



## A fővárosi főúthálózat útburkolat-gazdálkodási rendszerének továbbfejlesztési irányai

Almássy Kornél<sup>1</sup>, Pusztai Gábor<sup>1</sup>, Gáspár László<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Budapest Közút Zrt., <sup>2</sup> KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.

e-mail: kornel.almassy@budapestkozut.hu, gabor.pusztai@budapestkozut.hu  
gaspar.laszlo@kti.hu

DOI: 10.36246/UL.2019.1.03

**Kivonat** A Budapest Közút Zrt. a fővárosi főúthálózat és a közösségi közlekedéssel érintett mellékúthálózat kezelője. Ennek a tevékenységének hosszú távú hatékonyságát elősegítendő, a Társaság megbízására, a szóban forgó úthálózatra a KTI Nonprofit Kft. 2010-ben hálózati útburkolat-gazdálkodási rendszer (PMS) első változatát elkészítette. A modell alkalmazásának több éves tapasztalatait hasznosítva, a KTI Nonprofit Kft. 2018-ban továbbfejlesztési javaslatokat készített. Ezek közül, a cikk az egyes állapotparaméterek jellemzésével és az alkalmazásra javasolt rangsorolási rendszerrel kapcsolatos javaslatokra tér ki. Emellett a közeljövőben megvalósításra ajánlott feladatokat sorolja fel.

**Kulcsszavak** városi utak, útburkolat-gazdálkodás (PMS), útállapotvizsgálat, közúti projektek rangsorolási modellje, élettartam-költségek

## The directions of the development of the pavement management system of the main road network in Budapest

**Abstract** Budapest Roads Limited Joint-Stock Company manages the main highway network of Budapest and the secondary roads with public traffic. In order to enhance the long-term efficiency if this task, the Company commissioned KTI Non-Profit Ltd. in 2010 to develop the first version of a network-level pavement management system (PMS) for the network mentioned before. Using the multi-year experiences gained during the application of this model, KTI Non-Profit Ltd. recommended some further development steps in 2018. The article covers the proposals on pavement condition evaluation and a new priority ranking system. Besides, some future relevant tasks are suggested, as well.

**Keywords** city roads, pavement management system (PMS), road condition test, road project ranking model, lifetime costs

### Dr. Almássy Kornél

Egyetemi docens, BME Út és Vasútépítési Tanszék, a Budapest Közút Zrt. korábbi vezérigazgatója

### Pusztai Gábor

Budapest Közút Zrt. nyilvántartási osztályvezető

### Dr. habil Gáspár László

Okl. mérnök, okl. gazdasági mérnök, az MTA doktora. A Közlekedéstudományi Intézet kutató professzora, a Széchenyi István Egyetem emeritusz professzora. 430 publikációjának és 580 szakmai előadásának zöme útépítési, -fenntartási és -gazdálkodási témákkal foglalkozik. 30+ nemzetközi téma és bizottság tagja vagy vezetője (volt).

## 1. Bevezetés, előzmények

A Budapest Közút Zrt. már 2010 óta rendelkezik útburkolat-gazdálkodási rendszerrel (PMS-sel), amelynek első változatát, megbízásból, a KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. (mérnöki változat) [1, 2] és az Universitas Alapítvány Győr Nonprofit Kft. (matematikai modell) [3] készítette el. A kidolgozók hangsúlyozták az anyag „deszka-modell” jellegét, azaz annak szükségességét, hogy a javasolt modellelemeket és algoritmusokat – az időközben szerzett gyakorlati tapasztalatok és/vagy a szakértői vélemények fokozatosan kialakuló egyezése alapján – tovább kell fejleszteni. Ennek megfelelően, a Budapest Közút Zrt. (illetve jogelődje, a BKK Közút Zrt.) a PMS-modellt rendszeresen alkalmazni kezdte, futtatásához rendszertervet készített.

A Társaságnak az általa kezelt (kb. 1300 km-nyi), illetve forgalomtechnikai szempontból kezelt (kb. 5600 km-es hosszúságú), fővárosi főúthálózatról folyamatosan részletes, geodéziai pontosságú és naprakész geoinformációs adatokra van szüksége; ezért a Budapest Közút Zrt. 2013-ban úgy döntött, hogy saját 3D adatgyűjtő és adatfeldolgozó rendszert fejleszt ki, mely biztosítja a Főváros teljes úthálózatának, illetve igény szerint a villamos- és városi vasúti pályák, a metróvonalak és aluljárók felmérését és, geodéziai pontossággal, 3D térképi adatbázisba töltését. Ez a Közúti Adatgyűjtő Rendszer (KARESZ) a jelenleg elérhető, legkorszerűbb ún. mobil lézer térképező technológiát alkalmazza, amelyhez a Riegl VMX-450 mobil lézerszkennert használja [4]. A mérési módszer lényege, hogy autóra/hajóra vagy más járműre szerelhető, nagy pontosságú 3D lézerszkennerekből, kamerákból, illetve precíziós, navigációs rendszerből álló műszeregyüttes a város útjain elhaladva az utakról, az épületekről és a műtárgyakról képeket és 3D (3 dimenziós) pontfelhőt készít, így azok nemcsak láthatóvá, hanem mérhetővé és elemezhetővé is válnak. Adataiból, egyebek mellett, a hosszirányú felületi egyenetlenséget jellemző IRI-értékek, illetve a keresztirányú egyenetlenség jellemző adata, a pálya keréknyomvályú-mélysége is meghatározható.

