

PMS korszerű alkalmazási lehetőségei a nemzetközi tapasztalatok tükrében

Dr. Almássy Kornél

Egyetemi docens, BME Út és Vasútépítési Tanszék

With Pavement Analyst, You Can:



Manage and Mitigate Risks

Identify risk exposure by asset category, compile a risk register, and evaluate prioritized risks for planning, analysis, and mitigation.



Preview Investment Outcomes

Use multiple what-if scenarios to see how you can achieve a specified performance target, or see how your budget is allocated to preservation strategies that maximize the return on investment (ROI).



Optimize Work Plans

Align projects across multiple years to create efficient work plans that reduce effort and save money.



Improve Management Strategies

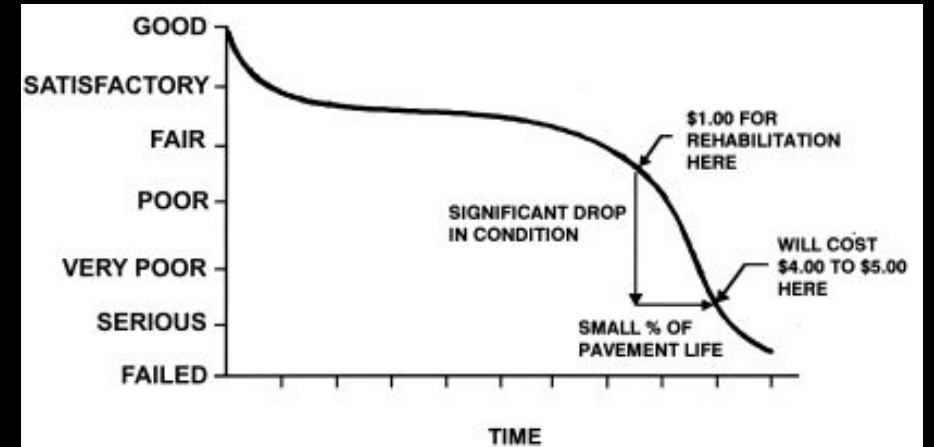
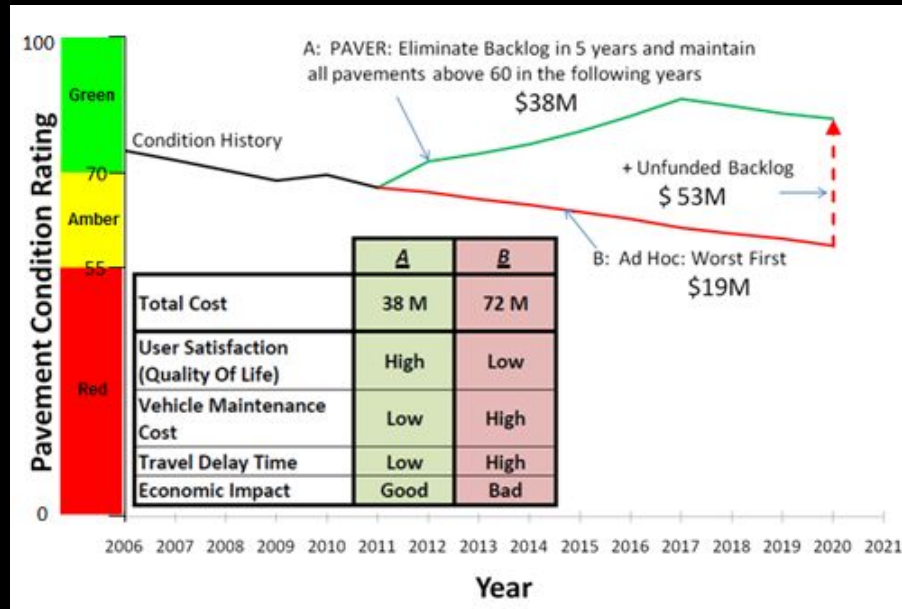
Create optimal work plans using predictive modeling to determine the best time to apply a preventive treatment that keeps pavement in good repair.



Produce Meaningful Reports

Generate interactive reports that communicate the effects of your investment decisions and the performance of your network against various measures.

Asset Management - PMS



ASSET Management - PMS

PAVERTM vs. Ad Hoc Approach

The following image shows actual benefits for a road network that implemented PAVERTM in 2010. The green path (upper right) shows the installation's calculated pavement condition when following the PAVERTM system. The red path (lower right) shows the consequence of continuing with an ad hoc approach (worst first) for identifying and timing maintenance and rehabilitation needs. The projected M&R cost avoidance for that road network is \$34 million over 10 years.



HDM fejlesztése, áttekintés- Highway Development & Management

1968. Világbank + TRRL+LCPC: első közúti projekt értékelés

1971. Highway Cost Model

1987. HDM-III (Világbank: Highway Design and Maintenance); 1989 (PC változat)

1987. HDM-Q (forgalmi torlódás is)

1994-2000. PIARC (International Study of Highway Development and Management, ISOHDM)

2000. HDM-4 1.0 verzió

2001-2005. HDM-4 1.2-1.3 verzió;

- Alkalmassá tétel magasabb szintű vezetők tájékoztatására

(aggregált adatok, stratégiákhoz)

- Általános (gyakorlati) felhasználók részére

- Rendszer szint (adatok és műszaki modellek

helyi viszonyokra adaptálásának lehetősége)

2006. HDM-4 2.0 verzió (a jelenleg is alkalmazott változat)

DOBOZOS Szoftver

Úthálózat, Útvagyon – Országos hálózat – Fővárosi hálózat

5

Magyar Közút Zrt.	31 583 km
Teljes Budapest	4 257 km (ebből 166 km kiépítetlen)
Budapest Közút Zrt.	1 314 km (mind kiépített)
Győr	823 km (ebből 228 km kiépítetlen)
Nyíregyháza	559 km (ebből 319 km kiépítetlen)
Szeged	468 km (ebből 108 km kiépítetlen)

Úthálózat, Útvagyon – Országos hálózat – Fővárosi hálózat

	Országos hálózat	Teljes fővárosi hálózat	Fővárosi főhálózat	Győr
kő, keramit	0,05%	2,14%	0,97%	1,65%
6 beton	0,43%	0,34%	0,04%	1,21%
aszfaltbeton	71,01%	75,27%	98,65%	55,47%
aszfaltmakadám	22,87%	2,02%	0,33%	3,75%
vizes v. port. makadám	4,59%	1,14%	0,01%	7,56%
földút, javított földút	1,05%	19,09%	0,00%	30,35%

Úthálózat, Útvagyon – Országos hálózat – Fővárosi hálózat

A települési úthálózat burkolata

- Jellemzően aszfaltbeton burkolatú
- Jelentős része burkolatlan
- Belvárosi részeken jelentős számban fordul elő kő, díszkő burkolat
- Jelentős járda, kerékpárút állomány
- Közművek miatt inhomogén szerkezet

7

A települési úthálózat

- Kezelői szempontból megosztott
- Kereszteződésekkel jelentősen tagolt
- Parkolók, parkolósávok
- Csomóponti szakaszok jelentős számban fordulnak elő

Állapotadatok

Felületi épség, beton

táblahibák

Teherbírás

Egyenetlenség

Csúszásellenállás

Korábbi felújítások

Pályaszerkezeti adatok

Forgalmi adatok

Közösségi közlekedés

ÁNF

Teherforgalom (F100)

Utak osztályba sorolása

Geometriai adatok

Szakaszhossz

Burkolatfelület

Járdafelület

Oldalesés

Hosszesés

Vízelvezetés

Költségadatok

Építési költségek

Fenntartási költségek

Úthasználói költségek

Költségvetési források

Algoritmusok

Beavatkozási határok

Homogén szakaszképzés

Beavatkozási technológiák

Leromlási görbék

Optimális beavatkozás

Rangsorolási metódus

Burkolatgazdálkodási
rendszer adatszükséglete



Állapotértékelés, leromlás különbségei

Felületi hibák (repedés, deformáció)

Teherbírási, behajlás

Egyenetlenség (utazáskényelem)

