságával, ezek közül a leginkább ismertek a következők:

- bontott beton;
- visszanyert mart aszfalt;
- üveg;
- műanyagok (PET, PE, EVA, PU);
- kerámiák;
- kohósalakok;
- textíliák.

Az aszfaltkeverékek két legfontosabb összetevője a kőváz, mely a keverék teherbírását adja, illetve a kötőanyag, mely biztosítja a kőváz szemcséi közötti kapcsolatot és összetartja a keveréket. Az egyes alkotóelemek helyettesíthetők valamilyen újrahasznosított anyaggal, azonban további kutatások kérdése, hogy ezeket az alternatív anyagokat hogyan és milyen arányban lehet kombinálni egymással. Az újrahasznosított anyagok felhasználása az eddigi ismeretek alapján képes biztosítani a minőségi követelményeket és megközelíti a hagyományos aszfaltkeverékek teljesítményét. Az alapanyagárak nagyon fontos szerepet játszanak a keverékek kiválasztásánál, így elengedhetetlen, hogy az újrahasznosított anyagok a hagyományos útépítési termékekhez képest kedvezőbb áron legyenek elérhetők. Európában nagy lehetőség van az újrahasznosításban a közlekedésépítési szektorban, különösen az olyan feltételezett forgatókönyvek szerint, amikor az új utak 33%-a ezen hulladékokból nyert alapanyagokból készül [4]. Azonban fontos megemlíteni, hogy sok esetben a visszanyert anyagok felhasználását akadályozza az inhomogén minőség és a rendelkezésre álló mennyiség.

Mindezek alapján a különböző hulladékanyagok használata az útépítési iparban életképes lehetőség, melyet további kutatásokkal kell igazolni. Példaként említendő meg a gumiabroncsokból előállított gumiörlemény, melyet már számos országban szabványosított módon lehet alkalmazni, azonban a legtöbb helyen még nem állnak rendelkezésre a megfelelő szabályozások ehhez. A hulladékgazdálkodás terén rendelkezésre kell állnia a megfelelő technológiának, hogy útépítésre alkalmas alapanyagot tudjanak előállítani optimális körülmények között, illetve az útépítési iparnak is szükséges megismerni és tapasztalatot szerezni az ilyen anyagok viselkedésével kapcsolatban. Az újrahasznosítás segítségével jelentős költség-és energiamegtakarítást, va-



2. ábra: Modieslab pályaszerkezet építése [7]

lamint szén-dioxid kibocsátás csökkenést lehet elérni.

3.2. Megbízható útpályaszerkezetek

Az útépítés hagyományos módja az volt, hogy a pályaszerkezetekbe beépített különböző

rétegeknek a lehető legtöbb funkcióval kellett rendelkezniük és nagyon sok igényt kellett kielégíteniük. Példaként említhető, hogy az évtizedek során az aszfalt burkolatoknak egyben kellett megfelelni az utazási komfort, a teherbírás, a felületi minőség, a vízelvezetés és a zajcsökkentés támasztotta kihívásoknak. Ez a hagyományos koncepció kevésbé rugalmas a tervezés, építés és fenntartás szempontjából egyaránt. A funkcionális követelmények térben és időben változni fognak, így például olyan szakaszokon, ahol kiemelten nagy terhelés éri a szerkezetet, nagy teherbírású burkolatokat, ahol a zajcsökkentés kritérium, ott zaj-és rezgéscsillapító pályaszerkezeteket kell fejleszteni és építeni. Az igények szétválasztásával és funkció orientált pályaszerkezeti elemek fejlesztésével a tényleges elvárásoknak megfelelő, modulokból felépülő utak építhetők, melyek sokkal jobban fognak tudni megfelelni a kihívásoknak. A funkcionális megközelítés mögött továbbá egy másik szemléletváltás is észrevehető, miszerint a jövőben szét kell választani a hosszú és rövid élettartamú pályakomponenseket, főként a fenntartási igény alapján. További előny, hogy lehetőség van az egyes elemek előregyártására, üzemi körülmények között, ahol magas minőségi jellemzőket lehet biztosítani és lehetőség nyílik új anyagok alkalmazására is. Az előregyártott elemek összeállítása az építési területen kevésbé lesz érzékeny a környezeti körülményekre, továbbá rugalmasabban és gyorsabban lesz építhető a hagyományos pályaszerkezetekhez képest. Fontos megemlíteni, hogy ezen technológiák a jövőben biztosítják a különböző intelligens, monitoring és kommunikációs eszközök beépítését a pályaszerkezetbe.

A Modieslab egy beton elemekből álló, előregyártott, két különböző rétegből álló útszegmens. A rendszer fejlesztésének célja egy rendkívül nagy teherbírású közúti pályaszerkezet létrehozása volt, melynek építése, telepítése és cseréje gyorsan végrehajtható. Bár építési költségei igen magasak, ezt ellensúlyozza a 25 évre tervezett élettartama, mely akár fenntartási munkák nélkül is biztosítható. A társadalmi költségek is alacsonyak, mivel egy meghibásodott elem cseréje a moduláris szerkezet és az előregyártás miatt gyorsan elvégezhető, a forgalom minimális zavartatása mellett. A



3. ábra: a Rollpave rendszer a gyártás után, feltekerés közben [7]

rendszer két, egymásra építendő, előregyártott pályalemez-ből áll. Az alsó beton elemekben lehetőség van csatornák kialakítására is a közművek vagy a csapadékelvezetés számára. A felső lemezekben okos utak koncepciójának megfelelően szenzorok és érzékelők elhelyezését lehet biztosítani. A technológia hosszú távon alkalmas lehet arra is, hogy az egyes paneleket automata és autonóm módon lehessen cserélni az intelligens pályafenntartási rendszerek segítségével. A Modieslab elképzelést Hollandiában mutatták be, majd ezt követően három kísérleti szakaszt alakítottak ki (legutóbb egy 100 méteres szakaszt Utrecht közelében az A12 autópályán).

A Rollpave elgondolás szintén egy holland innovációs program keretein belül született meg. A projekt célja, hogy olyan előregyártott és moduláris szerkezetet fejlesszenek ki, mely nagy mértékben tudja csökkenteni a zajterhelést és könnyedén, gyorsan lehessen beépíteni vagy cserélni a közúti forgalom zavartatásának minimalizálása érdekében. A Rollpave technológia egy 30 mm vastag, előregyártott aszfaltszőnyegre jelent, amelyet a már meglévő burkolatra helyeznek, mint egy „szőnyeg”, így javítva a burkolat felületi tulajdonságait és teherbíró képességét. A réteg lefektetéséhez egy különleges és innovatív telepítő rendszert is kifejlesztettek, mely a már lehelyezett réteg eltávolítására is alkalmas. Az „asphaltmat” szőnyeg tulajdonságai az igényeknek megfelelően változtathatók (zajcsökkentés, felületi érdesség, teherbírás). A különleges burkolati megoldást zárt körülmények között gyártják, így folyamatos, magas és azonos minőség biztosítható. További előnye a rendszernek, hogy a minőségellenőrzést már a gyártás során el lehet végezni, az egyes hibákat azonnal lehet javítani vagy a sérült elemeket cserélni. A rendszer alkalmas lehet az „okos utak” tartozékainak befogadására, így az adatgyűjtéshez és továbbításhoz szükséges szenzorok vagy dinamikus útburkolati jelek is elhelyezhetők lesznek benne. A rendszer ideiglenes utak burkolataként is jól használható, továbbá olyan helyeken, ahol nem várt, hirtelen burkolati károsodás keletkezett. Hollandiában számos tesztszakaszt készítettek ilyen technológiával, ahol a kutatók számos tulajdonságot figyeltek meg. Az építéshez szükséges idő kevesebb volt a hagyományos burkolatú autópálya szakaszokkal szemben, bár a fogadó felületnek különösen tisztának és egyenletesnek kell lennie, mely számos esetben hosszabb kivitelezési időt eredményezhet.

A holland KWS Volker Wessels cég koncepciója szerint az utak építési technológiája jelentősen nem változott az elmúlt évtizedekben, annak ellenére, hogy a korábban említett környezeti és fejlődési hatások jelen vannak napjainkban. A vízelvezetés, az újrahasznosítás vagy a megnövekedett forgalom magukat az utakat, mint szerkezet is próbára teszik. Az általuk javasolt új útburkolati rendszer képes lehet a jelen és jövő kihívásainak kezelésére pályaszerkezeti szempontokból. A „PlasticRoad”, azaz műanyag út olyan előregyártott, moduláris és üres utak koncepciója, melyek teljes egészében újrahasznosított műanyagból készülnek. Az előregyártás, a könnyű súly és a moduláris szerkezet gyorsabb építést és fenntartást tesz lehetővé, továbbá megvalósítása könnyebb és olcsóbb is a hagyományos utakhoz képest. Tulajdonságaiknak köszönhetően kedvezőbb a hőmérsékletváltozással szembeni ellenálló képességük, valamint sokkal kisebb a fenntartási igényük. A szerkezet üres, tehát lehetőség van közművek elhelyezésére, továbbá szélsőséges esetekben a vízelvezetés számára is helyet adhat. Ez a tulajdonság lehetővé teszi, hogy az okos utak koncepcióinak megfelelően szenzorokat vagy akár az



4. ábra: a VolkerWessels műanyag, előregyártott pályaszerkezete [8]

elektromos járművek dinamikus töltési infrastruktúráját lehessen elhelyezni benne. A PlasticRoad teljesen környezettudatos termék, hiszen 100%-ban újrahasznosított műanyag használatát teszi lehetővé gyártásnál, továbbá a forgalom hatására sérült elemek is teljesen felhasználhatók. A rendszer szénlábnyma jelentősen kisebb a hagyományos építésű közutaknál, köszönhetően a hosszabb működési élettartamnak, a kevesebb építési időtartamnak és munkagigénynek.

3.3. Biztonságos útpályaszerkezetek

A közúti burkolati jeleket hossz-és keresztirányú vonalak, jelzések és szimbólumok halmazaként lehet definiálni, melyekkel valamilyen objektumra, környezeti és forgalmi körülményre vagy annak megváltozására utaló információt közlünk a járművek vezetőivel. Vezetés közben a forgalommal kapcsolatos információk több, mint 90%-át valamilyen burkolati vagy közút menti jelzéssel juttatjuk el a járművezetők felé, így ezek láthatósága minden akadályozó körülmény ellenére kritikus fontosságú az utazás biztonsága szempontjából. A biztonság elsősorban a burkolati jelek láthatóságától függ. A jövő útburkolati jeleivel szembeni elvárások:

- magas fokú láthatóság, érzékelhetőség minden környezeti körülmény között (éjszaka sötétben és esős-nedves körülmények között is);
 - a környezeti és forgalmi körülményeknek megfelelő, dinamikus változtatható jelzéseképek legyenek.
- A jövő fejlesztéseiben különösen fontos szerepet kapnak az intelligens burkolati jelek, melyek a járművek közlekedésében meghatározó szerepet fognak betölteni:
- a burkolatba beépített szenzorok segítségével érzékelik a forgalom összetételét és nagyságát;
 - alkalmazkodva a forgalmi körülményekhez, változtatják a burkolati jelzéseket;
 - ellenőrizni tudják, hogy ennek megfelelően a járművek betartják-e a jelzett utasításokat.

A közúti visszatartó rendszerek alkalmazásának alapvető célja a közúti járművek és a benne ülők, illetve az úton vagy környezetében tartózkodó személyek, létesítmények védelme, illetve a jármű közútról való letéréséből származó következmények csökkentése. Az elválasztó sávval épülő utakon a járműveket visszatartja az ellenirányú forgalmi pályára való áthajtástól és ilyen módon védi azokat a frontális ütközéstől. Az elvárások az innovatív elválasztó rendszerekkel szemben:

- biztosítsa az egyes járműforgalmi irányok elválasztását;
- az egyes forgalmi irányoknak adjon vezetést;



5. ábra: Studio Roosegarde által (balra) és Magyarországon fejlesztett fluoreszcenciás burkolati jelek [9]

- csökkentse a balesetek, különösen a frontális balesetek kialakulásának lehetőségét;
- a bekövetkezett balesetek esetében csökkentse azok súlyosságát;
- legyen mozgatható, könnyedén átalakítható a forgalmi igényeknek megfelelően.

A holland Studio Roosegaarde kutatói 2013-ban fotolumineszcenciás burkolati jeleket építettek be több tesztszakaszon. A kutatók egy olyan festékpórt fejlesztettek ki, melynek segítségével a burkolati jelek napközben a napfény segítségével feltöltődnek, majd éjszakai körülmények között akár 10 órás fénykibocsátásra is képesek. A technológia továbbfejlesztéseként olyan burkolati jeleket tesztelnek, melyek bizonyos tényezők hatására jelennek meg, így például alacsony hőmérséklet esetén az erre figyelmeztető jelzés lesz látható a járművezetők számára, valós időben. Magyarországon is történtek már kísérletek fluoreszcenciás burkolati jelekkel. A technológiai megoldás nagy előnye, hogy az alacsonyabb forgalmú kerékpárutakon, de akár a közutakon sem kell közvilágítást kiépíteni, segítségével megfelelő tájékozódás biztosítható, költséghatékony és biztonságossá teszi a közlekedést.



6. ábra: kísérleti LED technológiájú gyalogátkelőhely [10]

Fő tulajdonság	Jellemző	Technológia, megoldás
Biztonságos	Érthetőség, egyértelműség	Fluoreszcenciás burkolati jelek
		LED technológia
		Járműfedélzeti burkolati jelek
	Alkalmazkodás, elválasztás	Intelligens elválasztó rendszer
		Energiaelnyelő elválasztó rendszer
		Mozgatható rendszer

4. táblázat: biztonságos útpályaszerkezetek (kiegészítve az úttartozékokkal)



Egy az Egyesült Királyságban tesztelt rendszer szenzorok és a burkolatba épített LED égők segítségével dinamikus tud gyalogátkelőhelyet kialakítani. Amikor forgalom lehetővé teszi a gyalogos számára az átkelést, illetve gyalogosok jelennek a közelben, a gyalogátkelőhely a LED égők segítségével megjelenik a burkolaton és a járművek számára is megállásra figyelmeztető jeleket jelenít meg. A rendszer reakcióideje nagyon alacsony, mindösszesen néhány századmásodperc. Az átkelőhely egy 22 méter hosszú, acél alapszerkezetű, többrétegű burkolat. A LED égőket tartalmazó réteg alatt egy elektronikai réteg található, mely a rendszer vezérlését és energiaellátását biztosítja. Az égőket egy vékony, átlátszó műanyag réteg védi a forgalom és a környezet hatásaitól. A járművek és a gyalogosok érzékelését egy kamerarendszer végzi, mely mesterséges intelligencia segítségével azonosítja és csoportosítja az egyes objektumokat, majd ezen információk alapján dönti el, hogyan avatkozik be és milyen burkolati jeleket jelenítsen meg az út felületén. A rendszer képes arra, hogy a gyalogosok számából meghatározza a szükséges gyalogátkelőhely szélességet.

A közúti visszatartó rendszerek alkalmazásának alapvető célja a közúti járművek és a benne ülők, illetve az úton vagy környezetében tartózkodó személyek, létesítmények védelme, illetve a jármű közútról való letéréséből származó következmények csökkentése. Az elválasztó sávval épülő utakon a járműveket visszatartja az ellenirányú forgalmi pályára való áthajtástól és ilyen módon védi azokat a frontális ütközéstől.

A 1BARRIER egy spanyol fejlesztésű, a világon teljesen egyedinek mondható elválasztó rendszer. A rendszerben egyaránt található biztonsággal, technológiával és környezetvédelemmel kapcsolatos innováció. Vázát a hagyományos acélszalag korlátok adják, melyekre újrahasznosított gumiból és műanyagból készült burkolatot helyeznek el. Köszönhetően a kialakításnak, az acélszalag korlát élei a gumiburkolat által fedve vannak, így a védtelen közlekedőknek nem tudnak vágásos sérülést okozni balesetek esetén. A gumiburkolat egy sor információs és kommunika-

cációs eszköz beépítésére ad lehetőséget, többek között a vészjelzéshez, veszélyérzékeléshez, szemben haladás vagy védtelen közlekedők észleléséhez szükséges elemeket lehet benne elhelyezni. A rendszerbe LED égősorok is beépíthetők, ezzel biztosítható nehéz látási viszonyok között is a megfelelő tájékozódás és vezetés.



7. ábra: intelligens (balra) [11], biztonságos (középen) [12] és mozgatható (jobbra) [13] elválasztó rendszerek

A dél-koreai KSI cég ütközési energia elnyelésére képes közúti elválasztó rendszert fejlesztett ki, mely ellentétben a hagyományos, statikus elválasztó rendszerekkel, az ütközésből és jármű csúszásából származó mozgási energiát elnyeli és fokozatosan lassítja le a becsapódott járművet. A forgó hengerek nem csupán elnyelik az ütközés energiáját, hanem átalakítják az elfordulás segítségével mozgási energiává, így a jármű tovább mozog, de annak mozgási energiája fokozatosan nyelődik el és lassul le, ennek következtében az utasok sokkal kisebb valószínűséggel szenvednek komoly sérüléseket a becsapódástól.

A SwiftGate rendszer egy automata korlát és kapu megoldás, melyet speciálisan autópályák forgalmi szabályozási műveleteihez alakítottak ki. A Versilis cég több típusú, automata üzemmódban mozgatható kaput fejlesztett ki, melyek azonos tervezési elveket és kommunikációs technológiát követnek. Kialakítástól függetlenül a rendszer legfőbb célja, hogy gyorsan, hatékonyan és biztonságosan tudjon beavatkozni a forgalmi helyzetbe, illetve könnyen telepíthető és gazdaságosan üzemeltethető legyen. A SwiftGate kapuk egy függőleges tengely körül fordulnak el (forgócsap), a forgókarokon a jó láthatóság érdekében nagy felületű fényvisszaverő eszközök lettek telepítve és LED égők is találhatóak rajta. A karok rendkívüli teherbírást, flexibilitást és tartósságot biztosítanak, melyeket korrózió álló anyagokból gyártanak és ellenáll a közutak menti környezeti hatásoknak.

3.4. Okos útpályaszerkezetek

Az energiaigénye az egyes közúti infrastruktúra elemeknek folyamatosan növekszik, ilyenek például a világítás, a forgalomirányítási rendszerek, az intelligens burkolati jelek és a kommunikációs rendszerek. A következő évtizedek kihívása lesz, hogy olyan technológiákat tudjunk elhelyezni az útpályaszerkezetekben, melyek képesek biztosítani az infrastruktúra számára a szükséges energiát, saját forrásból, fenntartható módon, a környezetből származó megújuló energiaforrások felhasználásával, kontrollált körülmények között. Számos országban átfogó kísérletek folytak energia szabályozó és előállító rendszerekkel kapcsolatban az elmúlt néhány évben. A kísérletek többnyire a rendelkezésre álló fejlesztési eszközök felhasználásával történtek, melyek újszerű alkalmazásai számos eredményt tudtak felmutatni, ezzel is bizonyítva, hogy az innovatív technológiáknak

helye van a közútfejlesztésekben is. A rendelkezésre álló anyagok fejlesztésével és új komponensek bevezetésével olyan pályaszerkezeti rendszerek fejleszthetők, melyek költséghatékony, fenntartható és jövőbe mutató megoldásokat adhatnak.

A napelemes utak kialakításának alapelve, hogy a burkolatba közvetlenül beépített napelem panelek képesek a napsugárzás energiáját tárolni és átalakítani elektromos energiává. Az így előállított villamosenergia közvetlenül szolgálhatja a közúti tartozékok ellátását, illetve többlet esetén alkalmasak lehetnek a háztartások energiaigényeinek kielégítésére is. Általánosan elmondható, hogy a járművek az útburkolat teljes élettartamán belül csak az idő 10 %-ban foglalják és takarják el a burkolatot. A napelem teljesítménye függ a sugárzás intenzitásától és a sugárzott fény hullámhosszától. A rendszer hatékonyságának egyik legfontosabb tényezője a napelem modulok tájolása és dőlésszögének megválasztása, a nem megfelelő tájolás és dőlésszög esetén csökkenhet a villamosenergia előállításának mennyisége. Mivel az elnyelő felület dőlésszögét itt az út dőlésszöge határozza meg, sík területen a panelek jóval kevesebb áramot állítanak elő, mint például a háztetőkön elhelyezettek. Egy négyzetméternyi napelemes út jóval költségesebb a hagyományos autópályák fajlagos áránál, de hosszútávon a befektetés megtérülhet. A legfőbb cél, hogy a napelemes burkolatú utak nem csak a közút közvetlen környezetének és tartozékainak képesek elegendő villamosenergiát szolgáltatni, hanem a háztartások igényeinek kielégítésére is. Azonban számos korlátozó tényező van, melyet a kutatóknak vizsgálni kell a rendszer alkalmazásánál:

- nagyon drága és költségigényes az ilyen szerkezetű utak építése;
- a kivitelezési idő hosszabb a hagyományos útpályaszerkezetek építéséhez képest;
- mind az építéshez, mind az üzemeltetés-fenntartáshoz új szemlélet, szaktudás és tapasztalat szükséges.