2015-től kezdve évente a társaság az az évi PMS-s futtatás eredményeiről részletes beszámolót készített [5, 6]. A Budapest Közút Zrt. a PMS továbbfejlesztése tárgyában más intézményektől (pl. a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemről [7], az Intelligens utak Mérnökiroda Kft.-től [8]) is szakvéleményt kért. Az előzményanyagokhoz számított még a KTI egy korábbi kutatási jelentése [9]. A Budapest Közút Zrt. 2018-ra, 8 évvel az első változat elkészülte után, időszerűnek ítélve – közbeszerzési eljárás lefolytatása után – a KTI Közle-

déstudományi Nonprofit Kft.-nek adott megbízást, amely, az időközben szerzett helyi és külföldi tapasztalatok és különböző szakvélemények felhasználásával, a Társaság PMS-ének tovább fejlesztésére, hatékonyságának növelésére vonatkozott [10]. A munka során a következő területekre összpontosítottak:

- a homogén szakaszok meghatározásának módszere,
- az állapotadatok értékelési rendszerének felülvizsgálata,
- a rangsorolási modell továbbfejlesztése,
- a létesítményi szintű PMS alapjainak kidolgozása,
- stratégiai szintű vizsgálatok előkészítése.
- Jelen cikk a kutatási eredmények közül egyet ismertet.

## 2. Az állapotadatok értékelésének felülvizsgálata

A városi utak burkolatának állapotparaméterei közül, a felületi épség (elterjedtebb elnevezésével: felületépség) az, amely a többenél kiemeltebb szerephez jut, a következők miatt:

- a felújítási igény felmerülésekor döntő (gyakran kizárólagos) szerephez jut az útpályán szemlélettel megítélhető meghibásodások (kátyúk, repedések, süllyedések, síkossá vált felületek stb.) mennyisége, amelyeket a felületi épség osztályzat összességében értékel;
- ennek elsődleges oka, hogy az említett hibák mind a gépkocsiban ülők utazáskényelmét hátrányosan befolyásolják, esetenként balesetveszélyes helyzetet teremtve, mind pedig az út kezelői számára – akár már elviselhetetlen mértékig – növekvő fenntartási költségeket okoznak;
- a felületi épséget az utakat beutazó létesítményfelelősök 1 és 5 közötti osztályzattal, vizuális alapon, évente minősítik, az értékelt hálózatrészt az általuk meghatározott hosszúságú homogén szakaszokra osztva (így tehát az állapotjellemzési eljárás viszonylag kis költségű, és szükség esetén, különösebb nehézség nélkül megismételhető).

A Budapest Közút Zrt.-nél jelenleg követett gyakorlat szerint, a felületi épség adatokat a létesítményfelelősök által rögzített állapotértékelés adja. A létesítményfelelősök olyan összetett, szakmai tapasztalatokon alapuló értékelést szolgáltatnak, amely tulajdonképpen, szubjektív módon az adott útszakasz forgalmával, kihasználtságával és egyéb nehezen számszerűsíthető paraméterekkel súlyozott minősítés.

## 2.1. A felületi épség jellemzés korszerűsítési lehetőségei

A Főváros főúthálózatán a burkolat felületi épségének továbbfejlesztett jellemzésére a következő lehetőségek merülnek fel:

- vizuális (szemrevételezéses) eljárás; ennek a szubjektív alapú állapotjellemezési eljárásnak a minősége (megbízhatósága) oktatással, illetve „szigorú” ellenőrzéssel javítható; esetleg az osztályzatok információtartalmának „kibővítése” (pl. 4K – jelentése „kátyúk miatt 4-es”); egy értékelési szakasz választása akár minden szomszédos csomópont között; esetleg az értékelési szakasz hosszát, például, 500 fm-ben lehetne maximálni; lehetőségként az is felmerül, hogy a létesítményfelelős által adott, 5 fokozatú felületi épség osztályzat a korábbi időszak kátyújavítási mennyiségét is tükrözze,
- gömbkamerával jellemzett burkolatállapot (ennek alapelve a közismert Google Street View-hoz hasonló), ennek során feltétlenül megoldást kell arra találni, hogy a minősítés eredménye a pillanatnyi időjárási körülményeket – például ragyogó napsütés vagy borús-esős időjárás – figyelembe tudja venni; a gömbkamerával felvett képek feldolgozását tapasztalt és lelkiismeretes szakember végezze.

Az aszfalt-, a beton- és a különböző idomkő burkolatok felületi épség jellemzési és értékelési technológiája között első szinten, nem célszerű különbséget tenni.

Míndezek után azt javasoljuk, hogy:

- hálózati szinten: a felületi épséget a KARESZ felmérés részeként készített fénykép-felvételek értékelésével jellemezzék; addig, amíg ennek az új technikának az alkalmazására a Budapest Közút Zrt. szakemberei még nem tudtak teljesen felkészülni, a jelenlegi gyakorlatot, azaz a létesítményfelelősök által végrehajtott, évenkénti vizuális (szubjektív) 1 és 5 közötti skálán történő felületi épség osztályozás folytatását javasoljuk;
- létesítményi szinten: a hálózati szinten adott osztályzat információtartalmának további növelése, esetlegesen hasznosítva a gömbkamerás és/vagy a KARESZ pont-felhőből származtatott felületi épség információkat is.

Az autóbuszöbölnek a felületi épségét, mint egyetlen célszerűen minősíthető állapotjellemezőt abban az esetben, ha az betonburkolatú – már a burkolattípus váltása miatt is –, külön önálló homogén szakaszként kell jellemezni. Amennyiben, a mellette húzódó folyópályához hasonlóan, az autóbusz-

öböl is aszfaltburkolatú, akkor is inkább az javasolható, hogy annak felületi épségét – célszerűen, a folyópályával egy időben, de – önálló homogén szakaszként minősítsék. Természetesen, amennyiben a szóban forgó folyópályára rossz állapota ezt igényli, a két burkolatot egy projekt keretében újítják fel.