Beton táblahibák

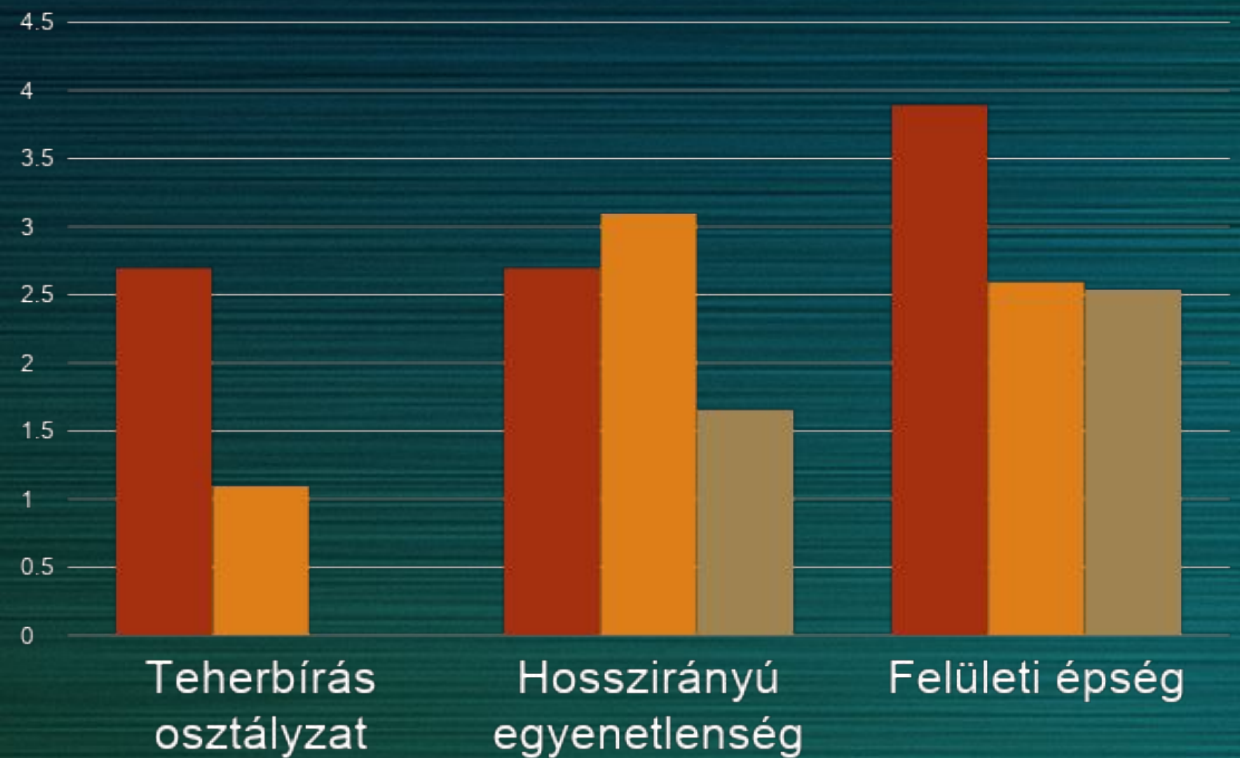
Nyomvályú

Csúszásellenállás

Pályaszerkezet

Úttípusok állapotadatainak összehasonlítása

■ Magyar Közút Zrt. ■ Budapest Közút Zrt. ■ Koncessziós Autópályák



Állapotértékelés, leromlás különbségei

Csúszásellenállás

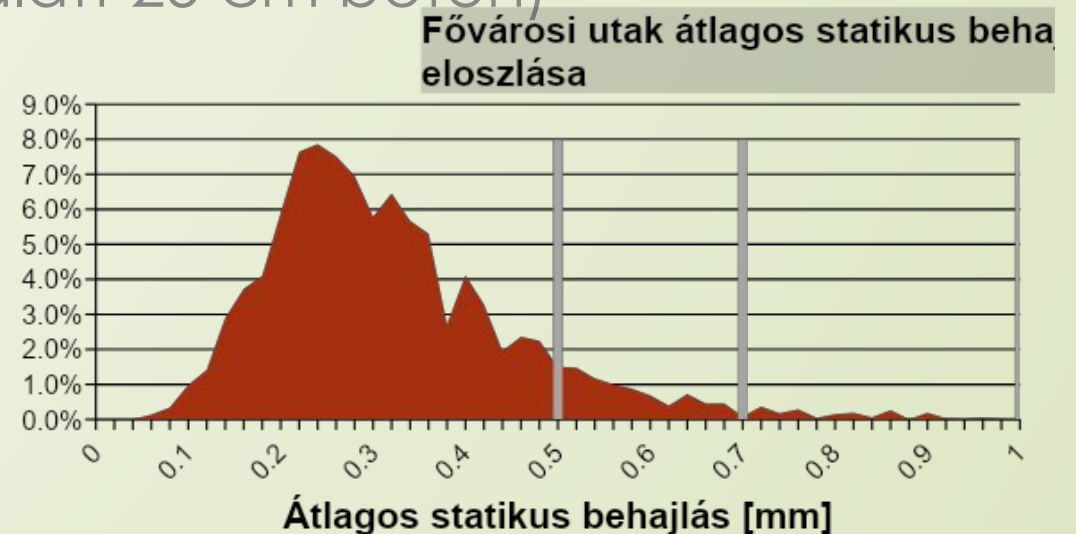
- Kis sebesség miatt kevésbé jelentős, elhanyagolható

Pályaszerkezet, teherbírás, behajlás

10

Jellemzően félmerev szerkezetek

- Kompozit szerkezetek (5 cm aszfalt alatt 25 cm beton)
- Nagyon jó teherbírás értékek
- Földutakat teljesen külön kell kezelni



Forgalmi terhelés különbségei

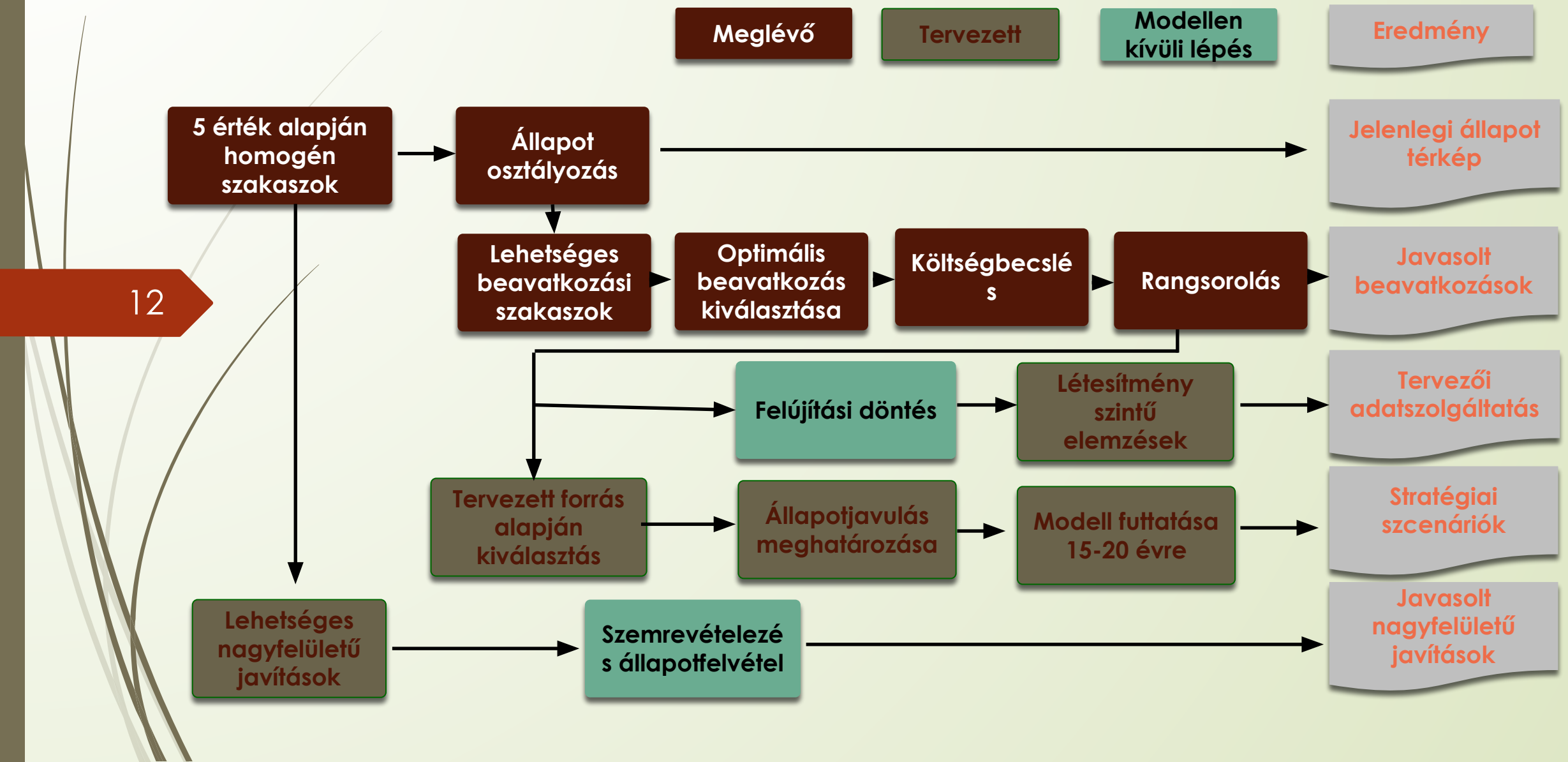
- Nehéz teherforgalom jellemzően ki van tiltva a városokból
- A forgalmi terhelés többségét a buszforgalom, személyszállítás adja
- Sűrű személygépjármű forgalom miatt a lezárásokra érzékenyebb
- Lakóutakon a teherforgalom elhanyagolható

Átlagos sebesség 30-40km/h

- A csomópontok miatt hullámzó sebesség



Fővárosi Burkolatgazdálkodási Rendszer



Adatgyűjtés

Állapotadatok		Geometriai adatok	
Egyenetlenség(IRI)	✓	Szakaszhossz	✓
Teherbírás	✓	Burkolatfelület	✓
Felületi épség	✓	Járdafelület	✓
Pályaszerkezeti adatok	✓	Oldalesés	
Korábbi felújítások	✓	Hosszesés	
		Vízelvezetés	✓
Forgalmi adatok		Költségadatok	
Közösségi közlekedés	✓	Építési költségek	✓
ÁNF	✓	Fenntartási költségek	✓
Teherforgalom (F100)	✓	Úthasználói költségek	✓
Utak osztályba sorolása	✓	Költségvetési források	✓
Algoritmusok			
Beavatkozási határok	✓	Leromlási görbék	✓
Homogén szakaszképzés	✓	Optimális beavatkozás	✓
Beavatkozási technológiák	✓	Rangsorolási metódus	✓