A napenergia még a mai napig sokakban kételyeket ébreszt, azonban egyre inkább világosabbá válik, hogy a napelemek képesek nagy mennyiségű villamosenergia előállítására. Emellett az ilyen utak akár a beépített LED égők energiaellátására is alkalmasak, így megvalósíthatók a beépített, dinamikus működő útburkolati jelek, továbbá energiaforrásként szolgálhat a téli üzemeltetéshez szükséges fűtő berendezések vagy burkolatot fűtő eszközök működtetéséhez.

A külső hálózatról tölthető elektromos járművek elterjedésének egyik alapfeltétele a töltőinfrastruktúra kiépítése. A jelenleg forgalmazott elektromos hajtású járművek használatá-



8. ábra: Franciaországban (balra) [14] és Kínában [15] épített napelemes burkolatú pályaszakasz



9. ábra: elektromos töltőinfrastruktúra beépítése a burkolatba [16]

nak legnagyobb korlátozó tényezője a kisebb hatótávolság és akkumulátor kapacitás, mely a hagyományos robbanómotoros járművekhez képest gyakoribb töltést igényel. Az „eRoad”, azaz a villamosított utak közúti infrastruktúra megoldás egy olyan rendszer, amely képes az elektromos töltést és energiaátvitelt a jármű és pálya között menetközben megvalósítani, melyhez érintkezéssel vagy érintésmentes eszközöket használ. Az eRoad hagyományos útként is használható, illetve vegyesen is közlekedhetnek rajta a járművek. Ahhoz, hogy egy eRoad típusú útban el lehessen helyezni az indukció töltési technológiát, a rendszer eszközeit (tekercecsek, vasmagok, kábelezés) és más vezérlő vagy szenzor elemeket az útburkolatban kell elhelyezni. Rendkívül fontos, hogy a burkolatban való elhelyezés ne befolyásolja az egyes útburkolati rétegek és anyagok teljesítményét. A jövő kutatásainak ezekre a problémákra választ kell adniuk: az indukció töltési rendszer részlemeit úgy kell elhelyezni, hogy sem maga a rendszer, sem az útburkolat ne tudjon károsodni az integrált kialakítás miatt, illetve hosszú élettartamot biztosítson megfelelő körülmények között. Nem csak a töltési infrastruktúra sérülékeny elemeit kell védeni, hanem a közúti pályaszerkezet teherbíró képességét is meg kell tartani az inhomogén szerkezetben.

4. A vizsgált megoldások értékelése

A kutatás során vizsgált összes technológiai megoldást áttekintve jól látható (6. táblázat), hogy számos országban rendelkeznek már gyakorlati tapasztalatokkal a fejlesztők. A megoldások mindegyik jelentős gazdasági és fenntarthatósági haszonnal rendelkezik, azonban jelenleg sok esetben korlátokba is lehet ütközni. Jellemzően a magas beruházási költség, a tapasztalatlanság, a megoldások összetettsége jelenti a gyors terjedés legfőbb akadályait. A megoldások többsége lokálisan bizonyította, hogy az elvárásoknak megfelelően teljesíti az új generációs pályaszerkezetek jellemzőit, azonban a jobb megismeréshez további kutatásokat kell elvégezni nemzetközi szinten. Haza szinten meg kell talál-

nunk a lehetőséget, hogy jobban megismerhessük a nemzetközi kutatás-fejlesztés eredményeit, vizsgálunk kell, hogy mely innovációkat tudjuk adaptálni eredményesen, illetve melyek azok a specifikus irányok, melyeket önálló kutatás-fejlesztési programokkal kell megoldanunk.

5. Összefoglalás

Az ötödik generációs pályaszerkezetek a meghatározott jellemzők segítségével képesek lesznek az újfajta igényeknek, különösen a rohamosan fejlődő járműtechnológiáknak megfelelni. Észak-Amerikában és Nyugat-Európában már több országban is kísérleteznek olyan útpályaszerkezeti technológiai megoldásokkal, melyek lehetséges irányai lehetnek az ötödik generációs pályaszerkezetek megvalósulásának. Ezek a pályaszerkezetek egyaránt lesznek fenntarthatók, megbízhatók, biztonságosak, illetve rendelkezni fognak intelligens jellemzőkkel is. Hazánkban is szükséges foglalkozni az új generációs pályaszerkezetekkel. A nemzetközi tapasztalatok adaptációja mellett törekedni kell a hazai hozzáadott érték és a kutatás-fejlesztési lehetőségek növelésére. A Zalaegerszegen megvalósuló autópályai próbapálya optimális esetben az ötödik generációs pályaszerkezetek hazai fejlesztéseinek is otthont adhatna.

Köszönetnyilvánítás

EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001: Tehetséggondozás és kutatói utánpótlás fejlesztése autonóm járműirányítási technológiák területén – A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A kutatásban szakmai mentorációt nyújtottak és konzulensi tevékenységükkel segítették munkámat Dr. Tóth Csaba egyetemi docens (BME UVT) és Dr. Csiszár Csaba egyetemi docens (BME KUKG).

Irodalom-és hivatkozásjegyzék

Balog Péter (Dr. Tóth Csaba, Dr. Csiszár Csaba) Új generációs pályaszerkezetek és innovatív közúti infrastruktúra. BME Építőmérnöki Kar, MSc diplomamunka feladat, Budapest, (2018).

Balog Péter, Dr. Tóth Csaba, Dr. Csiszár Csaba Új generá-

Technológiai megoldás	Alkalmazás, tesztszakasz	Célkitűzések	Gazdasági hasznok	Fenntarthatósági / más hasznok	Korlátok
1. Energiahatékonyság növelése a gyártási folyamatokban	világszerte elterjedten	Útépítési anyagok gyártásánál energia hatékonyság növelése	Költség megtakarítás	Emisszió csökkentés, aszfalt tulajdonságok javulása	Aszfalt tulajdonságok, beépíthetőség, alkalmazhatóság
2. Különböző újrahasznosított anyagok használata az aszfaltgyártásban	világszerte elterjedten	Hulladék mennyiségének csökkentése, aszfalt tulajdonságok javítása	Alacsony anyagárak, gyártási költségek csökkenése	Hulladék mennyiségének csökkentése, emisszió csökkentés	Kevés tapasztalat, minőségi, mennyiségi korlátok
3. Toner pave, biobitumen	Ausztrália	Újrahasznosítás, aszfalt tulajdonságok javítása	Nyersanyag árak csökkentése, emisszió csökkenés	Energia megtakarítás, hulladék mennyiség csökkenése	Kevés tapasztalat, nem elterjedten alkalmazott
4. Moduláris szerkezetek	Egyesült Államok, Hollandia	Gyorsan építhető és nagy teherbírású utak	Rövidebb építési idő, alacsony üzemeltetési igény	Nehezebb környezeti, időjárási körülmények között is építhető	Drágább építés, nagyobb modulok teljes cseréje
5. Rollpave	Hollandia	Gyorsan építhető, meglévő útburkolaton is, zajcsökkentés	Költség hatékony, alacsony forgalmi zavartatás	Emisszió csökkentés, zajcsökkentő képesség	Teherbírás, teljes pályaszerkezet rekonstrukcióra nem alkalmas
6. Ecotechnic Road System	Hollandia, Franciaország	Integrált infrastruktúra rendszer zajcsökkentés céljából	Közlekedési környezeti hatások csökkentése városi környezetben	Hatékony rezgés- és zajcsillapítás	Összetett rendszer, magas beruházási költség
7. Műanyag útpályaszerkezetek	Hollandia	Gyorsan építhető, gazdaságos utak	Gyors építés, alacsony fenntartási igény	Hosszú élettartam, könnyű szerkezet, újrahasznosított anyagok	Műanyag minősége, teherbírás, nedvességtartalom, amortizáció
8. Napelemes burkolatok	Franciaország, Kína, Egyesült Államok	Energiatermelés, önfenntartó közutak	Háztartások energiaellátására is alkalmas, olcsóbb energia	Megújuló energiaforrás, elektromos járművek töltése, téli üzemeltetés, LED burkolati jelek	Építésük drága, sérülékeny elemek, hatékonyság
9. Piezoelektromos burkolatok	Izrael	Kinetikus energia visszanyerése	Alacsony költségek napelemes burkolathoz képest	Energiatermelés, megújuló energiaforrás	Elektromos hálózat kiépítése az utakban
10. Dinamikus töltési infrastruktúra	Svédország (labor kísérletek)	Járművek menet közbeni töltése	Kevesebb megállás, statikus töltés elhagyása	Gyorsabb forgalom lebonyolítás, hatékony energiafelhasználás	IPT töltés minősége, hatékonysága, pályaszerkezetbe integrálhatóság

6. táblázat: áttekintett közúti infrastruktúra technológiai megoldások összefoglalása

ciós közutak a fejlődő járműtechnológiák tükrében. XXII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó, Erdély, Románia, (2018), pp. 15-17.

Balog Péter, Dr. Csizsár Csaba, Dr. Tóth Csaba **Az új generációs pályaszerkezetek jellemzőinek feltárása. Közlekedéstudományi Szemle, Vol. 68 No. 6, (2018) pp. 43-5., ISSN 0023 4362, DOI: 10.24228/KTSZ.2018.6.4**

Dr. Gáspár László **Másodlagos anyagok az útépítésben. IHU Kht., Budapest, Magyarország, (2005), ISBN 9632189760**

L. D. Poulidakos, C. Papadaskalopoulou, B. Hofko, F. Gschösser, A. Cannone Falchetto, M. Bueno, M. Arraigada, J. Sousa, R. Ruiz, C. Petit, M. Loizidou, M. N. Partl **Harvesting the unexplored potential of European waste materials for road construction. Resources, Conservation and Recycling, No. 116, (2017), pp. 32-44.**

TonerPave technológia (hozzáférés: 2018.03.31.)

<https://tonerpave.com.au/>

M. Koeleman, A. C. Maagdenberg, J. van der Kooij, G. A. van Velzen, G. G. van Bochove, K. P. Wilms, R. W. M. Naus, S. Poot **Roads to the future – new concepts for road infrastructure. Transactions on the Built Environment, Vol. 64, (2003), pp. 579-588.**

PlasticRoad technológia (hozzáférés: 2018.03.31.)

<https://www.plasticroad.eu/en/#1474530664571-f96dcf7a-42f2>

9 Technologies for Building the „Road of the Future” (hozzáférés: 2018.02.28.)

<https://www.citylab.com/life/2012/12/9-technologies-building-road-future/4219/>

LED gyalogos átkelőhely (hozzáférés: 2018.04.08.)

<http://www.wired.co.uk/article/digital-pedestrian-crossing-technology-machine-learning-safety/>

Intelligens elválasztó rendszer (hozzáférés: 2018.04.08.)

<https://1barrier.com/en/>

Energiaelnyelő elválasztó rendszer (hozzáférés: 2018.04.08.)

<http://ji-tech.kr/jitech/>

Versilis mozgatható elválasztó rendszer (hozzáférés: 2018.04.08.)

<http://www.versilis.com/>

Napelemes burkolatok – Franciaország (hozzáférés: 2018.03.31.)

<http://www.wattwaybycolas.com/en/>

Napelemes burkolatok – Kína (hozzáférés: 2018.03.31.)

<http://www.solarroadways.com/>

Feng Chen **Sustainable Implementation of Electrified Roads: Structural and Material Analysis. Stockholm, Sweden, (2016), KTH Royal Institute of Technology**

Fenntarthatóság alapú értékelő rendszerek alkalmazhatósága közlekedési létesítmények megvalósítása során

Nádasi Réka

PhD hallgató,
Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem,
Út és Vasútépítési Tanszék,

reka.nadasi@epito.bme.hu

HAPA Fiaatal Mérnökök
Fóruma 2. helyezett előadás



szereket mutatja be. Bár ezen eljárások számos különböző típusú és elhelyezkedésű projekten kerültek alkalmazásra és egyöntetűen igazolták hasznosságukat és használhatóságukat, a nemzeti/regionális/klimatikus különbségek, az egyes országok között meglévő műszaki és gazdasági adottságok és kötıtségek miatt egyik módszer sem adaptálható változtatás nélkül. Az eltérő igények és lehetőségek figyelembe vételét követően azonban már sorra jelennek meg az ország specifikussá tett minősítő rendszerek Ausztráliától Dél-Koreáig, Indiától Tajvanig. A cikk célja, hogy felhívja a szakmai figyelmet hasonló elveken nyugvó, hazai értékelő rendszer létrehozásának fontosságára.

Abstract

Egy közlekedési létesítmény a megvalósítása és fenntartása során épp olyan jelentős externális hatással bír a környezetünkre, mint bármely nagyipari beruházás. Erre tekintettel a közlekedési útjaink tervezése, építése és üzemeltetése során előtérbe kell, hogy kerüljenek – a teljes életciklus alatt – olyan műszaki megoldások, amelyek a fenntartható fejlődés jegyében fogantak és az utak létesítését és fenntartását egyre környezettudatosabbá teszik.

Azon fenntarthatóság alapú értékelő rendszerek közül, amelyek a fenti célokat tűzték maguk elé, a cikk a Greenroads, GreenLITES, I-LAST, Envision és INVEST minősítő rend-

1. Bevezetés

Növekvő tudatossággal bírunk arról, hogy számos emberi tevékenységünk káros hatással van mind a közvetlen környezetünkre, mind bolygónk egészére. Ez a szemléletváltás talán a fenntartható fejlődés fogalmában domborodik ki leginkább, amely a „Közös Jövőnk” című 1987-es jelentésében foglaltak alapján: „Többet jelent egyszerű növekedésnél. A növekedést tartalmában kell megváltoztatni úgy, hogy az kevésbé anyag- és energiaigényessé váljon, így hatása igazságosabban érvényesüljön” (Development & World Commission on Environment and Development, 1987). Elmondható, hogy a fenntarthatóság három alappillére – a környezet, a társadalom és a gazdaság – az eredeti elgondolás alapján egyaránt fontos és egyenrangú szerepet töltött be

(1. a. ábra), napjainkra azonban rá kell döbbenünk, hogy egy ilyenfajta egyensúlyi helyzetre való törekvés már nem elég, csak a környezeti szempontok dominanciája alá rendelt gazdaság és környezettudatos társadalom mentén valósulhat meg a fejlődés fenntarthatósága (1. b. ábra).

Építőmérnöki gyakorlatban a fenti megközelítésben bekövetkezett változás kiemelkedően fontos, hiszen egy-egy beruházás ugyan nagymértékben érinti mind a három faktort, azonban a környezetvédelmi megfontolások csak fokozatos nyerne-



1. ábra:

1.a. A fenntarthatóság eredeti pillérjei (1990)

1.b. A faktorok módosított hierarchiája napjainkban

teret a gazdasági vagy társadalmi szempontok mellett (Tóth & Soós, 2016).

Az infrastruktúrális beruházás esetén is megszámlálhatatlanul sok környezeti szempont együttes figyelembevételére és értékelésére lenne szükség és olyan lokális – pl.: alapanyagkimerülés, élőhely-felaprózódás, stb. – és globális hatásokat – pl. klímaváltozás – kell értékelni és lehetőség szerint számszerűsíteni, amelyekre csak fokozatosan állnak rendelkezésre megfelelő eljárások, szakmai protokollok. Az időközben bekövetkezett szemléletváltás támasztotta igény azonban különböző fenntarthatósági értékelő módszerek kialakulását és használatát eredményezte, illetve a továbbfejlesztés motorját (Balog, et al., 2018) jelenti napjainkban is.

A feladat komplexitását jól szemlélteti, ha átgondoljuk, hogy egy út létesítése milyen folyamatokból is tevődik össze. Csupán egy aszfalt pályaszerkezet építési folyamatait (Huang, et al., 2009) áttekintve is felsejlik a feladat összetettsége (2. ábra).

Az ábrán feltüntetett – és leegyszerűsített – folyamatok mellett fontos szerepe van az üzemeltetési és fenntartási munkáknak, hiszen azok környezetre gyakorolt externális hatása szintén nem elhanyagolható.

2. Fenntarthatóság értékelése

Ugyan mára nemzetközi egyetértés alakult ki a fenntarthatóság általános értelmezésében, azonban annak gyakorlatba helyezett értelmezése ágazatonként bizonyos mértékig eltérő lehet. Közlekedési beruházások során számos kutató vagy szervezet különböző módon definiálta a fenntarthatóságot. Kiragadva például a „green road/highway” fogalmát, rövid irodalomkutatás nyomán a következő megfogalmazásokat találhatjuk:

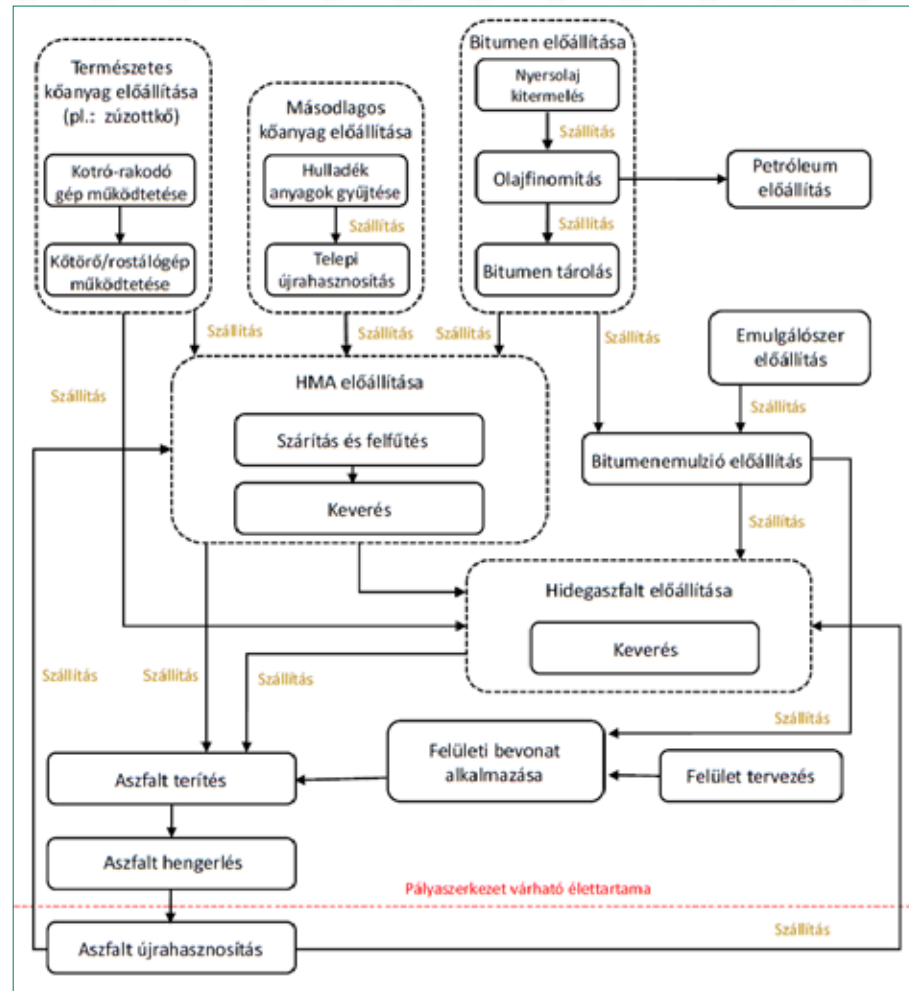
USA

„A „zöld utakat” úgy lehet definiálni, hogy azok törekvései a „megfelelésen” túl mennek, így a közösségi partnerség, a környezetvédelem és a közlekedési hálózatok biztonsági és funkcionális fejlesztései által a projekt területét az „eredetinelül jobb” állapotba juttatja.

„Green highway is defined by an effort to go “beyond compliance” and leave the project area “better than before” through community partnering, environmental stewardship and transportation network improvements in safety and functionality.” (Krebs, S. W., 2009) (Green Highway Partnership, 2013)

USA

„A „zöld út” a modern építési technikákon túl alkalmaz fenntarthatósági gyakorlatokat és magába foglalja az utak élettartamának maximalizálását.”



2. ábra: Aszfalt pályaszerkezet építésének folyamatai (Huang, et al., 2009)

„Green highway includes more sustainable practices than modern construction techniques and consist of maximizing the lifetime of a highway.” (Bryce, 2008)

Szingapúr

„A „zöld utak” úgy határozhatók meg, mint olyan útpálya projektek, melyek a fenntarthatóság egy olyan szintjén lettek tervezve és építve, ami lényegesen magasabb a jelenleg használt gyakorlatokénál.”

„Green highway or green roads are defined as roadway project that has been designed and constructed to a level of sustainability that is substantially higher than current common practices.” (Singh, et al., 2011)

India

„A „zöld út” egy olyan út, amely olyan alapanyagokkal lett megépítve, ami környezetbarát és nem, vagy csak alacsony koncentrációjú szennyezőanyagot bocsát ki.”

„A green highway is the highway constructed using materials that emit no or low concentration of pollutants and are environmentally friendly.” (Reddy, 2011)

Kína

„A „zöld út” olyan megközelítésként definiálható, ami segít a fejlesztőknek elérni a környezetbarát, ökológiai érzékenység, társadalmi felelősségvállalás törekvéseit a hosszútávú jóvedelmezőség fejlesztése érdekében és tartós versenyelőny megszerzésében.”