További fontos kérdés annak az eldöntése, hogy valamely útszakasznak a kátyúképződési és -javítási mennyisége befolyásolja-e, és ha igen, milyen formában a létesítményfelelősök által adott felületi épség osztályzat értékét. Ebben a tekintetben két egymással ellentétes szempontot indokolt mérlegelni. Egyrészt az útpályán kátyúk megjelenése egyértelmű jele a kopóréteg (gyakran a teljes útpályaszerkezet) romló, illetve rossz minőségének. Másrészt pedig, a Budapest Közút Zrt. érvényes szabályozása szerint, a létesítményfelelős által észlelt kátyút legfeljebb 48 órán belül ki kell javítani, ebből meg az következne, hogy a létesítményfelelősök az észlelt kátyúk mennyiségét joggal hagyják ki, amikor az útszakasz felületi épség osztályzatát adják. Javaslatként itt az a kompromisszum fogalmazható meg, hogy a rövid időn (1–2 éven) belül újra nem keletkező kátyút az osztályozáskor nem szükséges figyelembe venni. Ugyanakkor pedig az ismétlődő kátyúkat – még ha azok az osztályozáskor, pillanatnyilag, kitöltött állapotúak is, és a környezetüktől eltérő színű foltként jelentkeznek – a felületi épség osztályzatot rontó tényezőként célszerű figyelembe venni. További indok lehet a kátyúk figyelembevételére, ha a szóban forgó homogén szakaszon, egy éven belül, a kitöltött kátyúk száma bizonyos mennyiséget (pl. 30 db-ot) meghalad. Nehézségként jelentkezik az ismétlődő kátyúk azonosítása. A jelenlegi gyakorlat szerint a kátyúkat az útellenőrök útszakaszokhoz rögzítve veszik fel. Egy hosszabb szakasz esetében nem egyértelmű hogy ismétlődő kátyúkról, vagy több új kátyúról van-e szó. Ezen a nehézségen a kátyúhibák pontosabb helyazonosítása segíthetne. (Megjegyzésre érdemes, hogy a kátyúk kiújulása kevésbé a nagyon rossz burkolatállapot bizonyítéka, mint inkább a nem megfelelő javítási technológia alkalmazásának és/vagy a minőségi munkához alkalmatlan időjárás melletti tevékenységnek a hátrányos következménye.)

## 2.2. A többi állapotparaméter vizsgálata

A Budapest Közút által meghatározott feladatok között volt a városi közúthálózat minősítések során jövő egyes állapotjellemező paraméterek jelentőségének átgondolása, különös tekintettel az egyes adatok mérési bizonytalanságaira. Foglalkozni kellett az állapotértékelés és a beavatkozási javaslatok esetleges forgalomfüggésének kialakításával. Majd pedig a különböző beavatkozási hatá-

rok, valamint a beavatkozások állapotértékekre gyakorolt hatásának pontosítása is a feladatok közé tartozott.

Jelenleg a Budapest Közút Zrt.-ben az egyes útszakaszok állapotát felületi épség (a kerületi létesítményfelelősök által vizuálisan), a pályaszerkezet-teherbírás (Lacroix-deflektográfákkal), valamint a hossz- és a keresztirányú felületi egyenetlenség, IRI és keréknyomvályú-mélység (KARESZ lézer pontfelhőjéből készített, terepmodellen alapuló, számított adatok) mérésével jellemzik.

A városi utak jellegzetes leromlási (tönkremeneteli) formáinak összehasonlító elemzése során arra lehet jutni, hogy a repedezés és kátyúképződés típusú romlások gyakoribbak és nagyobb jelentőségűek is, mint a deformáció jellegűek. (Természetesen, ez utóbbiak is válhatnak adott esetben mértékadókká).

Az összehasonlító vizsgálatra szóba jövő burkolat-állapot-paraméterek: felületi épség (felületépség), hosszirányú felületi egyenetlenség (IRI), keresztirányú felületi egyenetlenség (keréknyomvályú-mélység), pályaszerkezet-teherbírás, csúszásellenállás. (Az országos közutak állapotjellemezésében, különösen külföldön, egyre gyakrabban alkalmazott pálya-gördülőzaj mérése, a pálya fényvisszaverő képességének meghatározása, illetve a burkolatfelületen jelentkező vízköd-, illetve vízfüggöny-képződés jellemzése a városi utak esetében elhanyagolható jelentőségűnek ítéltető). Az állapotparaméterek jelentőségét (súlyát) a „városi szempontok” nagymértékben befolyásolják.

A folyamatos (nem pontszerű) állapotjellemezési technológiák számos előnnyel rendelkeznek, emellett azonban döntést igényelnek abban a tekintetben, hogy az irányonként egynél több forgalmi sávval rendelkező utakon a mérés mely sávokra vonatkozzék, nem felejtkezve meg az autóbusszöblök speciális állapotminősítési problémájáról sem.

A városi közúti közlekedés különlegességeinek, illetve jellegzetes tönkremeneteli formáinak figyelembevételével a burkolatállapotot jellemző paraméterek jelentősége a következőképpen ítéltető meg:

- felületi épség (kiemelt jelentőségű, az úthasználók általi minőség-megítélést elsősorban ez az állapotparaméter befolyásolja),
- pályaszerkezet-teherbírás (kiemelt jelentőségű, elsősorban az útkezelő vagyongazdálkodási kötelezettsége következtében, valamint amiatt, hogy más, esetenként közeljövőben várható burkolathiba kiváltója lehet),
- hosszirányú felületi egyenetlenség (közepes jelentőségű, fontossága a 60–70 km/órás megengedett sebességű szakaszokon és a nagy forgalmi terhelésű csomópontok előtti felgyűrődések esetében növekszik, amit az

osztályzatok értékhatárainál érvényre lehet juttatni),

- keresztirányú felületi egyenetlenség (közepes jelentőségű, utazáskényelmi nehézségeket vet fel, illetve mély nyomvályúk esetében a 60-70 km/órás megengedett sebességű közel vízszintes szakaszokon kell a vízen csúszás veszélyével számolni; ezt a tényt az osztályzatok értékhatárainál érvényre lehet juttatni),
- a pálya textúrája, csúszásellenállása (kis jelentőségű, legfeljebb – különösen síkos burkolatfelületnél – esetenként a járművek gyors megállását igénylő, forgalmi csomópontok előtti szakaszokon lehet érdemleges szerepe).

