

Az Útburkolat- és Vagyongazdálkodási Világkonferencia (World Conference on Pavement and Asset Management)

Az Olaszországban rendezett Útburkolat- és Vagyongazdálkodási Világkonferencia nagyszámú, magas színvonalú előadása a hazai útügyi szakemberek számára is jól hasznosítható lehet. Elsősorban az adatminőség, a leromlási modellek, a gazdasági, politikai és környezeti gazdálkodási stratégiák, az egész élettartamra vonatkozó (költség)elemzések, valamint a hídgazdálkodás tárgykörében hangoztak el fontos információk. A bemutatott PMS esettanulmányok pedig a hazai útburkolat-gazdálkodás továbbfejlesztésekor használhatók fel.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.6.2

dr. habil. Gáspár László

kutató professzor, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.

e-mail: gaspar.laszlo@kti.hu

1. A VILÁGKONFERENCIA NÉHÁNY JELLEMZŐJE

Az Útburkolat- és Vagyongazdálkodási Világkonferenciát (World Conference on Pavement and Asset Management) 2017. június 12-16-án, az olaszországi Baveno-ban rendezték, amelyen magyar részről a cikk szerzője vett részt. A konferencia két olyan konferenciasorozat közös rendezvénye volt, amelyek már több évtizedes múltra tekintenek vissza [1].

A mintegy 400 résztvevőt számláló konferencia nyitóünnepségén dr. Gáspár László – a Világkonferencia Tudományos Bizottságának tagja – volt az egyik előadó. „Az EPAM konferenciasorozat áttekintése” című előadása, egyebek mellett, visszaidézte az EPAM (Európai Útburkolat- és Vagyongazdálkodási) konferenciasorozat megindításának körülményeit. Eszerint 1998-ban az amerikaiak által szervezett ICPAM (Útburkolat- és Va-

gyongazdálkodási Nemzetközi Konferencia) sorozat dél-afrikai Durban-ben rendezett eseményén, dr. Bakó András professzor kezdeményezésére, tíz európai szakember azt a döntést hozta, hogy a tárgykörben olyan európai konferenciasorozatot indít, amely kontinensünk problémáinak az amerikaiaknál gyakorlatiasabb megoldására való törekvést tüzi ki zászlajára. Az "ötletgazda" Magyarország vállalta az első konferencia (Európai Útburkolat-gazdálkodási Konferencia) budapesti megrendezését 2000-ben [2]. A sorozat későbbi eseményeire – általában négy évenként – Berlinben, a portugál Coimbrában, majd Malmöben került sor. A sorozat második konferenciájától kezdve nevükbe és tárgykörükbe bekerült a „vagyongazdálkodás” (asset management). Három évvel ezelőtt a jelenlegi konferencia szervezői úgy döntöttek, hogy az ICPAM és az EPAM sorozatának első közös világkonferenciáját Olaszországban szervezik meg.

Érdekességképpen említhető, hogy a nyitóünnepség következő előadását „Az ICPAM története” címmel az a 85 éves kanadai Ralph Haas professzor tartotta, aki az 1960-as évek végén – Ronald Hudson amerikai professzorral egy időben, egymástól függetlenül – a „Pavement Management System (PMS, Útburkolat-gazdálkodási rendszer)” elvi alapjait lefektette.

A világkonferencia elején szervezett 3 tutorial (4-4 órás szakmai továbbképzés) után először egy felkért előadó (a német Thomas Linder, a Tudományos Bizottság tagja) tartott érdekes és látványos előadást „A megfelelő közúti infrastruktúra: a jelen és a jövő kihívása” címmel.

A műszaki szekciókat két és fél napon keresztül, párhuzamosan négy teremben szervezték (emellett a mintegy 100 poszter számára is szerveztek szekciót) a következő témakörökben [3]:

- adatminőség és rendszeres adatgyűjtés,
- tervezés és anyagok,
- leromlási modellek,
- gazdasági, politikai és környezeti gazdálkodási stratégiák,
- kulcsfontosságú teljesítményi jellemzők,
- az egész élettartamra vonatkozó (költség) elemzések,
- fenntartási-felújítási technológiák,
- a más infrastruktúra vagyonelemekkel való gazdálkodás,
- PMS esettanulmányok,

- kockázat és biztonság,
- „okos” infrastruktúra és információtechnológia,
- híd- és alagútgazdálkodás.

A következőkben a nagyszámú, értékes előadás közül a hazai, jelen- vagy jövőbeni hasznosításra szóba jöhető prezentációk némelyikének fő eredményeit mutatom be.

2. ADATMINŐSÉG ÉS RENDSZERES ADATGYŪJTÉS

Az ír Mulry és szerzőtársai különböző vizuális és automatizált burkolatállapot-jellemző technológiákat hasonlítottak össze [4]. Első lépésként 104 km-nyi útburkolat felületéről olyan képeket készítettek, amelyeket nagy felbontású, digitális videoberendezéssel, valamint LCMS (lézeres repedésmérő rendszer) alkalmazásával nyertek. Emellett a mindkét eljárással kapott állapotinformációkból a Burkolatállapot Indexet (PSI) is számították. A kétféle megközelítéssel kapott PSI értékek között regresszió elemzéssel összefüggést kerestek. Meglepően magas, $r^2=0,84$ -es korrelációs együtthatóhoz jutottak. Megállapították, hogy az automatikus pályahiba-felvételi eljárásokat, a hagyományosakkal szemben érdemes előtérbe helyezni, mivel azok nemcsak gyorsabbak, olcsóbbak és objektívebbek, hanem megfelelő megbízhatóságú eredményeket is szolgáltatnak.

1. ábra: Burkolatállapot-információk megjelenítése



Az ausztrál Yarza és szerzőtársa a nagy sebességű, automatikus repedésfelvételi rendszer hálózati szintű alkalmazása során szerzett, ausztrál tapasztalatokról számol be. A kutatási munka során, 1820 km-nyi burkolt út egyenetlenségét, keréknyomvályú-mélységét, felületi textúráját és felületi hibáját mérték (1. ábra). Az 1150 km-es összes hosszúságú burkolatlan úton ugyanakkor csupán a felületi hibákat regisztrálták.

Egyértelműen bebizonyosodott, hogy a burkolatok állapotadatait nagy sebesség mellett jellemző berendezés a burkolatgazdálkodásban és az azzal kapcsolatosan szükségessé váló döntések meghozatalában érdemleges segítséget nyújt. Emellett az említett technikával a burkolaton jelentkező hibák felvétele is pontosabbá és ismételhetőbbé vált. Az általuk javasolt rendszer integráns részét képezi az a szoftver, amely az összes gyűjtött információt – környezetével együtt – képernyőn jeleníti meg, és így a közöttük levő kapcsolatok jobb megértését elősegíti.

