Karbantartás a hiánygazdálkodásban
Lehet-e többet, jobban?

Gyerkó József, infrastruktúra főmérnök, Budapesti Közlekedési Zrt.

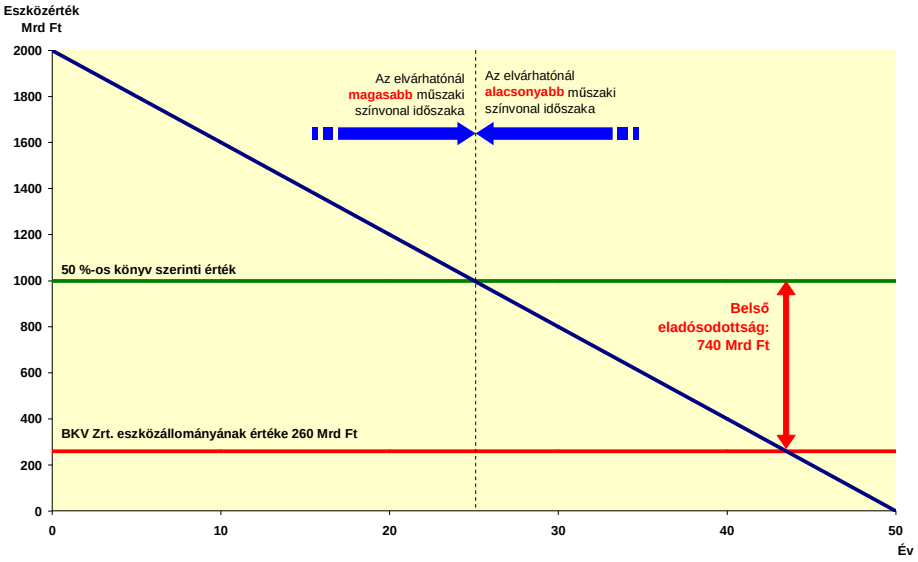
A hiánygazdálkodásról

Infrastruktúráról a tömegközlekedésben elsősorban a városi vasúti ágazatoknál beszélünk: a metró, földalatti, villamos, HÉV, trolibusz és fogaskerekű közlekedésének biztosításához jelentős műszaki háttér szükséges. A 641 km pályahálózat számtalan változata és eleme, az áramellátás az áramátalakítóktól a felsővezetéken át a világításig, a jelző és biztosító berendezések fokozott biztonságú rendszerei, a metrónál kiemelt fontosságú gépészeti, tűzvédelmi rendszerek és alagutak, a hírközlési hálózatok üzemeltetése, fenntartása jelentős feladatot ró a karbantartó személyzetre.

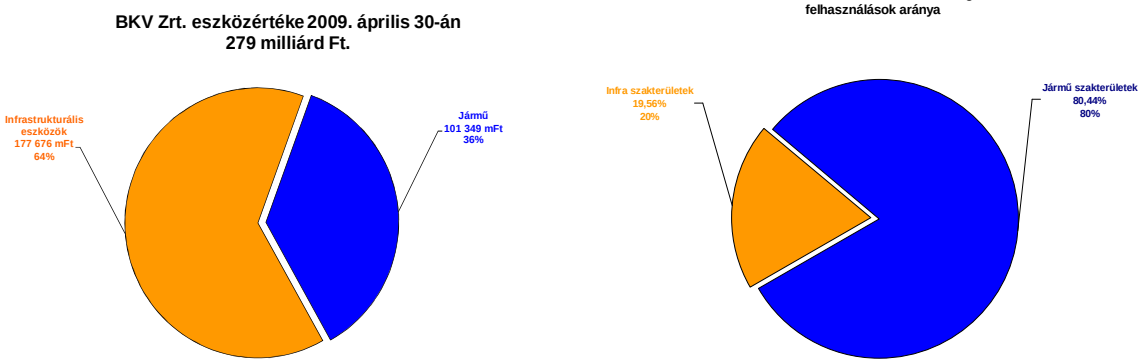
Ma már közismert a BKV Zrt. alulfinanszírozottsága. Az eszközállomány elöregedése, sorozatos meghibásodása elsősorban a járművek esetében naponta szerepel a médiában. A füstölő autóbuszok, metró járművek, a korrózió, anyagfáradás miatt a buszokban keletkező váztörések folyamatos témát adnak az újságoknak. Az infrastruktúra elöregedése kevésbé látványos eseményeket okoz: néhány pályahiba, esetleg a villamos energiaellátás kimaradása csak rövid fennakadást okoz az utasok elszállításában.