A pálya csúszásellenállásának a jellemzésére a KARESZ pontfelhő nem alkalmas. A hossz- és a keresztirányú felületi egyenetlenségről ugyanakkor képes – megfelelő, viszonylag nagy munka- és időigényű feldolgozást igénylően – hasznos információkat szolgáltatni.

A hálózati szintű állapotadatok feldolgozása után a választott beavatkozási projektek tervezett, létesítményi szintű állapotvizsgálata célszerűen csak a felületépségre terjedjen ki. Ennek pontosabb ismerete a leglényegesebb, mivel ritka eset, hogy városi úthálózaton másik állapotparaméter válik mértékadóvá (az állapotjavító beavatkozást a többiek megelőzően szükségessé tevő) paraméterre. Megjegyzésre érdemes egyébként az is, hogy a teljes pályaszerkezeti rétegeket érintő, megfelelő minőségben végrehajtott felújítás minden állapotparaméterre kedvező hatást gyakorol.

Általában elmondható, hogy az egy irányban több sávú utak esetében nincsen szükség minden forgalmi sáv állapotadatainak minden paraméter esetében való felvételére. Elegendő a (leg)külső sáv minősítése, mivel a pályaszerkezetet igazán igénybe vevő nehéz forgalom, így a menetrendszerű autóbusszok és trolibuszok is főként itt közlekednek. Elsősorban a Lacroix-mérőkocsival végzett pályaszerkezet-teherbírás az, ahol ez a megállapítás gyakorlati következményekkel járhat. (A KARESZ pontfelhő és a létesítményfelelős vizuális állapotfelvétele ne csak egyes forgalmi sávokra korlátozódjék).

Az autóbusszöblöt önálló „homogén szakasznak” kellene tekinteni, amelyről külön gyűjtenek állapotadatokat. A teherbírás mérése főleg betonburkolatú öblök esetében elhagyható. Egy-egy autóbusszöblől szükség esetén a többivel versenyző beavatkozási projekt lehet.

Az egyes állapotparaméterekhez kapcsolódó beavatkozási határ (a még éppen „eltűrhető” állapot-szint) egyebek mellett a szakasz forgalomnagyságától is függ. Itt kiemelt szerephez juthat az út autóbussz- vagy trolibuszforgalma. Az 1. táblázatban levő három kategória javasolható.

**1. táblázat. A nem kötött pályás közösségi közlekedéstől függő kategorizálás**

Kategória	Leírás
1	napi 100-nál több autóbusz-trolibusz közlekedése
2	napi legfeljebb 100 autóbusz-trolibusz közlekedése
3	nem kötött pályás közösségi közlekedés nélkül

A pályaszerkezet teherbírását jellemző, Lacroix-deflektográfával mért behajlás érték javasolt, differenciált értékhatárait a 2. táblázat szemlélteti.

A 2. táblázatban szereplő értékek a megfelelő teherbírású homogén szakaszokon regisztrált behajlás értékek mm-ben kifejezett számtani átlagának felelnek meg. (Az adathalmaz szórását az osztályzatba sorolásnál általában nem javasoljuk figyelembe venni, mivel az már a homogén szakasz kijelölését befolyásolta).

A KARESZ pontfelhő adatainak feldolgozásával meghatározott, a hosszirányú felületi egyenetlen-

séget jellemző IRI-érték [4] javasolt differenciált értékhatárait a 3. táblázat szemlélteti.

Ezek az értékek a megfelelő homogén szakaszokon regisztrált IRI-értékek számtani átlagának felelnek meg. (Az adathalmaz szórását az osztályzatba sorolásnál általában nem javasoljuk figyelembe venni.)

A KARESZ pontfelhőből meghatározott, keréknyomvályú-mélységgel jellemzett keresztirányú felületi egyenetlenséget is rendszeresen meghatározni javasoljuk. Beavatkozási indok lehet:

- 5-ös keresztirányú felületi egyenetlenség (keréknyomvályú-mélység) osztályzat + 4-es teherbírás osztályzat és/vagy 4-es felületi épség osztályzat,
- az 5-ös keresztirányú felületi egyenetlenség osztályzathoz tartozó legkisebb keréknyomvályú-mélység értékét legalább 20%-kal meghaladó egyenetlenség (5+ osztályzat).

A homogén szakaszok átlagos keréknyomvályú-mélységtől függő, útosztálytól és a forgalom

**2. táblázat. Teherbírás osztályzatok értékhatárai**

Osztályzat	Osztályzatok behajlási értékhatárai (mm) a következő útosztályokban						
	a	b1	b2	b3	c1	c2	c3
1	-0,50	-0,70	-0,80	-0,90	-0,80	-0,90	-1,00
2	0,51-0,70	0,71-0,90	0,81-1,00	0,91-1,20	0,81-1,00	0,91-1,20	1,01-1,40
3	0,71-0,90	0,91-1,20	1,01-1,40	1,21-1,80	1,01-1,40	1,21-1,80	1,41-2,00
4	0,91-1,20	1,21-1,80	1,41-2,00	1,81-2,40	1,41-2,00	1,81-2,40	2,01-2,80
5	1,21-	1,81-	2,01-	2,41-	2,01-	2,41-	2,81-

Jelmagyarázat:

a belterületi gyorsforgalmi út

b1 belterületi elsőrendű főút – napi 100 feletti közösségi jármű közlekedésekor

b2 belterületi elsőrendű főút – napi legfeljebb 100 közösségi jármű közlekedésekor

b3 belterületi elsőrendű főút – nem kötött pályás közösségi közlekedés nélkül

c1 belterületi másodrendű főút és alacsonyabb rendű utak – napi 100 feletti közösségi jármű közlekedésekor

c2 belterületi másodrendű főút és alacsonyabb rendű utak – napi legfeljebb 100 közösségi jármű közlekedésekor

c3 belterületi másodrendű főút és alacsonyabb rendű utak – nem kötött pályás közösségi közlekedés nélkül