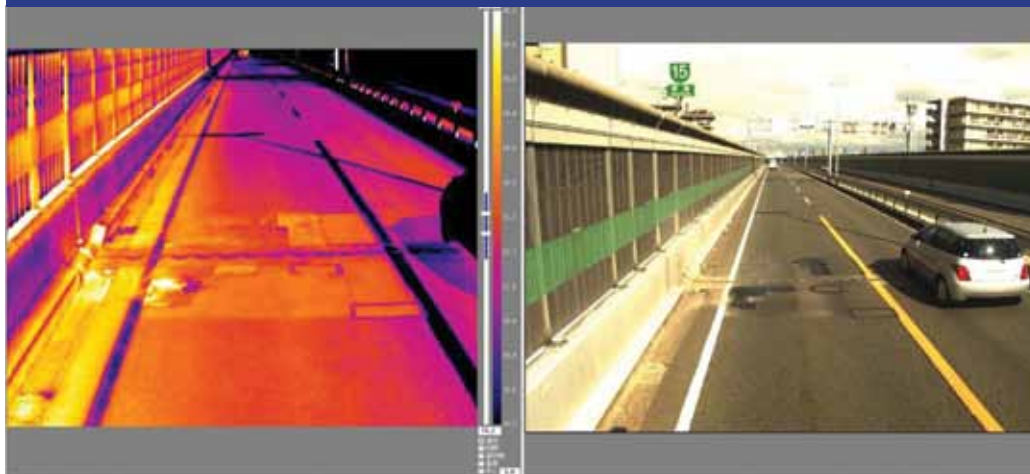
A japán Nakamoto és szerzőtársai infravörös sugárzás alkalmazásával a kátyúk közeljövőben várható keletkezésének veszélyét érzékelő technológia kifejlesztésével foglalkoztak [6]. Az infravörös fényvel működő burkolat-állapot-jellemző technikát az egyik különlegesen nagy forgalmi terhelésű, városi autópályahídon próbálták ki. Az ilyen útszakaszon a már kialakult kátyú a forgalombiztonságra, a járművek által keltett zaj szintjére és a rezgések mértékére jelentős mértékű, kedvezőtlen hatást gyakorol. Ezért nem elegendő a pálya vizuális állapotvizsgálata; a probléma megoldására olyan eljárást kerestek, amely a kátyúsodással fenyegető burkolatrészek kimutatására is képes, hogy az állapotjavítást még a burkolathiba megjelenését megelőzően végrehajthassák. Ez a roncsolásmentes tech-

nológia olyan, a felszín alatt kialakult „üreget” is jelezni tud, amelyekbe a hídlemez és az aszfalt anyagú burkolati réteg elválási helyein levegő vagy akár víz is behatolhat. A levegőnek és a víznek a környező szilárd anyagénál jóval kisebb a hővezető képessége, így a nap-sütés okozta hőmérséklet-emelkedés itt csak késleltetetten következik be. A hőmérséklet-különbségek az egyes burkolatrészek között vizuálisan is érzékelhetőek (2. ábra).

3. TERVEZÉS ÉS ANYAGOK

A szlovén Kulauzovic és Jamnik előadása a hidakba épített WIM – weigh-in-motion (mozgás közben mérő) – tengelysúlymérő berendezések burkolathibák javítására történő felhasználásának lehetőségével foglalkozott [7]. A jelentős útépitési tevékenység – pl. új autópálya építése – általában nagy tömegű anyagszállítást igényel, ami pedig az érintett úthálózat gyors tönkremeneteléhez vezet(het). Nem tekinthető igazságosnak, hogy a felmerülő nagy útfelújítási költségeket egyedül a kivitelező vállalat viselje. Ehelyett, ezeket a költségeket célszerű megosztani az úttulajdonos, az útkezelő és a kivitelező vállalat között. A szerzők által kidolgozott költségmegosztási algoritmus az építés előtti időszakban az utat terhelő nehéz járművek (WIM-adatok) burkolatrongáló hatását és a szóban forgó útszakasz tervezési élettartamát is figyelembe veszi.

2. ábra: Az infravörös-sugárzási és a vizuális kép ugyanazon az útszakaszon



A hindu Pandey és szerzőtársai a nagy tengelysúlyoknak az aszfaltburkolatok üzemi élettartamára gyakorolt hatását vették vizsgálat alá [8]. A burkolat élettartamát fáradás és keréknyomvályú-képződés szempontjából vizsgálták. Az útpályaszerkezethez háromdimenziós végeelem-modellt alakítottak ki. Ennek eredményeit, validálási szándékkal, a KENPAVE pályaszerkezet-tervező program segítségével kapott pályabehajlások értékeivel hasonlították össze. A validált modellet dinamikus terhelésnek vetették alá, hogy a pályaszerkezetben ébredő reakciókat felmérhessék. A tönkremenetel szempontjából legkedvezőtlenebb járműsebességek mellett, a fáradásra és a keréknyomosodásra kritikus nyúlásokat meghatározták. A kapott értékeket az amerikai Asphalt Institute fáradási és keréknyomosodási modelljeibe behelyettesítették; így módjuk nyílt a különlegesen nagy terhelésű járművek burkolatrongáló hatásának felmérésére, ami a szóban forgó járművekre kiszabandó büntetés alapjául szolgálhat.

A portugál Duarte és szerzőtársai olyan új döntéstámogató eljárásra tettek javaslatot, amely a gumiabroncs és a burkolat közötti kölcsönhatást energiai szempontból modellezi [9]. Az útpályán a közlekedési tevékenységből elérhető energia-előállítás mértéke a járművek különböző mozgástípusainak (gördülésnek, fékezésnek, gyorsításnak) is függvénye. A szerzők által MATLAB® környezetre kialakított eljárás a keletkező energiát numerikus és grafikus formában is bemutatja. Lehetséges felhasználási területként a sebességcsökkentő és „energiaszüretelő” berendezések fejlesztése szóba jöhet. A felhasználó számára nagyon sok variáció figyelembevételét teszi lehetővé.

4. ROMLÁSI MODELLEK

A svéd Erlingsson és szerzőtársai mechanikai-tapasztalati keréknyomvályú kialakulási modellt dolgozott ki [10]. Az új modellt a burkolatromlási típus időbeli alakulását előre becsülhetővé teszi. A szerzők célkitűzése szerint ez az eljárás az új, svéd, útburkolati vagyongazdálkodási rendszer egyik fontos elemét képezi majd. A modell első része, különböző terhelés és hőmérsékleti kombinációk esetében,

a pályaszerkezet reakcióját teszi meghatározhatóvá. A második, teljesítmény-előrebecslő elem a burkolat időegységénként bekövetkező romlásának mértéke alapján a teljesítmény alakulását a teljes tervezési időszakra megbecsülhetővé teszi. A modell validálására az LTPP (burkolat teljesítmény hosszú távú követésére szolgáló) útszakasz állapotidősora szolgált. A modell általában megfelelőnek bizonyult, bár az élettartam vége felé valamivel lassabb keréknyomvályúsodást jelzett előre, mint amekkorát a megfigyelt útszakaszon regisztráltak.

Az amerikai Paz és szerzőtársai a burkolatok leromlási modelljeinek korlátait tekintette át, és a tárgykörben megoldási javaslattal élt [11]. Szakirodalmi áttekintésük egyik fontos megállapítása, hogy a világszerte elterjedt burkolatromlási modellek általában valamilyen klasztereket alkalmaznak, valamint a klasztereknek az optimális számát és a legfontosabb ható változókat eleve ismertnek tételezik fel. A modellek további általános jellemzője, hogy célfüggvényként rendszerint az összegezett négyzetes hibák minimalizálását választják. Ez az összegezett négyzetes hiba pedig újabb klaszterek és/vagy ható változók felvétele esetében kisebbé válik. A korlátozás csökkentésére a Bayes-hipotézist hasznosító, Információs Kritegiumon alapuló matematikai programozási módszert javasolják, amelynek nagy előnye, hogy a klaszterek számának előzetes ismeretét nem igényli. A módszer kísérleti alkalmazása során azt találták, hogy az optimális megoldáshoz hét klaszter alkalmazásával jutnak.