✓ *Rendelkezésre áll*

✓ *Részben rendelkezésre áll*

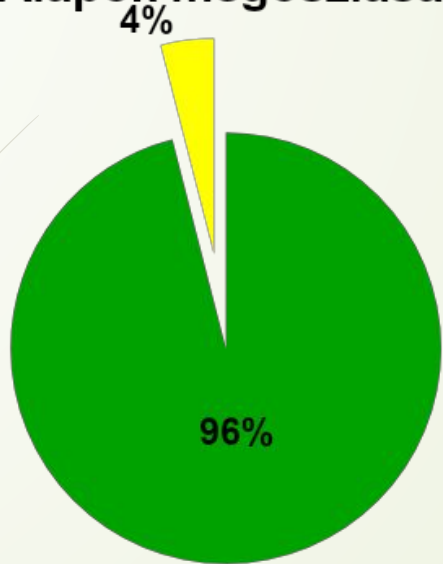
Teherbírás, pályaszerkezet



250 km/év mérés
Lacroix teherbírásmérő
4 méterenként két mérés, a közművek
miatt

Teherbírás, pályaszerkezet

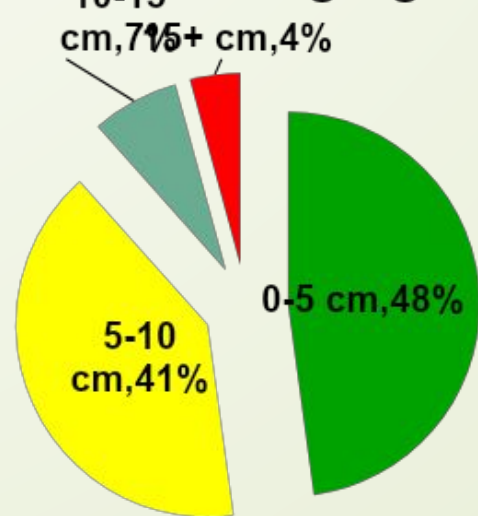
Alapok megoszlása



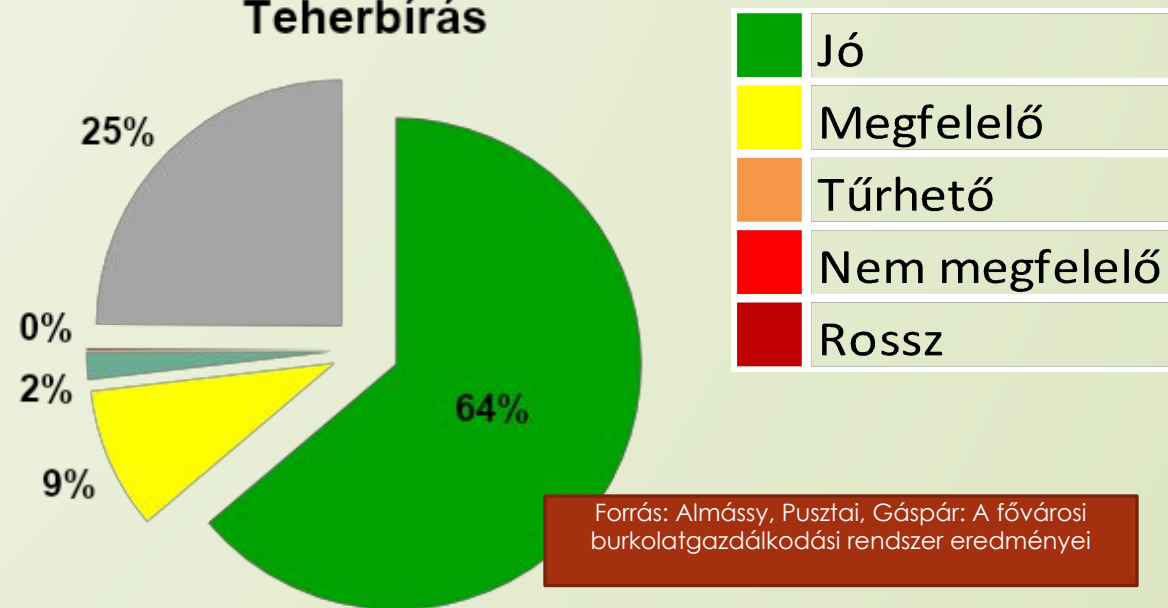
Átlagos aszfaltvastagság

Hidraulikus kötőanyagú alap (CKT, sovány beton)	7 cm
Kötőanyag nélküli alap (makadám, zúzottkő, stb.)	13 cm

Aszfalt vastagság



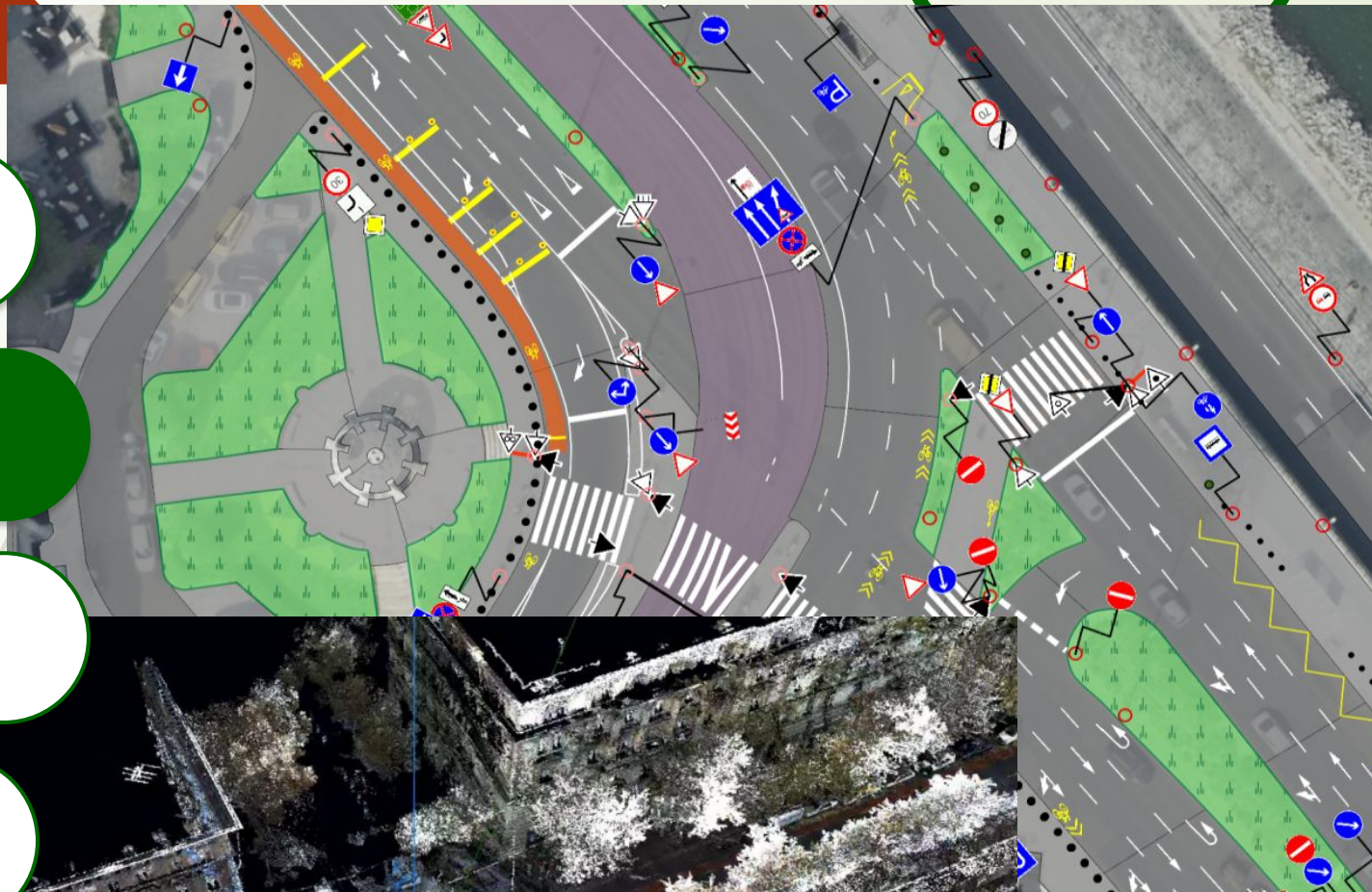
Teherbírás



Jó	Jó
Megfelelő	Megfelelő
Tűrhető	Tűrhető
Nem megfelelő	Nem megfelelő
Rossz	Rossz

Forrás: Almássy, Pusztai, Gáspár: A fővárosi burkolatgazdálkodási rendszer eredményei

Geometriai adatok (KARESZ)



1880 db szakasz
1 369 km út
18,7 millió m² útfelület
1 732 km szegély

<https://www.youtube.com/watch?v=68dDzO9w-tQ&t=163s>

Forrás: Almássy, Pusztai, Gáspár: A fővárosi burkolatgazdálkodási rendszer eredményei

Egyéb adatok



Felületi épség

útellenőrök vizuális állapotértékelése alapján

Pályaszerkezeti adatok

magfúrások

közműbontásokról készült fényképek alapján

Forgalmi adatok

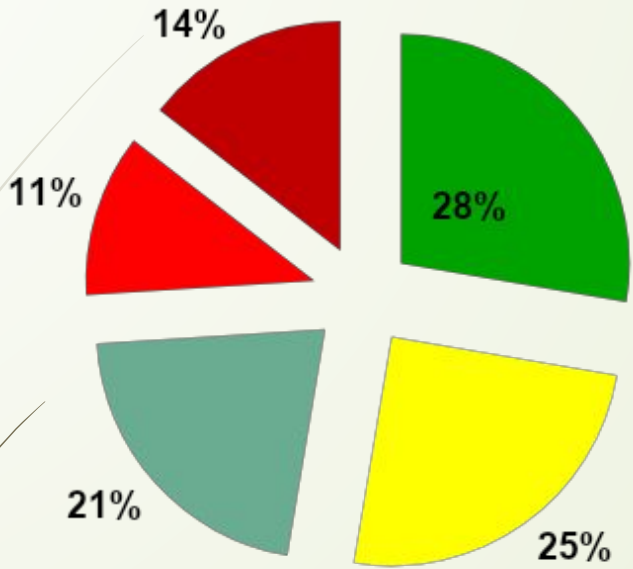
Egységes Forgalmi Modell (BKK)

Költségadatok

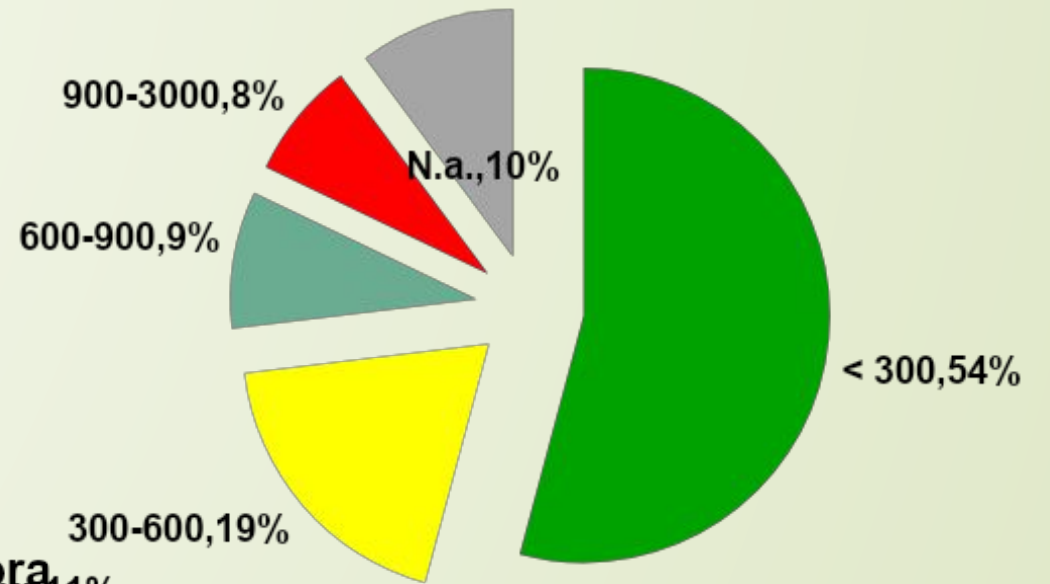
Előző évek útfelújítási közbeszerzéseinek átlaga