„Green highways are defined as the approaches for helping developers achieve friendly environment, ecological responsiveness and social responsibility to

improve long-term profitability and gain sustained competitive advantage.” (Zhang, et al., 2011)

(Fatin, et al., 2015)

Látható, hogy egyetlen meghatározás sem tudja lefedni fenntarthatóság általános koncepcióját. Párhuzamos fejlődnek ki, majd terjednek el a különböző fenntarthatósági értékelési eszközök. Ide sorolhatjuk a különböző számszerűsítő módszereket, értékelő és minősítő eszközöket, döntéstámogató eszközöket és az irányelveket leíró dokumentumokat (guidelines).

3. Korábbi „fenntarthatósági” indikátorok

A fenntarthatóság számszerűsítésére előtérbe került tehát különböző módszerek alkalmazása az üzleti beruházások kezdeti folyamatai során a kibocsátások és igények monitoringozására és a projekt értékelésére, segítve ezáltal a beruházók és a döntéshozók munkáját.

a. „Hot spot” elemzés

A fenntarthatósági célok elérése érdekében, a vállalkozóknak fel kell mérniük a beszállítói láncukat és a tevékenységüket, hogy meghatározzák a termékük vagy szolgáltatásuk azon elemét, ami a legmagasabb kibocsátással jár. Ezt nevezzük „hot spot” területnek. Ezt általában energia-igény felmérésével, vagy szénlábnyom méréssel határozzák meg. Ennek fontossága, hogy itt már apró változtatások is jelentős pozitív változásokat generálhatnak (Gopalakrishnan, et al., 2014).

b. Költség-haszon elemzés

A költség-haszon elemzés (cost-benefit analysis, CBA) nemzetközi szinten gyakran alkalmazott eszköz, amely jelentős segítséget nyújt a döntéshozatali folyamatokban. Először becsülik a pályaszerkezet-alternatívák lehetséges költségeit, majd értékelik az alternatívák lehetséges előnyeit és végül minden alternatívát összehasonlítanak a költségek és a hasznok kritériumai alapján. Browne és Ryan tanulmánya alapján a CBA-t általában az útépités pénzügyeinek értékelésére használják a szűk keresztmetszetek, mint például az utazási idő és a jármű üzemeltetési költségek csökkentése vonatkozásban (Browne & Ryan, 2011). Az Európai Bizottság a CBA-t „közös értékelési nyelvként” említi a különböző projektek összehasonlítására (European Commission, 2008).

A módszer előnye, hogy átlátható és hivatalos, világszerte használt és a gazdasági hatékonyság jól kimutatható. A módszer hátrányai a nem gazdasági paraméterek monetáris szinten történő értékelésének illetve a környezeti költségek és előnyök számszerűsítésének nehézségei, továbbá korlátozott figyelmet szentel a disztribúciós igazságosságnak, valamint a politikai torzítás jelenléte a CBA alkalmazásában is megfigyelhető (Babashamsi, et al., 2016).

c. Életciklus-költség elemzés

Az American Association of State Highway Official (AASHO) 1960-ban az ún. «Vörös Könyvében» mutatta be az életciklus-költség elemzés (life-cycle cost analysis, LCCA) koncepcióját az útpályaszerkezeti alternatívák összehasonlításához.

Az LCCA egy olyan gazdasági módszer, amelynek célja az összes lehetséges opció költséghatékonyságának összehasonlító elemzése. A CBA-hoz hasonlóan az LCCA kétfajta megközelítés-típus szerint alkalmazható: determinisztikus és sztochasztikus (Durairaj, et al., 2002).

Általánosságban elmondható, hogy az LCCA alkalmazás terjedését növeli a nyilvánosság és a politikai döntéshozók

jobb erőforrás-gazdálkodás követelése. A módszer előnyei: az összes közvetlen és közvetett költségek figyelembevétele az életciklus alatt, számos elérhető szoftver, jól kidolgozott és felhasználóbarát alkalmazások. A módszer hátrányai: a felhasználói költségek figyelmen kívül hatása, a megelőző fenntartási tevékenység, illetve a bemenő adatok bizonytalanságának figyelmen kívül hagyása számos szoftver esetén (Babashamsi, et al., 2016).

d. Életciklus elemzés

Az életciklus jelenti mindazon periódusok összességét, amelyeken a termék vagy szolgáltatás élete során keresztül megy (3. ábra). Útpályaszerkezetek esetén ez magában foglalja a nyersanyag kitermelését és feldolgozását, a megvalósítást, az úthasználatot, a fenntartást és üzemeltetést, valamint az életvégi folyamatokat – esetleges újrahasznosítást –, beleértve minden esetben az anyagok szállítását is. Az életciklus-elemzéssel (life cycle assessment, LCA) meg lehet becsülni tehát adott útszakasz környezetkárosító hatását annak létesítése és használata során. Az eredmények felhasználhatók különböző építési módszerek vagy pályaszerkezet-típusok összehasonlítására, a legkárosítóbb és legérzékenyebb folyamatrészek feltárására, így annak hatásának csökkentésére is (Gopalakrishnan, et al., 2014).

Az LCA tanulmányok elveit és a munka keretét ISO standard rögzíti (ISO 14040:2006). Eszerint az életciklus-felmérés egy olyan technika, ami a termék vagy szolgáltatás potenciális környezetvédelmi szempontjainak becslésére szolgál a releváns adatok feltérképezésével, a hatások értékelésével és az eredmények elemzésével.

Utak és útpályaszerkezetek életciklus elemzése során a környezeti hatások számszerűsítésére különböző módszerek érhetők el és minden egyes módszer jelentős és egyedi előnyökkel illetve hátrányokkal jellemezhető. Általánosságban azonban elmondható, hogy a módszer átlátható, jól megalapozott és átfogó, tartalmazza az erőforrások fogyasztását vagy termelését (energia vagy karbon-kibocsátás) és számos jól kidolgozott szoftver érhető el a számítások végrehajtására. A módszer hátrányai között megemlíthető, hogy az eredmény nehezen értelmezhető is lehet, költ-



3. ábra: Útpályaszerkezet sematikus életciklusa (Nádasi, 2017)

séges adatgyűjtést igényel, kevés adat miatt becslések és limitációk alkalmazása indokoltá válhat, továbbá az út-használói szempontok és az életvégi folyamatok kevesebb figyelmet kapnak a modellekben.

e. Környezeti hatásvizsgálat

1969-ben az Egyesült Államok Nemzeti Környezetpolitikai Törvénye (National Environmental Policy Act, NEPA) vezette be a környezeti hatásvizsgálat gyakorlatát. Ez tekinthető az Európában legelterjedtebben használt fenntarthatóság indikátornak is, hiszen a vizsgálatot az Európai Unió is kötelezővé tette a tagállamok számára. A környezeti hatásvizsgálat (KHV) és a hatástanulmány fő jellemzői, hogy olyan könnyen értelmezhető, egyszerű stílusban íródott hatósági dokumentum, mely különböző környezeti vizsgálatok során született. A KHV-nak tartalmaznia kell a kiindulási állapot leírását és a változat(ok) környezetvédelmi szempontú vizsgálatát hosszú és rövid távon, a közvetett és közvetlen hatások figyelembevételével – pl.: állapot és növényvilág, természetes térszerkezet, domborzat, talajminőség, vízminőség, levegőtisztaság, zaj és rezgés, tájkép, város-ökológia stb. – (Török & Papp, 1996). A módszer előnyei, hogy világszerte jól megalapozott rendszer, nemzetközi jog és a hitelintézeti normákkal bír és jól fejlett támogató infrastruktúra áll mögötte szakmai csoportoktól. A módszer hátrányai közé sorolható a rossz minőségű hatásvizsgálat információk és a gyenge megvalósításból – késések, rossz döntések, megnövekedett költségek stb. – eredő kihívások kezelése.

4. Minősítő és értékelő rendszerek

A környezeti hatások figyelembevételének elősegítésére, a magasépítés mintájára (LEED, Leadership in Energy and Environmental Design), az USA-ból kiindulva az útépités területén is megjelentek a különböző minősítő rendszerek. Ez biztosítja az előfeltételek listáját, így lehetővé teszi a beruházások környezeti teljesítményének értékelését (U. S. Green Building Council, 2017). Ezen minősítő rendszerek általános célja (4. ábra), hogy a jelenlegi piacot a nem megfelelő környezeti teljesítmény és hagyományos útépitési technológiák felől, egy piaci váltással a „zöld” megoldások és innovációk felé terelje (Hubbard, 2015).

A minősítő és értékelő rendszereket általánosságban megbízható kormányzati és magánszervezetek hozták létre akadémiai körökkel együtt dolgozva. A rendszerek fenntarthatósági szempontok alapján elemezik, értékelik és minősítik az infrastruktúra projekteket azok különböző szakaszaikban elősegítve ezáltal azok környezettudatosságát. Ezek a minősítési rendszerek bármely projekt esetében felhasználhatóak, így lehetőséget teremtenek arra, hogy környezetvédelmi és fenntarthatósági szempontok alapján a különböző megoldások összehasonlíthatóvá váljanak az érdekeltek és a döntéshozók számára (Tóth & Soós, 2014). A minősítő rendszerek mellett végig kísérik a beruházás egészét,

biztosítva ezzel a fenntarthatóság szempontjainak érvényesülését. Ez a megközelítés azért is fontos, mert különböző tanulmányok (Chang & Tsai, 2015) (Chang & Tsai, 2015) (McLellana, et al., 2009) (Douven W. & Buurman J., 2013) azt mutatják, hogy a fenntarthatóság értékelésénél a környezeti hatás jelentősen csökkenthető, ha a fenntarthatóság már a tervezési és előkészületi szakaszokban fő szempontként jelenik meg.

Igazolható, hogy egy közlekedési létesítmény későbbi fenntarthatósága, a környezetre gyakorolt hatása már a tervező asztalon eldől, a megvalósítás és üzemeltetés során az externális hatások csak enyhíthetők, illetve kedvezőtlen esetben kisebb mértékben növelhetők.

a. Néhány jelentős értékelő rendszer rövid bemutatása

Napjainkban számos minősítő rendszer áll rendelkezésre. Például a Greenroads, GreenLITES, I-LAST, Envision és INVEST, melyeket az Egyesült Államokban és/vagy Kanadában fejlesztettek ki az egyetemek, az infrastruktúra-intézetek és a közigazgatási szervezetek. Ezen rendszerek összefoglaló adatait az 1. táblázat mutatja be.

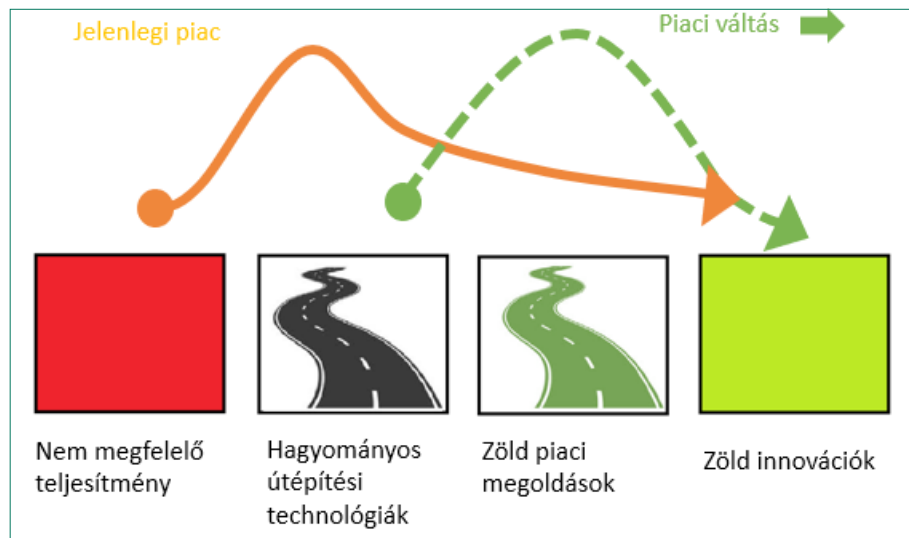
Általánosságban elmondható, hogy minden vizsgált rendszer a projektek különböző szintjein, azaz döntéserőtelkes, projektfejlesztés, üzemeltetés és fenntartás során (5. ábra), a fenntarthatósági teljesítmény alapján minősíti a projekteket. Ehhez különböző kategóriákkal, különböző súlyokkal és maximális pontokkal rendelkező ellenőrző listákat használnak.

A rendszer-kreditek többsége a következő kategóriákba sorolható:

- Anyag- és pályaszerkezettechnológia
- Környezet és víz
- Tervezés és kivitelezés
- Hozzáférés és egyenlőség
- Energiahatékonyság

A különböző rendszerek azonban különböző területeket tekintenek a „legfontosabbnak” (6. ábra), azaz a főkategóriákban elért környezettudatos megoldások jelentőségét különböző módon súlyozzák.

A felsorolt kreditek száma és a rendelkezésre álló maximális pontok szintén jelentősen különböznek, de az összes rendszerben egy minimálisan megszerzett pontérték szükséges a tanúsításhoz (5–30%). A projekt eredménye oktatási célokra, címkézésre illetve különböző marketing-



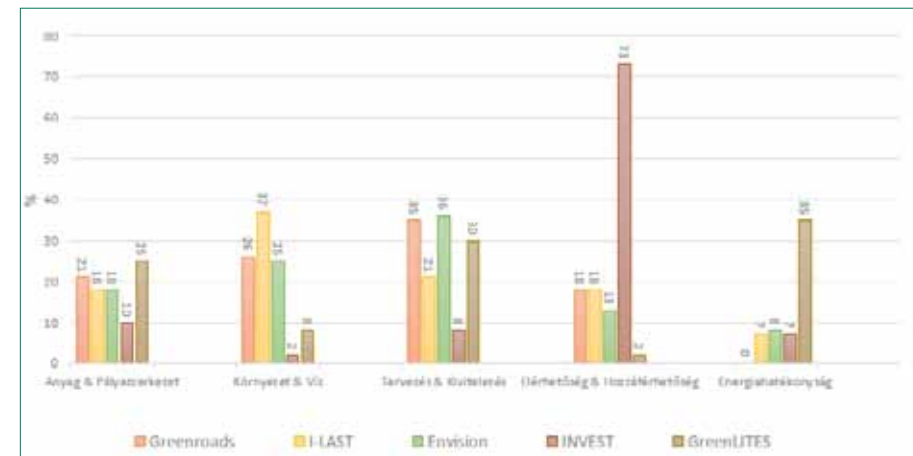
4. ábra: A fenntarthatóság alapú értékelő rendszerek általános célja

Név	Greenroads	GreenLITES	I-LAST	Envision	INVEST
Teljes név	Green roads	Green Leadership In Transportation Environmental	Illinois- Livable and Sustainable Transportation	Envision	Infrastructure Voluntary Evaluation Sustainability Tool
Alapítás	2007	2008	2010	2012	2010
Származás	Washington	New York	Illinois	Institute for Sustainable Infrastructure	Federal Highway Administration
Webcím	www.greenroads.org	https://www.dot.ny.gov/programs/greenlites	http://www.idot.illinois.gov	http://sustainableinfrastructure.org/envision/	http://www.sustainablehighways.org/
Minősítés	Bronze/ Silver/ Gold/ Evergreen	Certified/ Silver/ Gold/ Evergreen	-	Verified/ Silver/ Gold/ Platinum	Bronze/ Silver/ Gold/ Platinum
Utolsó verzió megjelenése	2017.08.23	2010 Április (2012 Február)	2012.09.27	2018.04.17	2018
Projekt szint	Projektfejlesztés	Projekt tervezés, Üzemeltetés	Projektfejlesztés	Beruházás tervezés, Projektfejlesztés, Üzemeltetés és fenntartás	Döntéserőtelkes, Projektfejlesztés, Üzemeltetés és fenntartás
Validálási idő	90 nap	120 nap	120 nap	90 nap	90 nap
Kritériumok száma	61	175	153	64	11/27/34/29/27/11+(/op)
Szerezhető pontok	130	278	233	1000	63/136/171/119/153/136/(210)
Minimum pont	30%	5%	-	20%	30%

1. táblázat: Különböző értékelő rendszerek főbb adatai

Értékelő rendszer	Döntéserőtelkesítési folyamat	Projektfejlesztés			Üzemeltetés és fenntartás
		Projekt előkészület	Projekt tervezés	Projekt kivitelezés	
Greenroads					
GreenLITES					
I-LAST					
Envision					
Invest					

5. ábra: Az értékelő rendszerek használatának bemutatása a projektek különböző szintjein



6. ábra: A különböző rendszerekben értékelendő kategóriák súlyának megoszlása

célokra használható, valamint segítheti a döntéshozatalt. (Greenroads, 2017) (GreenLITES, 2017) (I-LAST, 2012) (Envision, 2018) (INVEST, 2018)

b. Greenroads

A Greenroads minősítési rendszert 2007-ben a washingtoni egyetem mutatta be. A rendszer célja a fenntartható gyakorlatok számszerűsítése az utak tervezése és megvalósítása során. A rendszer projekt alapú, és felhasználható a projektek igazolására a fenntartható gyakorlati megoldások támogatása érdekében (Stephen T. Muench, 2008). A Greenroads 61 krediből áll (kötelező és önkéntes). A 12 kötelező kreditek neve Project Requirements (Projektkövetelmények), amit a projektek kötelesek teljesíteni és dokumentálni.

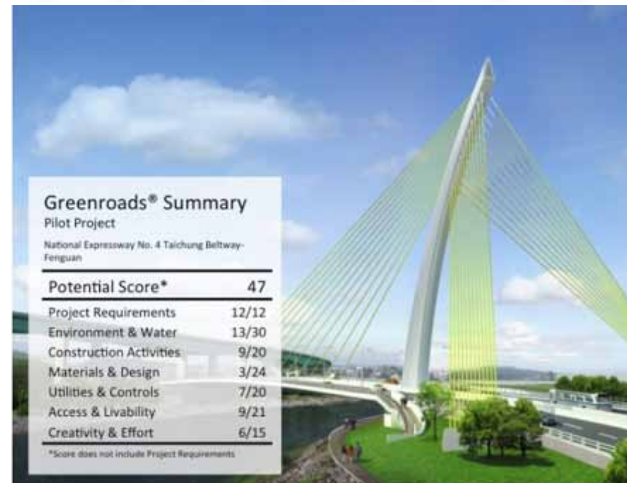
Ezek:

- Ökológiai hatásvizsgálat (*Ecological Impact Analysis*)
- Energia és szénlábnym (Energy & Carbon Footprint)
- Alacsony kibocsátású csapadékvíz-gazdálkodás (*Low Impact Development*)
- Társadalmi hatásvizsgálat (*Social Impact Analysis*)
- Közösségi elkötelezettség (*Community Engagement*)
- Életciklus-költség elemzés (*Lifecycle Cost Analysis*)
- Minőségsszabályozás (*Quality Control*)
- Légszennyezés megelőzés (*Pollution Prevention*)
- Hulladékgazdálkodás (*Waste Management*)
- Zaj és fény kontrol (*Noise & Glare Control*)
- Hasznos konfliktuselemzés (*Utility Conflict Analysis*)
- Vagyongazdálkodás (*Asset Management Systems*)

A kötelező kreditek mellett 45 önkéntes kredit 5 fő kategória által érhető el. Ezek:

- Környezet és víz (*Environment & Water*) – 10 kredit
- Építési tevékenységek (*Construction Activities*) – 11 kredit
- Anyagok és tervezés (*Materials & Design*) – 6 kredit
- Hasznosság és vezérlés (*Utilities & Controls*) – 8 kredit
- Hozzáférhetőség és élhetőség (*Access & Livability*) – 10 kredit

További 4 extra kredit is elérhető a „Kreativitás és erőfeszítés” (*Creativity & Effort*) kategóriájában, maximum 15 pontig. Minden kredit 1–5 pontot ér. A minősítés szintje a projekt pontszámától függ. Jelenleg négy tanúsítási szint van: Bronz (legalább 40 pont); Ezüst (minimum 50 pont); Arany (60 pont minimum); és az Örökzöld (legalább 80 pont) (Greenroads, 2017).



7. ábra: Különböző típusú projektek minősítése (Greenroads)

A rendszer igen sikeresnek mondható, a világ 62 országában és az USA 50 államában vannak jelen 1100 feletti szervezet és tag által, valamint több, mint 130 különböző típusú projekten dolgoztak együtt a beruházás résztvevőivel és 50 minősített projekttel rendelkeznek (Greenroads, 2018). Erre két példát a következő (7. ábra) mutat be. A kép balra egy észak-karolinai útfelújítási projektet ismertet, mely ezüstminősítést kapott az eddigi legmagasabb pontszámmal (51 pont). A kép jobbra egy tajvani autópályaépítési projekt eredményét ábrázolja. Bár ez kísérleti projekt volt, így nem minősíthető, 47 pontot ért el. Látható, hogy bár a projektek elhelyezkedése és típusa, így a szerzett pontok megoszlása is eltérő, a munkalap egyaránt alkalmas a projektek értékelésére.

A közös munka rendszerint a projekt kivitelezésének kezdete előtt körülbelül 2 évvel kell, hogy elkezdődjön a kapcsolatfelvétellel, majd regisztrációval. Ezután a Greenroads csapata nyomon kíséri és segíti a projekt folyamatait, illetve képzéseket tart a projekt résztvevői számára. A projekt befejezte után 90 nappal megtörténik a minősítés majd egy záródokumentáció elkészítésével véget ér a közös munka. Ez nagyszabású projektek esetén akár 7 évet is felölelhet.