Az ausztrál Manoharan és szerzőtársai előadásuk témájául a burkolat hátralevő szerkezeti élettartamának a forgalmi sebességgel mérő deflektométerrel kapott eredményeken alapuló előrebecslését választották [12]. A TSD (Traffic Speed Deflectometer, forgalmi sebességgel mérő deflektométer) lényege a járműre felszerelt olyan Doppler lézerezrendszer, amely a burkolatok terherbírását – a forgalmi folyamat akadályoztatása nélkül – folyamatosan mérni tudja. A nagy mérési sebesség mellett szolgáltatott, nagy pontosságú behajlási teknők valamely úthálózat olyan kezelési feladatainak megoldásához rendkívül hasznosak, mint a burkolatfelújítási igények és a

hátralevő burkolat-élettartam előrebecslése. Az előadás fő célját olyan egyszerű szerkezeti élet-tartam előrebecslési módszertan ismertetése képezi, amely a TSD-vel nyert legnagyobb behajlásokat hasznosítja. Az eljárás az FWD legnagyobb behajlásával operáló, „még eltűrhető behajlás elvét” hasznosítja; ez az elv Ausztráliában a szemcsés anyagú és az aszfalt burkolatú pályaszerkezetek erősítésének tervezéséhez terjedt el.

5. GAZDASÁGI, POLITIKAI ÉS KÖRNYEZETI GAZDÁLKODÁSI STRATÉGIÁK

Az angol Buckland és szerzőtársai az útfenntartási ráfordítások különböző területeken jelentkező előnyeit vették vizsgálat alá [13]. Korábban az Egyesült Királyságban felmérték, hogy az útfenntartásra fordított pénzeszközök szintje a fenntartási igények hosszú távú költségeihez hogyan viszonylik. Ennek során az úton folyó munkák alkalmával felmerülő, használói többletköltségekre is tekintettel voltak. Az angol TRL kutatóintézetben kifejlesztett új szoftver a nemzetgazdaság más ágaiban felmerülő előnyökre is kitér. Vannak azonban még olyan költség-helyek, amelyek alapadat híján még nem számszerűsíthetők. Kisforgalmú utakon az új szoftvert már sikeresen alkalmazták.

A román Tartari és szerzőtársa a természetes bitumennel foglalkozott [14]. A természetes bitument a kőolajból gyártott bitumen adalékszereként általánosan hasznosítják. A természetes bitumen a kötőanyag konzisztenciáját, viszkozitását és stabilitását a vegyi úton előállított legkiválóbb adalékszerekhez hasonlóan növeli, ugyanakkor az öregedéssel szembeni ellenállását és a hidegviselkedését is javítja. Tapasztalat szerint a nagy forgalomra alkalmas pályaszerkezetek aszfalt kopórétegének vastagsága érdemlegesen csökkenthető, illetve tartóssága javul, ha kötőanyaga természetes bitument is tartalmaz. Az LCA (Life Cycle Assessment, a teljes élettartamra kiterjedő értékelés) azt mutatta, hogy a természetes bitumen alkalmazásával – a hagyományos bitumenhez képest – kb. 50%-os energia-megtakarítás és a CO₂ kibocsátásban 44% körüli csökkenés érhető el.

A német Heller előadása a közúti fenntartási források úthálózatok közötti szétosztására

összpontosított [15]. Világszerte általánosan elterjedt az az egyszerű és transzparens megoldás, amely szerint a közútkezelők a fenntartási forrásokat hálózatok vagy hálózatrészek között ún. elosztási kulcs alkalmazásával osztják szét. Az elosztási kulcsokat elsősorban a burkolatállapot, másodsorban az úthálózat összes hosszúsága és az egyes szakaszok forgalmi terhelése befolyásolja. Egyértelmű hátránya azonban a megoldásnak, hogy a különösen rossz állapotú útszakaszok térbeli elhelyezkedését nem veszi figyelembe; ugyanis az egymás közelében levő részsakaszok felújítása – a szétszórtan jelentkezőkhöz képest – gazdaságosabban hajtható végre.

A dél-afrikai Moodley a fenntartási és felújítási projektek elsőbbségi sorolásához javasolt módszert [16]. Közismert, hogy az útburkolatok rossz állapota a különböző gazdasági tevékenységekre hátrányos hatást gyakorol. Az útgazdálkodási stratégiai döntések fenntarthatóságának biztosítására az egész élettartam alatti költségek számítása és a kockázatelemzés egyre inkább terjed. Az egyik dél-afrikai település ennek érdekében fejlesztette ki azt az útgazdálkodási rendszerét, amelyet az egész élettartam alatti költségek elemzése és a ráfordítások korlátozott anyagi eszközök melletti optimalása jellemez. A fenntartási és a felújítási projektek elsőbbségi sorolásakor a „görbe alatti terület” típusú optimalizáló függvényt alkalmazták. Ugyanakkor a nem-mérnöki szektor részéről egyre nagyobb nyomás tapasztalható a „rosszabb állapot javítása először” megközelítés alkalmazása irányába, pedig egyértelműen nem ez a rendelkezésre álló források optimális felhasználási módszere; a javasolt elosztási eljárás a hosszú távú következményeket is messze-messzeen figyelembe veszi.

6. KULCSFONTOSSÁGÚ TELJESÍTMÉNYI JELLEMZŐK

Az osztrák Weninger-Vycudil és szerzőtársai olyan nemzetközi téma fő eredményeiről számoltak be, amely a társadalmi jellemzőknek a vagyongazdálkodásba történő alkalmazására összpontosított [17]. A közúti infrastruktúra különböző fenntartási stratégiáinak értékelésekor – a funkcionális jellemzőkön túlmenően – a társadalmi

szempontok világszerte egyre fontosabbá válnak. Az ISABELA-projekt (a társadalmi szempontok és előnyök az egész élettartam alatti vagyongazdálkodásban) fő célkitűzése olyan holisztikus vagyongazdálkodási rendszer kifejlesztése, amely a legfontosabb társadalmi mérőszámokat és a társadalmi hasznokat is tekintetbe veszi. Ezeket a hasznokat a pénzértékben kifejezhető és abban ki nem fejezhető társadalmi hatások: a forrás-ráfordítási, társadalmi hátrálék és a társadalmi kockázat formájában fejezik ki. Olyan egyértelmű és indokolható társadalmi mérőszámokkal operál, amelyek a különböző műszaki paraméterekkel kombinálhatók. A projekt a következő paraméterekkel dolgozik: a forgalom rendelkezésre állása, a forgalomzavarás, a közlekedés hatékonysága (utazási idő, a járműüzemeltetési költségek, stb.), a forgalombiztonság (az utak állapotával kapcsolatba hozható halálos kimenetelű és súlyos sérüléssel járó balesetek), a környezet (zaj, légszennyezés, természeti erőforrások, stb.) és a társadalmi-gazdasági szempontok (vagyonérték, szélesebb körű társadalmi hatások, stb.).

A brazil Paez és szerzőtársai olyan burkolatállapot index kifejlesztését választották témájukul, amely a városi burkolatgazdálkodási rendszer céljait szolgálja [18]. Nem ritka a különböző útburkolat-állapot indexeknek a városi útburkolat-gazdálkodási rendszerekben történő alkalmazása. A cikk az amerikai SHRP programban, a hajlékony pályaszerkezetekre választott hibatípusokat, súlyossági mértékeket és kiterjedési besorolásokat veszi alapul. A városi burkolatállapot indexnek a kialakításakor a szóban forgó brazil város pályaszerkezet-tervezési, az építőanyagokkal összefüggő, az építési, a minőségellenőrzési és az állapotjavító stratégiákkal összefüggő jellemzőit veszik alapul. Az index kifejlesztése a következő három lépésben történt: az egyes burkolathiba-típusok súlyozó tényezőinek szakértői véleményekre támaszkodó megállapítása; a hibasúlyosságok súlyozó tényezőinek a megállapítása; a hibakiterjedések súlyozó tényezőinek a megállapítása. A kiterjedt esettanulmány az ország különböző részeiből választott 10 402 db útszakaszra terjedt ki.