Általánosan elfogadott megállapítás, hogy a városi tömegközlekedési ágazatok akkor működnek jól, ha eszközparkjuk nyilvántartott – amortizált – értéke a bekerülési ár 50 %-át eléri. Amennyiben ez alatt van, jelzést kapunk arról, hogy az egyes elemek cseréje nem követi a hasznos élettartam-ciklus alatt előírt beavatkozásokat, felújításokat. Az elmaradt beruházások pedig „belső eladósodást” okoznak: a felújításokat, cseréket felgyorsított ütemben kellene végrehajtani, hogy a kívánt műszaki állapot fenntartható maradjon.

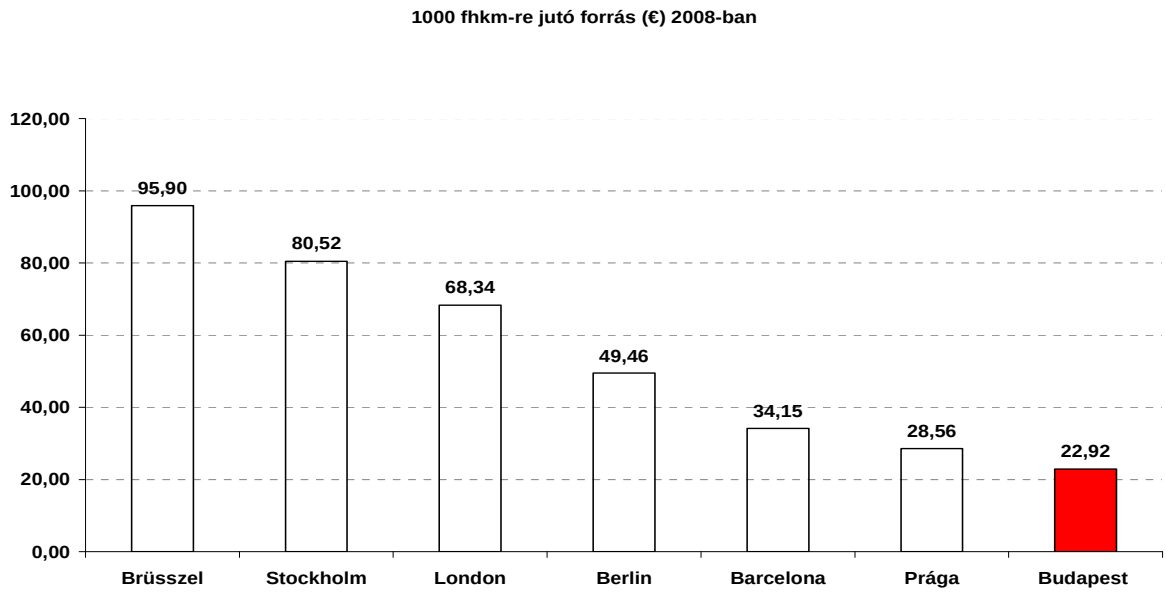
A BKV Zrt. eszközparkjának újbóli előállítása jó becslések szerint 2000 Mrd forintból valósítható meg. Tehát a jó működéshez kb. 1000 Mrd forint nyilvántartott eszközérték lenne szükséges. Nyilvántartásaink alapján mai állás szerint ez az érték 280 Mrd forint, tehát kb. 14 %-os műszaki állapoton üzemeltetjük berendezéseinket az 50 % helyett. Ebből adódik, hogy a belső eladósodottság 720 Mrd forint.



