



A fővárosi burkolatgazdálkodási rendszer eredményei

Almássy Kornél¹, Dávid Ákos, Pusztai Gábor²

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Út és Vasútépítési Tanszék

² Budapest Közút Zrt.

E-mail: kornel.almassy@budapestkozut.hu, gabor.pusztai@budapestkozut.hu

KIVONAT

Bevezetés A közúthálózat mind nemzetgazdasági, mind fővárosi szinten hatalmas vagyoni érték és a lakosság közérzetét, életminőségét is jelentősen befolyásoló tényező. Ezen vagyoni érték állagának, minőségének és így értékének megőrzése önmagában is fontos és jelentős költséggel járó kötelezettsége a tulajdonosnak és a fenntartónak. Nemzetgazdasági szinten ezen értékmegőrzési, karbantartási feladatokhoz további számszerűsíthető többletköltség-elemek is kapcsolódnak pl. a [...]

Almássy Kornél

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

1. BEVEZETÉS

A közúthálózat mind nemzetgazdasági, mind fővárosi szinten hatalmas vagyoni érték és a lakosság közérzetét, életminőségét is jelentősen befolyásoló tényező. Ezen vagyoni érték állagának, minőségének és így értékének megőrzése önmagában is fontos és jelentős költséggel járó kötelezettsége a tulajdonosnak és a fenntartónak. Nemzetgazdasági szinten ezen értékmegőrzési, karbantartási feladatokhoz további számszerűsíthető többletköltség-elemek is kapcsolódnak pl. a felújítások okozta forgalomkorlátozások közlekedésüzemi és idő költségek, továbbá az esedékes karbantartási munkák elmaradása esetén a közúthálózat minőségromlása okozta többletköltségek. A fővárosi méretű közúthálózaton (1370 km hossz, 845 Milliárd forint bruttó érték) a karbantartási munkák tervezése és szervezése rendkívül komplex feladat, melynek hatékony végzéséhez célszerű a tudomány legújabb eredményeit is felhasználni. A rendelkezésre álló szűkös erőforrások minél hatékonyabb felhasználása ugyanis elsődleges célja az üzemeltető szervezeteknek.

Budapest Közút Zrt.-ben az előzetes felmérések alapján a burkolatgazdálkodási modell felhasználási lehetőségeit vizsgáltuk meg. Vizsgálatunk azt mutatta, hogy a Budapest Közútnál az utóbbi időszakban elvégzett sikeres fejlesztések és szisztematikusan végzett adatgyűjtések megfelelő alapot szolgáltatnak a tudományos modell gyakorlati hasznosításához. Az adaptált és továbbfejlesztett modell használata alapján várható eredmények hatékonyan tudják segíteni a közúthálózat karbantartási munkálatainak optimális tervezését és szervezését. A térinformatikai rendszerek használata és a tényadatokon alapuló tudományos számítások konkrét beavatkozási javaslatokat, ezek becsült költségértékét képesek szolgáltatni a kezelői döntések pontosabb megalapozásához.

2. A BURKOLATGAZDÁLKODÁSI RENDSZEREK

A közlekedési létesítmények tulajdonosainak, kezelőinek törvényekkel is alátámasztott feladata, hogy „jó gazda módjára” törekedjenek a rájuk bízott létesítmények állagának és értékének minél hosszabb ideig történő megóvására. Az országos közúthálózat értéke megközelítőleg 7000 milliárd forint, míg a fővárosi közúti vagyon eléri az 845 milliárd forintot. Az ekkora összegű vagyonelemek feletti felelős gazdálkodás megköveteli, hogy a létesítményekről megfelelően friss és pontos információkkal rendelkezzen a kezelő. Célszerű a rendelkezésre álló adatok feldolgozásával, tudományos modellen alapuló elemzésekkel segíteni a felelős gazdálkodást.

„A burkolatgazdálkodás (PMS – Pavement Management System) olyan tevékenységek összességét foglalja magába, amely a közúti közlekedési infrastruktúra fenntartását érintő döntéshozatalokat objektív műszaki szempontok alapján, rendszerezett paraméterek vizsgálata és értékelése útján támogatja, elősegítve a szűkösen rendelkezésre álló pénzügyi, humán, műszaki erőforrások ésszerű allokációját.”(Gáspár, 2003)

A PMS rendszer egy olyan költségoptimalizálási folyamat része, amely lehetővé teszi a hosszú távú költségtervezést. A költségoptimalizálás, a közútfenntartási beavatkozások helyes időzítésével és rangsorolásával nemcsak Társaság szinten, de akár nemzetgazdasági szinten is érzékelhető változásokat indukálhat. Egy ilyen átfogó rendszeren keresztül a beavatkozások minősége is nyomon követhető. A PMS rendszer távlati célja tehát, hogy az éves útfelújítási tervek meghatározását mért adatok alapján mérnöki számításokkal támogassa, illetve a Társaság közút üzemeltetési stratégiájának alapja legyen.

3. A BURKOLATGAZDÁLKODÁS SZEREPE A BUDAPEST KÖZÚT TEVÉKENYSÉGÉBEN

A Budapest Közút jelenleg 1370 km fővárosi úthálózat üzemeltetésért felel. A közutak vagyonértéke bruttó 845 milliárd Ft, a rájuk található műtárgyaké 258 milliárd Ft, a forgalomtechnikai eszközöké 15 milliárd Ft. A Budapest Közút a napi szintű operatív kezelői, üzemeltetői feladatok mellett (hibaelhárítás, kezelői hozzájárulások, napi fenntartási feladatok), komoly szerepet vállal az úthálózat hosszú távú fenntartásában is.

A Budapest Közútnak, mint a fővárosi utak kezelőjeként, fontos célkitűzése, hogy a mai kor elvárásainak megfelelő hatékonysággal lássa el a feladatát. Ennek érdekében folyamatosan szem előtt tartja a legmodernebb technológiák bevezetését, és a munkavégzés minőségének folyamatos fejlesztését. Ebbe a szemléletbe illik bele, hogy a Társaság a burkolatüzemeltetéssel kapcsolatos döntéseket minél inkább a közúti nyilvántartásban szereplő friss és hiteles adatok alapján kívánja meghozni. Ehhez azonban a korszerű adatgyűjtéseken kívül szükség van az adatelemzés fejlesztésére is. (Németh – Pusztai, 2016)

Társaságunk évek óta rendszeresen gyűjti a PMS rendszer futtatásához szükséges adatokat. Az elmúlt időszak térinformatikai fejlesztései, és az adatgyűjtések hatékony szervezése mára lehetővé tették, hogy tudományos modellen alapuló komplex elemzéseket végezzünk.