Az ír Feighan és szerzőtársai előadásukban a stratégiai és taktikai szintű, fontos teljesítményi mérőszámokkal foglalkoztak [19]. Az ír Transport

Infrastructure Ireland (TII) az 5300 km-nyi országos közúthálózatra már évtizedek óta alkalmazott útburkolati vagyongazdálkodási rendszerét továbbfejlesztette, amennyiben azt a burkolat teljesítmény számos jellemzőjének mérésére és bemutatására kiterjedő, jól ismételt elemmel egészítette ki. Az Új-Zélandban kidolgozott közelítést követve, a kulcsfontosságú teljesítményi mérőszámok megjelenítésére három – stratégiai, taktikai és operatív – szintet különböztettek meg. Ezek közül a stratégiai szint a felső szintű döntéshozók és menedzserek igényeinek kielégítésére szolgál; ezek a teljesítményi mérőszámok sokkal inkább kvalitatív jellegűek, mint számszerűsítettek. Ugyanakkor a taktikai szintű, kulcsfontosságú teljesítményi paraméterek már inkább a részletekbe mennek, mivel arról nyújtanak információt, hogy az anyagi eszközök ráfordítása az útgazdálkodás különböző területeire milyen hatást gyakorol. A műszaki és a gazdasági paraméterek változása és időbeli trendje, valamint a területi és útkategóriák szerinti különbségek bemutatása ebben a csoportban általánosan elterjedt. A harmadik, operatív mérőszámcsoporthoz a rövid távú (legfeljebb egy éves) tervezéssel – részletes tervek, mennyiségek, költségek, munkautasítások, szerződések, stb. – van közvetlen összefüggésben. A TII által kialakított következő teljesítményi mérőszámok mind stratégiai, mind pedig taktikai szintűek: pályaszerkezeti épség, a burkolat épsége, az útpálya csúszásellenállása, a burkolatra történő költség-ráfordítás szintje, a burkolat gazdasági hatékonysága, a burkolat fenntarthatósága, a burkolat használoinak kielégítettségi szintje. A következő paraméterekhez stratégiai szinten csak kvalitatív információk szolgálnak: pályaszerkezeti épség, a burkolat épsége, az útpálya csúszásellenállása. Ezek a taktikai szinten alkalmazott, számszerűsített mérőszámok a következő kategóriák valamelyikébe történő sorolásával hozhatók létre: nagyon jó, jó, közepes, gyenge, nagyon gyenge.

7. AZ EGÉSZ ÉLETTARTAMRA VONATKOZÓ (KÖLTSÉG)ELEMZÉSEK

Az amerikai Buss és szerzőtársai a kisforgalmú utakra speciális (egyszerűsített) élettartamköltség modellt alakított ki [20]. Gyakran felmerülő feladat, hogy valamely közúti projekt számos lehetséges pályaszerkezet-vál-

tozata közül kell választani. Általánosan elterjedt ilyenkor az élettartamköltségek olyan elemzése, amelynek vizsgálati időtartama legalább egyszeri, több pályaszerkezeti réteg cseréjével történő felújítást is magában foglal. Az élettartamköltség-elemzés arra irányul, hogy a vizsgálati időtartam alatt a legkisebb ráfordítást igénylő pályaszerkezet-változatot ki lehessen választani. A burkolatteljesítmény használhatósági előrebecslésekor olyan teljesítményi mérőszámokat alkalmaznak, mint a hosszirányú pályaegyenletlenséget jellemző IRI (nemzetközi egyenletlenségi index), felületi repedések mennyisége (felületaránya) vagy a keréknyomvályú-mélység. A teljesítményi információsorot költségadatokkal együtt használják, hogy az egyes változatok költség-haszon elemzése is végrehajtható legyen. Ez utóbbi viszonylag nagy időráfordítást és ezzel jelentős kiadást igényel. A szerzők egyszerűsítési javaslatokkal élnek arra az esetre, amikor üzemi szervezetek kisméretű, burkolt utakra akarják az elemzést végrehajtani. Nagy szerepet szánunk a szóban forgó pályaszerkezet-típusra kialakított hálózati viselkedési modelljüknek is.

A francia Santos és szerzőtársai az egész élettartam alatt várható üvegházhatású gázok kibocsátásának az optimális útburkolat-fenntartási program készítésekor történő figyelembevételét választották előadásuk témájául [21]. A közúti szervezetek számára nyilvánvalóvá vált, hogy az optimalizáló burkolatgazdálkodási rendszereiket (PMS-eiket) környezeti szempontokkal is ki kell egészíteniük, mivel a burkolatgazdálkodással összefüggő tevékenységek az üvegházhatású gázok kibocsátására érdemleges hatást gyakorolnak. A többcélú optimalizálás a burkolatgazdálkodással kapcsolatos gazdasági és környezeti következmények egyidejű figyelembevételére hatékony technikának bizonyult. Ebben segítségül van az üvegházhatású gázok kibocsátásának „költségelése”. Az előadók megvizsgálták, hogy az utak kezelésével összefüggő döntéseket ez a két szempont hogyan befolyásolja. Ehhez kapcsolódóan egy amerikai esettanulmányt is ismertettek, amely genetikai algoritmus alkalmazásával a kezelői költségeket, az úthasználói költsége-

ket és az üvegházhatású gázok kibocsátását egyaránt figyelembe veszi.

A kanadai Laurent és szerzőtársai az útburkolatok felületi érdességének mérésére ismertettek újszerű eljárást [22]. Ismeretesek, bár nem széles körűen alkalmazottak a 3D keresztprofilmérési eljárások (pl. az LCMS lézeres repedésmérő rendszer), amelyeket a pályán jelentkező nyílt (kiöntetlen) repedések megjelenítésére tartanak megfelelőnek. A szerzők azt mutatták be, hogy az LCMS a pálya felületi makrotextúrájának a jellemzésére is alkalmas, mégpedig legalább olyan pontossággal mint a 32 vagy 64 kHz-es, pontonkénti textúramérő lézeres technikák. (Az összehasonlító méréssorozat azt igazolta, hogy a kétféle technikával mért textúra értékek, 92%-os korrelációs együttható mellett, megfeleltek egymásnak). Emellett, mivel az LCMS a teljes pálya textúráját képes mérni, a kiöntött repedésekről, a felületi kötőanyag-feldúsulásról („izzadás”-ról) vagy zúzalékkipergésről is képes információkat szolgáltatni (3. ábra).

3. ábra: Kiöntött burkolatrepedések LCMS készülékkel való megjelenítése



A szerb Ćirilović és szerzőtársai olyan burkolatfenntartási modellt ismertettek, amely az egész élettartamra vonatkozó elemzést (LCA) és az egész élettartamra vonatkozó költségelemzést (LCCA) hálózati szinten egyesíti [23]. A legtöbb világszerte sikeresen alkalmazott útburkolat-gazdálkodási rendszer (PMS) az optimális fenntartási stratégiákat a teljes társadalmi (kezelői + használói) költség minimalása mellett választja ki. Újabb a környezeti költségeket is egyre nagyobb

mértékgigyelembe veszik, amelyeknek mértéke a romló burkolatállapottal növekszik. Bár az állapotjavító beavatkozással a káros anyag kibocsátása növekszik, az úton folyó munkák során jelentős környezeti károkkal kell számolni. A szerzők olyan modellt ismertettek, amely az említett hatásokat az LCA és LCCA integrálása révén az egész élettartamra hálózati szinten tekintetbe veszi. A kialakított modellt a szerb országos közúthálózatra sikeresen alkalmazták.