Utak jelenlegi állapota

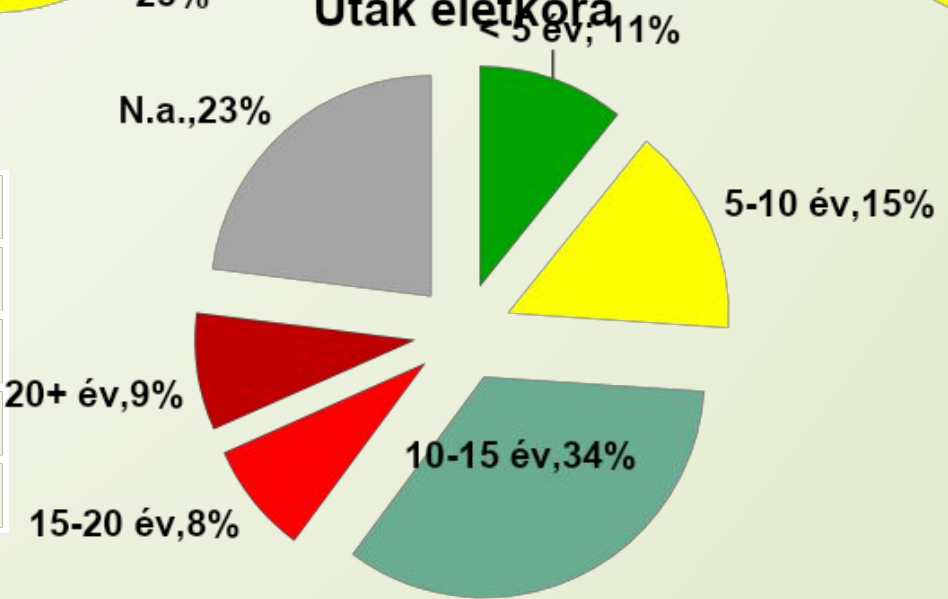
Felületi épség



Nehézforgalom nagysága [Et/nap]



Utak életkora



Jó
Megfelelő
Tűrhető
Nem megfelelő
Rossz

Forrás: Almássy, Pusztai, Gáspár: A fővárosi burkolatgazdálkodási rendszer eredményei

Algoritmusok



Beavatkozási technológiák

A jelenleg használt beavatkozások

Homogén szakaszolás

A felületi épség adatok alapján

A teherbírás túl jó, abból nem lehet homogén szakaszokat képezni.

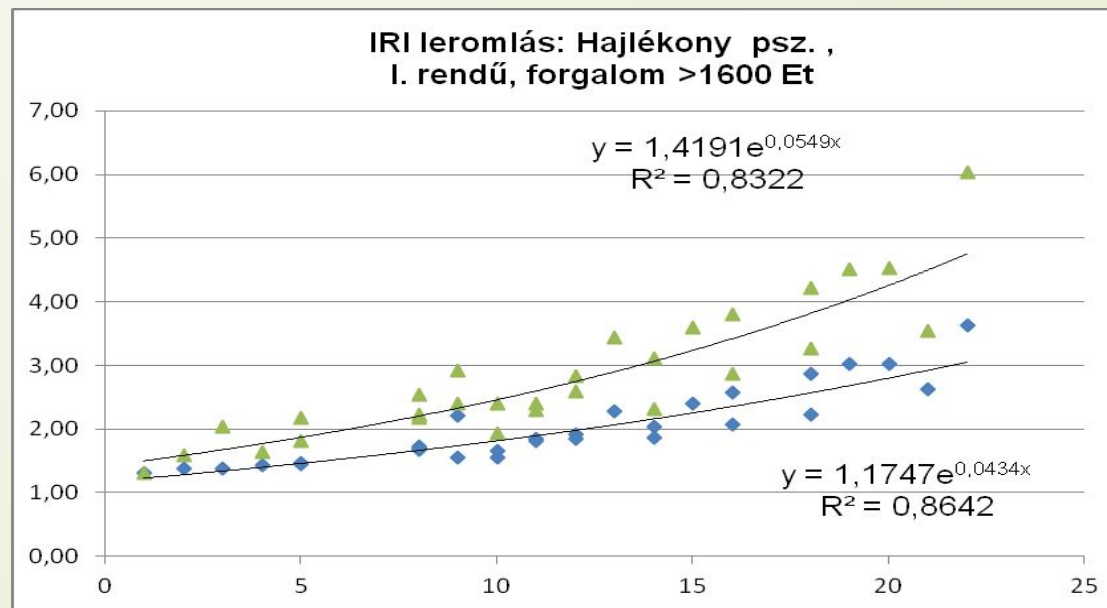
Algoritmusok

Leromlási görbék

Nincsenek etalon szakaszok

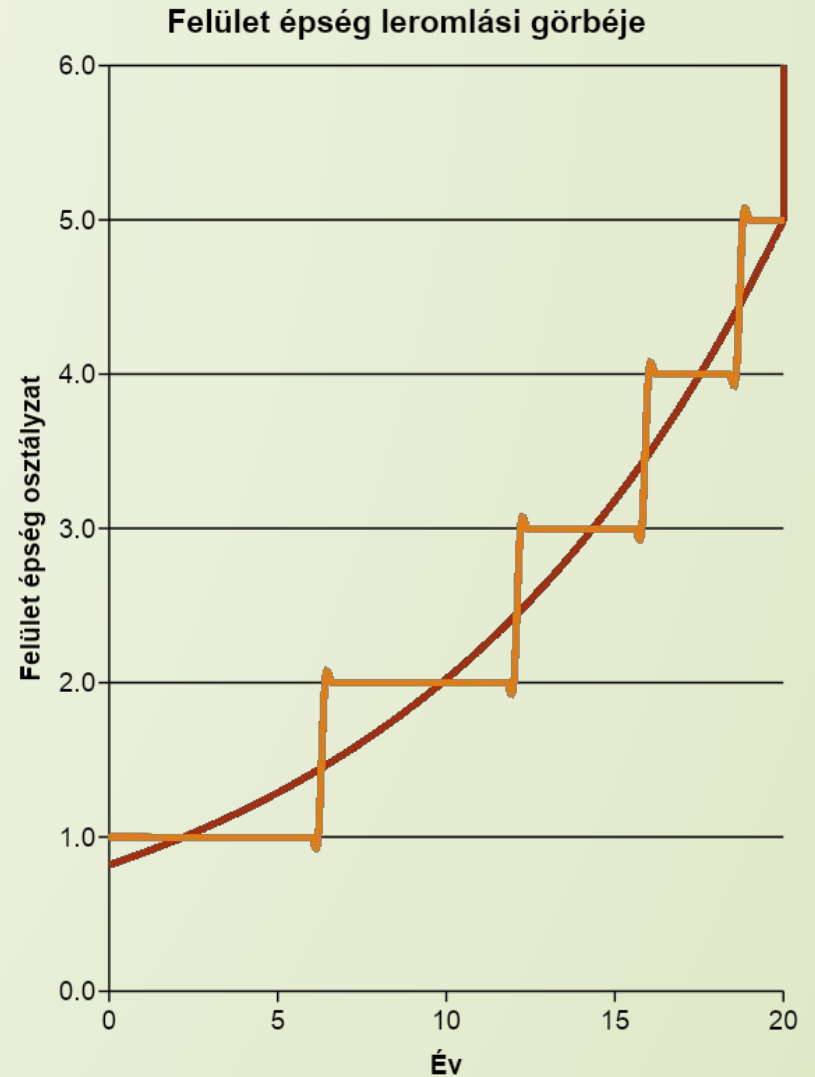
Hasonló útszakaszok statisztikai összehasonlítása

Jelenleg a pályaszerkezeti adatok hiánya miatt csak forgalom alapján kategorizált



Leromlások

- A leromlási görbék szerepe, hogy az ismert állapotértékekből előrebecsüljük a későbbi években várható értékeket. A fővárosi PMS elkészítésekor 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.



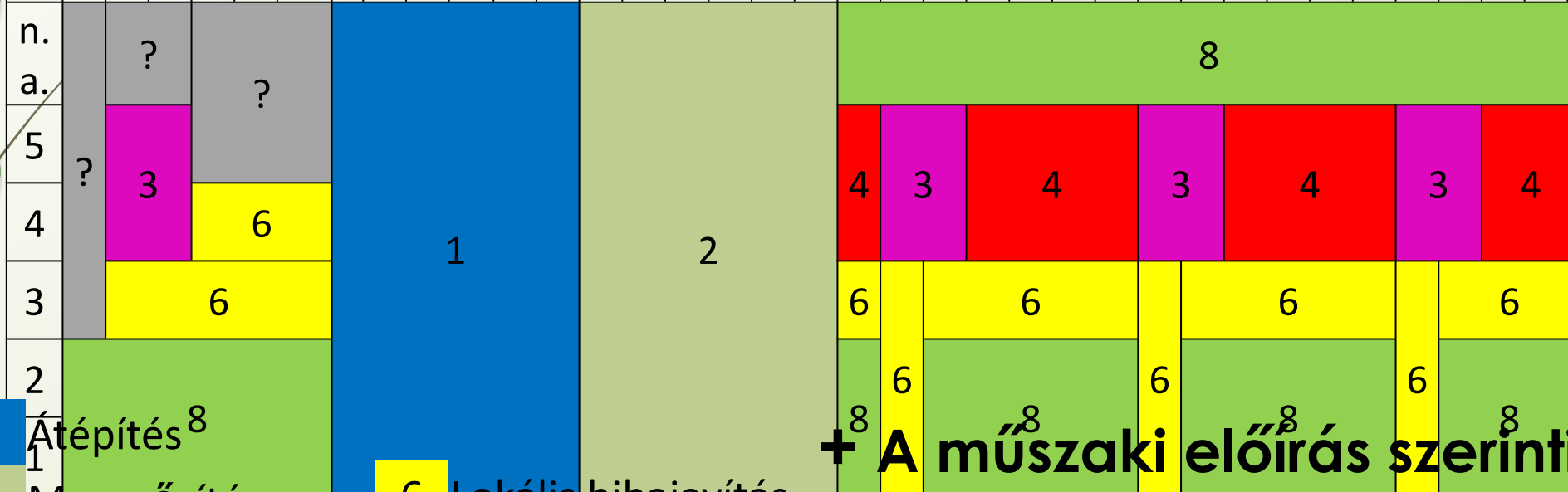
Algoritmusok

Rangsorolás

Forgalmi rangsor	Gazdasági rangsor	Állapot rangsor
ÁNF alapján	Az eltolódó felújítás okozta többletköltségek alapján osztályozva	Egységi felületre eső kátyúk száma az elmúlt három évben
0,2	0,2	0,6

Beavatkozási modell

Felület típus	N.a.					5					4					3					2					1					Teherbírás
	n.a.	5	4	3	2	1	n.a.	5	4	3	2	1	n.a.	5	4	3	2	1	n.a.	5	4	3	2	1	n.a.	5	4	3	2	1	



- 1 Átépítés⁸
- 2 Megerősítés
- 3 Két réteg cseréje
- 4 Kopóréteg csere
- 6 Lokális hibajavítás
- 8 Nincs beavatkozás
- ? Adathiány

+ A műszaki előírás szerinti szükséges megerősítés számítása (ÚT 2-1.202.)