5. Hazai fenntarthatóság alapú értékelő rendszer jelentősége

Bár az utóbbi évtizedek alatt számos fórumon hallhattunk a fenntarthatósági elvek és a fenntartható fejlődés fontosságáról ez a mai napig számos mérnöki területen további fejlesztést, innovációt igényel. Már az 1970-es évektől kezdve megjelentek különböző fenntarthatósági értékelő módszerek, melyek lefedik a fenntarthatóság értelmezésének bizonyos elemeit. Ezek alkalmazása mára elterjedtnek számít. Közlekedési létesítmények területén ilyen például a költség-haszon elemzés, a környezeti hatásvizsgálat módszerei, az életciklus- és életciklus-költség elemzés, valamint a 'hot-spot' elemzés. Emellett számos gyakorlatot és technológiát fejlesztettek ki az évek során az útépités és pályaszerkezet technológia területén is, melyek elősegítik a környezetbarát kivitelezést. Ilyen például a mérsékelt meleg aszfaltok alkalmazása, a hulladék anyagok (gumi, műanyag, üveg) újrahasznosítása az aszfaltkeverékekben, a sajátpor felhasználása, és egyéb anyag- és energiatakarékos megoldások. Ezek mellett szintén fontos a biztonság, valamint a munka- és egészségvédelem. Mivel lényeges, hogy a fenntarthatóság már a tervezési és előkészületi szakaszokban fő

szempontként jelenjen meg, fontossá vált ezen módszerek és technológiák összegyűjtése, és a projektek fenntarthatósági értékelése. Ebben nyújtanak segítséget a különböző minősítő rendszerek.

A bemutatott minősítési rendszerek számos projekt által a világ számos táján (például USA, Ausztrália, Új-Zéland, Dél-afrikai Köztársaság, Irán, Izrael, Tajvan, Malajzia vagy Dél-Korea) bizonyították fontosságukat és használhatóságukat. Ugyanakkor az éghajlati és tájbéli különbségek, valamint a helyi és beruházói igények közötti egyenlőtlenség miatt egyes országok (Ausztrália, Dél-Korea, India, Tajvan, Irán, stb.) úgy döntöttek, hogy egy saját minősítési rendszert dolgoznak ki az igények kielégítésére. A fenntarthatóság megvalósítására való törekvés Magyarországon is prioritás (EU direktívák) s bár nagyobb volumenű beruházások esetén hazánkban is alkalmazzák a különböző fenntarthatósági indikátorokat (környezeti hatásvizsgálat, költség-haszon elemzés, életciklus-költség elemzés stb.) valamint az energia, a szénlábnyom, illetve az egyéb környezeti hatások csökkentésére is egyre nagyobb figyelem összpontosul (Colas klímakalkulátor, mérsékelt meleg aszfalt, kompakt aszfalt alkalmazása, gumival modifikált bitumen használata stb.), jelenleg egy átfogó, a fenntarthatósági teljesítményt értékelő rendszer nincs használatban. Ennek alkalmazására csupán a beruházói és a szakpolitikai döntésre van szükség, hiszen a technikák és gyakorlatok többsége elérhető, azonban szükség van ezek megrendelői igényére, az alacsony keresletet okozhatja az alacsonyabb szintű teljesítménytől való félelem (WMA, RAP) vagy a fenntartható tervezés okozta többletköltség és többlet munkaidő ellensúlyozására.

Az vitathatatlan, hogy a jó kibocsátási osztályokkal és üzemanyag-felhasználással rendelkező építőipari gépek és járművek, valamint az építési helyszínen végzett jól szervezett munka fontos a káros hatások csökkentése szempontjából, emellett pedig az aszfaltkeverő üzem hatékonysága és energiaigénye is jelentős hatással bír, továbbá a fenntartási munkák megfelelő gyakorisága is jelentős hatású lehet, azonban a beruházások fenntarthatóságának foka döntően a tervezés függvénye. A különböző „zöld” objektív rendszerek tehát mind a tervezésben mind a megvalósításban segítséget nyújthatnak ennek elérésére. Ezért a Magyarországon korábban említettekhez hasonló minősítési rendszer alkalmazása nagy jelentőséggel bír annak érdekében, hogy elősegítse a fenntartható fejlődést.

Irodalomjegyzék

- Babashamsi, P. és mtsai., 2016. Sustainable Development Factors in Pavement Life-Cycle: Highway/Airport Review. *Sustainability*, Issue 8, 248; doi:10.3390/su8030248, pp. 1–21.
- Balog, P., Tóth, C. & Csiszár, C., 2018. *Új generációs közutak a fejlődő járműtechnológiák tükrében*. Kolozsvár, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), pp. 15–17.
- Browne, D. & Ryan, I., 2011. Comparative analysis of evaluation techniques for transport policies. *Environ. Impact Assessment*, pp. 226–233.
- Bryce, J. M., 2008. *Developing Sustainable Transportation Infrastructure*, Washington: <http://www.wise-intern.org/journal/2008/JamesBryceFinal.pdf>.
- Chang, A. S. & Tsai, C. Y., 2015. Difficulty and reasons for sustainable roadway design – the case from Taiwan. *Journal of Civil Engineering and Management*, pp. 395–406.
- Chang, A. S. & Tsai, I. Y., 2015. Sustainable design indicators: Roadway project as an example. *Ecological Indicators*, p. 137–143.
- Development, W. C. o. E. a. & World Commission on Environment and Development, 1987. *Our Common Future*, hely nélkül: ismeretlen szerző
- Douven W. & Buurman J., 2013. Planning practice in support of economically and environmentally sustainable roads in floodplains: the case of the Mekong delta floodplains. *Journal of Environmental Management*, p. 161–168.
- Durairaj, S. K., Ong, S., Nee, A. & Tan, R., 2002. Evaluation of Life Cycle Cost Analysis Methodologies. *Corporate Environmental Strategy*, pp. 30–40.
- Envision, 2018. <https://www.asce.org/Envision/>. [Online] Available at: https://www.asce.org/uploadedFiles/Issues_and_Advocacy/Our_Initiatives/Sustainability/Content_Pieces/envision-fact-sheet.pdf [Hozzáférés dátuma: 11 11 2018].
- European Commission, 2008. *Guide to Cost Benefit Analysis of Investments Projects. Structural Funds, Cohesion Fund*, Brüsszel, Belgium: ismeretlen szerző
- Fatin, N. M. N., Intan, R. E., Roshana, T. & Zaharah, I., 2015. Green Highway for Malaysia: A Literature Review. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, pp. 64–71.
- Gopalakrishnan, K., Steyn, W. J. & Harvey, J., 2014. *Climate Change, Energy, Sustainability and Pavement*. New York: Springer Heidelberg.
- Gopalakrishnan, K., Steyn, W. J. & Harvey, J., 2014. *Climate Change, Energy, Sustainability and Pavements*. hely nélkül: Springer.
- Green Highway Partnership, 2013. *Green Highway Partnership Fact Sheet*, <http://www.greenhighways.org>: ismeretlen szerző
- GreenLITES, 2017. www.dot.ny.gov. [Online] Available at: <https://www.dot.ny.gov/programs/greenlites> [Hozzáférés dátuma: 9 11 2018].
- Greenroads, 2017. *Greenroads*. [Online] [Accessed 01 12 2017].
- Hollick, M., 1986. Environmental Impact Assessment: An International Evaluation.. *Environ. Manag.*, 10. kötet, pp. 157–178.
- Huang, Y., Heidrich, O. & Bird, R., 2009. Development of a life cycle assessment tool for construction and maintenance of asphalt pavements. *Journal of Cleaner Production*, 200,, p. 283–296.
- Hubbard, G., 2015. *LEED vs Three Star Green Building Rating Systems*. hely nélkül: ismeretlen szerző
- IAIA, (. A. f. I. A., 1999. www.eianz.org. [Online] Available at: <https://www.eianz.org/document/item/2744> [Hozzáférés dátuma: 10 11 2018].
- I-LAST, 2012. <http://www.idot.illinois.gov/>. [Online] Available at: <http://www.idot.illinois.gov/assets/uploads/files/transportation-system/reports/desenv/enviromental/i-last%20v%202%2002.pdf> [Hozzáférés dátuma: 11 11 2018].
- INVEST, 2018. <http://www.sustainablehighways.org/>. [Online] [Hozzáférés dátuma: 11 11 2018].
- ISO 14040:2006, 2006. *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. s.l.:s.n.
- Krebs, S. W., 2009. *Green Highway: What Makes a Highway Green?*. Wisconsin Asphalt Pavement Association, Middleton, ismeretlen szerző
- McLellana, B. C., Cordera, G. D., Giurcob, D. & Greenc, S., 2009. Incorporating sustainable development in the design of mineral processing operations – Review and analysis of current approaches. *Journal of Cleaner Production*, pp. 1414–1425.
- Nádasi, R., 2017. Villamosított utak életciklus elemzése. *Ütügyi Lapok*.
- Reddy, M. A., 2011. *Need of Green Highways in India for Sustainable Development*. West Bengal, India, 6th Symposium on National Frontiers of Engineering.
- Singh, R. G., Gupta, A. K. & Ogra, A., 2011. *Greenroads: A Portrait of Sustainable Design and Construction for Indian Roads*. hely nélkül, ismeretlen szerző
- Stephen T. Muench, J. A. M. S., 2008. *Greenroads: Development of a Sustainability Rating System for Roadways*, s.l.: TRB 2009 Annual Meeting.
- Tóth, C. & Soós, Z., 2014. Mi a fenntartható – és mi nem az: közúti beruházások fenntarthatóságának objektív értékelési rendszerei. *Ütügyi Lapok*.
- Tóth, C. & Soós, Z., 2016. A «fenntartható» útpályaszerkezetek: Környezettudatosan tervezett útburkolatok és közutak. *INNOTÉKA MÉLYÉPÍTÉS*, pp. 4–7.
- Török, É. & Papp, V., 1996. *Környezeti hatásvizsgálat az útervezésben*. Budapest, ismeretlen szerző
- U. S. Green Building Council, 2017. *LEED*. [Online] Available at: <https://new.usgbc.org/leed> [Accessed 20 11 2017].
- Zhang, X., Shen, L., Wu, Y. & Qi, G., 2011. Barriers to Implement Green Strategy in the Process of Developing Real Estate Projects. *Open Waste Management Journal* 4: 33-7.

Burkolatfelújítás az M7 sz. Budapest – Letenye autópálya jobb oldal 90+398-110+700 km sz. közötti szakaszon remix technológia alkalmazásával

Tallósi Zoltán



COLAS Út Zrt.
Nyugat-magyarországi területi
igazgatóság

Előzmények

Az idei évben kezdődhetett meg a 2017-2020 Közép-Dunántúl és Közép-Magyarország régió – Hazai finanszírozás – 9. verseny újranyitása elnevezésű pályázat keretein belül az M7 autópálya felújítása pontosan 20 302 m hosszban, az 1. ábra szerint Siófok térségében. A projekt megrendelője a Magyar Közút Nonprofit Zrt., a nyertes ajánlattevő a Colas Út Zrt. volt. Augusztus utolsó hetében már meg is kezdődhetett a munkavégzés, melynek befejezésére mindösszesen 210 naptári nap áll rendelkezésre, melyet a téli üzem szakit csak meg.

Az autópálya ezen szakaszának burkolata az elmúlt évtizedben fokozott ütemű romlásnak indult, a nagy nehézforgalom miatt, így szükségessé vált a felújítása.

A meglévő pályaszerkezet

1971-ben adták át a bal pályát a 112 km szelvényig a sokak számára emlékeztető, rázós beton pályaszerkezettel, ez Balatonaligától autóútként

üzemelt Zamárdiig, úgynevezett fél autópályaként. A jobb pálya a 2001-2002. M7 felújítási és bővítési projekt eredményeként készült el [1].

A jobb oldali 90+398 km szelvénytől a 110+700 km szelvényig húzódó szakaszból, 2018-ban a 102+800 - 110+700 km szelvények közötti rész kerül felújításra, melynek pontos elhelyezkedését az 1. ábra szemlélteti. Ezen szakaszon 16 cm összvastagságban készült az eredeti aszfalt pályaszerkezet, a 102+800 km szelvény és a 103+000 km szelvény között a rétegrendet az 1. táblázat, míg a 103+00-110+700 km szelvények közötti rétegrendet a 2. táblázat mutatja.

Az útszakasz tervezési osztálya, külterületi gyorsforgalmi út (autópálya), tervezési osztálya "K.I.", környezetvédelmi körülménye "A", tervezési sebesség $v_t = 130$ km/h. A tervezési forgalom (TF) számításai eredményeit az 3. táblázat ismerteti.

Jól látható, hogy a 15 és 20 éves távlati számítások "R" forgalmi terhelési osztályba tartozó eredményeket adtak. A magassági kötöttségek miatt, illetve Megrendelő elvárásának megfelelően, a felújítás során 20 cm összvastagságú aszfaltréteg építhető, a típus-pályaszerkezetek alapján mindez, "R" forgalmi terhelési osztályban csak 200 mm vastagságú soványbeton alaprétteggel kivitelezhető. Ezen réteg elvárásainak kellett megfelelnie a 20 cm tömör vas-



1. ábra

Tervezett pályaszerkezet

A tervezett rétegrendet, az aszfalttípusokat és a keresztmetszeti kialakítást a 2. ábra szemlélteti.

Látható, hogy a felújítás során a rendkívül leromlott állapotú H1 haladó sávban került sor a remix réteg beépítésére. A teljes felújítás és az idejére tervezett főbb mennyiségeket a 4. táblázat ismerteti, melyből látszik, hogy 2018-ban a teljes mennyiségnek megközelítőleg a 40%-a került beépítésre.

Az idejére felújítás három szakaszra lett felbontva, amiket az 1. ábra mutat részletesen. Az első szakaszt zöld színnel a 102+800-104+750 km szelvények között, a második szakaszt sárga színnel a 104+750-106+500 km szelvények között, míg a harmadik szakaszt kék színnel a 106+500-110+700 km szelvények között láthatjuk.

Felújítás

A felújítás a terelem kiépítése után, a marás geodéziai kitérését követően, a teljes pályaszerkezet profilmarásával kezdődött, melyet az 1. kép szemléltet. Mint azt a 2. ábrán a keresztmetszeti kialakításnál láthattuk, a H1 haladó sávban 8 cm mély és 4,3 m széles mély marás követett. Ezután 8 cm mély, de már

Meglévő pályaszerkezet: 102+800 - 103+000 km, jobb oldal		
JOBBA FŐPÁLYA	LEÁLLÓSÁV	GYORSÍTÓ-LASSÍTÓ SÁV
4 cm mZMA-12 kopóréteg	4 cm mZMA-12 kopóréteg	4 cm mZMA-12 kopóréteg
12 cm mJU-35/F kötőréteg	12 cm mJU-35/F kötőréteg	12 cm mJU-35/F kötőréteg
20 cm CKt hidr. stab. réteg	20 cm CKt hidr. stab. réteg	20 cm CKt hidr. stab. réteg
15 cm M50 mechanikai stab.	15 cm M50 mechanikai stab.	15 cm M50 mechanikai stab.

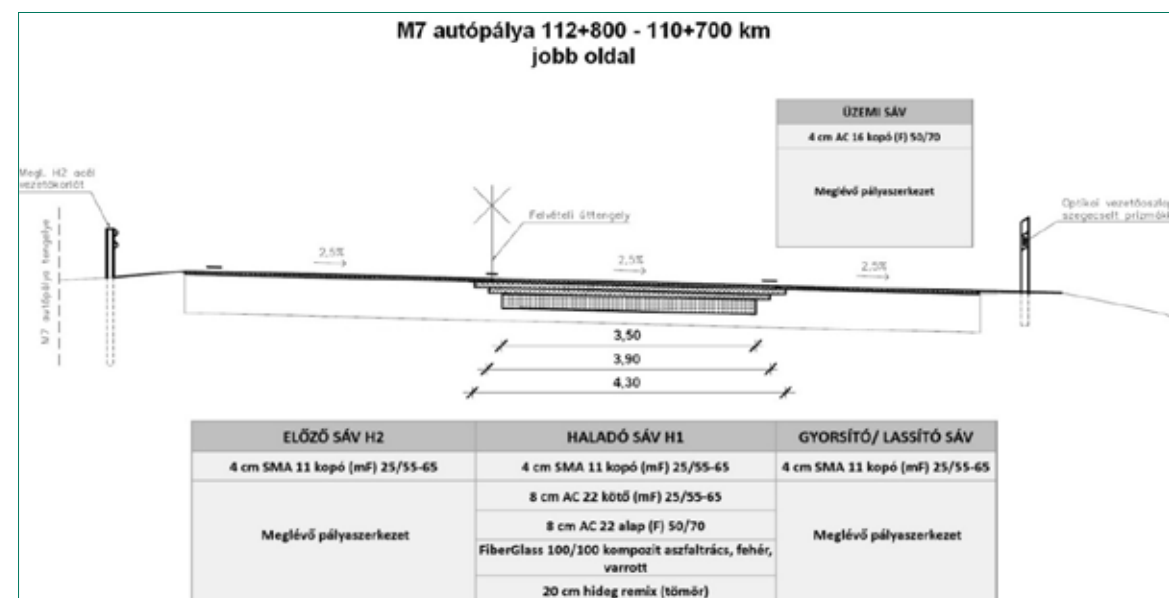
1. táblázat

Meglévő pályaszerkezet: 103+000 - 110+700 km, jobb oldal		
JOBBA FŐPÁLYA	LEÁLLÓSÁV	GYORSÍTÓ-LASSÍTÓ SÁV
4 cm mZMA-12 kopóréteg	4 cm mZMA-12 kopóréteg	4 cm mZMA-12 kopóréteg
6 cm mK-20/F kötőréteg	6 cm mK-20/F kötőréteg	6 cm mK-20/F kötőréteg
6 cm mK-20/F kötőréteg	6 cm mK-20/F kötőréteg	6 cm mK-20/F kötőréteg
20 cm CKt hidr. stab. réteg	20 cm CKt hidr. stab. réteg	20 cm CKt hidr. stab. réteg
15 cm M50 mechanikai stab.	15 cm M50 mechanikai stab.	15 cm M50 mechanikai stab.

2. táblázat

Tervezési forgalom számításának eredményei (TF)			
	97+332-105+298	105+298-111+307	Forgalmi terhelési osztály
t= 10 év	TF = 21 842 540	TF = 24 367 884	K
	ÁNET = 4 787	ÁNET = 5 341	
t= 15 év	TF = 34 894 789	TF = 38 929 180	R
	ÁNET = 5 099	ÁNET = 5 688	
t= 20 év	TF = 50 788 345	TF = 56 660 282	R
	ÁNET = 5 566	ÁNET = 6 209	

3. táblázat



2. ábra

MEGNEVEZÉS	TELJES SZAKASZ 90+398 - 110+700	2018. SZAKASZ 102+800 - 110+700
	MENNYISÉG	MENNYISÉG
Hidegremix	16 204 m ³	6 330 m ³
SMA 11 kopó 25/55-65	17 750 t	6 934 t
AC 16 kopó (mF) 25/55-65	164 t	64 t
AC 11 kopó (F) 50/70	5 064 t	1 978 t
AC 22 kötő (mF) 25/55-65	14 663 t	5 728 t
AC 22 alap (F) 50/70	14 499 t	5 664 t
Aszfalterősítő rács	59 100 m ²	23 086 m ²

4. táblázat



4. ábra

csak 3,9 m széles mély marás következett a H1 haladó sávban, ezt a munkafolyamatot a 2. kép mutatja, így értük el a meglévő pályaszerkezet CKt rétegének felső síkját.

A marási munkálatok végeztével került elkészítésre a 20 cm tömör vastagságú remix réteg 3,5 m szélességben, amit a 3. kép mutat.

Most néhány mondatban ismertetem, milyen remix eljárást alkalmaztunk és miként épült meg a remixréteg a projekten.

Remix technológia

Az újrahasznosítási technológiák csoportosítása a 3. ábrán látható, jelen esetben hideg eljárással egy hidraulikus kötőanyagú remixréteget készítettünk.

Mint ismert, a remix technológiával a meglévő inhomogén pályaszerkezet anyagát kötőanyaggal – és ha szükséges kővázal kiegészítve – homogén pályaszerkezeti réteget lehet előállítani [2]. Az eljárásnak számos környezetvédelmi és gazdasági előnye van, ezek közül a legfontosabbak:

– felújításkor csökken a hulladék mennyisége, a pályaszerkezeti réteg felhasználásra kerül

– természeti erőforrásokkal történő takarékoskodás, a pályaszerkezeti réteget kötőanyaggal és kőanyaggal kell csupán kiegészíteni

– szállítási igények csökkenése, előző két pontból egyértelműen adódik

Kiszámítottam, hogy jelen felújítás esetében 1 m³ alapréteg megépítésének fajlagos költsége milyen arányban van az alkalmazott remix és a hagyományos C12/15 alapréteg építése között, az eredményt a 1. diagram mutatja.

Látható, hogy megközelítőleg a C12/15 réteg fajlagos költségéből építhető meg a remix alapréteg. Megvizsgáltam azt is, hogy mekkora az a mennyiség, mely esetében egy egy napos beépítés esetén már érdemes lenne a remix technológiát választani a kivitelezéshez, az eredményeket a 2. diagram szemlélteti.

Meglepő, hogy ez a mennyiség 120 m³-re adódott, ekkora napi mennyiség esetén már érdemesebb lenne a remix technológia alkalmazása.