8. FENNTARTÁSI-FELÚJÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK

Az amerikai Tsai és szerzőtársa az útburkolatok időben elhalasztott felújításának kritikus következményeivel foglalkozott [24]. Világszerte általánosnak tekinthető, hogy a kedvezőtlen gazdasági körülmények között az állapota miatt beavatkozást igénylő útburkolatok felújítására időben nem kerül sor. A szerzők kísérletet tesznek arra, hogy az elmaradt újraburkolás pénzügyi következményeit felmérjék. Ennek érdekében PMS-ük adattárából a beavatkozási kritériumokat és az állapotidősorokat hasznosították. Az elvégzett esettanulmány alapján azt találták, hogy a későbbre halasztott felújítás következtében az újraburkolás költségéhez többletként a mély kátyúk kitöltésének igénye ugrásszerűen megnövekszik, és az általános

burkolatállapot rosszabbodik. A legjellegzetesebb úthasználói költségtpust, a járműüzemeltetési költséget – egy amerikai modellel előrebecsült – IRI (nemzetközi egyenletlenségi index) alapján kalkulálták. Érdekes eredmény, hogy a vizsgált időszakban a használói költségek az építési költségek mintegy 16-szorosára adódtak. Az elhalasztott beavatkozás miatt az építési és a használói költségeknek az összege évenként, átlagosan 6%-kal nagyobb lett.

Az olasz Pasetto és szerzőtársai újszerű kátyúzási módszerről számoltak be [25]. A kátyúk javítására a hideg aszfaltkeverékek bedolgozása – megfelelő időben és megfelelő technológiával – rövid vagy középtávú megoldásnak bizonyul. Így, főleg kis vagy közepes forgalmi terhelés mellett, a további burkolatromlást képes visszaszorítani. Környezetbarát megoldásnak számít, ha a kátyúzó keverék újrahasznosított aszfaltanyagot is tartalmaz. A szerzők tapasztalata (széles körű laboratóriumi vizsgálatok eredménye) szerint, a bontott bitumenes tetőzsindely ez irányú hasznosítása még a kátyúzó keverék mechanikai tulajdonságait is javítja. A közeljövőben kísérleti szakaszok készítésével és rendszeres megfigyelésével kívánják a technológia megfelelőségét igazolni.

Az amerikai Shuler és szerzőtársa az aszfaltburkolatokban kialakult reflexiós repedések kezeléséről készített előadást [26]. Új, aszfalt anyagú erősítőrétegek megfelelő teljesítményét gyakran veszélyezteti a maradó pályaszerkezeti rétegek esetleges repedezettsége. Ezek a repedések áthatolhatnak az új rétegen, ún. reflexiós repedés formájában. Ez utóbbi a víz vagy törmelék pályaszerkezetbe behatolását teszi lehetővé, csökkentve az erősítőréteg élettartamát. Nagy gazdasági jelentősége lehet tehát annak, ha ezeknek a reflexiós repedéseknek a kialakulási esélyét érdemlegesen csökkentik. A szerzők a következő két,

4. ábra: A Glasgrid elnevezésű üvegrost rács



reflexiós repedés visszaszorító technológia hatékonyságát vették vizsgálat alá: Glasgrid néven szabadalmaztatott üvegrost rács (4. ábra) és polimerrel modifikált bitumenes aszfalt feszültségnyelő, közbenső réteg. A két technológia alkalmazásával kísérleti szakasz épült, referenciaszakasszal. A szakaszok állapotát hat éven keresztül, félévente figyelemmel kísérték, és nemcsak egymással, hanem a felújítás előtti pályán tapasztalt repedések mennyiségével is összehasonlították. A repedéscsökkentésben a Glasgrid rendkívül hatékonynak bizonyult, mivel még 6 év után is a korábbi repedéseknek csupán 30%-a ütött át az új kopórétegen.

Az amerikai Bryce és szerzőtársai a különböző állapotmegőrző technológiáknak a burkolatteljesítményre gyakorolt hatását taglalták [27]. Közismert, hogy az állagmegőrző technikák célja az útburkolatok funkcionális minőségének megőrzése és/vagy javítása, a víz pályaszerkezetbe történő behatolásának megakadályozásával, a leromlás lassításával vagy a lokális hibák javításával. Így a költséges felújítások vagy pályaszerkezet-csere időpontja érdemlegesen elodázható; bár a szerkezeti kapacitást nem növeli, a burkolatteljesítmény nagyobb lesz, az üzemi élettartam meghosszabbodik, és az élettartamköltségek mérséklődnek. Az állagmegővő technológiáknak a burkolat rövid és hosszú távú teljesítményére gyakorolt hatásáról – egyebek mellett – az amerikai LTPP (hosszú távú burkolatteljesítmény) program hasznos információkat hozott létre. Az előadás a vékony aszfaltrétegeknek a pályaszerkezet azonnali és hosszú távú teljesítményére gyakorolt hatásával összefüggő információkat értékelte. Az állapotparaméterek közül a hosszirányú felületi egyenetlenséget és a keréknyomvályú-mélységet vették vizsgálat alá; mindkét paraméternél érdemleges rövid és hosszú távú javulást regisztráltak.

9. A MÁS INFRASTRUKTÚRA VAGYONELEMEKKEL VALÓ GAZDÁLKODÁS

Az ír Feighan és szerzőtársai a járdagazdálkodás témakörébe vezették be a hallgatóságot [28]. Írországbán szakértőcsoport működött a gyalogjárdák állapotának jellemzése és a szó-

ba jövő hibatípusok definiálása tárgykerben. A tárgyalásba bevontak olyan biztosító társaságot is, amely nagyszámú, járdán bekövetkezett baleset biztosítási ügyeivel foglalkozik. Négyféle – beton, aszfalt, kőlapokkal burkolt és idomkő – burkolatú járdákra négyfokozatú állapotosztályozási rendszert alakítottak ki. Az állapotvizsgálati módszerre és az összesített értékelésre – a rendelkezésre álló szakirodalmi forrásokot is messzemenően hasznosítva – kézikönyvet szerkesztettek. A járdahibákat négy csoportra osztották: utazással összefüggésben levők, mozgási jellegűek, közműekkel kapcsolatosak és szegélyekkel összefüggők. A súlyosságát három kategóriába sorolták. A mobiltelefonos applikáció segítségével felvett járdaállapot-adatokat a PMS-be táplálják.

A japán Mizutani és szerzőtársai a drénaszfaltokra speciális gazdálkodási módszereket dolgoztak ki [29]. Az elmúlt évtizedekben a japán autópályákon egyre gyakoribbá vált a forgalombiztonsági céllal épített drénaszfaltok (vízáteresztő aszfaltok) alkalmazása. Ez utóbbiakon hamarabb keletkeznek lokális burkolathibák (főleg kátyúk), mint a hagyományos, tömör aszfalt kopórétegek felületén. Javaslatot készítettek a drénaszfalt pálya lokális hibáinak jellemzési módszerére. Ennek során az útburkolat felületét $1\text{m} \times 0,875\text{m}$ -es részekre osztják, amelyeken a meghibásodás folyamatát végigkísérik. Mivel minden burkolatrész rendszeres megfigyelése gyakorlatilag nem jöhet számításba, az állapotadatokat statisztikai módszerekkel – összegezett Markov leromlási modell alkalmazásával – nagyobb felületekre (egy-egy forgalmi sáv 10 m-es hosszúságú szakaszára) kiterjesztik. A módszer hatékonyságát számos esettanulmányban igazolták.

