

XVI. Közlekedésfejlesztési és Beruházási Konferencia
Bükkfürdő, 2015. 04. 15-17.

SÍNFEJKÁROSODÁSI HIBÁK KEZELÉSÉNEK STRATÉGIÁJA

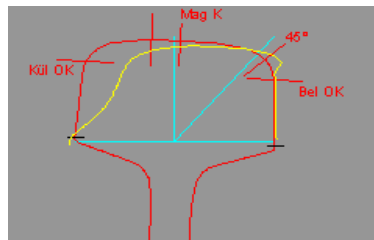


Dr. Horvát Ferenc
főiskolai tanár

1. BEVEZETÉS

Leggyakoribb sínfejelváltozások és -károsodások

Sínprofil kopása



Hullámos kopás



Gördülő érintkezési fáradási sínhibák



1. BEVEZETÉS

Megoldási lehetőségek

- megelőzés
 - ✓ sínminőség választás
 - ✓ sínfejalak (AHC profil)
- beavatkozás
 - ✓ sínfejmegmunkálás
 - ✓ síncsere

Együttes kezelés szükséges

- beavatkozás megtervezésénél
- technológiai megoldás kialakításánál
- pénzügyi fedezet megteremtésénél

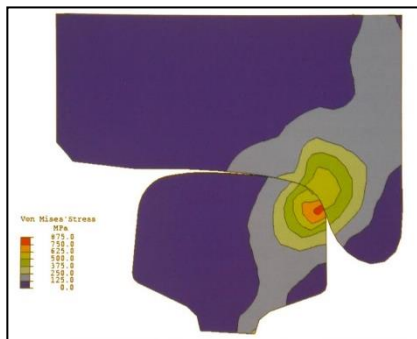
Kiindulási adatok

- hiba oka
- meghatározó helyi körülmények
- hiba súlyossága, fejlődési sebessége
 - ✓ mérési rendszer
 - ✓ kiértékelés → határérték rendszer
- beavatkozási technológiai lehetőségek
- pénzügyi lehetőségek

2. A HEAD CHECK HIBA

2.1. A sínfej-hajszálrepedés oka

A gördülési érintkezési fáradás leggyakoribb előfordulása, ami főleg a külső sínek nyomtáv sarkánál fordul elő $R = 300-5000$ m sugarú ívekben.



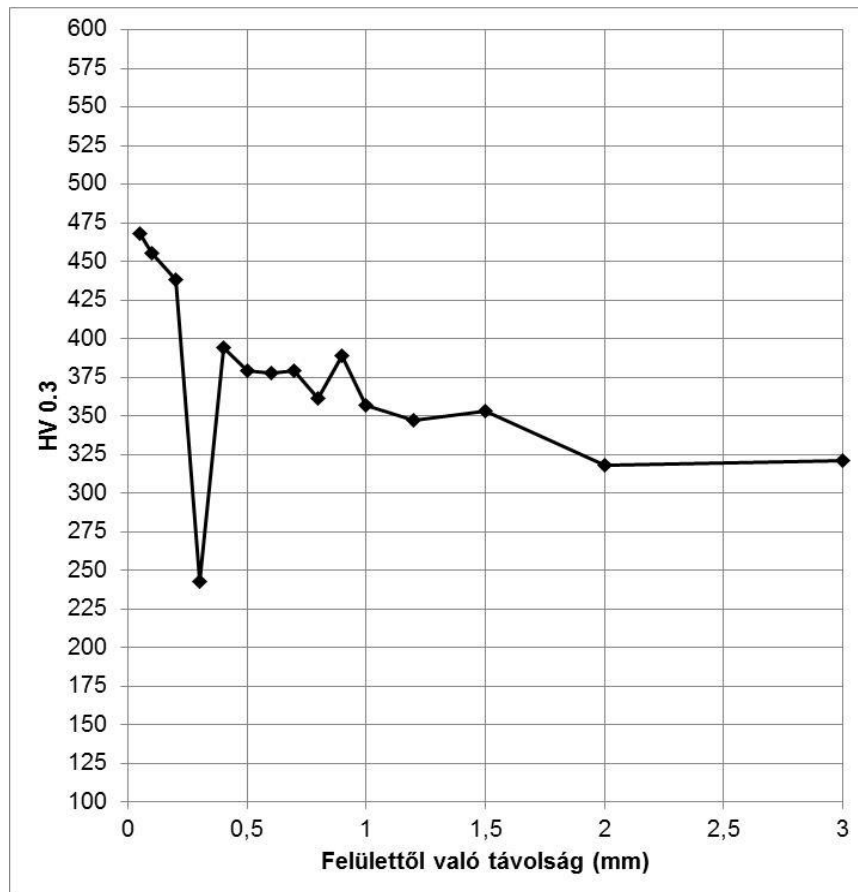
A kerék és a sín érintkezési felületén magas, akár 1000 MPa-t is meghaladó érintkezési feszültségek alakulnak ki.