Természetesen nagyon fontos a megfelelő adatgyűjtés már a tervezési fázisban is, hogy mindig a megfelelő kötőanyag kerüljön kiválasztásra a remixeléshez. Jelen esetben a teherbírás és a szilárdság növelése volt a legfontosabb elvárás, így a cement adagolásra esett a választás plusz kőanyag bevétele nélkül.

A remixréteg készítésének munkafolyamata a cement kiszórásával kezdődött a meglévő pályaszerkezeti rétegre egy célgéppel, amit a 4. kép mutat.

Ezt követően egy Wirtgen WR 2400-as talajmaróval 23 cm laza vastagságra beállítva, folyamatos vízadagolás mellett készült el a hidraulikus kötőanyagú hidegremix réteg, a munkafolyamat ezen részét az 5. kép szemlélteti.

A talajmarót a 6. képen látható traktoros törőgép követte, mely újra átkeverte teljes vastagságban a réteget, ez a gép eredetileg nem volt része a gépláncnak, de a későbbiekben kifejtem használatának okát.

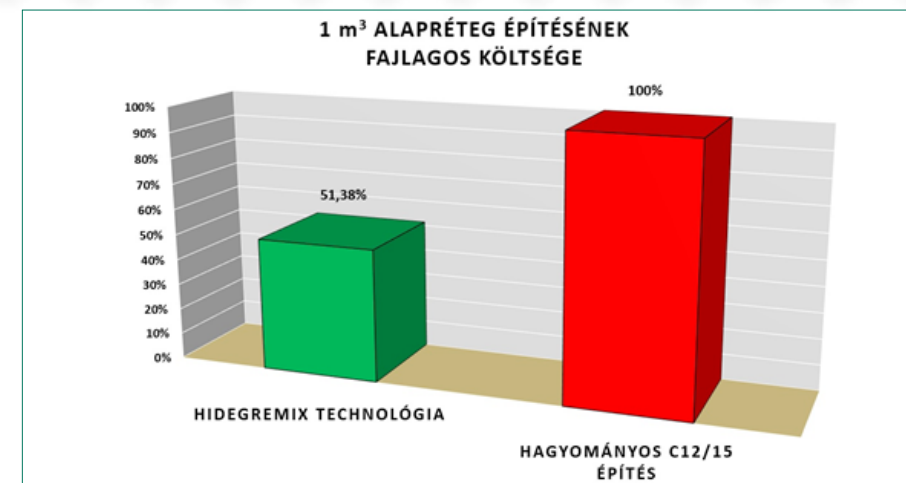
Mindezek után egy gumihengerrel került tömörítésre a réteg, majd egy gréderrel a finomprofil kialakítása készült el, amit a 7. kép ábrázol.



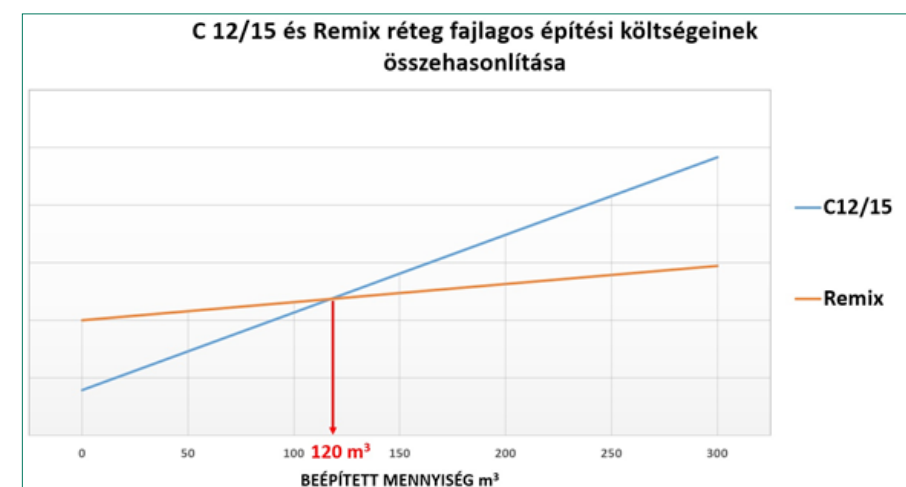
2. kép



3. kép



1. diagram



2. diagram

A remix réteg építése esetén a géplánc utolsó gépe egy kombihenger volt, mely a végső tömörítést végezte a rétegen, a projekten alkalmazott munkagép a 8. képen látható.

Az elkészült réteg esetében is, mint minden hidraulikus kötőanyagú rétegnél fontos a felület megfelelő utókezelése. A megfelelő szilárdság elérése után a magassági előírások tökéletes teljesítése érdekében egy profilmarást végeztünk a remixelt rétegen, illetve kialakítottuk 3 méterenként a keresztvágásokat és 50 méterenként a 8 mm széles terjeszkedési hosszvágásokat.



4. kép



5. kép

Miért is került a traktoros törőgép a gépláncba, merült fel korábban a kérdés, a remixréteg minősítési vizsgálatai közül ketőt emelek ki a válasz megadásához. Az első a teherbírás mérés (E₂), a második a tömöríthetőség vizsgálata (T). A törőgép nélkül megépített remixréteg az említett minősítő vizsgálatok esetében nem produkálta az elvárt értékeket, ezért a beépítés leállításra került. Többet labori mérések és az építési technológia teljes felülvizsgálata során kiderült, hogy az elkészült remixréteg nagyméretű kőeket tartalmaz, így annak megfelelő tömörítése nem megoldható. Ennek eredményeként lett kiegészítve a géplánc a traktoros törőberendezéssel, hogy a talajmaró utáni újabb áttöréssel a nagy kődarabokat szétzúzva egy homogén pályaszerkezeti réteget kapjunk. A kiegészített gépláncsal a nem megfelelő szakaszt is kijavítva készült a hidraulikus kötőanyagú remix réteg, melynek 3 napos teherbírás mérési eredményeit a 3. diagram mutatja.

Jól látható, hogy a törő nélküli értékek néhol a minimális 190 N/mm² értéket sem éri el, a törővel kiegészített gépláncsal készített réteg 3 napos E₂ eredményei magasan az elvárt határérték felett teljesítettek. A 7 napos vizsgálat

már csak a törővel kiegészített gépláncsal készített rétegen készültek, az eredményeket a 4. diagram szemlélteti.

Az eredmények itt is magasan az elvárt minimális 260 N/mm² határérték felettiek. A tömörségi tényező vizsgálati eredményeit az 5. diagram ismerteti, szembetűnő, hogy a törőgép nélküli esetben egy nagyon inhomogén és több esetben a maximális értéket is többszörösen átlépő eredményeket kaptunk.

A törőgéppel kiegészített géplánc esetében jóval a maximális határérték (2,2) alatti, homogén remixréteget kaptunk.



6. kép



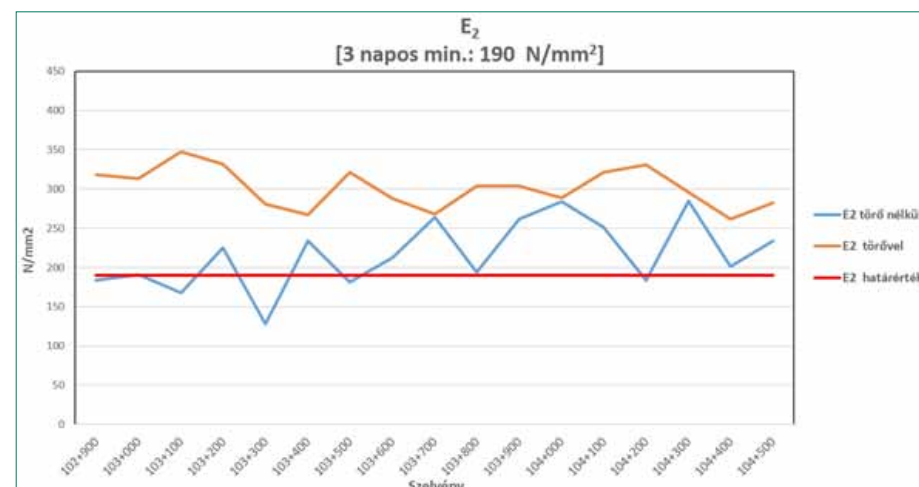
7. kép



8. kép

A remix réteg építésének pontos megismerése után, visszatérve a felújításhoz, a következő lépés a FiberGlass 100/100 kompozit aszfalttrács ragasztása, bitumenemulzióval a remixrétegre, a felület két oldalán 1-1 m szélességben, illetve a terjeszkedési hézagokon keresztirányban, amit a 9. kép mutat.

Ezt követően kezdődött meg az aszfalt pályaszerkezeti rétegek építése, a kiszolgáló üzemünk a kéthelyi keverőtelepünk volt egy Benninghoven TBA 160 keverőgéppel. Az aszfalt kiszállítását minimum EURO IV. környezetvédelmi besorolású, vagy annál jobb besorolású járművekkel végeztük, a szállítási távolság átlagosan 80 km volt. Elsőként az



3. diagram

alapréteg került megépítésre 8 cm vastagságban AC 22 kötő (F) 50/70 típusú aszfaltkeverékből, melyet a 10. kép szemléltet.

Az összes réteg építésénél általánosan elmondható, hogy nagyon fontos a megfelelő beépítési hőmérséklet a keverék esetében, illetve a réteg megfelelő tömörítése hengerléssel, az alapréteg esetében ezt a 11. kép ábrázolja.

Ezt követte a kötőréteg építése 8 cm vastagságban AC 22 kötő (mF) 25/55-65 aszfaltkeverékből. A beépítés folyamán ultrahangos finisher megkerülő gerendát alkalmaztunk (Big Ski) a hullámosság csökkentése érdekében, ezt szemlélteti a 12. kép.

A kopóréteg – az üzemi sáv kivételével – 4 cm vastagban, SMA kopó 11 (mF) 25/55-65 aszfaltkeverékből került megépítésre, a keverék kőváza csak eruptív kőből épülhetett fel, beleértve a 0/4 frakciót is. A beépítés egyszerre két-tő finisherrel történt, melegelet-a-meleghez technológiával, hogy a két aszfaltréteg hosszirányú csatlakozása tökéletes legyen. A főpálya kopórétegeépítésének egy pillanata a 13. képen látható.

Az építés során, az előírások teljesítése érdekében, nagyon fontos volt a magas szintű technológiai fegyelem betartása, betartatása az építés folyamán.

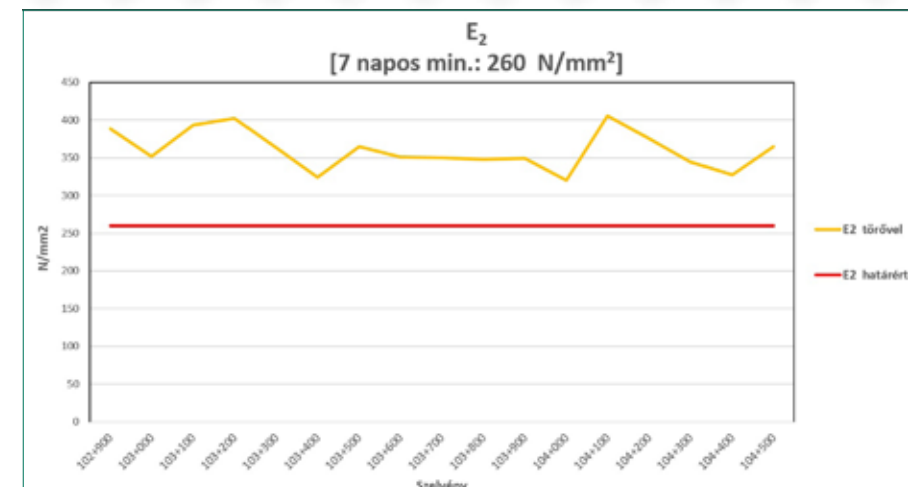
A főpálya megépítése után az üzemi sáv és a lassító és gyorsító sávok aszfaltozása következett, amit a 14. kép ábrázol.

A pályaszerkezet felújítása mellett, természetesen el kellett végezni a padkák felújítását, csőátereszek tisztítását, víz-elvezetések javítását, forgalomtechnikai elemek, keresztező műtárgyak és szalagkorlátok felújítását a szükséges helyeken.

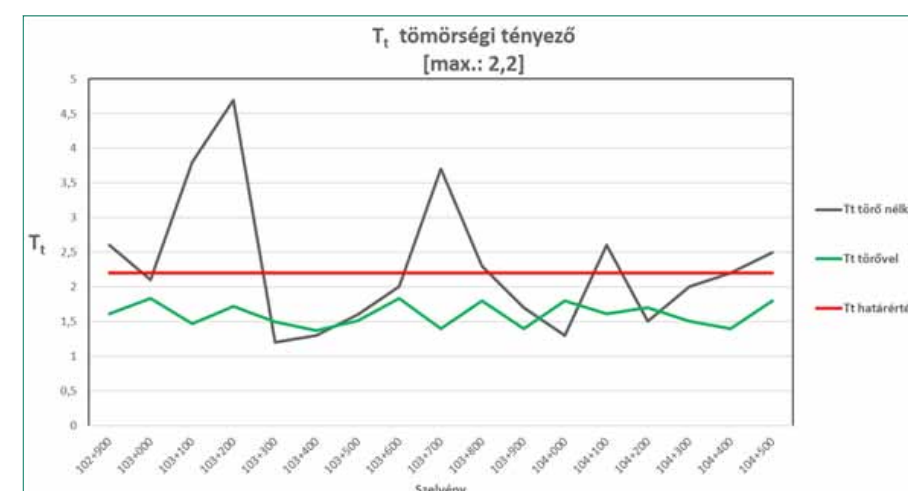
Összegzés

Az M7 autópálya ezen szakaszának leromlott állapota miatt, már idősebb volt a felújítás megkezdése.

A felújítás során alkalmazott hidraulikus kötőanyagú remix eljárás egy energiatakarékos, költséghatékony és nem utolsó sorban környezetbarát eljárás, amit külföldön már évtizedek óta alkalmaznak autópálya felújítások során. Ezen külföldi tapasztalatokat is felhasználva – követve a technológia fejlődését



4. diagram



5. diagram

– lenne szükség a hazai szabályozásokat frissíteni. A remix technológiának a beruházó és tervező oldalán is jobb elfogadottságot kell elérnie, hogy minél több útfelújítás esetén alkalmazzák ezt az eljárást a jövőben.

Fontosnak tartom, hogy az úthasználók megfelelő minőségű és biztonságos utakat használva tudjanak eljutni Magyarország egyik legszebb részéhez, a Balatonhoz, amit a 15. kép is mutat.

Munkatársaim nevében is köszönöm a kivitelezési munkák során tanúsított türelmet.

Felhasznált irodalom:

- [1]: [https://hu.wikipedia.org/wiki/M7-es_aut%C3%B3p%C3%A1lya_\(Magyarorsz%C3%A1g\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/M7-es_aut%C3%B3p%C3%A1lya_(Magyarorsz%C3%A1g)) (2018.09.30.)
[2]: <http://3remix.hu/helyszini-hidegremix> (2018.09.30.)



9. kép



10. kép



11. kép



12. kép



13. kép



14. kép



15. kép

Zajcsillapítás a közúti vasúti pálya kis sugarú íveiben

Csontos Gabriella

okl. infrastruktúra-
építőmérnök
PhD-hallgató

Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki Kar, Út és
Vasútépítési Tanszék
A HAPA Fialat Mérnökök
Fóruma első helyezett előadása



1. Bevezetés

A sínkenést elsősorban a vasúti sínek és kerekek nagymértékű kopásának csökkentése érdekében alkalmazzák, általában kis sugarú ívekben. Az ívben haladó vasúti jármű nyomkarima vezetése miatt nemkívánatos, zavaró zajhatások keletkeznek, ez jellemzően a csikorgás. Sínkenéssel a nyomkarima külső sínáshoz való súrlódásából és a tengelyre sajtolt kerekek eltérő szögsebességi igénye miatti megcsúszásból adódó zajterhelés is csökkenthető. Budapesten a BKV Zrt. számos sínkenő berendezést telepített a lakossági zajpanaszok megelőzése és kezelése érdekében, illetve szem előtt tartják a sínek élettartamának meghosszabbítását, a karbantartási költségek csökkentését is. Városias környezetben, sűrűn lakott területeken különösen fontos a zajhatárértékek [1] betartása, ezért szükséges hatékony megoldás alkalmazása a közúti vasúti közlekedésben is.

Előrebocsátjuk, hogy a lakosság visszajelzése többnyire pozitív azokon a helyeken, ahol már telepítettek sínkenő berendezéseket. Kutatásunkban – a visszajelzések tudatá-

ban – átfogó zajmérési vizsgálatot terveztünk meg, hogy megállapítsuk a közúti vasúti pályára telepített sínkenő berendezések, pontosabban az automatizált sínkenés, továbbá – a meglévő, hibákkal terhelt sínátlak állapotának köszönhetően – a köszörülés hatékonyságát. A méréseket Budapesten, a 17-es jelzésű villamosvonal dél-budai végállomása előtti kis sugarú ívekben végeztük.

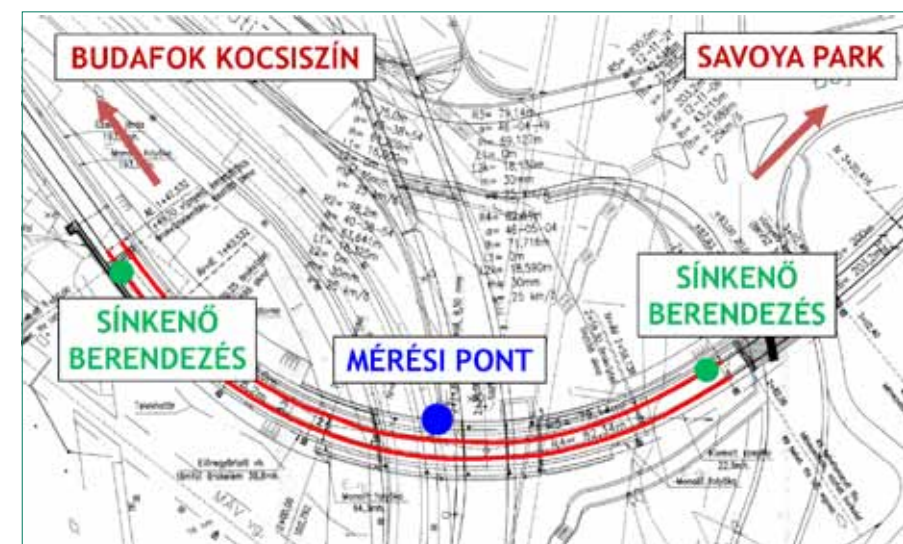
A rögzített adatok kiértékelésével a vonalon közlekedő két járműtípus és a kent és kenetlen állapot is összehasonlítható. Megállapítható, hogy a hullámos kopások köszörüléssel történő megszüntetésével mekkora zajcsillapítás nyerhető. Kimutatható a kenés megszüntetésével a zajcsökkentő hatás elmúlása. Továbbá az eredményekből kiderül, hogy melyek a valószínűsíthetően hibás, egyenetlen kerekkel közlekedő járművek is. Végezetül alátámasztható, hogy az egyenetlenebb felületű, kent sínátlakon közlekedő járművek zajterhelése jelentős mértékben csökken.

2. Sínkenés

A sínkenés vasúti alkalmazása nem számít újdonságnak. Már korábban felismerték azt a tényt, hogy a kerék és a sín közötti súrlódás csökkentésével jelentősen növelhető a sínátlak élettartama és mérsekélhető az anyagkopás. Ezáltal jelentős költségeket lehet megtakarítani, hiszen késleltethetjük a sínek cseréjének időpontját. Sínkenéssel csökkenthetők a sín futófelületének és a kerék futókörének egyenetlenségéből vagy kopásból származó zajhatások. Megszüntethető az egyik jelentős és leginkább nemkívánatos zaj, a kis sugarú ívekben jelentkező, jellemzően a nyomkarima vezetése miatt fellépő csikorgás is.

A közös tengelyre sajtolt kerekek esetén az ívekben a két keréknek különböző úthosszt kell megtenniük. A tengelyen nincs differenciálmű, így a vasúti kerekek profiljai kúpos kialakításúak. A kúpos kerék igyekszik kiegyenlíteni a fordulatszám-különbséget az ívben, amelyet csak $R \sim 100$ m ívsugar-tartományban képes kielégíteni. Amikor ezt a kúposág már nem tudja biztosítani, a kerekek a sín futófelületén megcsúsznak vagy megperdül, amelynek eredménye hullámos kopás és jelentős zajterhelés – csikorgás –, amelyeket kenéssel csökkenthetünk. [2, 3]

Korábban csak kézi kenési módszerek álltak rendelkezésre az üzemeltetőknek, azonban ez már nem felel meg a mai követelményeknek és igényeknek. A kenőanyag kézzel történő felvitele nem eredményez homogén felületet, nem lehet kontrollálni a sínátlakra jutó mennyiséget



1. ábra: Mérési helyszín, 17-es jelzésű villamos vonal vizsgált ívei Budafok kocsiszin és Savoya Park között

sem, továbbá nem a kellő időben – járművek elhaladása során – történik az adagolás. Szükség volt arra, hogy a mai elvárásoknak eleget téve optimális megoldást találjanak a problémákra, emiatt a folyamatot automatizálták, a találmány pedig a sínkenő berendezés.