A városi vasúti infrastruktúra a közlekedési ágazat eszközállományának 2/3-os értékét képviseli. A BKV Zrt. esetében a jelenlegi eszközállomány közel 280 Mrd. forintra becsült értékéből az infrastruktúra hozzávetőlegesen 177 Mrd. forintra tehető. Ennek a jelentős értéket képviselő eszközparknak a fenntartására az – köztudottan összességében is alulfinanszírozott – összes fenntartási költség kb. 20 %-a fordítható. Általános irányelv, hogy az infrastruktúra „kevésbé érzékeny” műszaki berendezések rendszeréből tevődik össze, mint a járművek.



Magyarázattal szolgál a belső eladósodottság okainak vizsgálatakor, ha összehasonlítjuk a fővárosi tömegközlekedés ráfordításait más hasonló, európai nagyvárosok fenntartási kereteivel. Erre jellemző számot mutat az úgynevezett utas-férőhely/kilométer előállítására vonatkozó adatsor.



Az is közismert tény szakmai körökben, hogy a BKV Zrt. üzemelteti Európa egyik leghurkoltabb, legnagyobb járatsűrűségű városi közlekedési hálózatát. A menetrendszerűséget 96 %-osan biztosítjuk, amit természetesen befolyásol a forgalombiztonsági okok miatt elrendelt lassújelek miatt folyamatosan jelenlévő utazási sebesség csökkenése is.

Ezek ismeretében talán jogosan merül fel a kérdés: valóban rosszul dolgoznak karbantartóink? Jogosak-e a médiában gyakran megjelenő bírálatok, a számtalan utas- és lakossági panasz? Lehet-e többet, jobban tenni?

A környezetről, működési feltételekről

Sajnálatos, hogy az infrastruktúra műszaki állapota ma már több eleménél elérte működési határát. Ezt bizonyítja az egyre nagyobb számban előforduló, forgalmi zavart is okozó hibaesetek számának rohamos növekedése, amely csaknem valamennyi területre kimutatható. A vasúti pályán jelentkező hőkivetődések, síntörések, váltóhibák, az áramellátás területén jelentkező kábelzárlatok, felsővezeték melegedések, a jelző- és váltóállító berendezések gyakori meghibásodásai azt jelzik, hogy a belső eladósodottság, a beruházások, nagyjavítások elmaradása, a műszaki előírások szerinti cserék, felújítások hiánya miatt az infrastruktúra további üzemeltetése már csak jelentős kockázatokkal oldható meg. Azt is tudjuk, hogy a régi, elavult eszközpark jóval több fenntartást, gondozást, karbantartást igényel, mint egy új rendszer üzemeltetése.

Fenntartási esélyeinket tovább rontja, hogy forrásainknak csak töredékét tudjuk ténylegesen karbantartásra fordítani. A hatósági feladatok, frekvencia használati díjak, a tűz- és munkavédelem, a villamos biztonságtechnika, az önkormányzatok által végrehajtandó feladatok (utak gondozása, zaj és rezgésmérések) mellett a takarítási, hómentesítési, fűkaszálási, gyomirtási munkák elvégeztetése a fenntartási keretek több mint 60 %-át felemésztik. Az extrém helyzetek kezelése, mint például a viharkárok, esőzések, és nem utolsó sorban a tápkábel lopások pótlása szintén jelentős forrást von el az eszközpark karbantartásától.

Kevés számú beruházásunkra jellemző, hogy – a hazai közbeszerzési gyakorlatnak megfelelően – nem a legjobb minőséget sikerül elérni a kivitelezés, beszerzés során. A vállalkozók kiválasztásánál elsődleges szempont a legalacsonyabb ár, a műszaki, minőségi szempontok figyelembe vétele marginálisan érvényesíthető. Emiatt még a frissen végzett beruházásokat követően sem mondhatjuk ki, hogy az adott eszközparkkal néhány évig nem kell foglalkozni.