10. PMS ESETTANULMÁNYOK

A kanadai Wafa és szerzőtársai innovatív megoldást dolgoztak ki egy nagyváros közúti vagyongazdálkodására [30]. A mintegy 500 000 lakosú, gyors iramban fejlődő Hamilton városának közúti vagyongazdálkodásába a közelmúltban sok újdonságot vezettek be. Az előadók a különböző tervezési paraméterekkel, a jellegzetes helyszíni viszonyokkal, anyagtulajdonságokkal és a döntéshozatal se-

gító élettartamköltség-számítási eljárásokkal foglalkoztak. A legnagyobb terhelési szinttől az egészen kis forgalom nagyságig olyan innovatív anyagokat fejlesztettek ki, amelyek a burkolatok hosszú élettartamát képesek biztosítani. Döntési fát fejlesztettek ki, amelynek segítségével a megfelelő beavatkozási technológiákat ki lehet választani (1. táblázat). Az egyik városi útra végrehajtott esettanulmány a döntési fa sikerességét bizonyította. Említést érdemel az a tapasztalatuk, hogy a vékony beton erősítőréteget különösen hatékonyak találták.

A portugál Marcelino és szerzőtársai a burkolatállapot-jellemzés nemzetközi gyakorlatát tekintették át [31]. Az útburkolat-gazdálkodási rendszerek megfelelő működéséhez teljesítményi mérőszámok ismerete szükséges. Az egyik legfontosabb mérőszámcsoporthoz, a burkolatállapot-paraméterek felvétele, amelynek gyakorlata országoként különböző. Általános tapasztalatként megállapítható, hogy a korszerű útkezelés teljesítmény alapú és egyre inkább üzleti jellegű. A mérhető állapotjellemzők a használói várakozásokhoz való viszonyításra nyújtanak lehetőséget. Világszerte növekszik a teljesítményi alapú építési szerződések alkalmazása, sőt több országban – így az Egyesült Államokban és Ausztráliában – a teljesítményi alapú fenntartási szerződések is gyakoribbakká váltak. Általánosan az jellemző, hogy hossz- és keresztirányú felületi egyenetlenséget, a fe-

lületi textúrát, csúszásellenállást, teherbírást és felületi hibákat mérik. Érdekes az az amerikai javaslat, hogy a szerkezeti állapotot – teljesen újszerűen – a keréknyomvályú-mélységgel és a repedések mennyiségének felvételével jellemezzék. A különböző országok gyakran egymástól alapvetően eltérő állapotjellemzési gyakorlata lehetetlenné teszi nemzetközileg egységes „benchmark”-ok kialakítását.

Az amerikai Zimmerman előadásában azzal foglalkozott, hogy a PMS-ek működtetését milyen újabb szempontok befolyásolják [32]. A világ számos országában már több mint 30 éve útburkolat-gazdálkodási rendszerek (PMS-ek) működnek, amelyek a forráselosztásban, valamint a projektek és a beavatkozások sorolásában nyújtanak segítséget. Ezek működtetését azonban a korábbi gyakorlattól némileg eltérővé teszik a következő tényezők: az időközbeni technológiai fejlődés, a kezelőszervezetek nagyobb mértékű elszámoltathatóságára irányuló társadalmi igény, az „öregedő” infrastruktúrából származó problémák, a rendelkezésre álló közúti források korlátozottsága. Beszámolt az Egyesült Államok és Kanada ez irányú gyakorlatáról, ú.m.: az útburkolat-gazdálkodási szoftverek; a burkolatállapot-előrebecslő modellek „tudományossága”; a PMS adatok döntéshozatalban és forráselosztásban való hasznosítása; a PMS adatoknak az érdekeltekhez való eljutása; a PMS adatoknak a teljesítmény alapú szabályozások kidolgozásakor

1. táblázat: Erősítés előtt javítási technológiák

Hibafajta	Célszerű javítási módszer
Földmű és/vagy alsó alaprétteg hibái	Megfelelő szilárdságú anyaggal való csere
Olyan súlyos hibák, amelyek a térben egyenetlen aszfaltszilárdsághoz vezetnek	A hibás anyag eltávolítása után, geotextília elválasztó réteggel készült, aszfalt vagy beton anyagú pótlás; az esetleges víztelenítési problémák megoldása
Reflexiók repedések	Teljes vastagságú burkolatcsere betonréteggel vagy geotextília elválasztóréteg feletti aszfaltréteggel
Kátyúk	A kátyú aszfaltanyaggal való kitöltése
Burkolatgyűrődés	Marás
Keréknyomvályú	Marás
A kopóréteg legnagyobb adalékanyag szemcse átmérőjénél nagyobb megnyílású repedés	Aszfaltanyaggal vagy más önthető kitöltőanyaggal való javítás

történő hasznosítása; a továbbfejlesztési szándékú kezdeményezések és technológiák.

A chilei Lird és szerzőtársai városi útburkolat-gazdálkodási rendszer (PMS) kifejlesztéséről szóltak [33]. A városi burkolatgazdálkodási rendszer kidolgozói számos olyan problémával kerülnek szembe, amelyek a településeken kívüli utak burkolatának gazdálkodásakor nem merülnek fel. A fejlődő országok településeinek burkolata általában túlságosan alacsony szolgáltatási színvonalú, ami a lakosság számára különböző hátrányokat jelent, emellett még nemzetgazdasági szintű költségnövekedéssel jár. A problémák jelentkezésének két fő oka: a városi burkolatok kezelése rendszerint nem egyetlen szervezet feladata, illetve a tudományos alapú útburkolat-gazdálkodási rendszer nem áll rendelkezésre. Az előadók egy városi PMS-re adtak javaslatot. A rendszer valamennyi hálózati szinten és hosszú távon ható műszaki, gazdasági, földrajzi, társadalmi és környezeti tényezőt tekintetbe vesz. A PMS fő elemei: a városi utak műszaki állapotértékelésének módszertana; az előbbi eredménye alapján összesített városi burkolatállapot-index számítása hálózati alkalmazásra; a kialakított teljesítményi modellek; az egyes fenntartási stratégiák meghatározása, gazdasági elemzése és optimalása. A hálózati szinten történő alkalmazás olyan elsőbbségi sorolást is igényel, amely GIS-alapú és online kezelőfelületen működik.

11. KOCKÁZAT ÉS BIZTONSÁG

A kanadai Haas és szerzőtársai komplex közúti vagyongazdálkodási rendszert dolgoztak ki [34]. A különböző országok közúti vagyongazdálkodásában a vagyonelemeknek az egész

élettartamra történő optimalása céljából végzett számszerűsített felmérése fontos szerepet játszik. Emellett azonban olyan, „nehezebben jellemezhető” elemeket sem szabad figyelmen kívül hagyni, mint a forgalombiztonság, a szakmai ismeretek, az innováció, az erőforrások és a környezettel kapcsolatos intézkedések. A szerzők arra tettek kísérletet, hogy az előbbieken említett elemeket, számszerűsítetten a közúti vagyongazdálkodás részévé tegyék. Esettanulmányként – hidjaival együtt – egy úthálózatot választottak, ahol a forgalombiztonságot javító, számszerűsített beavatkozásokat is vagyongazdálkodási elemként kezelték. A 0 és 100 közötti skálájú, összesített vagyoni index (OAI) mintegy kétharmad részben az útburkolattól függ, míg a fennmaradó rész a hidakkal és a biztonságjavítással függ össze (2. táblázat). A tudás, az innováció, az erőforrás-megőrzés és a környezetvédelem vagyongazdálkodásba bevonásának lehetőségét szintén vizsgálták.