A sínkenés hatékonyságát több tényező is befolyásolja, mint például az ív sugara, az ív hossza, a kenőanyag tulajdonsága és adagolásának mennyisége, a kenési pontok helye, a jármű, a tengelyterhelés, a sebesség, a kerék-sín profilok, az időjárás, stb. [4] Az eredmények helyes értelmezése érdekében részletesen ismertetem a vizsgálatot érintő összes befolyásoló tényezőt.

3. Mérési helyszín

A vasúti járművek és szerelvények zajvizsgálatára vonatkozó szabvány [5] szerint a méréseket sík terepen fekvő pályán kell végezni. A mérőmikrofon(ok) közelében nem lehetnek hangvisszaverő objektumok és felületek. A pálya és a mérőmikrofon közötti területnek szabadnak és lehetőség szerint mentesnek kell lennie nagy hangnyelési tulajdonságokkal rendelkező anyagoktól. A megengedett maximális szélsősebesség 5 m/s, az alapzajnak a jármű elhaladása közben mért értéknél minimum 10 dB-lel alacsonyabbnak kell lennie. Ilyen, az ideális körülményeket maradéktalanul biztosító pályát Budapest közúti vasúti vághálózata nem tartalmaz.

A legtöbb sínkenő berendezést a BKV Zrt. a lakossági zajpanaszok megelőzésére vagy orvoslására telepíti. A berendezések kikapcsolásával rövid időn belül jelentkeznek a nemkívánatos zajhatások, így az Üzemeltetővel egyeztetve több, mérésre alkalmas helyszínt ki kellett zárunk a lakossági panaszok elkerülése érdekében. Másik nehézséget a közút jelentette, ugyanis a legtöbb villamosvonal szorosan összefügg Budapest úthálózatával. Közúti forgalom mellett viszont nem lehet vizsgálni a villamos járművek zajterhelését. A zajméréseket így csak nagyobb kompromisszumok árán tudtuk elvégezni.

Több egyeztetés és helyszíni bejárás után a mérések elvégzésére a 17-es jelzésű villamosvonal végállomása előtti ívekre esett a választás, amelyek Budafok kocsiszín megálló és Savoya Park végállomás között húzódnak (**1. ábra**). A forgalom közepes, irányonként évi ~2,5 millió elegytonna terhelést generál. Mindkét vágány – közlekedési irány szerinti – első ívének elejére telepítettek 1-1 sínkenő berendezést.

A kétvágányú közúti vasúti pálya érintett szakasza közvetlen közelében nincsenek lakóépületek, így az Üzemeltetőtől engedélyt kaptunk a vizsgálatok elvégzésére és a berendezések kikapcsolására. Az ívek többnyire aluljáróban húzódnak, a Budafok kocsiszín elágazáshoz tartó villamosvonalak és a 2x1 sávos Kitérő út alatt (**2. ábra**). Megjegyezzük, hogy emiatt a mérési helyszín akusztikailag nem volt tökéletes, a szabványban [5] rögzített, szabad térre vonatkozó feltételeket nem teljesítette. Mindazonáltal az aluljáró valamennyi háttérzajt teljesen kizárt, így tisztán csak a járművek elhaladását tudtuk rögzíteni.

3.1. Sínkenő berendezés és kenőanyag

A kiválasztott helyszínre a MÁV-THERMIT Hegesztő Kft. 2017 tavaszán telepített két darab TRACKSAFE LUBE típusú sínkenő berendezést. Az egység egyik eleme az érzékelő, ami a jármű elhaladását érzékelve jelet küld a vezérlőegységnek. A vezérlőegység a pálya mellett, szekrényben helyezkedik el, ami irányítja magát a berendezést. Itt talál-



2. ábra: Mérési helyszín, Budafok kocsiszín és Savoya Park között húzódó aluljáró

ható a kenőanyag tartálya is, ahonnan szivattyú segítségével történik az adagolás. A kenőanyag az elosztóba kerül, ahonnan a megrendelői igényeknek megfelelően kenőlapok vagy – általában közúti vasúti vágányok esetében – furatok segítségével jut a sínzsal alkalmas pontjaira a kívánt mennyiség.

A vizsgált ívben kenőlapok nélkül, a sínzsalak (sínfej) megfelelő szögben történő átfúráásával juttatják ki a berendezések a kenőanyagot. Itt négy ponton kenik a sínzsalakat. A külső sínzálon két furat a vezetőélt, a belső sínzálon egy furat a futófelületet, illetve egy furat a belső sínzsal mellett elhelyezett vezetősínt kenik. Utóbbi biztosítja a nyomkarima hátlapjának kenését.

A két berendezésnél a WSW Proding Kft. által kifejlesztett WSW BIO SK-2016 CG típusú kenőanyagot alkalmazták. Biológiai könnyen lebomló kiindulási anyagokból, alapolajból és kenőzsirokból, valamint nagyhatékonyságú adalékok alkalmazásával készül. A kenőanyagban szilárd összetevők, mint finom grafit és cink por található. Ezek az összetevők akadályozzák meg a kerekek megcsúszását.

3.2. Vízszintes és magassági vonalvezetés

A vizsgált szakasz vízszintes geometriájának kialakítása kosárirív, ahol azonos irányú ívek egyenes és átmeneti ív nélkül csatlakoznak egymáshoz. A kosárirívben a két, eltérő sugarú, tiszta körív csatlakozásánál a görbület ugrásszerűen változik, ezért ez a kialakítás alapvetően kerülendő. A tiszta körívek az egyenes szakaszokhoz átmeneti ívekkel csatlakoznak. A szelvényezés szerinti jobb vágány (Savoya Park végállomás felé) itt a külső vágány. A belső, a szelvényezés szerinti bal vágányban 75,00 m és 79,14 m kissugarú ívek csatlakoznak egymáshoz. Értelemszerűen a külső vágánynál alkalmazott ívsugarak a vágánytengely-távolság értékével, 3,20 méterrel nagyobbak. A belső vágány teljes ívhossza 130,336 m, a külső vágányé 135,357 m. Az íveket nyombóvítés nélkül, 1435 mm nyomtávolsággal építették. A túlemlés 30 mm. A szakaszon 25 km/h sebesség engedélyezett, de a méréssorozat teljes ideje alatt 20 km/h sebességkorlátozás volt érvényben. A magassági vonalvezetésben törés található a szelvényezés szerinti első tiszta körívben. A járművek Budafok kocsiszín felől 25,0 ‰ esésű pályán érkeznek és 2,81 ‰ eséssel haladnak tovább az ívekben.

3.3. Felépítmény

A szakasz 49E1 rendszerű sínekkel, Skl-3-as szorítórugójú, szétválasztott rendszerű leerósítással, bebetonozott talpfás kivitelben, 2004-ben épült [6]. Mindkét vágányban a külső

sínzsal kopásának csökkentése és a kisiklások megelőzése miatt a belső sínzsal mellett 33C1 profilú vezetősínt helyeztek el. A vízszintes geometriai (kis sugarú ívek, kosárirív), és valószínűsíthetően a nem megfelelő futástechnikai (szimmetrikus 1:20 síndőlés, belső sínzsal mellett elhelyezett vezetősín [bővebben: 2, 3]) kialakításnak köszönhetően, a teljes szakaszon a sínzsalak a soron kívüli intézkedéseket indokló méretek határához közeli (25 mm) [7], átlagosan 18 mm-es oldalkopása, valamint a kis sugarú ívekre jellemző hullámos kopása figyelhető meg. Megjegyzendő azonban, hogy megfelelő geometria, futástechnika tervezésével és a sín-kerék kapcsolat optimalizálásával [8] ezek a kopások alapvetően kiséleltethetők. A szakaszra jellemzőek továbbá a 24 méterenként kívölgyelődött (negatív) hegesztések is, amelyek további többletigénybevételt és zajhatást okoznak a pályában.

3.4. Járművek

Két járműtípus közlekedik a vonalon: a közel 40 éves, egykori csehszlovák gyártású ČKD Tatra T5C5 és az új, spanyol gyártású CAF Urbos 3 típusú villamosok. Az eredmények kiértékelésekor így lehetőség volt a két különböző típusú és korosságú jármű összehasonlítására.

Az 1978-ban készült két Tatra prototípust (4000-4001 pályaszám) az 1980-ban gyártott első széria követte. Összesen 170 darab, 4002-4171 pályaszámú T5C5 villamos érkezett Budapestre. A második széria 1984-ben érkezett, a 150 darab villamos a 4200-4349 pályaszámot kapta. A jármű négytengelyes, két forgóvázas motorkocsi, amelynek minden tengelye külön-külön hajtott. A forgócsaptávolság 6700 mm, a tengelytávolság 1900 mm. Kétirányú közlekedés csak csatolt üzemmódban lehetséges. A csatolt jármű hossza az első és hátsó homloklalak között 30340 mm, egy terhelt kocsi tömege 26500 kg. A vasúti kerék széles (130 mm), gumibetétes, abroncsos, ami a primer rugózást szolgálja. A kerékpár belső csapágyazású, merev csapágyvezetésű. [6]

2015–16-ban 35 db rövid (34 méteres) és 12 darab hosszú (56 méteres) CAF Urbos 3 típusú villamos érkezett Budapestre. Az érintett szakaszon rövid villamosok közlekednek. A jármű kétirányú, csuklós motorkocsi, befüggesztett modulokkal, független portáltengelyes kerék-felfüggesztésű forgóvázakkal. Három forgóvázából kettő hajtott. Ten-



3. ábra: Megvalósult méréssorozat, mérési napok és az azokhoz tartozó sínzsalak állapotai

gelytávolság 1850/1800 mm (futó/hajtott). A jármű terhelt tömege 41076 kg. A járművön időalapú kerékkarima-kenő berendezés működik. [6]

4. Mérés menete

A méréseket 2017 nyarán, különböző napokon, de ugyanabban az időintervallumban (de. 9:00–12:00 között), közel azonos hőmérsékleten (25–30 °C), napos, szélcsendes vagy enyhe szeles időben és ugyanazon a mérési ponton végeztük. Összesen 13 napon, a sínzsalak meglévő, hibákkal terhelt és különböző beavatkozások utáni állapotaiban vizsgáltunk (**3. ábra**).

Az első mérések már telepített, működő sínkenő berendezés mellett történtek (**4. ábra**). Ezt követően a sínkenő berendezést kikapcsoltuk, hogy vizsgálni tudjuk a kenés elmúló zajcsillapító hatását. Ahhoz, hogy a kenetlen állapotot vizsgáljuk és megfelelő összehasonlító elemzést végezhessünk, szükség volt a sínzsalak takarítására, kenőanyag-mentesítésére. Ahogy korábban írtuk, a sínzsalakon jelentős mértékű hullámos kopás volt megfigyelhető (**5. ábra**). A környezeti zajkeltés szempontjából különösen fontosak azok a dinamikus erők, amelyek a sínzsal és a rajta gördülő kerekek egyenetlenségeiből, szabálytalanságaiból és így a sín-kerék kapcsolat erőingadozásaiból adódnak. A sínfelület hullámos kopásának megszüntetése érdekében köszörülést irányoztunk elő (**6. ábra**). 2015-től a BKV Zrt. tulajdonában van egy AT VM 8000-12 Extended típusú, 12 köszörűkorongos, kétéltű sinköszörülő jármű. A sínfelületi hibák megmunkálását (azaz megszüntetését) követően átfogóbb vizsgálatot tudtunk elvégezni, választ kaptunk arra, hogy köszörüléssel mekkora zajcsillapítást nyerhetünk. Fontos megjegyeznünk, hogy a köszörűgép csak a hullámos kopásokat szüntette meg, az oldalkopások változatlanok maradtak. Végezetül, mivel a köszörülési munka egyenetlesebb sínfelületet eredményezett, így visszacsatlakoztunk a sínkenő berendezést, és megvártuk, míg a kenőanyagréteg újra felépül. Utolsó mérésnél a köszörülés és kenés együttes hatását vizsgáltuk. A méréssorozattól azt vártuk, hogy egyenletes sínfelülettel sokkal eredményesebb a sínkenés zajcsökkentése.

A két tiszta körív csatlakozásánál – megközelítőleg az aluljáró közepén – állítottuk fel a mérőállomást. A mérési pontot a bal (belső) vágány tengelyétől 2,5 méterre jelöltük ki, a mikrofont a sínkoronától 1,2 méter magasságra, vízszintesen állítottuk be. A zajméréseket 1. osztályú Larson Davis System 824 típusú kézi hangnyomásmérővel végeztük, amelyet a mérések előtt kalibráltunk is. A műszer másodpercenként mért hangnyomásszinteket. A járművek közeledésével indítottuk el a felvételt, és akkor állítottuk le, ha a hangnyomás értéke elérte a környezeti alapzaj szintjét.

5. Mérési eredmények

5.1. Értékelés

A vasúti közlekedési zaj keletkezésének egyik meghatározó tényezője a jármű. Ezt az ered-



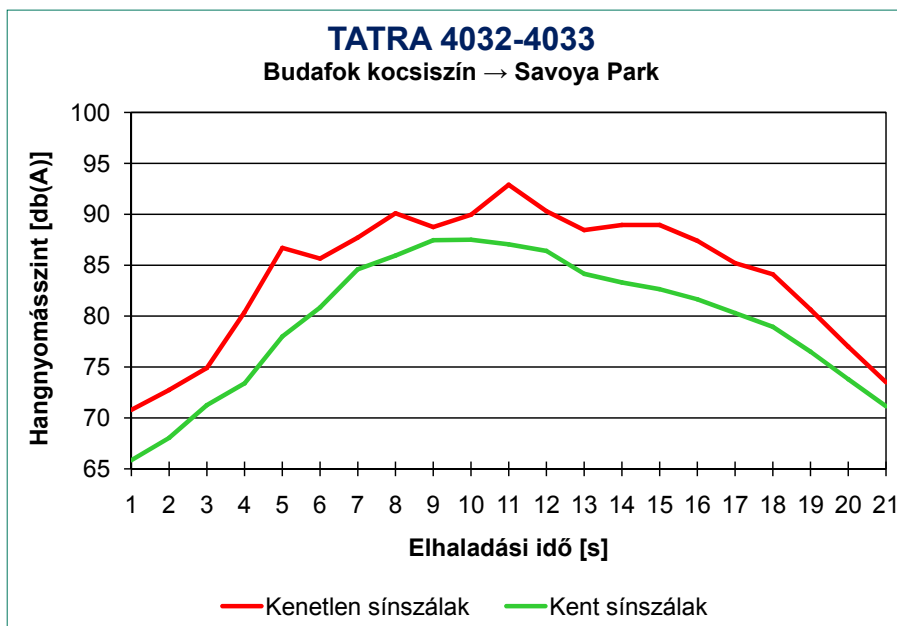
4. ábra: Kent sínszál



5. ábra: Hullámosan kopott sínszál



6. ábra: Kösörült sínszál



7. ábra: TATRA 4032-4033 villamos elhaladásakor mért hangnyomásszintek

mények értékelésekor elsődleges szempontként vettük figyelembe. A villamosok pályaszámának feljegyzésével biztosítottuk, hogy az értékelések során csak ugyanannak a járműnek a mérési eredményeit hasonlítsuk össze. A vonal járműkiszolgálása nem volt egységes, így nem volt lehetőségünk ugyanazon pályaszámú villamost a sínszálak meglévő, hibás, valamint különböző beavatkozások utáni állapota mellett vizsgálni.

A külső, szelvényezés szerinti jobb vágány mérésein keresztül mutatjuk be az eredményeket. Ennek oka az, hogy a mérőmikrofon és a vágánytengely távolsága 5,7 m volt, ami közelebb áll a szabványban [5] előírt 7,5 m távolság-

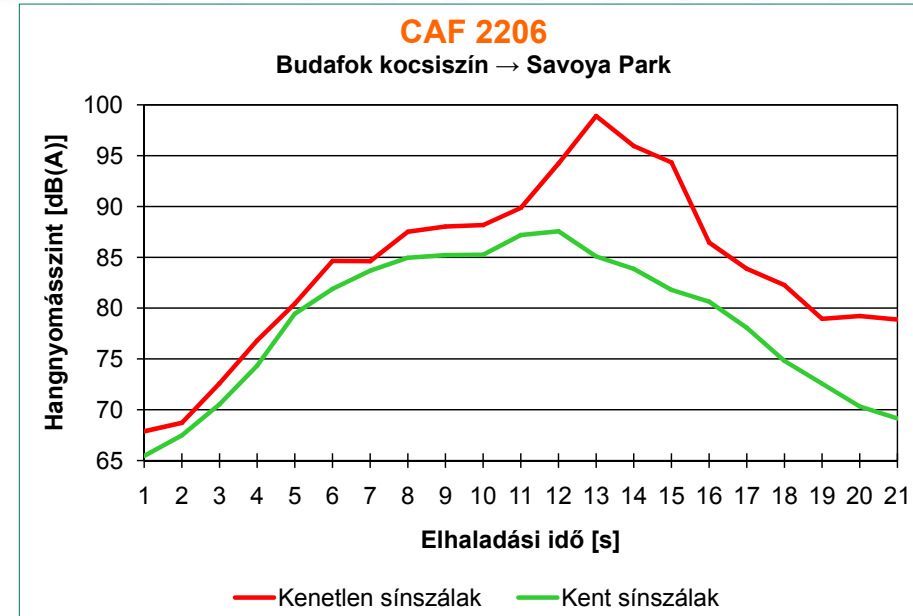
A 7. ábrán a Tatra villamosok közül 4032-4033-as pályaszámú jármű eredményeit mutatjuk be kent és kenetlen állapotban. A két állapot között szignifikáns különbség adódott, a két eredő hangnyomásszint különbsége 4,3 dB(A). A grafikonon észrevehető továbbá, hogy kenéssel sokkal egyenletesebb a hangnyomásszintek alakulása, míg kenetlen állapotban kiugró csúcsok láthatók, amelyek a csikorgásra utalnak.

Számottevő eltérés olvasható le a 8. ábra grafikonjáról is, ahol a 2206-os pályaszámú CAF villamos eredményei láthatók kenetlen és kent állapotban. Szembetűnő a jármű elhaladása során 13. másodpercben rögzített kiugró zajszint,

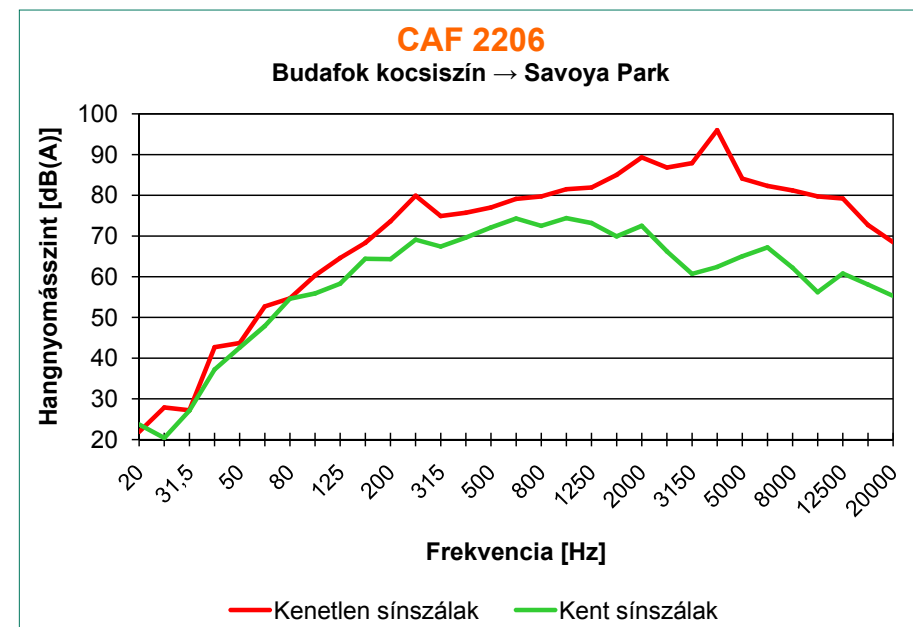
hoz. Azonos tendenciájú, de értelemszerűen eltérő értékű eredmények jöttek ki a belső vágányon közlekedő járművek esetén is.

Minden mérési adatot a helyszínen rögzítettünk, azonban utólag értékeltünk ki. A járművek elhaladása során a mérőműszer által rögzített másodpercenkénti hangnyomásszintekből kiválasztottuk a csúcserőket (ezt általában akkor mértük, amikor a jármű közepe a mikrofon vonalába esett) és attól 10-10 másodperces, összesen 21 másodperces elhaladási időt vettünk figyelembe. A 21 db mérési adatból eredő hangnyomásszinteket számítottunk, ezeket egyszámú zajszint formájában adjuk meg.

5.2. Eredmények



8. ábra: CAF 2206 villamos elhaladásakor mért hangnyomásszintek



9. ábra: Frekvenciaspektrum, CAF 2206 villamos elhaladásakor a 13. másodpercben rögzített hangnyomásszint harmadoktávsvonként

ami extrém mértékű csikorgásra utal, illetve további elemzést kíván.