A KTI 2010-ben készült tanulmányai alapozták meg a Budapesti PMS rendszert. (Bakó – Gáspár – Kovács, 2012) A tanulmányok alapján kezdődött az adatok rendszeres, és nagy tömegű gyűjtése. A 2010 és 2014 közötti időszak a futtatáshoz szükséges minimális adatok összegyűjtésének időszaka volt, így az ebben a periódusban készült tanulmányok is az adatgyűjtések lehetséges módszereiről szóltak(KTI, 2012) . A PMS rendszer első futtatására 2015-ben került sor, egybekötve az addigi adatgyűjtési irányok felülvizsgálatával.

A jelenlegi burkolatgazdálkodási modell a hálózati szintű döntés előkészítés támogatását tűzte ki célul. A hálózati szintű modellezés célja, hogy a teljes hálózatot tekintve a szükséges beavatkozási helyeket meghatározza. Meghatározhatóak az egyes beavatkozások közelítő költségei, illetve a ráfordítások alapján a teljes hálózat hosszútávon várható állapotváltozása is. A rendszer fejlesztésének egyik iránya, hogy a hálózati modell alapján meghatározott területeken létesítményszintű elemzéseket is automatikusan végre lehessen hajtani, így pontosítva a szükséges beavatkozások műszaki, illetve gazdasági adatait.

4. KARESZ RENDSZER ISMERTETÉSE

A Közúti Adatgyűjtő Rendszer (KARESZ) feladata közúti nyilvántartás tárgykörébe tartozó, illetve a közútkezeléshez szükséges nyilvántartási adatok felvétele, és a kialakított nyilvántartások folyamatos változáskövetése.

A KARESZ, Közúti Adatgyűjtő Rendszer kialakítása 2011-ben kezdődött, és 2013 második fél-évben állt munkába. A megoldás lényege egy mobil platformra szerelhető, nagy pontosságú felmérő rendszer, mely a látható objektumokról 3D pontfelhőt és képeket is készít. Minden út, épület, műtárgy nemcsak látható, de mérhető és elemezhető is a készített adatok alapján. A pontfelhő alapján digitalizált vektoros nyilvántartás nem pusztán egy digitális megvalósulási terv, hanem a térinformatikai eszközök segítségével lehetőséget nyújt keresések, összehasonlítások és elemzések gyors elvégzésére s, ami hatékonyabbá teheti a Budapest Közút munkavégzését.

A KARESZ rendszer áll egyrészt egy terepi adatgyűjtő eszközparkból, illetve egy adatfeldolgozási technológiából. Az adatgyűjtési mérési módszer lényege, hogy a nagy pontosságú 3D lézerszkennerekkel, kamerákból, illetve precíziós navigációs rendszerből álló műszer együttes képeket és 3D pont-felhőt készít az adott objektumról, így azok nemcsak láthatóvá, hanem mérhetővé és elemezhetővé is válnak. Az adatfeldolgozás során az adatgyűjtő rendszer által előállított 3D pontfelhőből vektoros, leíró adatokkal felruházott nyilvántartási adatbázis készül.

A KARESZ rendszer felmérései alapján mára rendelkezésre áll a Fővárosi utak és járdás felületének, illetve a különböző típusú szegélyek geodéziai pontosságú felmérése. Ezen adatok így nem csak a Burkolatgazdálkodási rendszer hálózati szintű elemzéseire, hanem már a létesítményszintű tervezési feladatokhoz is elegendő pontosságú adatokat szolgáltatnak. Az előállított pontfelhő pedig lehetőséget teremt a felületek automatikus elemzésére, értékelésére.

5. ADATOK ÖSSZEGYÜJTÉSE

A burkolat gazdálkodási rendszer bevezetésének követelménye, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű bemenő adat álljon rendelkezésre. Egy Budapest méretű városban ez nagy kihívás volt és hosszú évek adatgyűjtési munkájával jutottunk el eddig, hogy egy első futtatást el tudtunk készíteni. A Budapest Közút Zrt. a Budapesten található 5458 km közút hálózatnak egy részét – a fő és tömegközlekedési hálózattal érintett utakat – kezeli és üzemelteti melynek hossza 1312 km. A PMS rendszerhez a bemenő adatok az utóbbi, kezelt és üzemeltetett hálózatra állnak rendelkezésre. Az adatokról sajnos még nem mondható el, hogy teljes körűek lennének, a PMS rendszer jól rámutat arra, hogy mely bemenő adatok gyűjtése lenne a legfontosabb ahhoz, hogy rendszer még pontosabb eredményt szolgáltatson.

A bemenő adatok többféle forrásból származnak, melyek különböző pontosságúak és felbontásúak voltak, így ezekhez szükséges volt egy közös felbontást találni. Minden adatot az általunk kialakított és karbantartott tengelyhálózathoz kapcsolunk. A szakaszok úgy lettek kialakítva, hogy illeszkedjenek a legnagyobb felbontású bemenő adathoz, ami a területi létesítményfelelősök által vezetett felületi épség nyilvántartás.

- A felhasznált úttengely a Budapest Közút saját tengelyhálózata.
- A teherbíráshoz a behajlási eredményeket Lacroix teherbírásmérő gépjármű szolgáltatja. A mérés elve megegyezik a kézi behajlásmérés elvével, a különbség a mérés gyakorlati kivitelezésében rejlik; itt ugyanis a behajlásmérőket egy automata mérőkocsra függesztik, ami lassú (3–5 km/h) előrehaladás közben 4 m-ként méri a burkolat lehajlását. (Markó – Primusz – Péterfalvi, 2012)
- A Budapest Közút burkolatgazdálkodási rendszerében felhasznált hosszirányú felületi egyenetlenség (IRI) értékek teljes mértékben saját terepmodellen alapuló számított adatok. A terepmodell elkészítéséhez szükséges lézerpontfelhőt a KARESZ mérő- és feldolgozó rendszer szolgáltatja. A számítás alapját a Világbank által kiadott számítási algoritmus adja, az értékelési osztályközöket a városi környezethez igazítottuk (Almássy – Németh, 2014)
- A felületi épség adatokat a létesítményfelelősök által rögzített állapotértékelés adja. A létesítményfelelősök olyan összetett, szakmai tapasztalatokon alapuló értékelést adnak, amely az adott

útszakasz forgalmával, kihasználtságával és egyéb nehezen számszerűsíthető paraméterekkel súlyozott minősítés.