**3. táblázat. Hosszirányú felületi egyenetlenségi osztályzatok értékhatárai**

Osztályzat	Osztályzatok IRI értékhatárai (mm/m vagy m/km) a következő útosztályokban						
	a	b1	b2	b3	c1	c2	c3
1	-3,00	-4,00	-4,50	-5,00	-4,50	-5,00	-5,50
2	3,01-4,00	4,01-5,00	4,51-5,50	5,01-6,00	4,51-5,50	5,01-6,00	5,51-6,50
3	4,01-5,00	5,01-6,00	5,51-6,50	6,01-7,00	5,51-6,50	6,01-7,00	6,51-7,50
4	5,01-6,00	6,01-7,00	6,51-7,50	7,01-8,00	6,51-7,50	7,01-8,00	7,51-8,50
5	6,01-7,20	7,01-8,40	7,51-9,00	8,01-9,60	7,51-9,00	8,01-9,60	8,51-10,20
5+*	7,21-	8,41-	9,01-	9,61-	9,01-	9,61-	10,21-

Jelmagyarázat: lásd a 2. táblázat utáni jelmagyarázatot.

\* 5+ az 5-ös állapotosztályzatban belül is különösen egyenetlen útpálya (már önmagában beavatkozási indok).

60 vagy 70 km/óra megengedett sebességű utak esetében a határértékek 20%-kal csökkentendők.

**4. táblázat. Keresztirányú felületi egyenetlenségi osztályzatok értékhatárai**

Osztályzat	Átlagos keréknyomvályú-mélység értékhatárai (mm), osztályzatonként
1	-5,00 (-4,00)
2	5,01-8,00 (4,01-6,50)
3	8,01-12,00 (6,51-9,50)
4	12,01-20,00 (9,51-16,00)
5	20,01-25,00 (16,01-20,00)
5+	25,01- (20,01-)

Zárójelben a 60 vagy 70 km/óra megengedett sebességű utakon alkalmazandó értékhatárok találhatók.

nagyságától független osztályzatba sorolás a következő (4. táblázat).

A 2-4. táblázat alsó soraiban levő értékek a 3. fejezetben leírtak szerinti esetekben a „lehetséges beavatkozási projekt” státusz elérésének indokaivá válnak.

Mind a hossz-, mind pedig a keresztirányú egyenetlenség jellemzésére a Budapest Közút Zrt. által meghatározott KARESZ pontfelhők szolgálnak. Ezeknek az állapotparamétereknek a mérésére és osztályozására a következő eljárás javasolható:

- hosszirányú felületi egyenetlenség: mindkét irányban a legkülső forgalmi sáv külső „keréknyomában” (80 cm-es távolságban a forgalmi sáv szélétől) a hosszirányú „burkolatmetszet” meghatározása 100 m-es szakaszokra – a szakaszolást a következő főút-keresztvezésig folytatva – az IRI (m/km vagy mm/m) érték meghatározása, ebből (forgalomtól és közösségi közlekedéstől is függő) hosszirányú egyenetlenségi osztályzat kalkulálása; a homogén szakasz vége osztályzatváltáskor van; a két forgalmi irányban meghatározott IRI osztályzatok közül a rosszabbat tekintjük mértékadónak (ha a homogén szakasz 5-ös osztályzatú, akkor akár „lehetséges beavatkozási projekt” is lehet, a teherbírasi és a felületi építési osztályzat párhuzamos figyelembevételével);
- keresztirányú felületi egyenetlenség: 10 folyóméterenként, a burkolat teljes felvett szélességében a keresztirányú „burkolatmetszet” meghatározása, ezekre a legnagyobb keréknyomvályú-mélység (mm) meghatározása, függetlenül attól, hogy melyik forgalmi irányú sávra esik, ebből keresztirányú egyenetlenségi osztályzat kalkulálása; a homogén szakasz vége osztályzatváltáskor van; (ha a homogén szakasz 5-ös osztályzatú, akkor akár „lehetséges beavatkozási projekt” is lehet, a teherbírasi és a felületi építési osztályzat párhuzamos figyelembevételével).

A parkolósávok állapotinformációinak gyűjtésére nem feltétlenül érdemes törekedni, mivel rendkívül ritka, amikor azok mértékadóvá válnak, azaz a szomszédos forgalmi sávnál rosszabb állapotba kerülnek. (Egyébként az ott parkoló járművek gyakran az állapotjellemzés gyakorlati akadályává is válnak).

A Budapest Közút Zrt. által kezelt fővárosi közutak jelentős része kettőnél több sávós, gyakori az az eset, amikor egy irányban egynél több forgalmi sávon bonyolódik le a forgalom (akár többletként még parkolósávok is előfordulhatnak). Bár a felületi épség pillanatnyi szintjének jellemzése a követett gyakorlat szerint a létesítményfelelősöknek az egész útpályára kiterjedő vizuális értékelésén alapul, mégis indokolt az egyes sávoknak az állapotértékelési rendszerben való szerepét bizonyos mértékig egymástól megkülönböztetni a következőképpen:

- a (leg)külső forgalmi sávnak a pillanatnyi állapotára célszerű összpontosítani (ez igaz nem csupán a felületi épség jellemzésekor, hanem a teherbírasi mérésekor, illetve a KARESZ pontfelhőből meghatározott hossz- és keresztirányú egyenetlenségek felvételekor is), mivel általában azok nehéz forgalmi terhelése (mint az autóbusz- és a trolibuszforgalom) a legnagyobb, sőt több személygépkocsi is közlekedik rajtuk – a „jobbra tarts” kötelezettség sokak általi figyelembevételével);
- a belső forgalmi sávok állapota meglehetősen ritkán válik mértékadóvá, legfeljebb akkor, ha ott – esetleg közművekkel összefüggő – helyi meghibásodások észlelhetők (ezekről természetesen a létesítményfelelősök az útszakaszok bejárásakor könnyen tájékozódhatnak);
- a parkolósávok helyzete mindenképpen különleges; egyrészt a nagyrészt statikus jármű-terhelésük következtében, másrészt a pillanatnyi állapotuk jellemzésének gyakori akadályoztatásából kifolyólag (ott parkoló járművek!); meglehetősen ritka eset, hogy a parkolósávok súlyosabb burkolatromlásokat mutatnak, mint az azokkal egyidőben épült, szomszédos forgalmi sávok.