Beavatkozási Modell

- Megerősítést csak ott javasolunk 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) javasolunk.
- **Teljes átépítés (1)** javasolt minden esetben, ha az út teherbírása rendkívül rossz állapotú, vagy a városon 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.

Költségbecslés

Munkanem	Mértékegység	Egységár
Földmű bontása	Ft/m3	7 200
Pályaszerkezeti rétegek marása	Ft/m3	12 000
Homokos kavics ágyazat építése	Ft/m3	7 200
Soványbeton burkolatalap készítése utókezeléssel	Ft/m3	21 600
AC-22 alap (mF) alapréteg építése	Ft/m3	62 400
AC-22 kötő (mF) kötőréteg építése	Ft/m3	62 400
AC-11 kopó (mF) kopóréteg építése	Ft/m3	69 600
Repedéskiöntés	Ft/m	1 310
Burkolati jelek festése	Ft/m2*	300
Általános költségek (ideiglenes forgalomtechnika, szakfelügyelet, megvalósulási terv)	Ft/m2*	2 500
Szegélyépítés	Ft/m	6 500
Lokális hibajavítás	Ft/t	67 900

A budapesti költségek 2017-2018-as év budapesti útfelújítási és fenntartási egységárain alapulnak, az országos árak 2019-esek.

Forrás: Almássy, Pusztai, Gáspár: A fővárosi burkolatgazdálkodási rendszer eredményei

F1 Felújítás egyrétegű aszfaltbeton megerősítéssel (Ft)

Kátyúzás (felület 2 %-a)	140	m2	6 000	840 000
Profilmarás (1 cm vtg.)	70	m3	15 000	1 050 000
Aszfalt (kopó) rtg (4 cm vtg.)	280	m3	80 000	22 400 000
Padka rendezés	3000	m2	2 000	6 000 000
Burkolatjel festés (tartós)	400	m2	8 000	3 200 000
Összesen			Ft/km	33 490 000

Kiegészítő beavatkozások

Víztelenítés felújítása	2000	fm	2 000	4 000 000
Forgalomtechnika felújítása	1000	fm	8 000	8 000 000
Egyéb kiegészítő beavatkozások	0,1	db	6 000 000	600 000

Összesen

Mindösszesen

12 600 000
46 090 000

F2 Felújítás 1 réteg aszfalt cseréjével (Ft)

Aszfalt marása (5 cm vtg.)	350	m2	12 000	4 200 000
Aszfalt (kopó) rtg (5 cm vtg.)	350	m3	80 000	28 000 000
Padka rendezés	3 000	m2	2 000	6 000 000
Burkolatjel festés (tartós)	400	m2	8 000	3 200 000
Összesen			Ft/km	41 400 000

Kiegészítő beavatkozások

Víztelenítés felújítása	2 000	fm	2 000	4 000 000
Forgalomtechnika felújítása	1 000	fm	8 000	8 000 000
Egyéb kiegészítő beavatkozások	0,1	db	6 000 000	600 000

Összesen

Mindösszesen

12 600 000
54 000 000

F3 Felújítás 2 réteg aszfalt cseréjével (Ft)

Aszfalt marása (10 cm vtg.)	700	m2	12 000	8 400 000
Aszfalt kötőréteg (6 cm vtg-ban)	420	m3	75 000	31 500 000
Aszfalt (kopó) rtg (4 cm vtg.)	280	m3	80 000	22 400 000
Padka rendezés	3000	m2	2 000	6 000 000
Burkolatjel festés (tartós)	400	m2	8 000	3 200 000
Összesen			Ft/km	71 500 000

Kiegészítő beavatkozások

Víztelenítés felújítása	2000	fm	2 000	4 000 000
Forgalomtechnika felújítása	1000	fm	8 000	8 000 000
Egyéb kiegészítő beavatkozások	0,1	db	6 000 000	600 000

Összesen

Mindösszesen

12 600 000
84 100 000

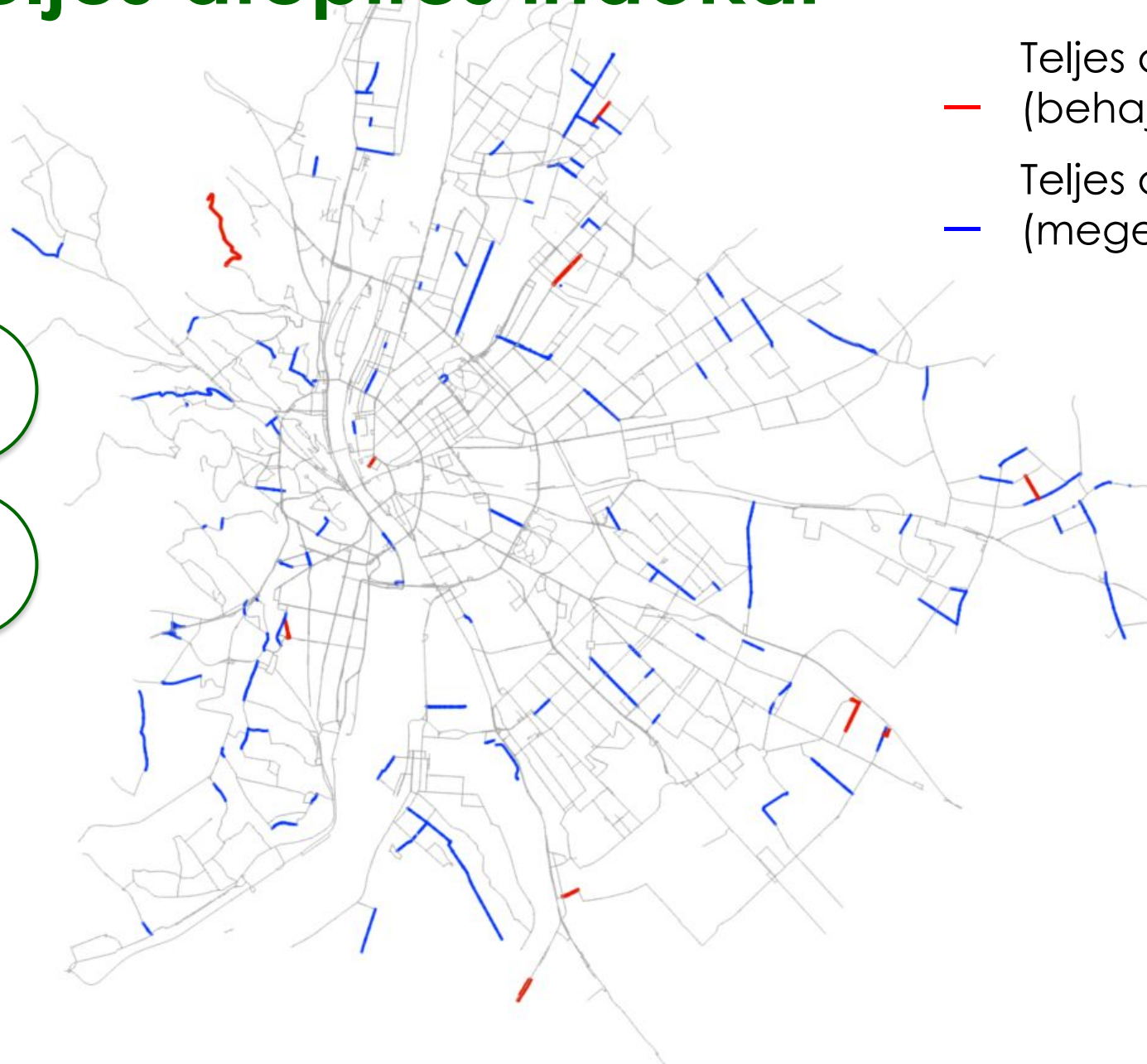
HDM 4 futtatás az Országos Közúthálózaton - 2019

- 54 kiválasztott útcsoportra bontották az úthálózatot:

Srsz.	MEGNEVEZÉS	ANF	KUTKA	IRI [mm/m]	NYOMVÁLYU [mm]	REPEDES [%]
1	FŐÚT, nagyforgalmú jó állapot	>6000	3-4	0-3	0-12	0-30
2	FŐÚT, nagyforgalmú egyenetlen	>6000	3-4	3.01-100	-1	0-30
3	FŐÚT, nagyforgalmú nyomvályús	>6000	3-4	0-3	12.01-1000	0-30
4	FŐÚT, nagyforgalmú repedezett	>6000	3-4	-1	-1	30.1-100
5	FŐÚT, kistforgalmú jó állapot	0-6000	3-4	0-3	0-12	0-30
6	FŐÚT, kistforgalmú egyenetlen	0-6000	3-4	3.01-100	-1	0-30
7	FŐÚT, kistforgalmú nyomvályús	0-6000	3-4	0-3	12.01-1000	0-30
8	FŐÚT, kistforgalmú repedezett	0-6000	3-4	-1	-1	30.1-100

- 9 fajta típus beavatkozás – 2 autópálya 3 Főútvonal és 4 mellékútra vonatkozó típus
- A Nemzeti Útfelújítási Program (NÚP) a 2009-2020 közötti időszakra a pénzügyi korlát nélküli futtatás eredményeképpen a szükséges hálózati ráfordításokat 861,2 Mrd Ft-ban határozta meg 2020-ig összesen (szélesítések és az átkelési szakaszok többlete nélkül). 2020. évi árakon a jelenlegi futtatások alapján ez a ráfordítási igény 1.092 Mrd Ft (táblázat (A)), illetve az egyes évekre diszkontált árakon 1.262 Mrd Ft (táblázat (B)).
- Megállapítható, hogy a nagyságrendet vizsgálva a 2019. évi futtatások eredménye jól illeszkedik a NÚP esetében azonos feltételek mellett (költségkorlát nélküli futtatás) elvégzett vizsgálat eredményével.