- A forgalmi adatok forrása a BKK Zrt. által rendelkezésünkre bocsátott Egységes Forgalmi Modell, amely információval szolgál az egyes tengelyszakaszokat jellemző forgalom nagyságáról, valamint a forgalomban résztvevő járműtípusokról (járműkategóriák).

- Az utolsó felújítás évére vonatkozó adatok az Budapest Közút üzemeltetési osztály adatszolgáltatása alapján vettük figyelembe.

- A Közúti Adatgyűjtő Rendszer (KARESZ) felmérése nyomán a Budapest Közútnál előállt a Főváros teljes úthálózatára a pontfelhő állomány. A kezelt úthálózatra, a pontfelhő alapján vektorizálásra került a forgalomtechnikai vázterkép, mely alapján az utak szélességére, felületére, valamint az épített szegély hosszúságára vonatkozó adatok meghatározhatók.

- A pályaszerkezetre vonatkozó adatok két forrásból származnak. Az egyik és a pontosabb adat pályaszerkezeti fűrészekből származik. Ezeket minden évben a rendelkezésre álló források alapján rendljük meg. A másik forrás, ami pontatlanabb, a létesítményfelelősök által burkolatbontások esetén készített fényképek. A látható pályaszerkezetre vonatkozó értékek a fényképek alapján becsülve kerültek megadásra.

- Altalaj információk alapjául a Földtani Intézet által rendelkezésünkre bocsátott alaptérkép szolgált.

- Az idei futtatáshoz a PMS input adatok körét kiegészítettük a Budapest Közút ügyviteli rendszerében rendszerben tárolt, az útellenőrök által bejelentett kátyúadatokkal.

6. ÁLLAPOTÉRTÉKELÉS

Az aktuális évben történő állapotértékeléshez először régebbi évekből származó állapotértékeket az idei évre kell konvertálni a leromlási modell segítségével (lásd. 7. pont).

Ezután az állapotadatokat 1-5 terjedő skálán szükséges osztályozni, a számított átlagértékek és szórás alapján. A KTI által 2010-ben meghatározott osztályozási közöket az azóta beérkezett mérési adatok alapján pontosítottuk. A Teherbírasi osztályok meghatározására használt behajlási értékek osztályközei túl megengedőek voltak, így azt úthálózat teljes egész jó vagy megfelelő kategóriába esett. Az eltolt osztályközöket a 1. táblázat tartalmazza. A későbbiekben célszerűnek látszik az osztályozást a pályaszerkezet típusok szerint elkülöníteni, de jelenleg a kevés pályaszerkezeti adat miatt erre nem volt lehetőség.

1. táblázat: Behajlási értékek osztályközei [Forrás: saját szerkesztés]

Min.	Max.	Szórás maximum	Mértékegység	Osztályzat	Megnevezés
0,00	0,50	0,25	mm	1	Jó
0,51	0,70	0,50	mm	2	Megfelelő
0,71	1,00	0,70	mm	3	Tűrhető
1,01	1,50	0,90	mm	4	Nem megfelelő
1,51	–	–	mm	5	Rossz

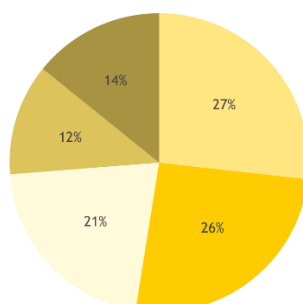
Az IRI értékek globálisan alkalmazott osztályközei városi környezetben korlátozottan alkalmazhatóak. Egyrészt az egyenetlenség jelentős részét a közmű szerelvények okozzák, ami nem befolyásolja a pályaszerkezet állapotát. Másrészt a városi környezetben gyakran alkalmazott burkolatszél hullámoztatás is rontja az egyenetlenséget, így már eredetileg is rosszabb értékek adódnak. Jelen modellünkben az Almássy Gábor és Németh Márk által kidolgozott Városi úthálózatra javasolt IRI határértékek (Almássy – Németh, 2014) Egy módosított változatát használtuk. Az osztályközöket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: IRI értékek osztályközei városi környezetben [Forrás: saját szerkesztés]

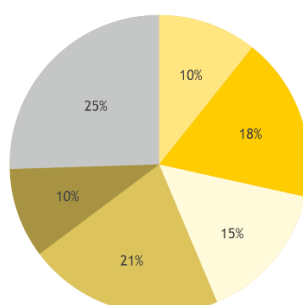
Min.	Max.	Mértékegység	Osztályzat	Megnevezés
0,00	4,00	mm/m	1	Jó
4,01	5,00	mm/m	2	Megfelelő
5,01	6,00	mm/m	3	Tűrhető
6,01	10,00	mm/m	4	Nem megfelelő
10,01	–	mm/m	5	Rossz

A felületi épség eleve osztályozott formában érkezik, így nincs szükség további osztályközök meghatározására. A 1. ábra diagramjai az utak állapotértékeinek megoszlását mutatják felületarányosan.

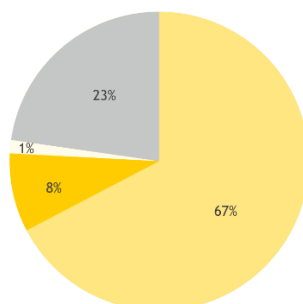
UTAK FELÜLETI ÉPSÉGE



UTAK ENYENETLENSÉGE (IRI)