A hang nemcsak a rezgő közeg időbeli mozgásával írható le, hanem részhangjainak spektrumaként is ábrázolható. A spektrum különböző frekvenciahelyeken más-más intenzitású részhangból tevődik össze. Az alkalmazott műszer 6,3–20000 Hz tartományban mért. A magasabb frekvencián fellépő eredmények általában mértékadóbbak, hiszen az emberi fül az 1000-3000 Hz-es hangmagasságokra a legérzékenyebb. A 2206-os pályaszámú CAF villamos elhaladásának 13. másodpercben rögzített maximális zajszintet harmadoktávsvonként ábrázolva (9. ábra) látható, hogy a sínkenés gyakorlatilag minden frekvenciasávban csökkenti a zajt. A zajspektrumban, az emberi hallás legérzékenyebb tartományában több mint 30

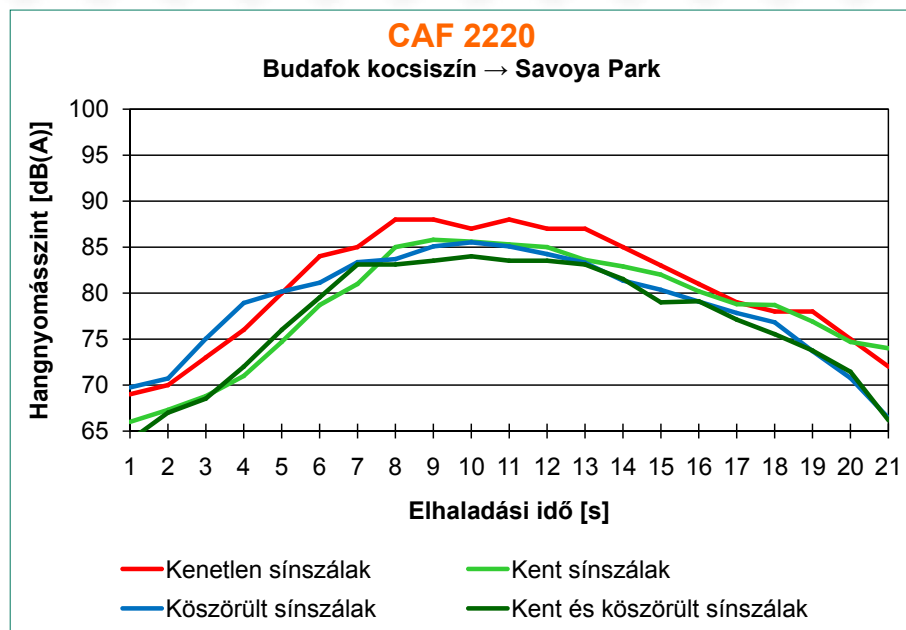
dB(A) különbség is megfigyelhető. Mindezek szükségszerű következménye, hogy a 2206-os pályaszámú jármű esetén hatékony megoldásnak bizonyult a sínkenés, a jármű haladása közben fellépő, rendkívül magas zajszintet kiváltó csikorgást megszüntette. Az eredmény figyelemre méltó, ugyanis itt hullámosan kopott sínszálak állapotában történt mérés.

A 10. ábrán a 2220-as pályaszámú CAF villamos elhaladása látható négy különböző állapot mellett. A grafikonon szépen kirajzolódik, hogy kenetlen állapotban volt a legzajosabb a jármű, majd azt követik a hullámosan kopott, kent sínszálak melletti, valamint a köszörülés utáni eredmények. A legjobb eredményt köszörülés után kent sínszálak mellett érte el. A kenetlen állapothoz viszonyítva ezek rendre 2,4, 2,6, illetve 3,7 dB(A) csökkenést jelentenek.

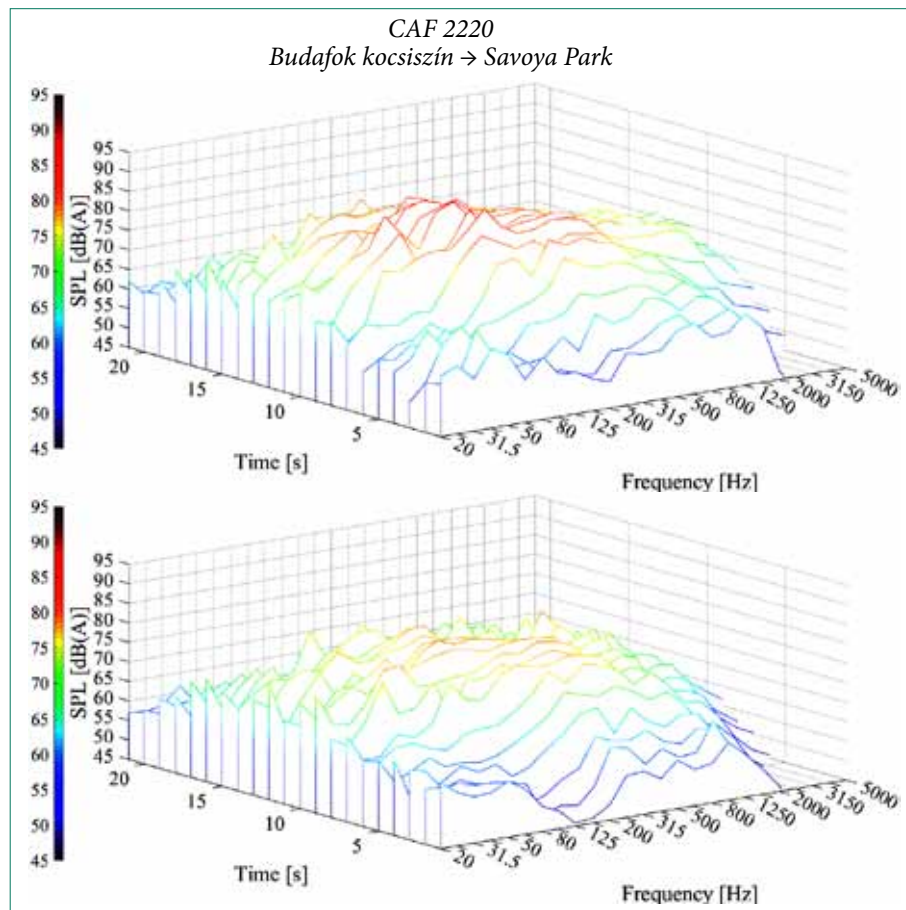
Nem csak egyetlen hang frekvenciaspektrumát lehet szemléltetni, akár a teljes elhaladás során rögzített zajszinteket együttesen is ábrázolhatjuk frekvenciaspektrumként, például MatLab programban (11. ábra). A hangnyomásszintek értékeit színskála-hoz rendelve kirajzolódik, hogy melyik frekvenciatarományokban működik hatékonyan a sínkenés a kenetlen állapothoz viszonyítva. A kiemelkedő csúcserőket itt is a csikorgásra utalnak, és ahogy a korábbi eredményeknél már láthattuk, kenéssel egyenletesebb és kisebb zajszinteket kaptunk. Az ábráról kitétni, hogy a piros színnel jelölt értékeket a kenés mérsékeli.

A mérésorozatot – a rögzített, 77 különböző pályaszámú jármű közel 500 elhaladásának részletezését mellőzve – szemléletes, összefoglaló grafikonon mutatjuk be (12. ábra). A grafikon vízszintes tengelyén a sínszálak különböző beavatkozások melletti állapotai láthatók, az elsődleges függőleges tengelyen pedig a hozzájuk tartozó, az adott napon vagy napokon közlekedő összes jármű – természetesen típus szerint kigyűjtve – okozta, átlagolt eredő hangnyomásszintek olvashatók le. A másodlagos függőleges tengelyhez a kenetlen sínszálak eredményeihez viszonyított zajcsillapítási értékek tartoznak, oszlopdiagramként ábrázolva. Az eredmények igazolták az előzetes várakozásokat.

Előrelátható volt, hogy a két járműtípus közül a közel 40 éve üzemben álló Tatra villamosok lesznek zajosabbak. Várakozásunknak megfelelően, kenetlen állapotban mértük a



10. ábra: CAF 2220 villamos elhaladásakor mért hangnyomásszintek



11. ábra: Frekvenciaspektrum, CAF 2220 villamos elhaladásakor másodpercenként rögzített hangnyomásszintek alakulása harmadoktávsávonként kenetlen (felül) és kent (alul) sínzálak mellett

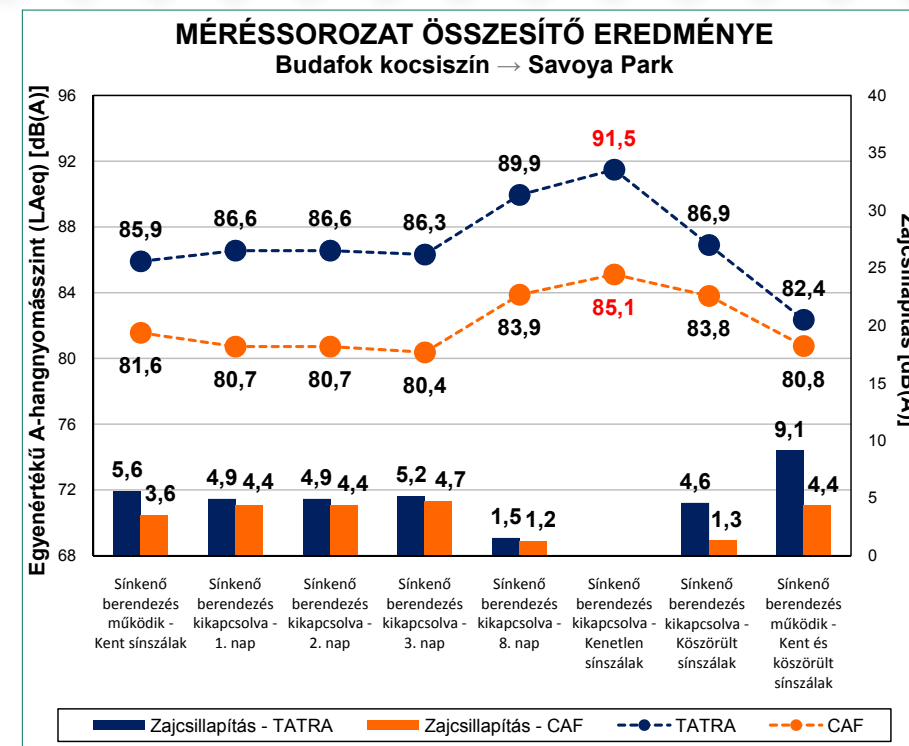
legmagasabb hangnyomásszinteket. A kenés elmúló hatása sajnos az első három napban nem volt kimutatható, ennek oka valószínűleg, hogy jobb állapotú villamosok közlekedtek, illetve a már felépült kenőanyagréteg még mindig hatékony csillapítással bírt. Biztató, hogy a különbségek

azonban nem mutatnak teljeskörűséget, ugyanis az összesítő grafikon értékei a jobb és rosszabb állapotú villamosokat egyaránt tartalmazzák. Az újgyártású CAF villamosok között is problémás néhány jármű (valószínűsíthetően annak kerekei), amelyek kiugró értéket, csikorgást produkáltak a

nem számottevők. A 8. napon már jelentősebb különbségeket kaptunk. Ez azt jelenti, hogy a kenés megszüntetésével nagyjából egy hét szükséges ahhoz, hogy visszatérjen a járművek kellemetlen zajhatása kis sugarú ívben történő haladáskor. Az eredmények növekedtek és elérték a maximális értéket, miután kenőanyagmentesítették a sínzálakat. A köszörüléssel megmunkált sínzálak zajcsökkentést idéztek elő mindkét jármű esetén. Nagyon pozitív eredmény, hogy köszörüléssel és sínkenéssel együttesen már megfelelő csillapítási értéket érhetünk el. Ebben az esetben a legkisebbek az eredő hangnyomásszintek értékei. Meglepő, de olyannyira hatásos ez a két beavatkozás, hogy a két különböző korosságú és típusú jármű mérési eredményei is megközelítették egymást. Míg hullámosan kopott sínzálak és kenés mellett 4,3 dB(A), illetve kenetlen állapotban 6,4 dB(A) különbség volt, úgy végeredményben 1,6 dB(A) különbséget nyertünk.

A kenetlen állapothoz viszonyított zajcsillapítási eredményeket értékelve megállapítható, hogy a sínkenés és a köszörülés is zajcsökkentő hatással bír. Nagyobb csillapítási értékeket kaptunk Tatra villamosok esetén, de a CAF villamosok eredményei sem elhanyagolhatók. Közel azonos zajcsökkentést eredményez, ha a kopott sínzálakat kizárólag kenjük vagy köszörüljük. Együttes alkalmazásukkal kedvező zajcsökkentést valósíthatunk meg a közúti vasúti pálya oldaláról. Fülünk nemlineáris érzékelését és az ahhoz logaritmikusan képzett hangnyomásszintet figyelembe véve, az 5 dB(A) vagy azt meghaladó csillapítási eredmények már jelentős hatással bírnak.

A két jármű különbségéből arra következtethetnénk, hogy a CAF villamosok közlekedtetésével a zajproblémák könnyedén orvosolhatók. Az eredmények



12. ábra: A sínzálak meglévő, hibákkal terhelt és különböző beavatkozások utáni állapotaihoz tartozó átlagos eredő hangnyomásszintek

mérések során (lásd 8. és 9. ábra). A hangnyomásszintek közötti különbségeket a CAF járműveken működő időalapú kerékkarima-kenő berendezés is eredményezhette. Szubjektív megítélésünk alapján is kijelenthetjük, hogy mindkét típus között volt fülcsikorgó csikorgó jármű. A vasúti zaj nagy amplitúdójú rezgés, különböző frekvenciájú, periodikus és véletlen hangok keveréke. Emiatt a villamosok csikorgásának részletesebb feltárását és további elemzését célszerű – jelen cikkben is bemutatott – frekvenciaanalízissel megoldani.

6. Összegzés

Összességében elmondható, hogy a sínzálak megmunkálásával és folyamatos karbantartásával, illetve egyidejű, automatizált sínkenéssel hatékony zajcsillapítás érhető el a közúti vasúti pálya oldaláról. Ez különösen fontos és előremutató eredmény, hiszen sűrűn lakott környezetben is be kell tartani a határértékeket [1]. Mindkét intézkedés alapvetően csökkenti a közlekedésből származó zavaró zajhatásokat, azonban alátámasztottuk az egyenletesebb felületű sínzálakon közlekedő járművek kisebb zajterhelését. Nem várt, de annál biztatóbb eredmény, hogy a két járműtípus közti számottevő különbség is csökkenthető. Az eredmények ismeretében kijelenthető, hogy újírtású közúti vasúti pályák kis sugarú íveinél mindenképp megfontolandó az automatizált sínkenés alkalmazása. A készülő tervekben már számolni kell(ene) a berendezések elhelyezésével kapcsolatban. Meglévő pályák esetén pedig a sínfelületi hibák megszüntetése után érdemesebb sínkenő berendezéseket telepíteni. A mérésorozat is bizonyította, hogy a köszörülés az egyik alapvető karbantartási munka, amivel – a sínzálak élettartamának hosszabbítása mellett – zajcsökkentést idézünk elő. Bizakodásra ad okot, hogy a BKV Zrt. ezt szem előtt tartja, és folyamatosan építi be a köszörülési munkát karbantartási stratégiájába.

Mivel a mérésorozatot akusztikailag nem megfelelő helyen végeztük el, illetve annak tudatában, hogy számos további tényező befolyásolja a sínkenés hatékonyságát, mindenképp szükséges lenne újabb helyszínen és környezetben megismételni a vizsgálatot, valamint alátámasztani az eredményeket. A csikorgás keletkezésének és csillapításának részletesebb feltárását frekvenciaanalízissel szükséges a továbbiakban elemezni.

Köszönytnyilvánítás

Köszönettartozom témavezetőmnek, Dr. Augusztinovicz Fülöpnek az áldozatos munkájáért, a mérésorozat megvalósulása érdekében nyújtott segítségével. Ezúton köszönöm a BKV Zrt. Villamos Üzemigazgatóság Villamos Infrastruktúra Főmérnökség munkatársainak: Gyerkő József főmérnöknek, Pap József

üzemvezetőnek, illetve Csépe Róbert csoportvezetőnek a megfelelő mérési körülmények megteremtését és a publikációhoz szükséges adatszolgáltatást. Külön köszönöm Asbóth Péter kollégának a mérésekben történő aktív részvételét.

Irodalomjegyzék

- 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról
- Csépe R.: "Vasúti sín-kerék kapcsolat elemzése a kis sugarú ívekben", Sínek Világa, 2016, 2. szám, 24–28. o.
- Csépe R.: "Railway rail/wheel contact in narrow curves (in the aspect of track)", INNORAIL 2017 Budapest, Az egységes európai vasúti térségért, Budapest, 2017. október 10–12.
- Prof. G. Chattopadhyay: Rail Curve Lubrication Best Practice for Australian Heavy Haul Lines (Annual Report) 23. July 2010
- MSZ EN ISO 3095:2013 Akusztika. Vasúti alkalmazások. Sínpályához kötött járművek zajkibocsátásának mérése (ISO 3095:2013)
- Adatszolgáltatás a BKV Zrt., Villamos Üzemigazgatóság, Villamos Infrastruktúra Főmérnökségétől
- BKV Zrt.: "Közúti vasúti pályaeépítési és fenntartási műszaki adatok és előírások" Készítette: BKV Rt. Villamos Üzemigazgatósága és Széchenyi István Főiskola, Budapest, 2000, 104. o.
- I.Y. Shevtsov: Wheel/Rail Interface Optimisation, doctoral thesis, Delft University of Technology, Delft, 2008

Úthálózatvédelem

Strack Tamás

útvonalengedélyező mérnök
Magyar Közút Nonprofit Zrt.
Úthálózatvédelmi osztály



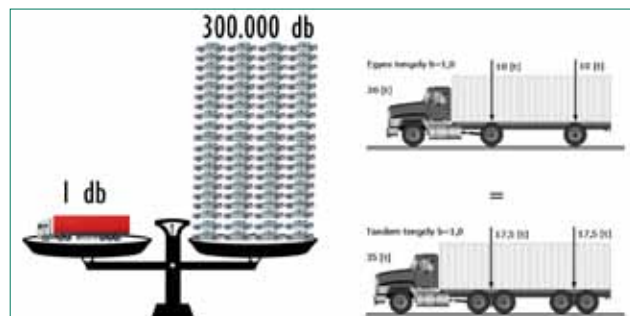
Bevezető

Az úthálózatvédelem nagyon fontos szerepet tölt be úthálózatunk üzemeltetésében és fenntartásában. Ahhoz, hogy útjaink hosszú életűek, és biztonságosak legyenek összetett működésre van szükség. Fontos, hogy minden úthasználó – legyen az extrém túlsúllyal közlekedő járműszerelvény sofőrje, vagy egy személygépkocsi tulajdonosa - tisztában legyen azzal, hogy mi is pontosan az úthálózatvédelem.

A védendő úthálózat egy komplex rendszer, magában foglalja az utakat, mint pályaszerkezeteket, azok közvetlen tartozékait (pl.: szalagkorlátok, közlekedési táblák stb.) és a műtárgyakat (hidak, átereszek stb.) is. Minden tagja a hálózatnak fontos, mert minden hatással van mindenre. Természetesen vannak, olyan elemek, amelyek több figyelmet igényelnek, ilyen például az útburkolat. A használat során talán a legnagyobb igénybevételnek a burkolat van kitéve. Egy esetleges használatból vagy egyéb ok miatt keletkező



1. ábra: A védendő úthálózat, mint komplex rendszer.



3. ábra: Az útrongáló hatások összehasonlítása.

probléma esetén általában a burkolaton jelennek meg az első árulkodó jelek.

Az utak tervezésénél a mérnökök általánosságban az alábbi paramétereket veszik figyelembe: környezet, anyagtulajdonságok, igénybevétel. Az úthálózatvédelem során is folyamatosan ügyelni kell ezekre a tényezőkre, de igazából csak az igénybevételre lehetünk utólag hatással. Az utakon áthaladó terheléseket lehetőség van szabályozni, korlátozni, de a környezeti tényezők és az alkalmazott anyagok tulajdonságai a megépítés után adóttak.

Egy egyszerű példával könnyen szemléltethető, milyen igénybevételt is jelent az útpályaszerkezeteknek a rajtuk áthaladó forgalom. Egy teljesen közönséges 40 tonna össztömegű nyerges vontatós járműszerelvény útrongáló hatása teljesen egyenértékű 300000 db személygépkocsi hatásával (3. ábra bal oldala). Ez az elképesztő szám mutat rá arra, hogy mennyire is fontos ezen a területen a szabályozás. A következő példa azt mutatja, hogy megfelelő módszerekkel, hogyan csökkenthető egy jármű pályaszerkezetre gyakorolt igénybevétele. A 3. ábra jobb oldalán szereplő két jármű ugyan különböző össztömegű (a felső jármű 20 tonna, az alsó 35 tonna össztömegű), de az alsó jármű tengelyelrendezésének köszönhetően az útrongáló hatásuk megegyezik.

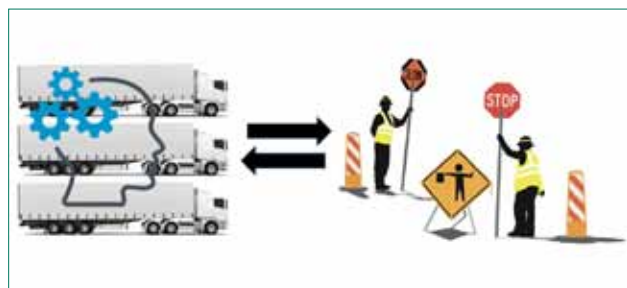
Egy olyan világban, ahol a technológiai fejlődés és a gazdasági érdekek az egyre nagyobb tömegű, méretű, és számú szállítmányok felé helyezik a hangsúlyt hatalmas kihívást jelent a szabályozás ésszerű véghez vitele.