### 3. A rangsorolási modell

#### 3.1 Eddigi gyakorlat

A Társaság 2018. június 1-én kiadott, „Jelentés a burkolat-gazdálkodási rendszer 2018. évi futtatásának eredményeiről” tárgyú anyagában [6], az Általános felújítási rangsoron kívül a Forgalom alapú, az Állapot alapú és a Gazdasági alapú felújítási rangsort is megjeleníti térképen.

Az egyes szóba jövő projektek rangsorolásának alapját a gazdasági, a forgalmi és az állapot szempontok, illetve az ezekből képzett tervezési célok képezik. Minden célhoz mérőszám (ún. indikátor) rendelhető, amelynek alapján a változatok sorrendbe állíthatók. Minden változatot 10 pontos skálán osztályoznak, ahol a 10-es jelenti a legjobb helyzetet. Ezután a három cél egymáshoz való viszonyát kell meghatározni, azaz súlyozással összegezik azokat. A célok fontossága sok esetben már nem műszaki kérdés, ezért ebben az esetben többfajta súlyozás is vizsgálendő.

Az állapot szerinti rangsoroláshoz a Budapest Közút Zrt. által megrendelt kátyúzási felületeket használták fel. Az utolsó három évben elszámolt kátyúk összegzett területét az egyes szakaszok burkolatfelületének %-ában fejezték ki.

A gazdaságossági értékelésnél azt veszik figyelembe, hogy az el nem végzett beavatkozások a későbbiekben milyen többletköltségeket okoznának. A hosszú távú modell adatai alapján az is meghatározható, hogy egy most el nem végzett kifelületű beavatkozás 5, 10, illetve 15 év múlva milyen beavatkozási igényhez vezet, és a javasolt költségek különbsége megadja az okozott többletköltséget. A számításhoz az 5 év múlva keletkező többletköltséget 0,6-os, a 10 év múlva keletkező többletköltséget pedig 0,4-es arányszorzóval veszik figyelembe. Az összehasonlíthatóság érdekében az egyes útszakaszokra kapott többletköltségeket egységnyi felületre számolták át.

A harmadik szóba jövő, súlyozási szempont az utakon áthaladó forgalom nagyság. Ekkor az utakat az Átlagos Napi Forgalmuk (ÁNF) alapján rangsorolják, 0 és 50 000 E/nap forgalom nagyságok között lineáris osztályozással.

Ezután az említett három rangsort arányosítottan összegezik. Mivel az arányok meghatározása nem kizárólag műszaki feladat, az 5. táblázatban foglaltak szerint többféle javaslattal is éltek.

**5. táblázat A három féle rangsorolási szempont súlyozási lehetőségei**

Prioritás	Állapot szempont	Gazdasági szempont	Forgalmi szempont
Nincs (általános)	0,4	0,4	0,3
Állapot	0,6	0,2	0,2
Gazdaság	0,3	0,5	0,2
Forgalom	0,3	0,2	0,5

Jelenleg tehát az egymással versenyző beavatkozási projektek rangsorolásakor a következő tényezőket veszik figyelembe: a legutóbbi, valamint az 5 és 10 évre előre becsült felületi épség osztályzat; a legutóbbi, valamint az 5 és a 10 évre előre becsült

behajlásérték (mm); a legutóbbi, valamint az 5 és a 10 évre előre becsült teherbírási osztályzat; a legutóbbi, valamint az 5 és a 10 évre előre becsült, hosszirányú felületi egyenetlenséget jellemző IRI-érték (mm/m); a legutóbbi, valamint az 5 és a 10 évre előre becsült hosszirányú felületi egyenetlenségi osztályzat; a legutóbbi felújítás éve; a legutóbbi felújításkor újonnan elterített aszfalttréteg(ek) vastagsága (cm); a szakasz egyes geometriai jellemzői (hossza m-ben; felülete m<sup>2</sup>-ben; szegélyek hossza fm-ben); forgalmi paraméterek (F100 a 100 kN-os egységtengelyek ismétlődési számában; ÁNF E/nap-ban; terhelési osztály).

### 3.2. Javasolt rangsorolás

A burkolatfelújítási projektek rangsorolásának teljes folyamatára tehát a következő javaslattal élünk:

- az úthálózat egészének forgalomfelvétele és állapotjellemezése (felületi épség, pályaszerkezet-teherbírás, hossz- és keresztirányú felületi egyenetlenség),
- az említett szempontok szerint, előírt algoritmusok alapján homogén szakaszok meghatározása,
- a homogén szakaszok – meghatározott algoritmusok szerint végzett – kombinálása „lehetséges beavatkozási projekt”-ekbe (a szomszédos „kombinált” homogén szakasszal történő összevonás lehetőségének megvizsgálása),
- a „lehetséges beavatkozási projekt”-ek körének – algoritmusok segítségével – a „szükséges beavatkozási projekt”-ek körére történő szűkítése,
- minden „szükséges beavatkozási projekt”-hez (megfelelő algoritmusok segítségével hívásával) az „optimális beavatkozási technológia” kiválasztása (a legkisebb technológiai hossz és a homogén szakasz hosszának összevetése),
- „szükséges beavatkozási projekt”-ek (közelítő) beavatkozási költségének számítása (a geometriai adatok, a közművekkel kapcsolatos jellemzők és előzetesen rögzített egységárak alapján),
- „szükséges beavatkozási projekt”-ek rangsorolási tényezőinek (a pillanatnyi és a jövőben várható állapotadatok, a legutóbbi burkolatfelújítás jellemzői, geometriai paraméterek, forgalmi jellemzők) meghatározása,
- a „szükséges beavatkozási projekt”-ek háromféle (állapot, gazdasági és forgalmi) szempont szerinti jellemezése, megfelelő 10 fokozatú indikátor meghatározásával,
- a projektenkénti három indikátor előzetes megállapodás szerinti súlyozása (ún. sürgősségi paraméter meghatározása),

- a „szükséges beavatkozási projekt”-ek rangsorba állítása, sürgősségi paraméterük szerint,
- ez a projektrangsor szolgál a döntéshozók döntéseinek támogatására,
- döntés a felújítási projektekről,
- a felújítási projektek létesítményi szintű, részletesebb pályaszerkezet- és állapotjellemzése,
- a létesítményi szintű adatok tervezői adatszolgáltatásként szolgálnak.

Egyértelműen támogatandó, hogy a rangsorolási módszertan változatlanul műszaki-gazdasági (kisebb mértékig környezetvédelmi) szempontokon alapuljon – a „politikai” szempontok teljes kizárásával. (Környezeti szempont lehet azon burkolatfelújítási technológiák előtérbe helyezése, amelyek ipari melléktermékeket hasznosítanak és/vagy bontott építési anyagok újra való hasznosítását irányozzák elő.) Tekintettel arra, hogy az elsőbbségi sorolású beavatkozási projektlista „csupán” döntéstámogató (döntést előkészítő) anyag, a döntéshozókra célszerű hagyni minden olyan szempont érvényesítését, ami a műszaki, gazdasági, környezetvédelmi vonatkozásokon kívül esik.

Középtávon javasoljuk, hogy a rangsorolás az élettartam költségek alapján történjen. Javasoljuk, hogy minden „szükséges beavatkozási projekt” (a továbbiakban: projekt) esetében a „beavatkozás melletti, egész élettartam alatt jelentkező költséget,  $\dot{E}K_b$ ” határozzák meg. Ehhez szükséges: a vizsgálati időszak (például 25 év), az állapotparaméterek leromlási görbéi, az éves bontású „fenntartási naptár”, a fenntartási-felújítási tevékenységek egységára, esetleg a változó burkolatállapot szerint számított úthasználói költségek, a későbbi években felmerülő költségek első évre történő diszkontálásához szükséges diszkonttényező.

Hasonló számításra van szükség annak az esetnek a feltételezése mellett is, hogy a szakaszon egyáltalán nem végeznek felújítási jellegű állapotjavító beavatkozást; így kapható a „beavatkozás nélküli, egész élettartam alatt jelentkező költséget,  $\dot{E}K_{bn}$ ”.

A beavatkozási projektek rangsorolása a növekvő  $\dot{E}K_b/\dot{E}K_{bn}$  sorrenden alapul. Az előzetesen számított beavatkozási költségek és a Budapest Közút Zrt. számára útfelújításra rendelkezésre álló pénzeszög szabja meg, hogy az útkezelő mely projektek mevalósítását javasolja.

$$\dot{E}K_b = K_\epsilon + \sum_{i=1}^n [(K_{ib} + K_{üb} + K_{úb})(1-d)^{i-1}]$$

$$\dot{E}K_{bn} = \sum_{i=1}^n [(K_{ibn} + K_{übn} + K_{úbn})(1-d)^{i-1}]$$

ahol

$\dot{E}K_{bn}$  beavatkozás nélküli, egész élettartam alatt jelentkező költség (Ft),

$\dot{E}K_b$  beavatkozás melletti, egész élettartam alatt jelentkező költség (Ft),

$K_\epsilon$  a beavatkozás (felújítás) 1. évi költsége (Ft),

$i$  a folyó év sorszáma (1 és  $n$  között),

$n$  a vizsgálat időtartama (év), jellemzően 20 vagy 25 év,

$K_{ib}$  beavatkozás melletti fenntartási költség az  $i$ -edik évben (Ft),

$K_{üb}$  beavatkozás melletti üzemeltetési költség az  $i$ -edik évben (Ft),

$K_{úb}$  beavatkozás melletti úthasználói költség az  $i$ -edik évben (Ft),

$K_{ibn}$  beavatkozás nélküli fenntartási költség az  $i$ -edik évben (Ft),

$K_{übn}$  beavatkozás nélküli üzemeltetési költség az  $i$ -edik évben (Ft),

$K_{úbn}$  beavatkozás nélküli úthasználói költség az  $i$ -edik évben (Ft),

$d$  diszkonttényező (jellemzően 0,03–0,05, ami 3–5%-os alakban is kifejezhető).

Az egyes „lehetséges beavatkozási projektek” rangsorolásakor az út alatti közművezetékeknek is jelentős szerepe lehet:

- már a pillanatnyi burkolatállapotot is befolyásolhatja a közelmúlt tervezett vagy havária jellegű meghibásodásra reagáló közműfelújításait követő burkolathelyreállítás (ez utóbbi tevékenység tapasztalat szerint gyakran az elvártnál rosszabb minőségű is lehet, és így rövid idő alatt kialakuló lokális burkolathibák okozója lehet),
- a burkolat alatt húzódó közművezetékeknek nemcsak a helye és típusa lényeges információ, hanem a kora, illetve minősége is (ezekhez az információkhoz a közműtulajdonosok szolgálhatnak forrásul, az e-közmű rendszerre vonatkozó adatokat nem tartalmaz, adott esetben, a szóban forgó útszakaszon vagy annak közvetlen környékén a közelmúltban tapasztalt közműhaváriák is ez irányú útmutatást adhatnak),
- előregedett és/vagy bizonyítottan rossz állapotú közművek cseréjét a tervezett burkolatfelújítással együtt célszerű végrehajtani, ami költség- és kivitelezési időtartam-növekedéssel, ugyanakkor bonyolultabb építésszervezéssel jár; mindezek pedig a szóban forgó útszakasz beavatkozási rangsorolását befolyásolhatják (még abban az esetben is, ha a burkolat és a közművek felújításának finanszírozása nem ugyanazt a vállalatot terheli).