UTAK TEHERBÍRÁSA

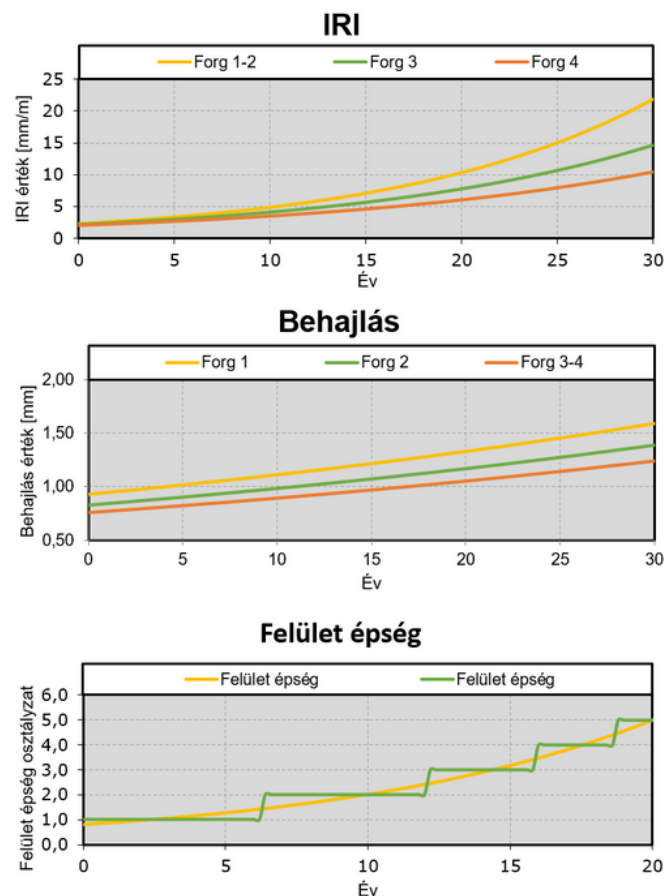


1. ábra: Állapotadatok megoszlása [Forrás: Saját szerkesztés]

A fenti diagramokból jól látszik, hogy az úthálózat teherbírása alapvetően jó állapotú, csak a lokális javítások okozta teherbíráshiányok jelentenek gondot. A felületi épség és az egyenetlenség értékei nagyjából egyenletesen oszlanak el. Az egyenetlenség a felületi épség esetén adódhat a szubjektív osztályozásból is, az IRI esetén pedig a határérték megválasztásából.

7. LEROMLÁS SZÁMÍTÁSA

A leromlási görbék szerepe, hogy az ismert állapotértékekből előrebecsüljük a későbbi években várható értékeket. A leromlási görbék meghatározásához az Intelligens utak Kft. tanulmánya volt segítségünkre (Ambrus, 2015). A tanulmány írásakor nem állt rendelkezésre megfelelő mennyiségű pályaszerkezeti adat a budapesti úthálózatról, ahhoz hogy forgalomnagyság és pályaszerkezet szerint is különböző leromlási görbéket lehessen meghatározni, illetve adott szakaszokra vonatkozó idősoros állapotadatok sem voltak elérhetőek. Az adathiány feloldására a rendelkezésre álló forgalomnagyság adatok alapján osztályoztuk az utakat, és az egy kategóriába eső szakaszok eltérő életkorai alapján határoztuk az egyes állapotadatok leromlási görbéit (Németh – Pusztai, 2016).



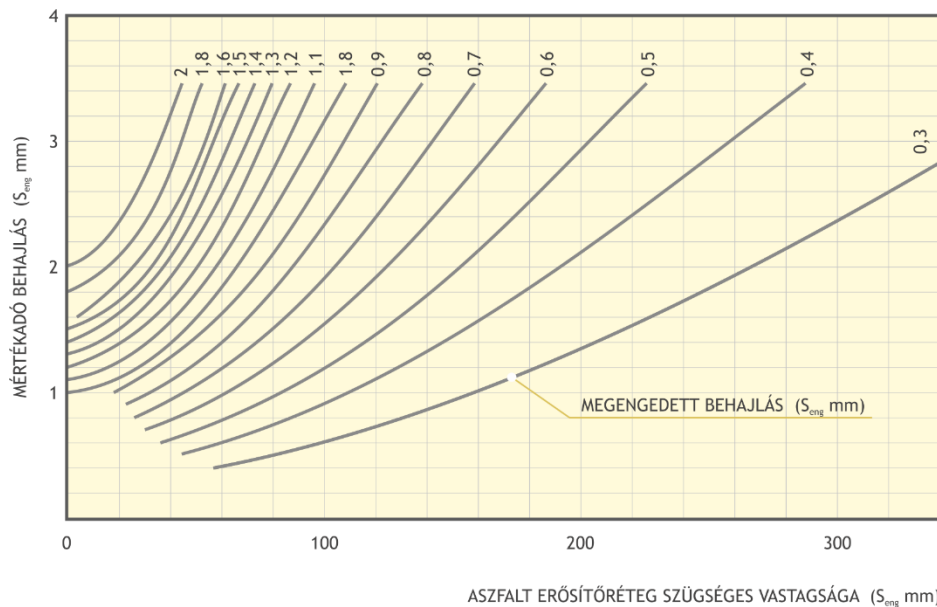
2. ábra: Leromlási görbék [Forrás: Sajat szerkesztés]

8. BEAVATKOZÁSI JAVASLATOK

A beavatkozási javaslatot két módszer összhangjaként szükséges számolni. Egyrészt a KTI 2010-ben készített beavatkozási modelljének (Bakó, Gáspár, Kovács 2012) továbbfejlesztett változata Útügyi műszaki előírás alapján számítható az aszfaltburkolatú pályaszerkezetek megerősítése (UME e-UT06.03.13 2005).

8.1. PÁLYASZERKEZET MEGERŐSÍTÉS SZÁMÍTÁSA

A pályaszerkezet megerősítésre vonatkozó értékek az e-UT06.03.13(ÚT 2-1.202) Útügyi műszaki előírás 7.1 és 7.2 ábráinak zárt függvényekkel való közelítéséből származnak. A közelítés miatt a tényleges megerősítés számításnál a tervezőnek felül kell vizsgálni az ábra alapján az értékeket. A lokális pályaszerkezet csere szükséges mértékének becsléséhez jó támpontot ad a kiugróan rossz teherbírás értékek száma. Ha a kiugró értékek átlaga meghaladja az 1 mm-t, akkor a kiugró értékek aránya az összes értékhez megadja, hogy a teljes terület hány százalékában szükséges lokálisan pályaszerkezet cserét végrehajtani.