ÚVR

Az útvédelem eredményes működéséhez elengedhetetlen a szabályozás/engedélyezés és a járműellenőrzés hatékony



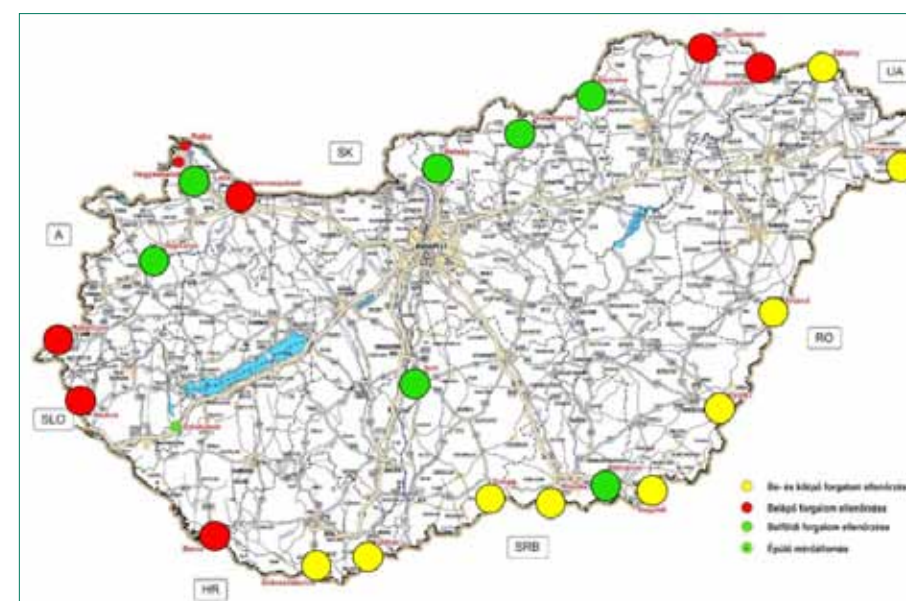
2. ábra: A feladat, amivel meg kell birkóznunk.



4. ábra: Érdekelletét a gazdasági/technológia és a szabályozás között.



5. ábra: Pillanatképek az ÚVR rendszerből.



6. ábra: A MagyarKözút Nonprofit Zrt. mérőállomás hálózata.



7. ábra: Az útvonalengedélyezés.

együttműködése. A Magyar Közút Nonprofit Zrt. (továbbiakban MK) a két terület együttműködését egy komplex informatikai rendszerrel (ÚVR) próbálja megvalósítani.

Az ÚVR (Útvédelmi Rendszer) rendszer megoldást nyújt szinte minden folyamatra, amely az úthálózatvédelem során előfordul. A teljesség igénye nélkül néhány példa:

- Útvonalengedélyezés
- Járműellenőrzés
- Adminisztráció
- Pénzügyi folyamatok
- Vezetéstámogatás

A felhasználók köre az ügyfelektől, a szakmai és adminisztratív dolgozókon át egészen a vezetőkhig terjed.

Járműellenőrzés

A MK-nál a járműellenőrzés alapja egy mérőállomás hálózat. 22 helyszínen vannak egy vagy több hitelesített mérő berendezésekkel ellátott mérési pontok. Az éjjel-nappal működő folyamatos járműellenőrzés hivatott biztosítani a szabálykövetési figyelmet.

A járművek, járműszerelvények a mérőállomáson minden esetben átesnek összetömeg, tengelyterhelés és méret ellenőrzésen. A nagyszámú járműellenőrzéseket egy szintén éjjel-nappali, folyamatos központi felügyelet koordinálja.

Évente átlagosan 3,5–4 millió mérést bonyolítanak a mérőállomások, viszont az úthálózat

sajátosságaiból kifolyólag vannak olyan állomások, melyek esetében az áthaladó forgalom nagyon magas, ezáltal a mérőszám is. Magyarország egyik legforgalmasabb tranzitútvonalán elhelyezkedő Ártánd határátkelőnél lévő mérőállomás produkálja a legmagasabb értéket, közel 1 millió mérés évente (körülbelül két percenként egy jármű). Az ártándi adatokat csak az árnyalja, hogy fizikailag két mérőállomás működik, egy az országba belépő, és egy az országból kilépő forgalom számára.

Útvonalengedélyezés

Az útvonalengedélyezés adja az úthálózatvédelem másik pillérét, a már túlsúllyal és/vagy túlmérettel közlekedni kívánó jármű-, vagy járműszerelvények közlekedésének szabályozását. A MK egyedüli, országos szervezatként végzi az engedélyezést, megyei bontásban. A feladat informatikai hátterét a fent említett ÚVR rendszer és a Linea útvonaltervező szoftver adja.

Az útvonalak tervezésénél sok paramétert kell figyelembe venni, akadályok, útkategóriák, gazdaságosság stb.

Az útvonal akadályokat két nagy csoportra osztjuk, azok, amelyeket a jármű, járműszerelvény adott paraméterei mellett mindenképp ki kell kerülni, illetve azok, amelyeket ellenőrizni kell, hogy az áthaladás lehetséges-e, és ha igen akkor milyen feltételek mellett.

Kikerülendő akadályok:

- Hidak,
- Alagutak,
- Bonthatatlan út feletti akadályok,
- Földutak,
- Villamos vasúti kereszteződések,
- Forgalmkorlátozások

Ellenőrizendő akadályok:

- Egyéb vasúti kereszteződések,
- Út feletti akadályok, melyek:
 - Kikerülhetők,
 - Ideiglenesen elbonthatók
 - Megemelhetők,
 - Kikapcsolhatók
- Forgalmkorlátozások

Az útvonaltervező figyelembe veszi az utak rendűségét is. Minél magasabb rendű útkategóriába tartozik egy útszakasz, annál nagyobb súlyt kap. A súlyozás mellett természetesen figyelembe kell venni a kiinduló és a célállomás közötti távolságot is, nehogy gazdaságtalanul hosszú útvonalakat generáljon a rendszer.

A sok tervezési paraméter mellett a végső cél, hogy egy olyan gazdaságilag, és úthálózatvédelem szempontjából is optimális útvonalakat találjunk, melynél a forgalombiztonság kiemelt szerepet játszik.

Idézetek „A közutakról és vámokról szóló 1890. évi I. törv.-czikk” című kiadványból 1890: I Törvényczikk

5.§.

A kereskedelemügyi minister felhatalmaztatik, hogy az oly államutakat vagy államútrészeket, melyek országos, illetőleg hadászati fontosságukat elvesztették, azon törvényhatóságnak további fenntartás és kezelés végett átadhassa, a melynek területén azok átvonulnak.

A törvényhatóság az átvételt meg nem tagadhatja és az államutat, illetőleg annak átadott részét a törvényhatósági útvonalak hálózatába felvenni, azt mint minden más törvényhatósági újtát kezelni és fenntartani köteles.

Az átadásnak, illetve átvételnek egyéb módoszatait a kereskedelmi ügyi minister az illető törvényhatóságok meghallgatása után esetenként állapítja meg.

Hogy az ily államút-átadás következtében az illető törvényhatóságoknak nyújtható-e és mily összegű segítség, azt esetenként a körülményekhez képest a kereskedelemügyi minister a belügyi és pénzügyminiszterekkel egyetértőleg határozza meg.

Az átadás csak akkor lesz fogantatosítható, ha annak indokairól és módoszatairól szóló ministeri előterjesztést a törvényhozás mindkét háza jóváhagyta.

6. §.

Felhatalmaztatik továbbá a kereskedelemügyi minister, hogy viszont az oly törvényhatósági utakat, melyek különösen hadászati szempontokból országos fontosságúakká váltak, az állami utak hálózatába föl-, illetve átvehesse.

Az ily átvétel megelőző külön előterjesztésben, vagy ha az ügy sürgős lenne, vagy ha a felmerülő költségek csekélyek, az átvételt követő legközelebbi állami költség-előirányzat indokolásában, a törvényhozásnak bejelentendő és indokolandó lesz.

A Fliegl Asphaltprofi Thermo a német városok és önkormányzatok számára az elsőszámú választás

Fliegl Martin

Értékesítési vezető
Fliegl Bau- &
Kommunaltechnik GmbH



Ha egy új autópálya alagúton vezet keresztül, vagy egy fákkal övezett út burkolatát kell javítani. Néhány eset a sok közül, amiben már bevált a Fliegl Asphaltprofi Thermo. A hőszigetelt teknő és a letolótechnika zseniális kombinációja lehetővé teszi a beépítés minőségének ugrásszerű javulását. Mindezt számtalan tanulmány igazolja, amiket többek között a darmstadti, bécsi és braunschweigi egyetem, illetve a felső-ausztriai tartományi kormány készített. Több városban, többek között Berlinben, Münchenben, Essenben, Karlsruheban és Heidelbergben alkalmazkodtak már az aszfaltszállítással kapcsolatos pályázatok kiírásánál ezekhez a kritériumokhoz.

Az útépitéshez ideális körülmények, mint a napos, szélcsendes 25 és 30°C közötti nyári idő, illetve hogy a keverő és az építkezés közötti távolság kevesebb, mint 30 perc, rit-

kán adottak. Azonban az aszfaltmunkálatoknak kedvezőtlen körülmények között is zajlaniuk kell.

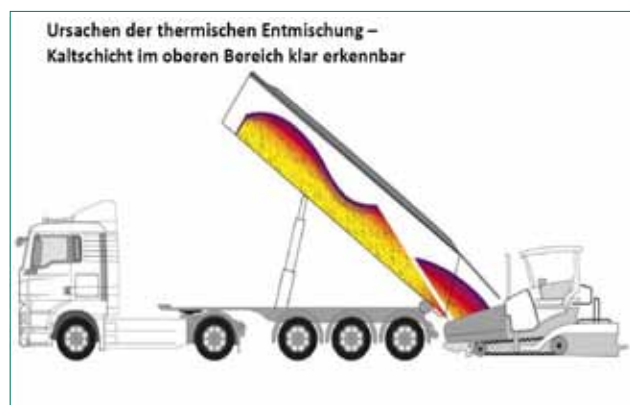
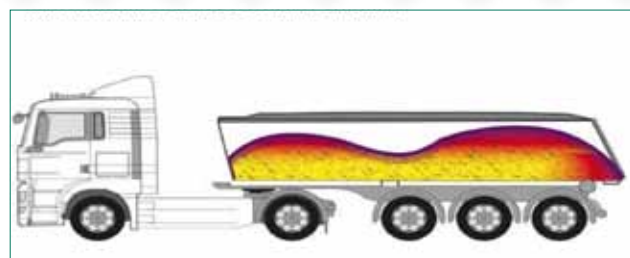
Hagyományos szállítójárműveknél ez részben minőségi hiányosságokat eredményez.

Ennek oka az úgynevezett termikus differenciálódás. Még a hőszigetelt teknőben is képződik a felső résznél egy hidegebb réteg. Ez a hidegebb réteg csúszik elsőként az aszfaltozó gépbe. A Fliegl Asphaltprofi Thermo megoldást kínál erre a problémára. Az aszfalt állandó keverése miatt az állag egyenletes hőmérsékletű marad. Az aszfalt finisherbe való bebillentésekor különböző hőmérsékletű keverék jut a gépbe. A letolás keverésként hat az aszfaltra a leürítés során, így a keverék homogenitása állandó. Ezáltal megszüntethető a használhatatlan aszfalt beépítése, aminek következtében a minőségi előírásoknak maradéktalanul megfelel. A kivitelező vállalkozások számára tehát a letoló rendszerű járművek alkalmazása biztonságot jelent. Segítségükkel a keverék olyan melegen és homogénen szállítható, adagolható hogy a megkövetelt sűrűség és hőmérséklet mindig megfelelő, ezáltal a szerződösszegés és kötbérfizetés teljes mértékben elkerülhető.

A hőmérsékletcsökkenés a letolós technikával jelentősen kisebb, ezáltal az aszfalt jól tömöríthető és beépíthető.

A Fliegl Asphaltprofi Thermo intelligens megoldás azokban a helyzetekben, amikor kevés hely áll a rendelkezésre. Alagutak, hidak, magassági korlátok sem jelentenek gondot. A leürítést nem gátolja semmiféle magasság. A letolás ezen túlmenően nagyobb biztonságot is jelent a billentésnél. Ahol nincs billentés, ott nincs borulási veszély. Továb-

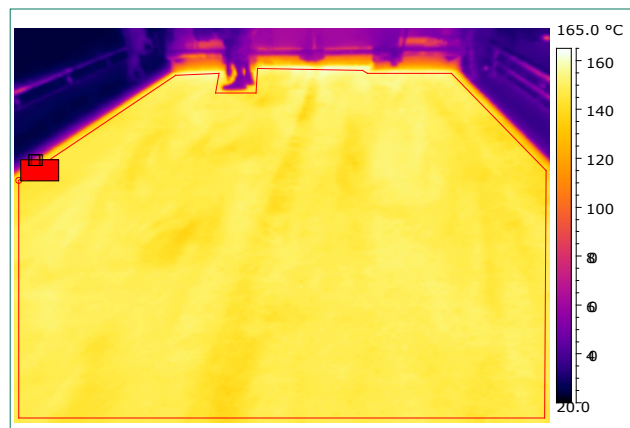
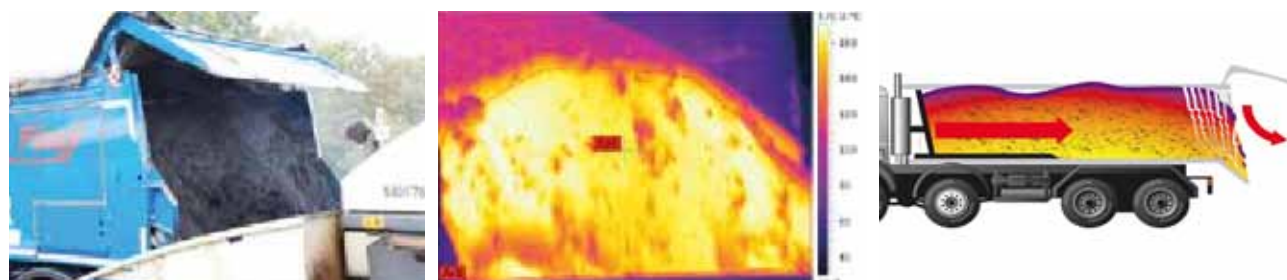




bi előny a veszteség nélküli ürítés. Az időigényes tisztítási folyamatok is megszűnnek, különösen a ragadós keverékek esetében.

A Fliegl Asphaltprofi Thermo használatának többletköltsége kb 1,2–6‰ teszi ki az aszfalt építőipari termelésének. Érdemes ezt a többletköltséget összevetni a reklamációkból adódó, vélhetően magasabb költségekkel. Jó minőségben építeni költségigényes. Rossz minőségben építeni sokkal költségigényesebb. Amit az Asphaltprofi Thermo nyújt:

- lényegesen jobb minőségű és lényegesen tartósabb úttest
- egyszerű aszfaltozás a letolórendszerrel – városi szituációkban, aluljárókban, stb.



- magasabb teljesítmény – nagyobb terület naponta
- problémamentes beépítés érzékeny keverékek esetén is (OPA, PMA, DSHV, PmB stb.)

Fuvarozócégek, illetve alvállalkozók, akik a Fliegl Asphaltprofi Thermo mellett teszik le a voksukat, döntő versenyelőnyt biztosítanak maguk számára. Csökkentik a káreseményeket, és a hatóságok megbízható partnereként állnak rendelkezésre egy közbeszerzési pályázat esetén. Ez nemcsak azt jelenti, hogy a Fliegl Asphaltprofi Thermo egy innováció az aszfaltozás területén, hanem azt is, hogy ez egy racionális befektetés.



A Fiatal Mérnökök Fóruma előadói



Balázs Dorottya, Balog Péter 3. helyezett, Csontos Gabriella 1. helyezett, Dávid Ákos Levente, Hancz Gergő, Herling Gábor, Kelemen Erzsébet, Kiss Mónika Közönségdíj, Kovács László, Nádasi Réka 2. helyezett, Nagy Gyula, Rajcsányi Ferenc, Rédling Péter, Strack Tamás, Szvoboda Krisztián, Tallósi Zoltán

HAPA TAGVÁLLALATAI

Aszfalt Hungária Kft

H-2225 Üllő
belterület, hrsz. 3753.
E-mail: euroaszfalt@euroaszfalt.hu

Budapest Közút Zrt.

H-1115 Budapest
Bánk bán u. 8-12.
Telefon: +36 1 464 8541

Colas Hungária Zrt.

H-1113 Budapest
Bocskai út 73.
Telefon: +36 1 883-1000

Colas Út Zrt.

H-1113 Budapest
Bocskai út 73.
Telefon: +36 1 883 1800

DÉLÚT Kft.

H-6750 Algyő
Kastélykert u. 171.
Pf. 4.
Telefon/Fax: +36 62 517 727

Duna Aszfalt Út és Mélyépítő Kft.

H-6060 Tiszakécske
Béke u. 150.
Telefon: +36 76 540 060

Hazai Építőgépi Társulás Kft.

H-2225 Üllő
Mátyás király u. 33.

He-Do Kft.

H-3261 Pálosvörösmart
Hagyóka u. 1.
Telefon/Fax: +36 37 560 090

MOL Nyrt

H-1117 Budapest
Október 23. u. 18.
Telefon: +36 1 209 0000

OMV Hungária Ásványolaj Kft.

H-1117 Budapest
Október Huszonharmadika utca 6-10.
Telefon: +36 1 381-9700

PENTA Kft.

H-2100 Gödöllő
Kenyérgyári u. 1/E.
Tel: +36 28 529-050

„SOLTÚT” Kft.

H-6320 Solt
Kecskeméti u. 34.
Telefon: +36 78 486-846

Swietelsky Magyarország Kft.

H-1016 Budapest
Mészáros utca 13.
Telefon: +36 1 889-6300, +36 1 188 6350

Útéppark Útépítő és Mélyépítő Kft.

H-8000 Székesfehérvár
Sóstói u. 7.
Telefon/Fax: +36 22 321 001

VértesAszfalt Kft

H-2800 Tatabánya
Réti út 174. Fsz. 4.
Telefon: +36 34 309 219

HAPA TÁRSULT TAGVÁLLALATAI

Ammann Austria GmbH

Anzing 33
A-4113 St. Martin im Mühlkreis
Tel.: +43 7232 29944
Fax +43 7232 29944 24

AUMER Kft.

H-1112 Budapest, Reptéri út 2.
Telefon: +36 1 248 1931

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.
Telefon: +36 1 463 1151

Carmeuse Hungária Kft.

H-7827 Beremend, Pf. 40
Telefon: +36 72 574 930

EuroAszfalt Kft

H-2225 Üllő, belterület 3753 hrsz.
Telefon: +36 29 522 200

EULAB Kft.

H-2120 Dunakeszi, Székesdűlő 135.

INNOTESZT Kft.

H-2225 Üllő, Zsarókahegy hrsz. 053/30.

INNOVIA Kft.

H-2541 Lábatlan, Dunapart 1605/2 hrsz.

ITERCHIMICA S.R.L.

Via G. Marconi, 21, 24040, Suisio (BG), Italy

KONSTRUKTÍV Kft.

H-1165 Budapest, Nyílvesző u. 24.
Telefon: +36 1 291 5389

Mélyépítő Labor Kft.

H-1144 Budapest,
Füredi út 74-76.

Magyar Közút

Nonprofit Zártkörűen Működő Részvénytársaság
H-1024 Budapest, Fényes Elek u. 7-13.
Telefon: +36 1 819 9000

Omya Hungária Mészkefeldolgozó Kft.

H-3300 Eger, Lesrét utca 71.
Telefon: +36 36 531-510

ÖKO-LOGIKA Kft.

H-1039 Budapest, Batthyány u. 35/A.

Prímaenergia Zrt.

H-1117 Budapest, Budafoki út 56.
Levelezési cím: 3014 Hort, Pf.29.
Telefon: +36 80 45-50-50, Fax: +36 1 209-9996

Profi-Bagger Kft.

H-2051 Bátorbágy, Tormásirét u. 6.
Telefon: +36 23 530 893

Rec-Plus Kft.

H-3200 Gyöngyös, Felső-Újvárosi utca 2.
Telefon: +36 30 205 8490

Rettenmaier Austria GmbH & Co.KG

A-1230 Wien, Rudolf-Waisenhorn-Gasse 18.
Telefon: +43 1 886 0688

Tárnóca Kőbánya Kft.

H- 2045 Törökbálint, Torbágy u. 20.
Telefon: +36 23 332 074

TPA HU Kft.

H-1097 Budapest, Illatos út 8.
Telefon: +36 1 211 3220
e-mail: hu@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.
Telefon: 29 517 300



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
4900, Fehérgyarmat külterület 134/23 hrsz – mobil keverő *
2462 Martonvásár, 0152/1 hrsz
8800 Nagykanizsa, 0632 hrsz
7100 Szekszárd, Palánki út 41
2225, Üllő Belterület 3753 hrsz

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