Napjainkban komoly gondot okoz, hogy uniós forrásból megvalósuló projektjeink megvalósulása több évvel eltolódik. Értelemszerűen olyan helyszínekre nyújtottunk be pályázatot, ahol a forgalmi előnyökön kívül a rossz műszaki állapotok is indokolják a felújítást. Saját beruházásaink tervezésekor természetesen nem kívánunk jelentős forrásokat felhasználni olyan vonalakra, ahol a közeljövőben jelentős beavatkozások várhatók. Az infrastruktúra állapota ugyanakkor rohamosan romlik, a közlekedés fenntartása komoly nehézségeket okoz. Fajlagosan kimutatható, hogy például az 1-es 3-as villamos vonalakra – ahol a felújítási projekt már harmadik éve csúszik – az elmúlt évben az átlagos vonalakhoz képest 450 %-kal többet kellett fordítanunk. Egyetlen célunk lehet tehát ezekben az esetekben: túlélni azt a néhány évet, amíg a projekt eljut a megvalósítás fázisáig.

Mit tud tenni a műszaki menedzsment?

Kimondhatjuk, hogy az eszközpark elavulásával egyenes arányban a karbantartás szerepe felértékelődik. A fenntartási keretek szűkössége ugyanakkor a legkevesebb ráfordítással, mégis a legmagasabb biztonsági szintet nyújtó megoldások alkalmazásával végrehajtható karbantartási stratégiák bevezetését irányozza elő a műszaki vezetés számára.

A hibák okainak, összetevőinek elemzésével megállapítható, hogy – bár általánosan ismerjük a műszaki berendezések állapotát – nem tudjuk előre meghatározni kellő alapossággal a bekövetkezés valószínű helyszíneit. Ennek egyik jelentős oka a karbantartási rendszerekben, stratégiákban keresendő. Általánosan jellemző, hogy a vasúti rendszerek karbantartása a szigorú törvények, előírások alapján túlnyomórészt az ’50-es évek TMK jellegű technológiája szerint működik ma is. A tervszerű megelőző karbantartás ma már a legtöbb esetben túlhaladott, mivel köztudomásúan jelentős létszám- és költségigénye van, és sok esetben nem nyújt megfelelő megoldást a berendezések élettartamának elvárások szerinti megtartásához.

A TMK alkalmazásához „csak” személyzet kellett, és megfelelő előírások és ütemtervek szerint kimutathatóan elvégezhető volt az előírt technológia. Ez az elmélet sajnos még ma is sokszor időszerű, egy-egy jelentős esemény, baleset során a vizsgálatok is csak arra terjednek ki, hogy mikor volt az adott eszköz karbantartva. Hogy ez valóban megfelelő technológia szerint történt-e, és valóban indokolt volt-e, az általában nem képezi a vizsgálatok tárgyát. A vasútbiztonságra vonatkozó törvények, előírások is általában a karbantartások rendszerességét, ütemezését írják elő, ezek betartása a vasútüzemben kötelező. Tehát nem minden esetben lehet bevezetni a korszerű, műszakilag indokolt karbantartási stratégiákat, a TMK jellegű fenntartási rendszerek még sokáig érvényben maradnak. Ugyanakkor a TMK műszaki tartalma is megváltozott mára, nem feltétlenül érvényes a „szedjük szét, pucoljuk meg, zsírozzuk be, rakjuk össze” elmélete, a tervszerű megelőző karbantartás is alapulhat modern elemeken.

A vasút veszélyes üzem, az új gondolkodás felvállalása, az áttérés a korszerű stratégiákra ezért a fenti okok miatt jelentős kockázatvállalást igényel. A korszerű karbantartási stratégiák segítségével ugyanakkor a fenntartási, javítási, karbantartási folyamatok a műszakilag szükséges és indokolt mértékűre korlátozhatók. Ha jó érzékkel meg tudjuk határozni az egyes berendezések karbantartási stratégiáját, azok élettartama jelentősen megnövelhető, illetve a hibajelenségek jelentős része is előre behatárolható, így megelőzhető. A vasúti infrastruktúra sokfélesége természetesen nem teszi lehetővé egy, mindenre alkalmas stratégia alkalmazását, azonban a mai karbantartás-elméletek éppen a megfelelő karbantartási mix meghatározását tartják a legfontosabbnak.