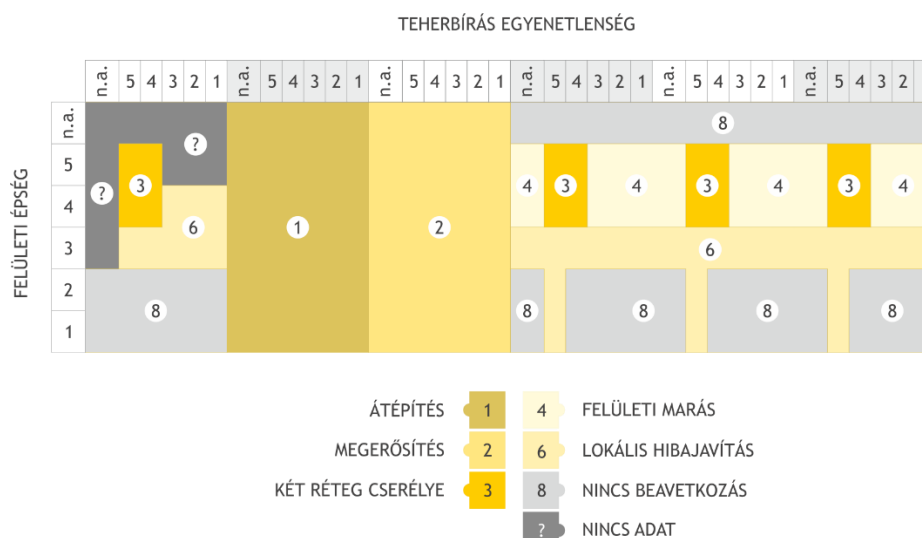
3. ábra: A szükséges aszfalt erősítőrétteg-vastagságnak (Δh , mm) a mértékadó behajlások (s_m , mm) és a megengedett behajlások (s_{eng} , mm) értékeivel való összefüggése [Forrás: MAUT e-UT06.03.13]

8.2. ÁLTALÁNOS BEAVATKOZÁSI JAVASLAT

A szakaszok állapotparamétereinek különböző kombinációihoz tartozó optimális beavatkozásokat a KTI 2010-ben meghatározta (Bakó – Gáspár – Kovács, 2012). E szerint az egyes homogén szakaszokra meghatározott teherbírasi, felületi hibákra vonatkozó, felületi egyenetlenségi és csúszás-ellenállási osztályzatok kombinálását olyan formában hajtjuk végre, hogy az adott állapotkombinációhoz tartozó optimális beavatkozás kiválasztása lehetséges legyen.

Az idei felülvizsgálat során a beavatkozási modellt módosítottuk. Mivel az állapotadatok közül is kikerült a csúszásellenállás, így a beavatkozási javaslatok esetén nem tudjuk figyelembe venni. Az állapotadatok nem állnak rendelkezésre teljes körűen, és a jellemző adatok becslése sem oldható meg, sok útszakasz kiesne a beavatkozási modellből. Ezért célszerűnek láttuk, ha egyes adathiányos szakaszokra is tudunk beavatkozást javasolni. A gyakorlati tapasztalatok alapján a felületi bevonat, illetve a kiegyenlítő marás mint javasolt technológia kikerült a modellből. A felületi bevonatokkal kapcsolatban a városi próbaszakaszok rossz tapasztalatai alapján döntött úgy a Társaság vezetése, hogy nem javasolja a technológia alkalmazását. A kiegyenlítő marás technológia pedig városon belül inkább csak lokálisan (pl. jelzőlámpás csomópontok járműosztályozói) alkalmazott technológia, ráadásul a keresztirányú egyenetlenség mérések hiányában nem is jól becsülhető a szükségessége.

A beruházási javaslatokat az 4. ábra foglalja össze:



4. ábra: Beavatkozási mátrix [Forrás: saját szerkesztés]

A 8.1 pontban számított szükséges megerősítés érték alapján az általános beavatkozási modell pontosítható. Megerősítést csak ott javaslunk ahol a felületi épség osztályzata legalább 3, vagyis ahol a teherbírás hiány már látható hibákat okoz. Ahol a számítás 2-8 cm megerősítést javasol, ott a beavatkozási javaslat értéke automatikusan megerősítés (2). A 8 cm feletti megerősítések esetén (figyelembe véve a városi környezet kötöttségeit) átépítést (1) javaslunk.

Teljes átépítés (1) javasolt minden esetben, ha az út teherbírása rendkívül rossz állapotú, vagy a városban belül kezelhetetlenül sok megerősítésre lenne szükség. Ebben az esetben a földmű felső rétege is elbontásra kerül. A földmű felső rétegében fagyvédő réteg beépítése javasolt. A fagyvédő réteg fölé 20 cm CKT alapréteg, majd 8 és 7 cm AC-22 kötőréteg kerül beépítésre. Zárásként 4 cm AC-11F kopóréteg épül. A beavatkozás esetén számolni kell az általános költségekkel, a közművek szintbehelyezésével, burkolati jelek festésével, illetve szegélyépítéssel is.

Burkolat megerősítés (2) javasolt, ha a pályaszerkezet teherbírása javításra szorul, de nem szükséges a teljes pályaszerkezet cserélése. A felső 7 cm lemarása után 7 cm AC-22 kötőréteg, zárásként 4 cm AC-11F kopóréteg kerül beépítésre. A beavatkozás esetén számolni kell az általános költségekkel, a közművek szintbehelyezésével, burkolati jelek festésével, illetve szegélyépítéssel is.

A felső két réteg cseréjére (3) van szükség, ha a teherbírás elfogadható, de a felületi épség és az egyenetlenség nagyon rossz állapotú. Ilyen esetben az egyenetlenségi hibák várhatóan nem javíthatóak meg egy réteg cseréjével. Ez esetben a tervezett beavatkozás a felső 11 cm lecserélésre 7 cm AC-22 kötő és 4 cm AC-11F kopórétegre. A beavatkozás esetén számolni kell az általános költségekkel, a közművek szintbehelyezésével, burkolati jelek festésével. A szegélyépítést 50 %-kal csökkentve kell számolni.

Kopóréteg csere (4) javasolt, ha a teherbírás elfogadható, de felületi hibák, illetve a felületi egyenetlenség rossz állapotú. Ez esetben csak a felső 4 cm kerül lecserélésre AC-11F kopórétegre. A beavatkozás esetén számolni kell az általános költségekkel, a közművek szintbehelyezésével, burkolati jelek festésével. A szegélyépítést 40 %-kal csökkentve kell számolni.

A felületi hibák javítása (6) akkor kerül előtérbe, ha az út állapota még nem éri el a komolyabb beavatkozásokhoz szükséges szintet, de már rendszeres rutin javításra szorul. A beavatkozás keretében javasolt a repedések kiöntése (0,2 fm/m²) illetve a kátyúk javítása (0,02 t/m²). A felületi hibák javítása alapján számolható a hosszú távú modell rutin beavatkozása is.