Az olasz Crispino és szerzőtársai az infrastruktúrával foglalkozó cégek kockázatkezelését tárgyalták [35]. Az egyes vizsgált vállalatoknál, azok különböző szabályozásait, szerződés-kötési gyakorlatát és szervezési kérdéseit tekintettek át, amikor kockázatkezelésüket vizsgálták. A cégek kockázatkezelési rendszerének a következő területekre célszerű összpontosítaniuk:

- a kockázatkezelés minden üzleti tevékenységbe történő bevonása, hogy a kockázatcsökkentés stratégiáját és a hatékony forráselosztást meg lehessen tervezni,
- a kockázatkezelésnek az egyes szervezeti egységeken belül és külföldön való sikeres megoldása,

2. táblázat: Az összesített vagyoniindex alindexeinek osztályzatai

		Osztályzat		
Vagyongazdálkodási katalógus	Vagyonállapot	3 (jó)	2 (közepes)	1 (gyenge)
Burkolatállapot	IRI (m/km)	<1.5	1.5-2.7	>2.7
	Táblalépcső (mm)	<2.5	2.5-5	>5
	Súrlódási tényező	>60	60-35	<35
	Nyomvályómélység (mm)	<6	15-6	>15

- a cégen belüli funkcionális gazdálkodási rendszerek integrálása,
- a kockázatkezelésnek a vállalat belső ellenőrzési rendszerébe és a döntéshozatali tevékenységet támogató auditálásokba való illesztése,
- annak a lehetőségnek a felmérése, hogy a „kockázat” átalakítható-e „lehetőség”-gé.
- hatékony állapotjavító technológiák kifejlesztése,
- a stratégia rendszeres figyelemmel kísérése az esetleges továbbfejlesztés érdekében.

12. „OKOS” INFRASTRUKTÚRA ÉS INFORMÁCIÓTECHNOLÓGIA

Az új-zélandi Hunt egy úthálózatra vonatkozó csúszásellenállási stratégiát alakított ki [36]. Közismert, hogy a közúti balesetek egyik kiváltója lehet a nem megfelelő burkolatállapot, elsősorban a kedvezőtlen csúszásellenállás. A szerző olyan kockázat alapú csúszásellenállási stratégiára tett javaslatot, amit korlátozott forrásmennyiség esetében célszerű alkalmazni, és amelynek fő lépései a következők:

- a forgalombiztonság szempontjából, különböző geometriai és forgalmi variációkhoz a csúszásellenállási követelmények kijelölése,
- az úthálózat – geometriai és forgalmi variációk szerinti – homogén szakaszokra osztása, ezzel kockázati kategóriák meghatározása,
- az egyes homogén szakaszokra csúszásellenállás-alapú elsőbbségi sorolás végrehajtása, figyelembe véve a pályaelhagyás következményeit, az ütközés valószínűségét, a forgalomnagyságot, a kopórétteg korát, illetve a megengedett járműsebességet,
- döntés arról, hogy mely kockázatos helyeken célszerű a pálya csúszásellenállásának mérése,
- a mérési eredmények és a helyszíni szemlén tapasztaltak alapján a szakaszok sorba állítása,

A brazil Bisconsini és szerzőtársa mobiltelefonnal gyűjtött adatok segítségével javasolta a felületi egyenetlenség meghatározását [37]. Közismert, hogy a pálya túlzott, hosszirányú egyenetlensége az utazási kényelmet csökkenti, a járműüzemeltetési költségeket megnöveli, és a burkolat üzemi élettartamát rövidíti. A felületi egyenetlenségmérő berendezéstípusok sorába az utóbbi időben a mobiltelefon is becsatlakozott, amennyiben ez utóbbiak gyorslásmérő és GPS-alapú helymeghatározó funkciókkal is rendelkeznek (5. ábra). Vizsgálták, hogy ez az olcsó, könnyen kezelhető és termelékeny módszer eléggé megbízható adatokat szolgáltat-e. Különböző forgalmú útszakaszokon végzett kísérletek megerősítették azt az előzetes feltevést, hogy ez az eljárás – legalábbis hálózati szinten – megfelelő pontosságú pályae egyenetlenségi adatokat szolgáltat.

13. HÍD- ÉS ALAGÚTGAZDÁLKODÁS

A japán Utsunomiya és szerzőtársai előadásukban a hídburkolatokban keletkező kátyúk javításának tartósságával foglalkoztak [38]. Japán egyik legnagyobb forgalmú autópályá-

ján, a sok völgyhídon kétrétegű aszfaltbeton rétegből álló burkolatot építettek. A burkolaton keletkező kátyúk tartósan hatékony javítása mind vagyongazdálkodási, mind pedig forgalombiztonsági szempontból döntő fontosságú. Alapvető követelmény ezért, hogy a kátyúzó anyag könnyen bedolgozható legyen, és hamar szilárduljon. Szükségesnek tartják, hogy a szóba

5. ábra: Adatgyűjtés okostelefonnal



jövő kátyúzó anyagok (köztük újrahasznosított keverékek) teljesítményét komplex módon összehasonlítsák. Az elvégzett laboratóriumi vizsgálatok között újdonságnak számít a 40°C-os hőmérsékleten, egy ponton végzett terhelésű, fáradási vizsgálat. A vizsgálatorozat eredményei alapján megállapítható volt, hogy 4-es víz/cement tényezőjű cementpép mind a folyósága, mind a korai szilárdság szempontjából kedvező. A cementpépes kátyújavítás után, az aszfaltburkolat süllyedés nélkül nagyon tartós-nak bizonyul. Dinamikus stabilitás szempontjából is előnyösebb a javított burkolatrész, mint környezete.

Az osztrák Weninger-Vycudil és szerzőtársai autópálya-kezelő szervezetük, az ASFINAG megbízásából élettartam-központú gazdálkodási rendszerre tettek javaslatot a hidakhoz [39]. A korábbi gyakorlattal szemben ez a fenntartástervező rendszer projekt szintű, nem az egész állományra vonatkozó. Nagy mennyiségű állapotadat és korábbi hídmérnöki tapasztalat felhasználásával a Markovláncokat hasznosító, teljesítmény-előrebecslő modelleket dolgoztak ki. A modellek gyakorlati alkalmazásának demonstrálásaként, kísérleti projekt keretében, a gyűjtött állapotinformációkat speciális szoftverrel dolgozták fel. Előrebecsülték a teljes hídállomány 30 éves fenntartási igényét.