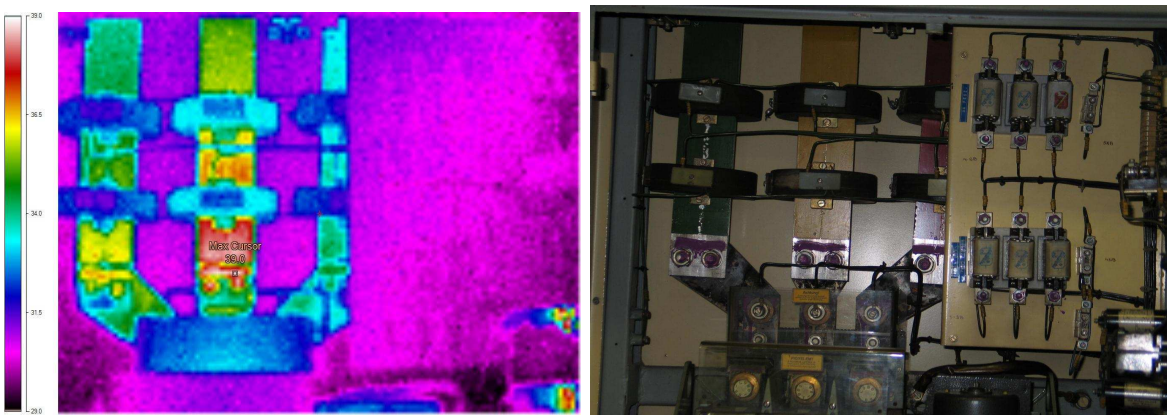
A korszerű stratégiák jellemzője, hogy minden esetben állapotfigyelésen, diagnosztikán alapulnak. Természetesen ehhez forrásokra van szükség, ma már egy-egy megfelelő minőségű diagnosztikai eszköz jelentős értéket képvisel. A diagnosztika általános bevezetésének Társaságunknál jellemzően ez volt az akadálya az elmúlt években, hiszen az amúgy is kevés fenntartási költségeinkből nem volt módunk diagnosztikai eszközök beszerzésére. Ugyanakkor ma már alapvető elvárás az, hogy eszközparkunk állapotát műszaki alapossággal ismerjük, tudjuk, hol vannak a gyenge pontok, tudjuk, hol várhatók meghibásodások, és azoknak milyen következményei lehetnek. Ehhez pedig elengedhetetlen a megfelelő diagnosztikai eszközök rendelkezésre állása. Hangsúlyoznunk kell, hogy a *megfelelő* eszközök meghatározása csak a piac ismeretével, a jellemzők és az ár-érték arányok elemzésével választhatók ki. A túl primitív eszközök, bár lehet, hogy szép ábrákat mutatnak, és olcsók, nem alkalmasak igazi műszaki elemzésre, ugyanakkor egy vasúti sín geometriai jellemzőinek meghatározását nem mikrométer mélységig szükséges elvégezni. A két szélső eset között kell megtalálni az optimális, hosszú távú használatra és jó műszaki elemzésre alkalmas eszközöket. Fontos figyelembe venni azt is, hogy egy-egy jó mérőeszköz nem csak egy adott területen alkalmazható, igazán akkor éri meg az árát, ha folyamatosan használatban van, akár több szakma is hasznosíthatja az általa nyújtott információkat.

Milyen eredményeket értünk el?