Jelenleg a „végleges” projektrangsor kialakításához, ahogyan arról már korábban szó volt, a projektek Forgalmi, Gazdasági és Állapot indikátorait súlyozva összegezik. A súlyszámokra a Nyilvántartási Osztály a korábbi V. táblázat szerinti négy variációs lehetőségét munkált ki. Ezek közül – az út-



használókat legnagyobb mértékben sújtó rossz burkolatállapot hangsúlyozásának szándékával – a leginkább támogatható a következő:

- az állapot szempont súlyszáma 0,6,
- a gazdasági szempont súlyszáma 0,2,
- a forgalmi szempont súlyszáma 0,2.

További vizsgálattal ezek a súlyszámok esetleg módosíthatók lehetnének, de inkább azt javasoljuk, hogy addig azok maradjanak változatlanok, amíg az egész élettartam alatti költségek számításán alapuló rangsorolási módszer alkalmazására megfelelő inputok birtokában fel nem lehet készülni.

#### 4 Néhány további feladat

A közeljövőben még a következő PMS fejlesztési feladatok végrehajtása jöhet számításba:

- etalonszakaszok kijelölésének elve, valamint rendszeres állapot- és forgalomvizsgálatok módszertana,
- az említett elvet követve, konkrét etalonszakaszok kijelölése, majd rendszeres állapotvizsgálatok elkezdése,
- módszer kidolgozása a hálózaton végzett (végzendő) különböző burkolat-felújítási technológiák tényleges állapotjavítási mértékének felmérésére,
- a fővárosi főúthálózat alatti közműhálózat lehető legpontosabb mennyiségi és minőségi információinak összegyűjtése,
- a hiányzó pályaszerkezet-felépítési adatok roncsolásos vagy roncsolás mentes mérési technikával történő beszerzése [11],
- a KARESZ pontfelhő, illetve a kapcsolódó fényképfelvételek PMS céljaira való használhatóságának kiterjesztése,
- az útpálya repedezettségén alapuló beavatkozási határ kimunkálása,
- a rangsorolási modell költség/haszon elemzésen alapulóvá alakítása,
- a burkolatfelújítások független minőségbiztosítási (főleg minőségellenőrzési) rendszerének kialakítása,
- az útpálya létesítményfelelősök által végzett felületi épség vizsgálatának (1 és 5 közötti osztályzatok adásának) megbízhatóság-javítá-

tására oktatási és ellenőrzési rendszer kialakítása,

- burkolatfelújítási (és -építési) munkák kivitelezői által végzett tevékenységről olyan adatbank létrehozása, amely az elkészült projektek tényleges leromlási jellemzőiről is tartalmaz – a megbízó által a későbbi kivitelezési tenderek elbírálásakor is hasznosítható – információkat,
- a helyi közmű-meghibásodások utáni burkolat helyreállítás technológiájára és minőségi követelményeire útmutató készítése, kitérve az ellenőrzés és az esetleges szankcionálás (bírságolás) kérdéseire.

#### Irodalom

- [1] Dr. Gáspár László (KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.): Burkolatgazdálkodási rendszer (PMS) bevezetésére vonatkozó szakértői javaslat elkészítése és a bevezetési folyamat szakmai támogatása. 2010; 70.
- [2] Dr. Gáspár László (KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.): PMS I. mérnöki változatának validálása és továbbfejlesztése. Kutatási zárójelentés. Témaszám: 2161-117-2-0. 2010; 198.
- [3] Dr. Bakó András, dr. Ambrusné Somogyi Kornélia (Universitas Alapítvány Győr Nonprofit Kft.): PMS Matematikai Modelljének elkészítése és tovább fejlesztésének előkészítése. 2010; 63.
- [4] Almássy Gábor (BME), Németh Márk (Budapest Közút Zrt.): Útburkolat egyenletlenségmérési eljárások a KARESZ pontfelhő alapján, *Az Aszfalt* 2014; 2:22.
- [5] Budapest Közút: Beszámoló a 2015. évi Futtatás eredményeiről, 2016; 45.
- [6] Budapest Közút: Beszámoló a 2018. évi Futtatás eredményeiről, 2018; 29.
- [7] Soós Zoltán, Igazvölgyi Zsuzsanna (BME): Vélemény a „Projektbeszámoló KTI PMS modelljének adaptálása a BKK Közút rendszerébe, és a továbbfejlesztési irányok meghatározása c. projektről”, 2015; 4.
- [8] Dr. Ambrus Kálmán (Intelligens utak Mérnökiroda Kft.): Budapest Közút Zrt. PMS rendszer továbbfejlesztése, tanulmány, 2015; 66.
- [9] Dr. Gáspár László (KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.): A forgalom áramlásának vizsgálata, 2012; 134.
- [10] Dr. Gáspár László (témafelelős): „Budapest Közút Zrt. Burkolatgazdálkodási rendszerének felülvizsgálata és továbbfejlesztése”. A KTI Nonprofit Kft. 18SZ00292 sz. témájának zárójelentése, 2018; 82.
- [11] [https://en.wikipedia.org/wiki/Ground-penetrating\\_radar](https://en.wikipedia.org/wiki/Ground-penetrating_radar)