14. A KONFERENCIASOROZAT JÖVŐJE

A Világkongresszuson a Tudományos Bizottság öt európai tagja, köztük a cikk szerzője – Luis Picado Santos portugál professzor vezetésével – ülést tartott. Ennek során, a következő EPAM konferencia házigazdájának kiválasztása volt a legfontosabb kérdés. Mintegy félévvel korábban a probléma megoldódni látszott, amikor a Tudományos Bizottság még az IBDiM-mel, a lengyel kutatóintézetrel az új konferencia szervezésének egyes kérdéseiről tárgyalt. Ez év elején azonban ez az intézet a rendezéstől visszalépett. A baveno-i Tudományos Bizottsági ülésre a Varsói Műszaki Egyetem képviselőjét is meghívták, aki ott kifejtette szándékát a következő konferencia 2021-es vagy 2022-es évi rendezésére. Pár hónapon belül születik a kérdésben végleges döntés.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 12/16 June 2017. Conference Handbook, 74 p.
- [2] 1st European Pavement Management Systems Conference, 24-27 September 2000, Budapest, Hungary. CD-ROM Proceedings.
- [3] World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 12/16 June 2017. CD-ROM Proceedings.
- [4] Mulry, B. – O'Brien, D. – Gardner, M. P. – Feighan, K.: Comparison of different visual and automated pavement condition survey techniques. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 12 p.
- [5] Yarla, P – Urbaz, E. – Roux, H – Jensen, P.: High Speed Data Collection and Automatic Crack Mapping at the Network level on the Bundaberg Region. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 12 p.
- [6] Nakamoto, Y. – Unotsu, T. – Uenakada, H.: Development of Detection Technology of Potholes Using Infrared Radiation. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [7] Kulauzović, B. – Jamnik, J.: Bridge Weigh-in-Motion as a tool for Road Damage Remediation. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [8] Pandey, S. – Harish Chowdary, T. – Rokade, S: Effect of higher axle loads on service life of bituminous pavement. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 13 p.
- [9] Duarte, F – Ferreira – Fael, P.: A new decision-aid tool for simulation of tire-pavement interaction and for quantification of energy harvesting on pavements. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [10] Erlingsson, S. – Ahmed, A. W.: Mechanistic rutting modelling of an LTPP road structure. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 11 p.

- [11] Paz, A. –Khadka, M.: Existing Pavement Deterioration Models: Limitations and a Potential Solution. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [12] Manoharan, S. – Chai, G. – Chowdhury, S. – Golding, A.: Prediction of remaining structural service life using traffic speed deflectometer. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 11 p.
- [13] Buckland, Th. – Abell, R. – Thiessen, Ph. – Collins, J.: Valuing road maintenance funding alongside wider benefits. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [14] Tartari, E. – Kaba, F.: Natural bitumen – the perfect additives for high-performance asphalt mixes. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 19 p.
- [15] Heller, S.: Condition Related Keys for Allocation of Asset Maintenance Funds Between Road Networks. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 8 p.
- [16] Moodley, S.: Prioritising maintenance and rehabilitation projects by developing appropriate strategies to ensure sustainable pavement preservation. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 8 p.
- [17] Weninger-Vycudil, A. – Kokot, D. – Mladenović, G. – Cirilovic J. –Kulauzović, B. – Lepert, Ph. – de Lurdes Antunes, M. – Marcelino, P. – Litzka, J. – Wistuba, M. – Tanasić, N. – Schiffmann, F. –Hajdin, R.: CEDR-project ISABELA – The way to integrate social performance indicators into asset management. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [18] Paez, E. A. – Lopes, S. B. –Fernandes, J. L.: Development of a pavement condition index for urban pavement management systems. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [19] Feighan, K. – Casey, T. – Maher, P.: Pavement KPIs at Strategic and Tactical Levels on the Irish National Roads Network. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [20] Buss, A. – Schram, S.: Framework for streamlined life cycle cost analysis for low volume roads. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [21] Santos, F. –Ferreira, A. –Flintsch, A. –Cerezo, V.: Consideration of life cycle greenhouse gas emissions in optimal pavement maintenance programming: a comparison between single and multi-objective optimization approaches. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [22] Laurent, J. – Hébert, J. F. – Talbot, M.: Using full lane 3D road texture data for the automated detection of sealed cracks, bleeding and raveling. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 11 p.
- [23] Ćirilović, J. – Mladenović, G. – Queiroz, C.: Integrated LCA and LCCA Network Level Pavement Maintenance Model. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [24] Tsai, Y. – Wu, Y. Ch.: Critical Assessment of the Consequences of Delayed Pavement Resurfacing and Rehabilitation Using Pavement Condition Evaluation Data. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [25] Pasetto, M. – Giacomello, G. – Pasquini, E. – Baliello, A.: Recycling bituminous shingles in cold mix asphalt for high-performance patching repair of road pavements. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [26] Shuler, S. – Ranieri, V.: Managing Reflection Cracking in Asphalt Pavements. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 11 p.
- [27] Bryce, J. – Rada, G. – Hicks, G.: Effect of Preservation Treatments on Pavement Performance. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [28] Feighan, K. – Burke, B. – Fox, P. – Mc-Carthy, J.: Footway Management – New

- Developments in Ireland. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [29] Mizutani, D. – Obama, K. – Susaki, N. – Yasumura, K.: Management methods for drainage pavements considering local damages. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [30] Wafa, R. – Tighe, S. L. – Fung, R.: Development of innovative asset management solutions for a large Canadian city. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [31] Marcelino, P. - de Lurdes Antunes, M. – Fortunato, E.: Current international practices on pavement condition assessment. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [32] Zimmerman, K. A.: Putting Your Pavement Management System to Work. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [33] Lird, A. O. – Torres-Machi, C. – Godoy, P. – Alondra, Ch. – Mourgues, C. – Tighe, S. – Videla, C.: Development of an Urban Pavement Management System. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [34] Haas, R. W. – Hudson, W. R. – Falls, L. C.: Incorporating Safety, Knowledge, Innovations, Resource Conservation and Environmental Stewardship as Quantifiable Assets in Pavement Asset Management. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [35] Crispino, M. – Capalbo, F. – Ketabdari, M.: Risk management in infrastructure companies. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 13 p.
- [36] Hunt, S.: Skid Resistance Strategy for a Road Network. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 11 p.
- [37] Bisconsini, D. R. – Fernandes, J. L.: Determination of pavement roughness with data collected by smartphones. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [38] Utsunomiya, K. – Kinoshita, T. – Higashiyama, H. – Nakanishi, F.: An Evaluation Methodology on Fatigue Durability of Repairing Materials for Pothole Damages of Bridge Pavement. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.
- [39] Weninger-Vycudil, A. – Antony, Ch. – Honeger, Ch.: Future oriented life-cycle approach on bridges in Austria. CD-ROM Proceedings of World Conference and Asset Management, Milan (Baveno), 2017. 10 p.



World Conference on Pavement and Asset Management

Many high-level papers of World Conference on Pavement and Asset Management held in Italy can be readily utilized by the Hungarian road experts. Really useful information can be obtained from the presentations in the topics of data quality, deterioration models, economic, political and environmental management strategies, life cycle assessment and costing, as well as bridge management. The PMS case studies presented can be used in the further development of Hungarian Pavement Management System.



Weltkonferenz für die Verwaltung der Straßenbelege und des Straßenbestands

Die große Anzahl der Vorlesungen auf hohem Niveau der in Italien veranstalteten Weltkonferenz für die Verwaltung von Straßenbelägen und des Straßenbestands können auch für die Fachleute im Straßenwesen Ungarns nützlich sein. Es wurden wichtige Informationen vor allem auf den folgenden Gebieten vorgeführt: Datenqualität, Abnutzungsmodelle, politische und umweltwirtschaftliche Strategien, auf die ganze Lebensdauer bezogenen (Kosten)Analysen sowie Brückenbewirtschaftung. Die gezeigten PMS (Straßenbelag-Bewirtschaftung System) Fallstudien können bei der Weiterentwicklung des gleichen Fachgebiets in Ungarn verwendet werden.