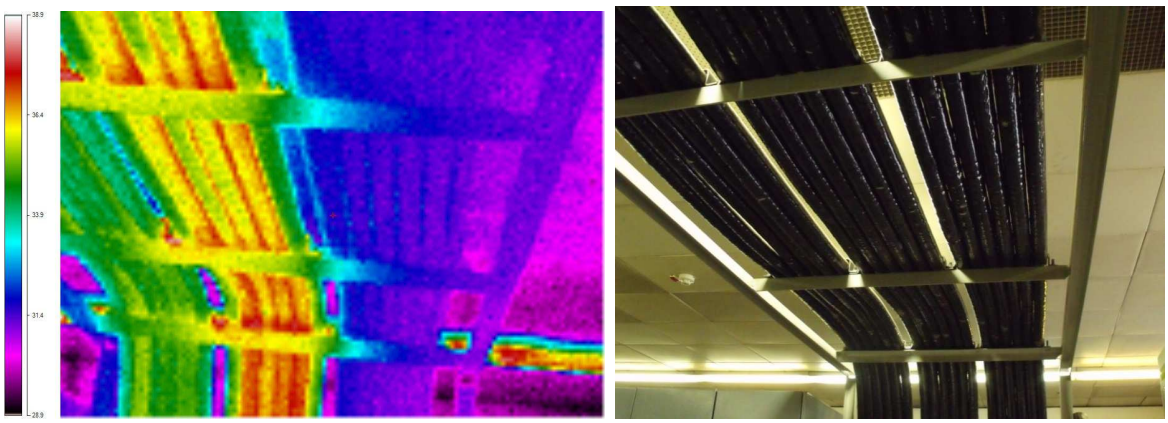
Az előzőek tükrében évek óta fontosnak tartottuk, hogy a szűkös forrásainknak legalább néhány százalékát a diagnosztika eszközparkjának fejlesztésére, illetve külső vállalkozók által végzett mérésekre fordítsuk. Közel sem mondhatjuk, hogy az infrastruktúra teljes területén jelentős eredményeket értünk el, mégis vannak olyan megoldásaink, amik a korszerű stratégiák bevezetésének feltételeit megteremthetik.

Rezgésmérésen alapuló karbantartási technológiát alkalmazunk a forgógépek körében. Ezek elsősorban a metrónál található nagyteljesítményű szellőzőgépek, a polgári védelmi dízel motor – generátor gépcsoportok.

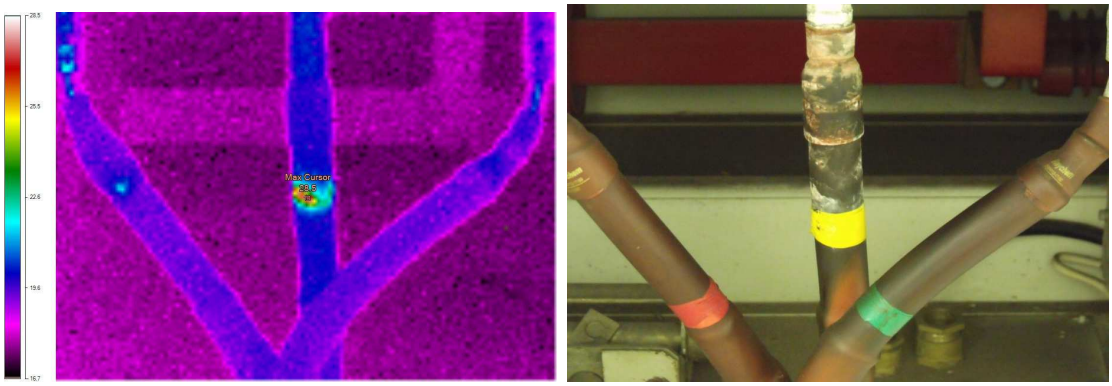
A termográfiai eljárások alkalmazása jelenleg leginkább az áramellátási rendszerek területén terjedt el. Kiváló lehetőséget nyújt a hőkamera alkalmazása a gyengepontok, nagyobb átmeneti ellenállású hibahelyek feltérképezésében, így itt a karbantartást már csak a problémás elemekre kell koncentrálni.



Háromfázisú rendszer kötési pont hibája



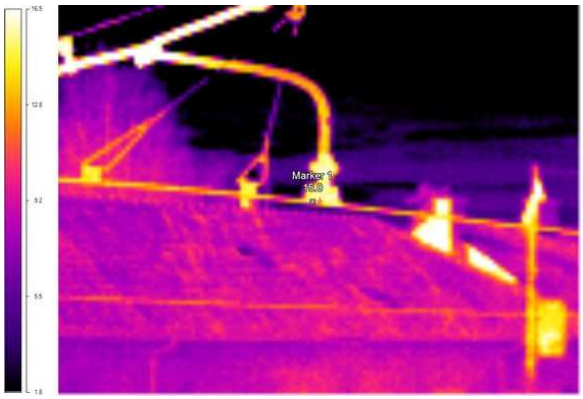
Vontatási blokk kábeleinek aszimmetrikus terhelése