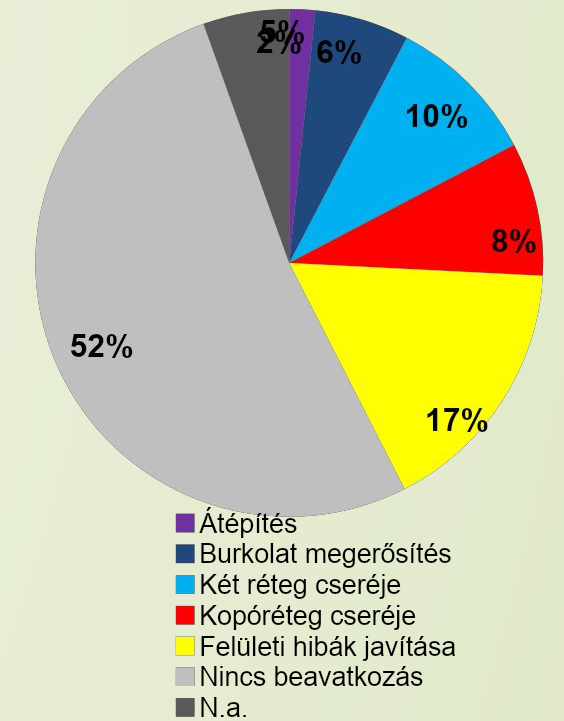
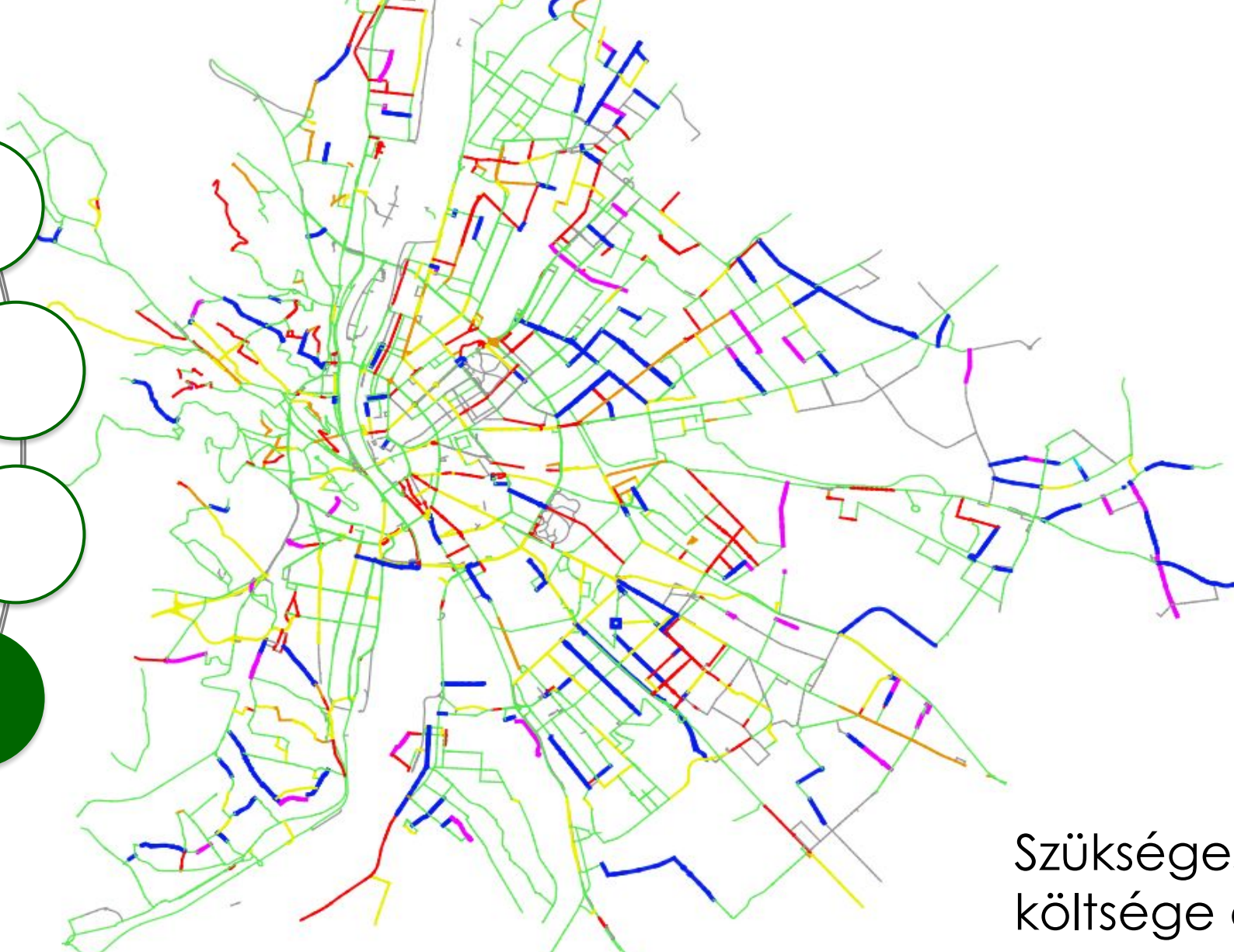
Teljes átépítés indokai



- Teljes átépítés teherbírás hiány miatt (behajlás > 1 mm)
- Teljes átépítés megerősítés miatt (megerősítés > 6 cm)

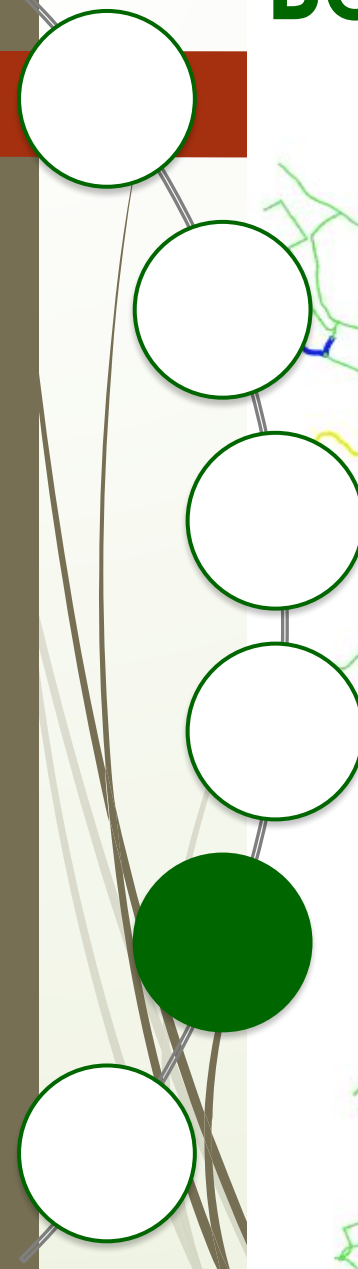


Beavatkozási javaslat - 2019

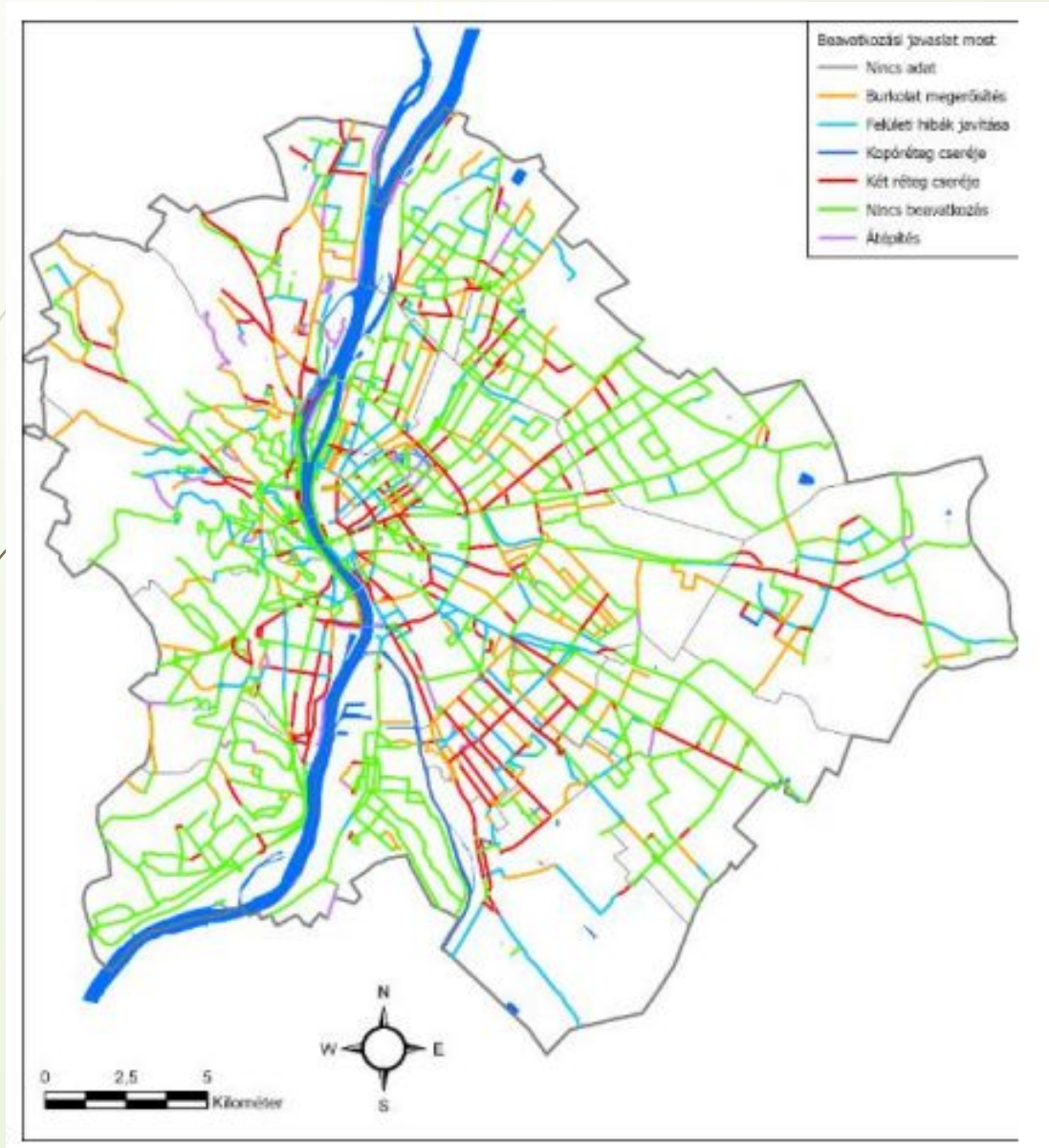


- Adathiány
- Nincs beavatkozás
- Felületi hibák javítása
- Kiegyenlítő marás
- Kopóréteg cseréje
- Két réteg cseréje
- Burkolat megerősítés
- Átépítés