9. KÖLTSÉGBECSLÉS

A költségek becsléséhez a Budapest Közút Tervezési osztálya által szolgáltatott 2017. évi közbeszerzési egységeket vettük alapul. A bizonytalanságok figyelembe vételére az árakat 20%-al növeltük. Mivel az útszakaszokhoz rendelkezésre állnak már szegélyhossz adatok is, így a

szegélyépítéseket nem a felületre vetítve, hanem hossz alapján áraztuk be. Az általános költségek (terelési tervek, közműszintbe helyezés, megvalósulási dokumentáció, stb.) felületre vetítve 2500 Ft/m² árat becsültünk. A költségeket a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat: Felhasznált egységárak [Forrás: saját szerkesztés]

Munkanem	Mértékegység	Egységár
Földmű bontása	Ft/m ³	7 200
Pályaszerkezeti rétegek marása	Ft/m ³	12 000
Homokos kavics ágyazat építése	Ft/m ³	7 200
Soványbeton burkolatalap készítése utókezeléssel	Ft/m ³	21 600
AC-22 alap (mF) alapréteg építése	Ft/m ³	62 400
AC-22 kötő (mF) kötőréteg építése	Ft/m ³	62 400
AC-11 kopó (mF) kopóréteg építése	Ft/m ³	69 600
Repedéskiöntés	Ft/m	1 310
Felületi bevonat	Ft/m ²	3 000
Burkolati jelek festése	Ft/m ² *	300
Általános költség (ideiglenes forgalomtechnikai terv, szakfelügyelet, megvalósulási terv)	Ft/m ² *	2 500
Szegélyépítés	Ft/m	6 500
Lokális hibajavítás	Ft/t	67 900
*a mértékegységben szereplő m ² a teljes burkolat területére vonatkozó egységnyi terület		

10. HOSSZÚ TÁVÚ MODELL

A hosszú távú modell működésének az alapja a leromlási görbék alapján számolt állapotbecslés. A leromlási görbék alapján az állapotadatokat kiszámoltuk 5, 10, 15 évvel előre, majd a fentiekben ismertetett módon újra kiszámoltuk a beavatkozási modell, és a költségbecslési modell eredményeit.

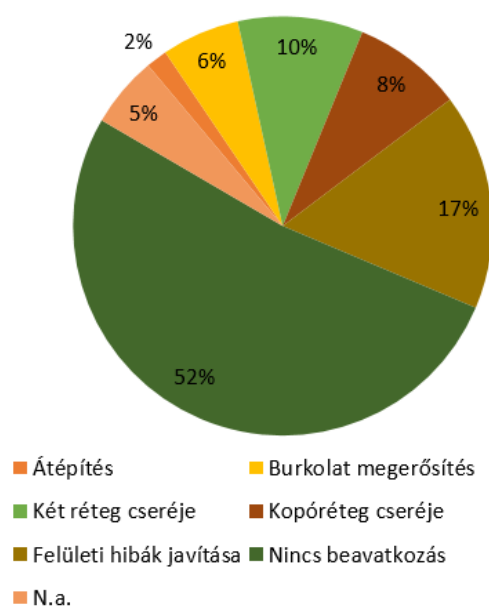
A hosszú távú modell segítségével meghatározható, hogy beavatkozások hiányában milyen állapotértékek várhatóak az egyes szakaszokon, illetve hogy mik a későbbre tolt beavatkozások költségei.

10.1. JAVASOLT BERUHÁZÁSOK

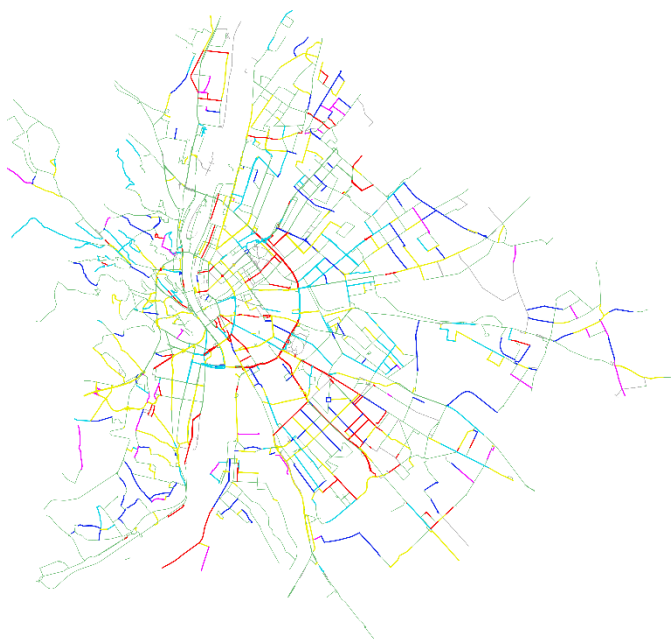
Az adataink alapján a PMS rendszer javaslatot tesz a következő évben felújítani szükséges utakra. A javaslat pusztán a mért műszaki paraméterekre támaszkodik, ezért nem vesz figyelembe számos olyan szempontot, ami meghatározhatja a felújítási lista alakulását. Ilyen lehet például a közmű rekonstrukciók helyszínei, a nem fenntartási szempontú felújítások, illetve a nem mért állapotparaméterek okozta problémák (vízelvezetés). Ezek alapján tehát a javaslat alapul szolgálhat a személyes szakmai döntéseknek, de nem helyettesítheti azokat.

A meglévő adatok alapján mindössze az utak 5%-án (kb. 1,0 millió m², 85 km) hiányzott elegendő adat az elemzéshez. Az utak 69% (kb. 12,8 millió m², 927 km) jelenleg nem igényel nagyobb beavatkozást, azonban 26% (4,8 millió m², 356 km) már az első évben beavatkozást igényelne, ideális állapotban. Ahhoz, hogy mindenhol a megfelelő minőségre hozzuk, az utakat 328 milliárd Ft-ra lenne szükség a modell számításai szerint. Ez az összeg messze van a reálisan rendelkezésre álló kerettől, ezért szükséges, hogy a beavatkozásokat valamilyen módon sorrendbe állítsuk.