Középfeszültségű kábelfej szerelési hibája



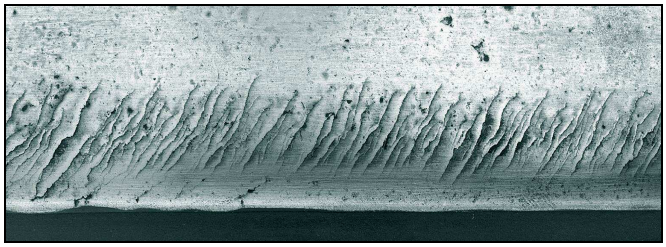
Munkavezeték-áramszedő kapcsolat



Munkavezeték tápponti csatlakozás

Talán egyszerűsége miatt nehéz elképzelni, de a vasúti pálya diagnosztikája mára jelentősen felértékelődött. A vágányok geometriája meghatározza a járművek által alkalmazható sebességet, így látszólag egyszerű, statikus állapotban végzett mérésekkel megállapítható a kopás, a síktorzulás, a nyomtáv változás miatti sebességkorlátozások mértéke. Más a helyzet azonban a dinamikus mérésekkel. Amikor a pályát üzemszerűen terhelő jármű súlya, menettulajdonságai miatt adódnak eltérések – például süppedések, dinamikus nyomtávbővülések – a mérési eljárások már sokkal bonyolultabbak, drágábbak.

Jelenleg a pályás szakma új jelenség elemzésével, kialakulásának vizsgálatával kezd foglalkozni Európa szerte. Az úgynevezett head-check jelenség, a sínfej fáradásos kopása, a BKV vágányhálózatában fokozott mértékben jelen van. A jelenség vizsgálata azért kiemelt jelentőségű, mert a következménye nem egyszerű síntörés, hanem a sínszál akár több méter hosszon történő „szétrobbanása”, ami az európai gyakorlatban már több súlyos vasúti balesetet okozott. Jelenleg metróvonalaink vágányait vizsgáljuk részben ultrahangos, részben örvényáramú mérési eljárásokkal a head-check jelenség feltérképezésére és a feltétlenül szükséges intézkedések megtételére.



Fáradásos kopás megjelenése a sín futófelületén



Head-check kimutatása penetrációval



A head-check jelenség következménye a sín szétrobbanása (Linz 2009.02.02.)

Hogyan tovább?

A tömegközlekedésnek a vasúti infrastruktúrával szemben a jelenlegi körülmények között az az elvárása, hogy a forgalom valamennyi vonalon megfelelő biztonsággal fenntartható maradjon. Ezért a műszaki személyzet számára alapvető fontosságú, hogy a gyenge pontok ismeretében a legkisebb ráfordításokkal meghatározható legyen az a határérték-sor, amely az alkalmazhatósági feltételeket egyértelműen meghatározza. Hol az a határ, ahol a közlekedés már csak korlátozásokkal tartható fenn, és hol, ahol már egyáltalán nem? Ennek meghatározása csak tapasztalati úton történhet, azonban a valódi alapja csak a diagnosztika lehet. A mért adatok rendszerezéséhez, a határértékek biztonságos megállapításához, a szükséges beavatkozások meghatározásához ennél tovább kell lépni, ez csak a korszerű karbantartási stratégiák bevezetésével lehetséges.

A stratégiák tervezésekor figyelembe kell venni az érintett eszközök szerepét

- az utas és balesetbiztonság
- a forgalombiztonság
- a berendezés meghibásodásakor keletkező kár mértéke
- a kiváltási, pótlási, javítási lehetőségek
- a törvényi, hatósági előírások szempontjából

Milyen karbantartási stratégiák alkalmazhatók?

Vizsgáljuk meg, hogy a városi vasúti infrastruktúra szempontjából milyen funkciójú eszközpark esetében milyen lehetséges karbantartási stratégiák alkalmazhatók.