Szükséges beavatkozások költsége összesen 328 milliárd Ft

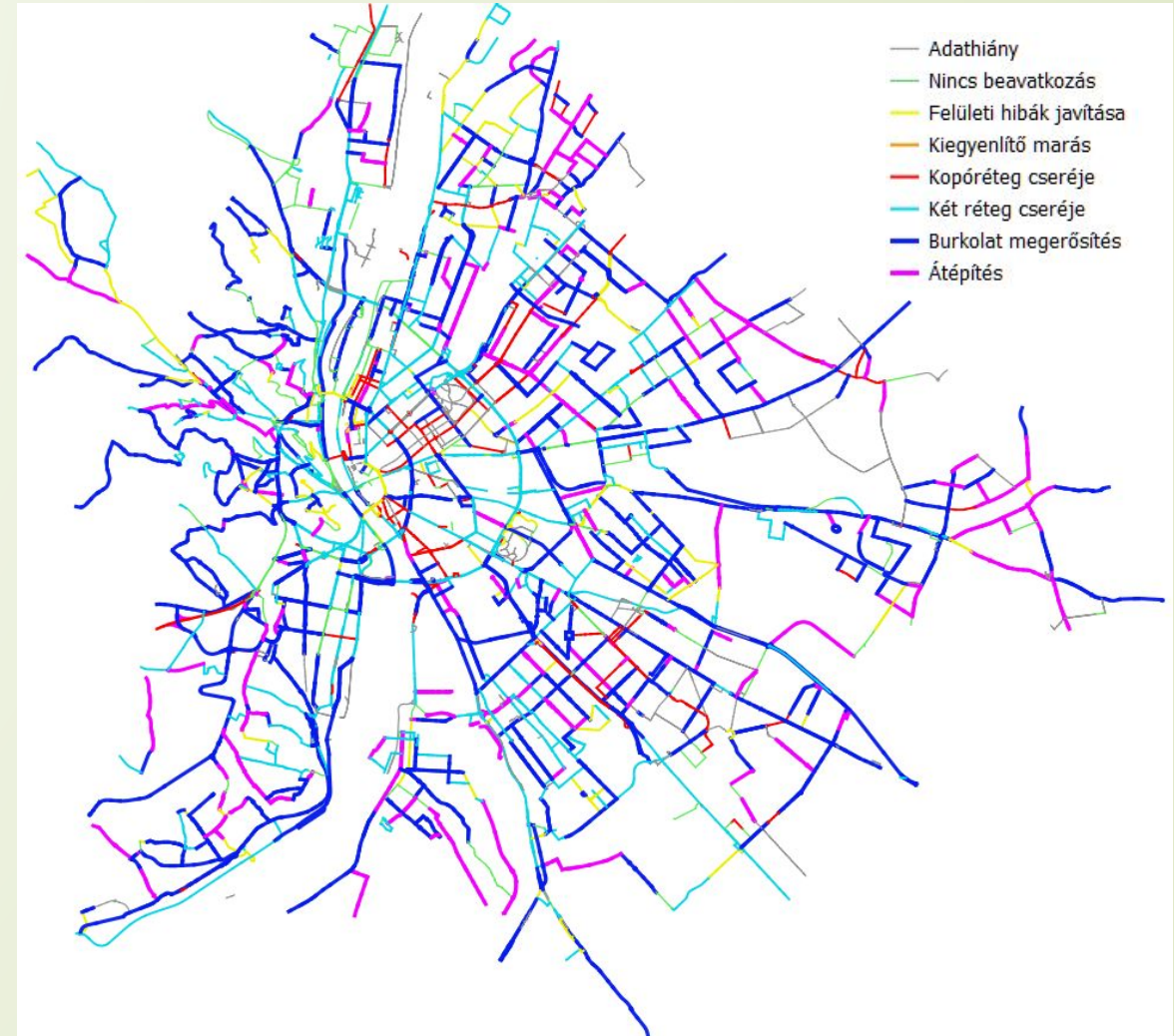
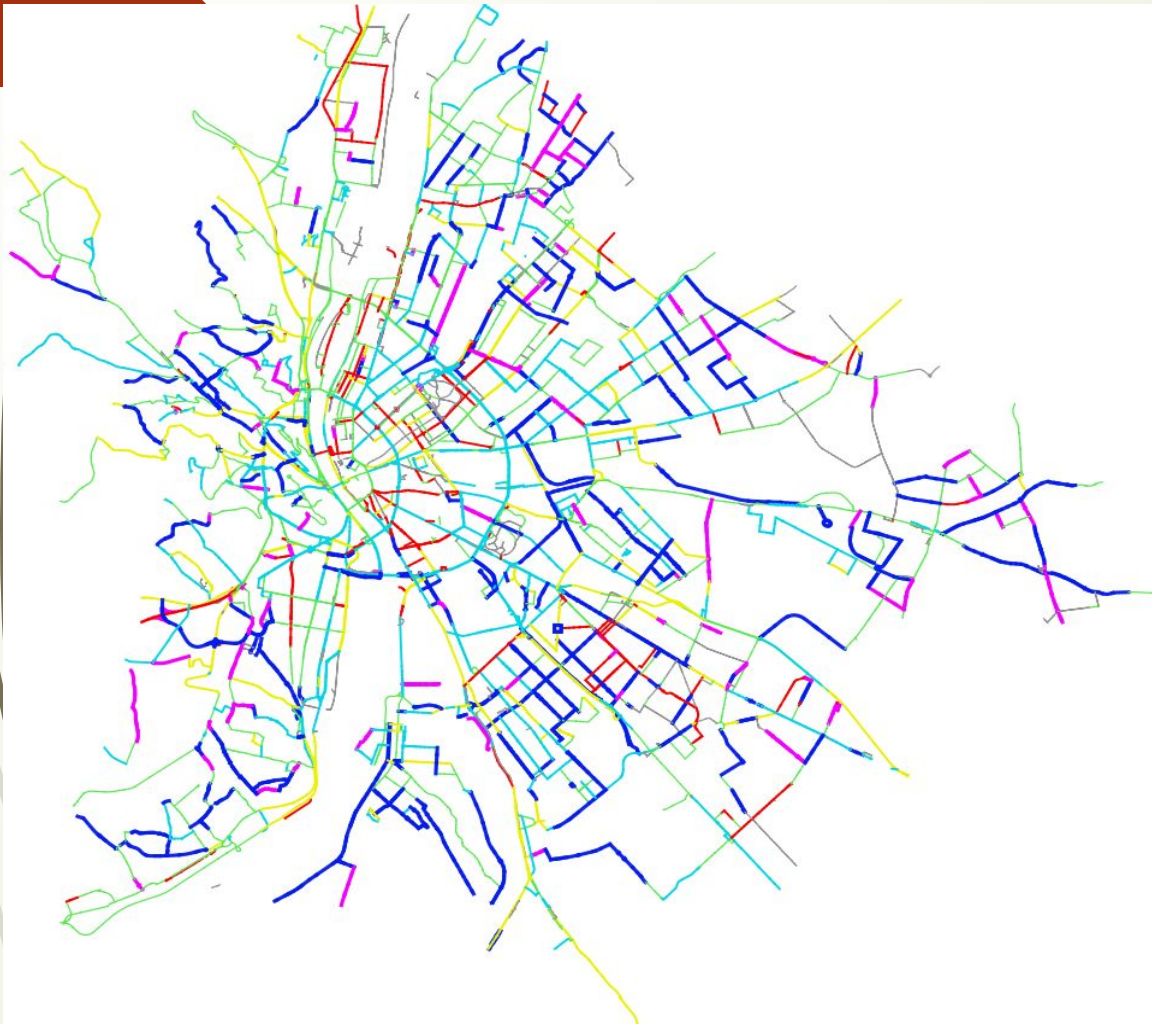


Beavatkozási javaslat - 2023



Szükséges beavatkozások
költsége összesen 280 milliárd
Ft

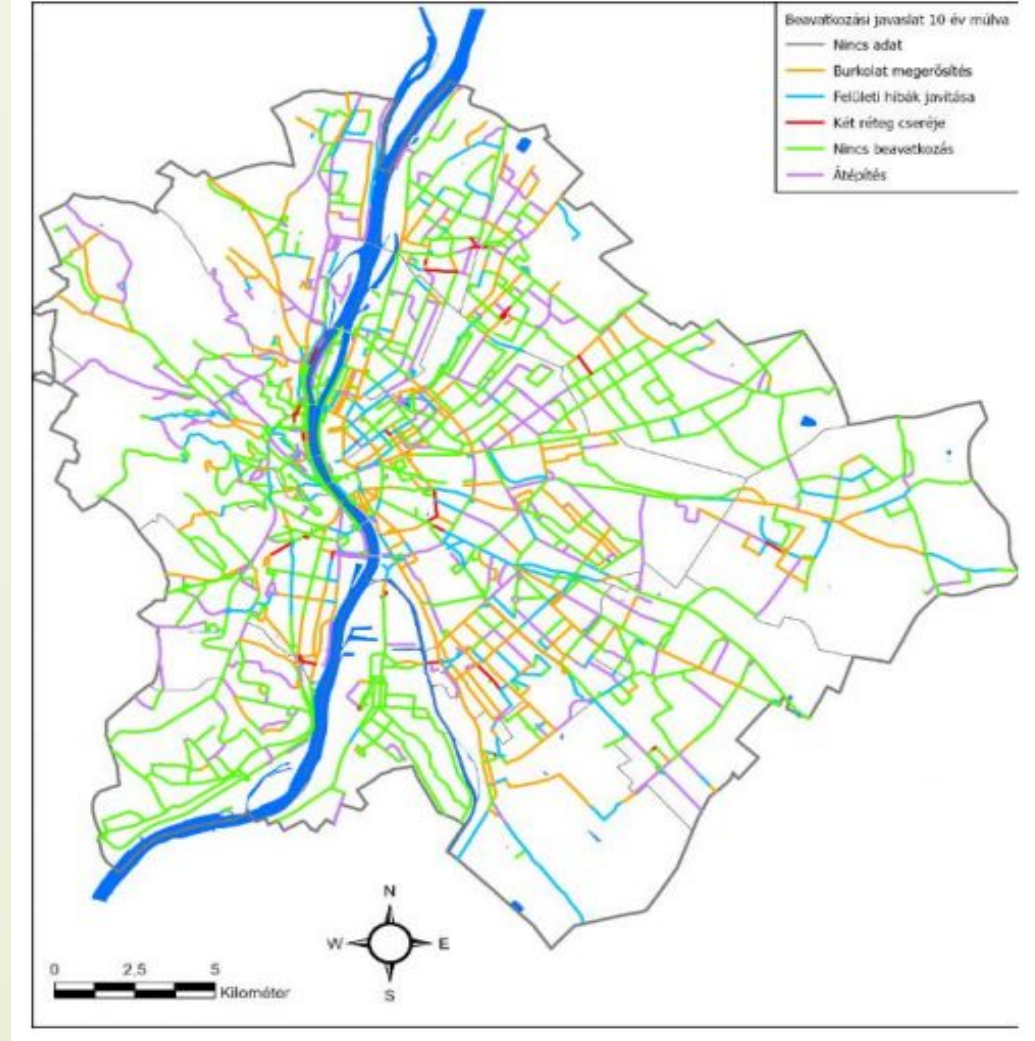
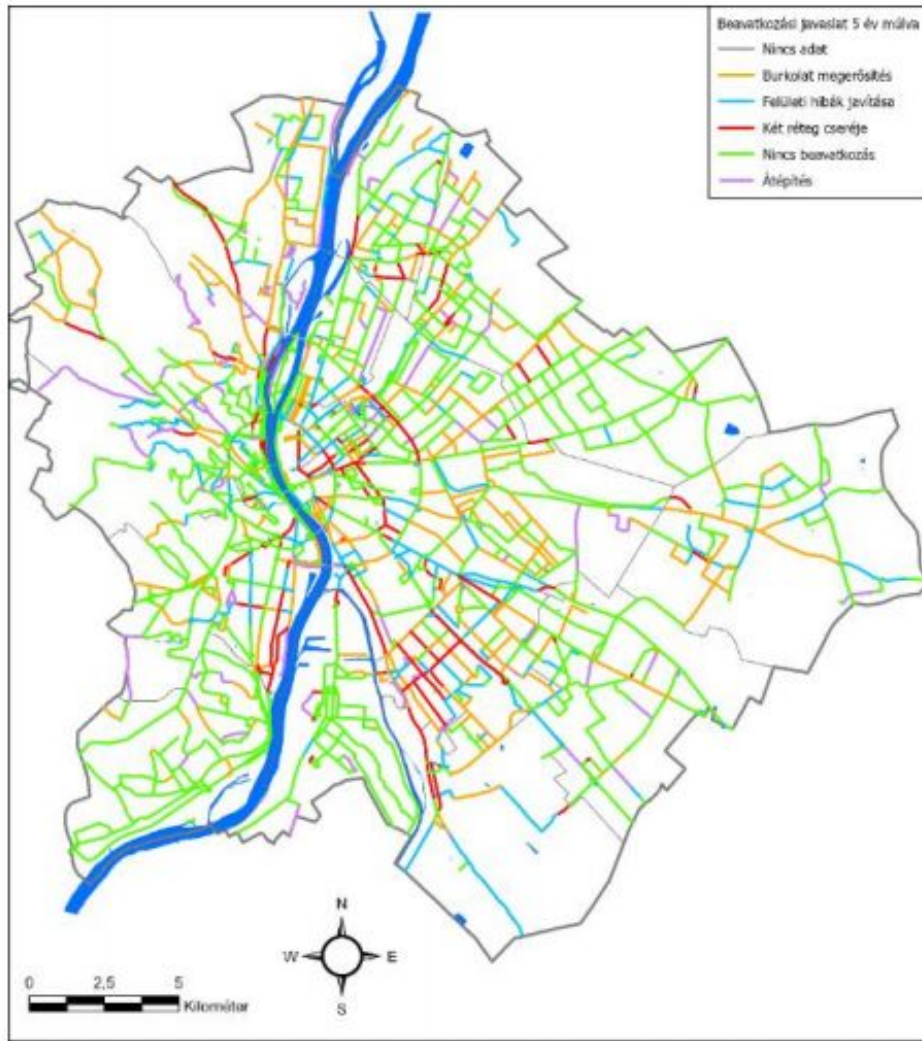
Beavatkozási javaslat - 2019