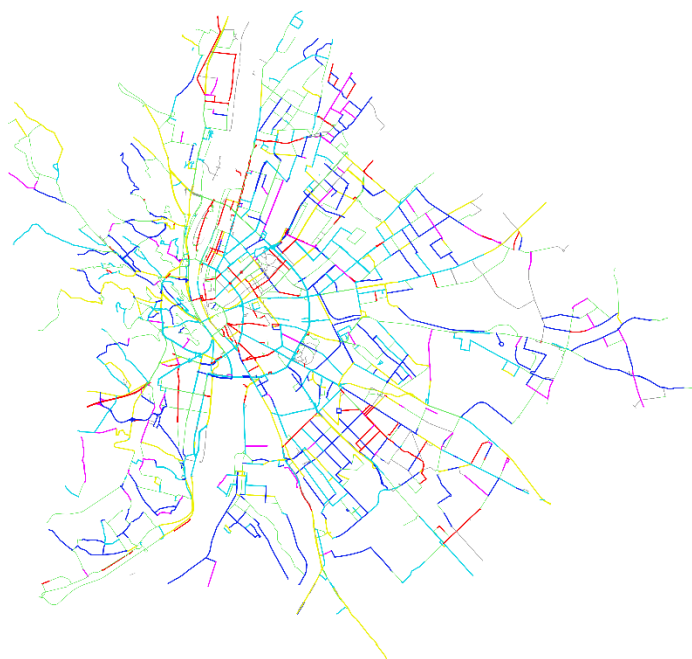
A hosszú távú modell alapján előre becsülhető, hogy a beavatkozások elmaradása esetén 5, 10 vagy 15 év múlva milyen beavatkozások válnak szükségessé. Az 1, 5 illetve 10 év múlva szükségessé váló beruházásokat a következő ábrák szemléltetik.



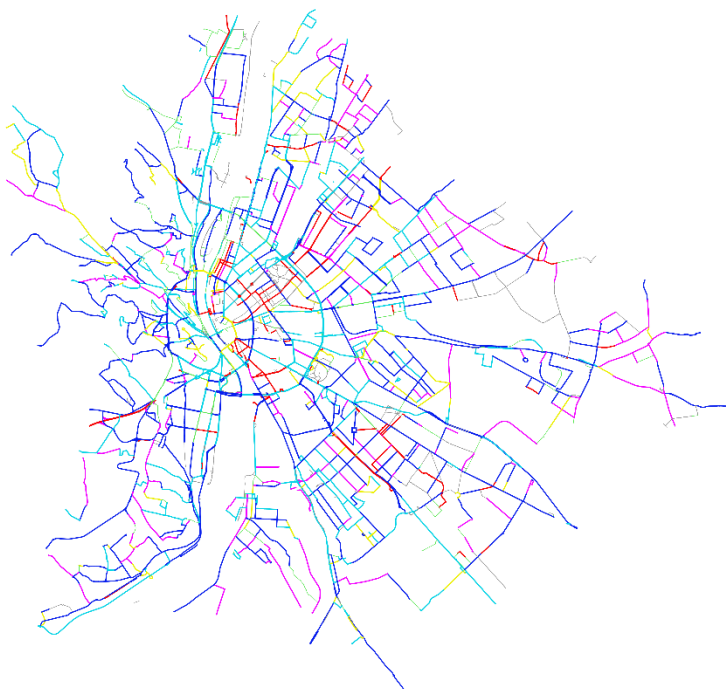
5. ábra: Első éves beavatkozások megoszlása az üzemeltetett úthálózaton [Forrás: Saját szerkesztés]



6. ábra: Beavatkozási javaslatok az első évben [Forrás: Saját szerkesztés]



7. ábra: Beavatkozások elmaradása esetén az 5 év múlva szükséges beavatkozások [Forrás: Saját szerkesztés]



8. ábra: Beavatkozások elmaradása esetén az 10 év múlva szükséges beavatkozások [Forrás: Saját szerkesztés]

10.2. FELÚJÍTÁSI SORREND

A rangsorolási modell segítségével az útszakaszok felújítása sorrendbe állítható. Az 4. táblázatban az általános rangsor első 25 elemét mutatjuk be. A rangsor csak az útüzemeltetési műszaki szempontok figyelembevételével készült, így a felállított sorrend nem veszi figyelembe az egyéb befolyásoló tényezőket. Ilyenek lehetnek például a közmű rekonstrukciók helyszínei, a nem fenntartási szempontú felújítások, közösségi közlekedést érintő beruházások, állami fejlesztési projektek, illetve a nem mért állapotparaméterek okozta problémák (vízelvezetés). Ezek alapján tehát a javaslat alapul szolgálhat a személyes szakmai döntéseknek, de nem helyettesítheti azokat.



9. ábra: A rangsorolási modell eredménye [Forrás: Saját szerkesztés]

4. táblázat: A beavatkozási rangsor első 25 eleme [Forrás: saját szerkesztés]

Kerület	utcanév	Szakasz eleje	Szakasz vége	Felületi éps. oszt.	Teherbírási oszt.	Egyenetl. oszt.	Utolsó felújítás éve	Szakasz hossza [m]	Útfelület [m ²]	Tervezési osztály	Beavatkozási javaslat	Beavatkozási költség [millió Ft]	Rangsor
9	Könyves Kálmán körút	Üllői út	M5	5	1	3	2001	703	18009	K	Kopóréteg cseréje	738,6	5,4
9	Üllői út	Kőér utca	Mátyás király utca	5	1	3	2006	402	8724	D	Kopóréteg cseréje	357,82	5,4
9	Üllői út	Ecseri út	Ferde utca	5	1	2	2006	2787	73829	E	Kopóréteg cseréje	3028	5,0
9	Boráros tér			5	1	3	2006	882	16079	C	Kopóréteg cseréje	659,44	4,9
14	Hungária körút	XIII. Kerület határ	Kerepesi út	4	1	3	2007	6503	137134	K	Kopóréteg cseréje	5624,4	4,8
9	M5 bevezető	Határ út	Ecseri út	5	1	2	1995	2632	46256	K	Kopóréteg cseréje	1897,1	4,4
9	Könyves Kálmán körút	M5	Rákóczi híd	5	1	3	2002	4080	80532	E	Kopóréteg cseréje	3302,9	4,3
11	Bazsalikom utca	Kecske méti József utca	Egér út	5	1	0	1996 előtt	526	5904	E	Kopóréteg cseréje	242,15	4,2