Hibáig üzemelés

Továbbra is indokolt, ha

- az előforduló hibák a biztonságot nem veszélyeztetik,
- a karbantartásra fordítandó költségek meghaladják az elérhető eredményt, illetve a hiba miatt előforduló kárértéket.

TMK

- A hibáig üzemelésen kívül valamennyi karbantartás részét képezi bizonyos mértékű TMK (pld. portalanítás, kenés),
- TMK (időalapú) rendszer szerint működik a tesztelések elvégzése, a diagnosztika és a megbízhatóság alapú karbantartás is.
- A technológiai utasítások alapján végzett teljes körű TMK akkor indokolt, ha törvényi, hatósági előírások szabályozzák.

Állapotfigyelés

Kétféle megoldása létezik:

- **On-line diagnosztika** – telepített érzékelő elemek segítségével az állapotváltozások azonnali jelzése valamilyen központba (a korszerű berendezések általában biztosítják a lehetőségét, utólagos kiépítése költséges, nehézkes, alkalmazása leginkább a megbízhatóság alapú karbantartás feltétele)
- **Helyszíni mérés** - Ütemterv szerint helyszínen végzett méréseken alapuló diagnosztika (a leginkább alkalmazható eljárás a BKV Zrt. eszközparkjára, az állapotfigyelő és a kockázat alapú karbantartás alapfeltétele, határértékekkel és előzményekkel összehasonlítható mérési eredményeket produkál, a döntés-előkészítés leghatékonyabb eszköze)

Tesztelés alapú karbantartás

- Nagyobb, összefüggő hálózatok, rendszerek karbantartási módszere.
- Ütemterv szerint végezhető, eredménye, hogy a hibás elemek kiszűrésével a karbantartás csak hibajavításra és minimális TMK-ra korlátozható.

Megbízhatóság alapú karbantartás

- arra az eszközparkra célszerű alkalmazni, amely a baleset megelőzés és a forgalombiztonság szempontjából kiemelten fontos. A megbízhatóság megítélésének elemzéséhez számítási módszerek állnak rendelkezésre. Az elemzés eredménye lehet mérőszám alapú vagy állapotfigyelő karbantartási technológia, illetve a kettő szintézise.

Kockázat alapú karbantartás

- Az ebbe a kategóriába sorolt eszközpark lehetséges hibái nem okoznak balesetveszélyt, és TMK jellegű karbantartásuk, rendszeres diagnosztikájuk költségei messze meghaladják a hibaelhárítási költségeket.
- Elemzésen alapuló bevezetése a költséghatékonyság legeredményesebb eszköze, ugyanakkor a reális veszélyekre megoldást nyújt.

Teljesítmény alapú karbantartás (TPM) és Minőség alapú karbantartás (TQM)

- Bevezetését elsősorban gyártással foglalkozó vállalatoknál célszerű alkalmazni. Ugyanakkor jónéhány olyan elemet tartalmaz filozófiájuk, amelyek bármilyen karbantartási rendszernél eredményesen használhatók, sőt, az eredményesség alapfeltételei. Ilyenek például a dolgozók közvetlen részvétele a szemléletváltásban, az oktatás, a minőségi munkaerő alkalmazása, stb.

Számítógéppel támogatott karbantartási rendszer (CMMS)

- Valamennyi korszerű karbantartási rendszer alapja. Az adatok rögzítésének, az elemzések készítésének, döntéshozatal előkészítésének alapvető támogató eszköze.
- A szoftver lehet
  - Diagnosztikai eszköz tartozéka
  - Saját fejlesztésű nyilvántartás, vagy megvásárolható kifejlesztett program
  - SAP PM modul kompatibilis szoftver

Látható, hogy a vasúti infrastruktúra eszközparkja szempontjából valamennyi korszerű karbantartási stratégiának helye van. Célunk tehát a megfelelő mix meghatározása, és a szükséges feltételek megteremtése, bevezetése. Ennek a célnak érvényt kell szerezni a hiánygazdálkodásban is, mert csak így lehet biztonságos tömegközlekedést üzemeltetni és azért felelősséget vállalni.