Beavatkozások elmaradása esetén az 5 és 10 év múlva szükséges beavatkozások

Forrás: Almássy, Pusztai, Gáspár: A fővárosi burkolatgazdálkodási rendszer eredményei

Beavatkozási javaslat - 2023



Beavatkozások elmaradása esetén az 5 és 10 év múlva szükséges beavatkozások

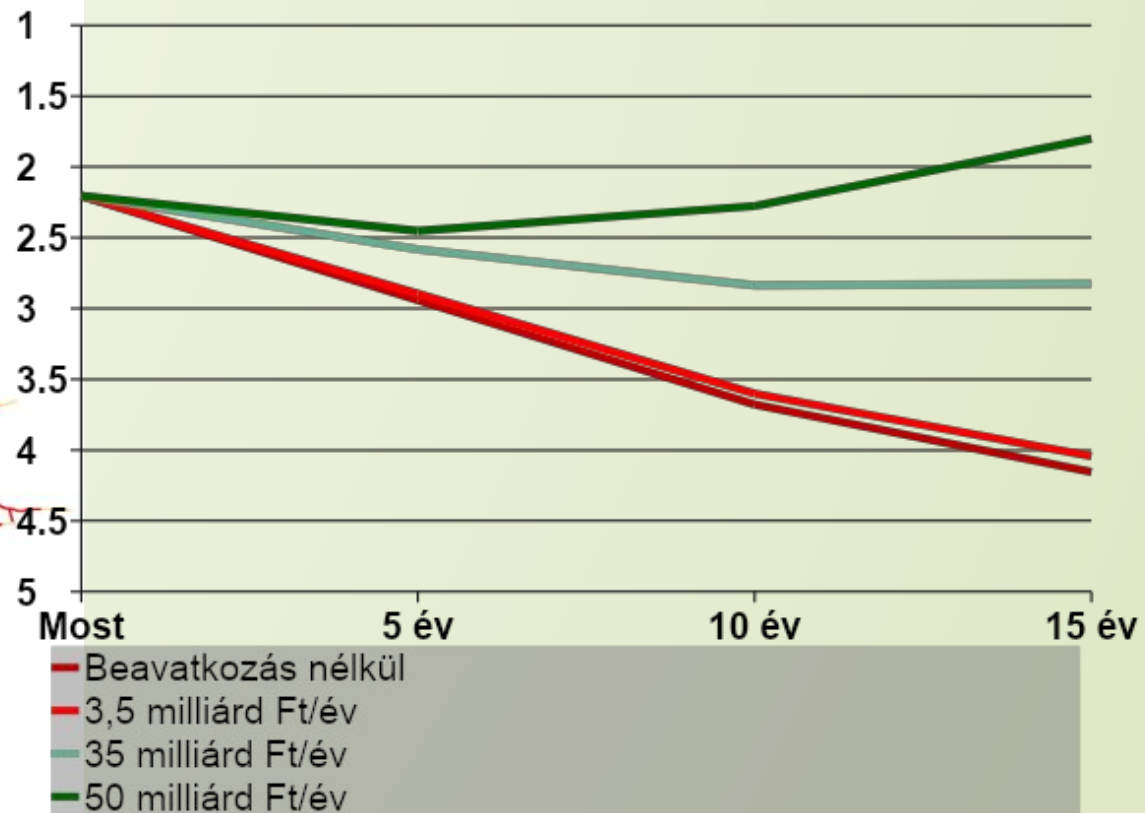
Forrás: Almássy, Pusztai, Gáspár: A fővárosi burkolatgazdálkodási rendszer eredményei

Stratégiai elemzés

Felújítás nélkül 10 év múlva

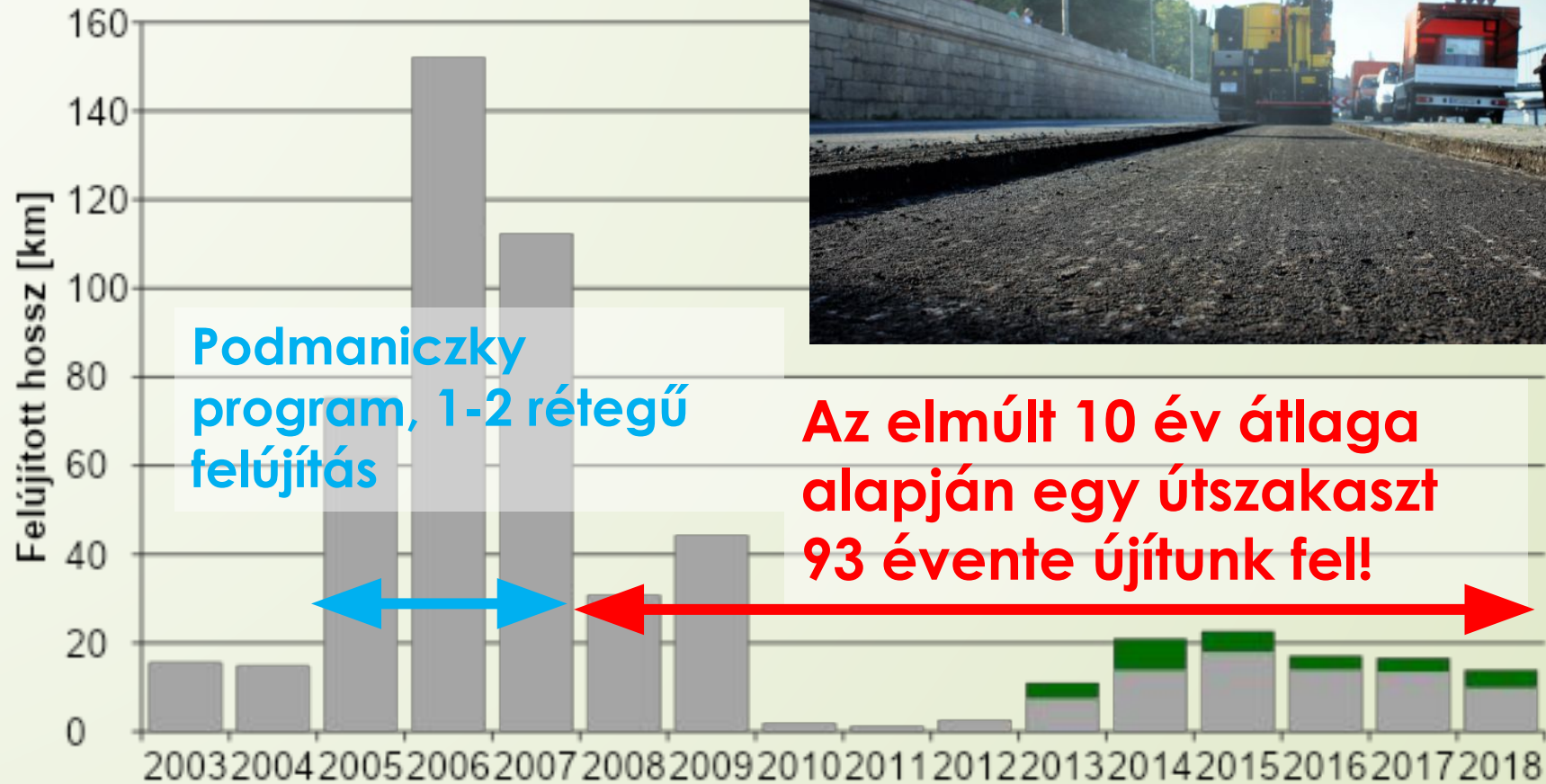


Útállapot várható alakulása a források függvényében



Burkolatfenntartás helyzete

Évenkénti útfelújítások Budapesten



Az elmúlt 10 év átlaga alapján egy útszakaszt 93 évente újítunk fel!

Köszönöm figyelmüket!

Dr. Almássy Kornél, egyetemi docens
e-mail: almassy.kornel@emk.bme.hu