Kerület	utcanév	Szakasz eleje	Szakasz vége	Felületi éps. oszt.	Teherbírási oszt.	Egyenetl. oszt.	Utolsó felújítás éve	Szakasz hossza [m]	Útfelület [m ²]	Tervezési osztály	Beavatkozási javaslat	Beavatkozás költség [millió Ft]	Rangsor
10	Kerepesi út	Pilis utca	Sárgarózsa utca	5	1	3	2007	601	8990	E	Kopóréteg cseréje	368,71	4,1
18	Halomi út	Nagyenyed utca	Zagon utca	3	2	0	2005	69	730	E	Burkolat megerősítés	55,753	4,1
11	Hunyadi János út	Kondorosi út	XXII. Kerület határ	4	1	2	2006	3969	68024	E	Kopóréteg cseréje	2789,9	4,1
15	Erdőkerülő utca	Zsóka utca	Szentmihályi út	5	1	0	Ismertlen	546	7185	E	Kopóréteg cseréje	294,67	4,1
15	Arany János utca	Bercsényi Miklós utca	Bánkút utca	3	2	0	2006	362	4459	D	Burkolat megerősítés	340,56	4,0
1	Attila út	Döbrentei tér	Mikó u.	4	1	3	2001	1209	18005	C	Kopóréteg cseréje	738,44	3,8
8	Vajda Péter utca	Orczy út	Könyves Kálmán körút	3	1	2	2008	1748	25588	E	Burkolat megerősítés	1954,4	3,8
9	Soroksári út	Dandár utca	Pápay István utca	4	1	4	2005	256	6220	E	Burkolat megerősítés	475,08	3,8
14	M3 bevez. le- és felhajtó	Ömvikút ki- és behajtó		4	1	0	Ismertlen	195	2150	K	Kopóréteg cseréje	88,168	3,8
19	Hofherr Albert utca	Nádasdy utca	Nagykőrösi úti körforgalom	5	2	0	2006	282	3245	C	Kopóréteg cseréje	133,08	3,6
21	Táncsics Mihály utca	Széchenyi István utca	Károli Gáspár utca	4	1	3	1996 előtt	817	10799	D	Kopóréteg cseréje	442,92	3,5
1	Sztehlo Gábor rakp.	Halász u-i le-felhajtó	Halász u-i le-felhajtó	4	1	2	2012	468	5456	E	Kopóréteg cseréje	223,79	3,5
21	II. Rákóczi Ferenc út	Vas Gereben u.	Budapest határ	4	1	0	2006	3681	44158	K	Kopóréteg cseréje	1811,1	3,5
18	Ady Endre utca	Törvény utca	Vezér utca	5	2	0	Ismertlen	326	3181	A	Kopóréteg cseréje	130,45	3,4
4	Víztorony kör. buszford.	Árpád út	Árpád út	4	1	0	1970	244	2748	D	Kopóréteg cseréje	112,71	3,4
13	Szent László út	Kámfor utca	Madridi utca	5	2	4	Ismertlen	181	2130	D	Burkolat megerősítés	162,69	3,3

11. ÖSSZEFOGLALÁS

A jelen cikkben bemutatott fővárosi Burkolatgazdálkodási rendszer egyedülálló Magyarországon. Hazánkban ekkora mértékű útvagyonnról kevés átfogó műszaki-gazdaságossági, valós mérési adatokon alapuló elemzés és cselekvési terv készült. A Burkolatgazdálkodási rendszer bemenő állapotadatai, valamint az azokból elkészített futtatások megdöbbenő képet adnak arról, hogy milyen mértékű azonnali beavatkozásra lenne szükség a fővárosi úthálózaton. Őszintén megjegyezzük azért azt is, hogy a Budapest Közút által jelenleg bemutatott PMS rendszerben biztos szükség van finomításokra például a teherbírási eredmények, a burkolatvastagságok tekintetében. További tudományos részletességgel lehetne elemezni a megerősítések fajtáját, érdemes volna figyelembe venni az aszfaltfáradások alapján történő (E modulus) méretezési elvet is. Összefoglalva azonban az biztosan kimutatható a bemutatott Burkolatgazdálkodási rendszerből, hogy azonnal százmilliárdos nagyságrendű beavatkozásra volna szükség a fővárosi úthálózaton annak érdekében, hogy a további leromlásokat megakadályozzuk és ezáltal a hosszú távú felújítási költségeket is csökkentjük.

12. IRODALOMJEGYZÉK

- Bakó, Gáspár, Kovács 2012: Burkolatgazdálkodási modellek a fővárosi főutakhoz: Közlekedéstudományi szemle 62:(6) pp. 38-49. (2012)
- KTI 2012: A forgalom áramlásának vizsgálata a fővárosi közúthálózaton, különös tekintettel a BKK Közút Zrt.-nél fejlesztés alatt álló Útburkolat-gazdálkodási rendszerre (PMS-re): Tanulmány 2012
- Gáspár László 2003: Útgazdálkodás Budapest: Akadémiai Kiadó, 2003 (ISBN:963 05 8091 8)
- Németh Márk, Pusztai Gábor 2016: Adatgyűjtés és állapotértékelés eredményei a fővárosi utakon: Az Aszfalt folyóirat (HAPA)
- Makó, Primusz, Péterfalvi 2013: A Benkelman-tartó továbbfejlesztése a behajlási teknő automatizált rögzítéséhez: Útügyi lapok folyóirat 2013
- Almássy Gábor, Németh Márk 2014: Útburkolat egyenetlenség-mérési eljárások a KARESZ pontfelhő alapján: Az Aszfalt folyóirat (HAPA)
- Ambrus Kálmán 2015: Budapest Közút Zrt. PMS Rendszer továbbfejlesztése: Intelligens utak Kft. tanulmánya.
- UME e-UT06.03.13(ÚT 2-1.202) 2005: Aszfalt burkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése
- KTI 2010: Burkolatgazdálkodási rendszer (PMS) bevezetésére vonatkozó szakértői javaslat elkészítése és a bevezetési folyamat szakmai támogatása: Tanulmány
- KTI 2010: PMS I. mérnöki változatának validálása és továbbfejlesztése: Tanulmány
- Universitas Alapítvány Győr Nonprofit Kft 2010: PMS Matematikai Modelljének elkészítése és továbbfejlesztésének előkészítése: Tanulmány
- BKK Közút Zrt. 2014: Útburkolat egyenetlenség-mérési eljárások a KARESZ pontfelhő alapján: Tanulmány
- BKK Közút Zrt. 2015: Projektbeszámoló a KTI PMS modelljének adaptálása a BKK Közút rendszerébe, és a továbbfejlesztési irányok meghatározása c. projektről: Tanulmány
- Budapest Közút Zrt. 2016: Éves jelentés a burkolat-gazdálkodási rendszer fejlesztésének 2015. évi eredményeiről: Tanulmány