Ennek hatására képlékeny alakváltozás jön létre, az eredetileg hálós alapszövet részecskéi hosszirányban megnyúlnak.

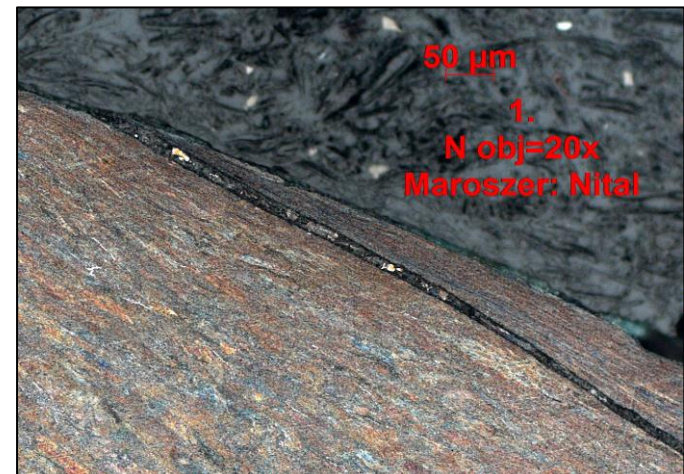


2. A HEAD CHECK HIBA

Kialakul a sínacél osztályától függően egy kb. 0,4 – 1,2 mm vastag, a járműkerekek által hidegen alakított réteg, amelyben a sín anyagának keménysége nagyon jelentősen, az alapszövet keménységének akár másfélszeresére megnövekszik.

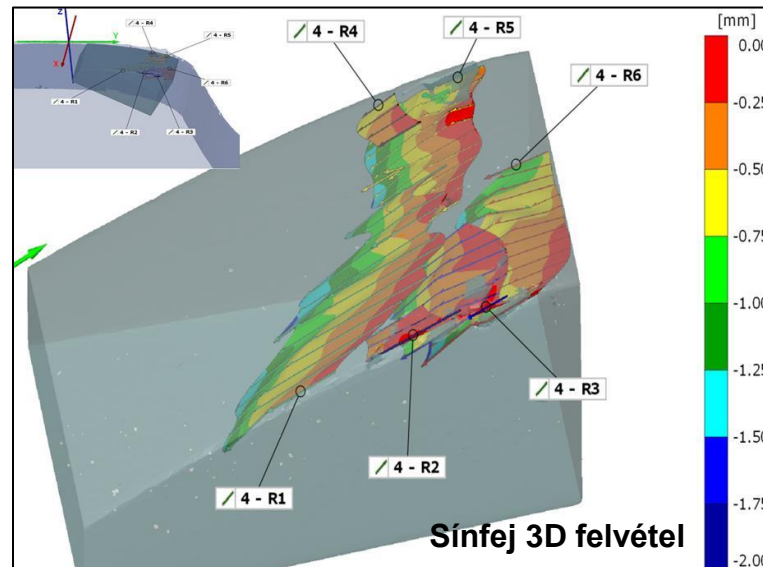
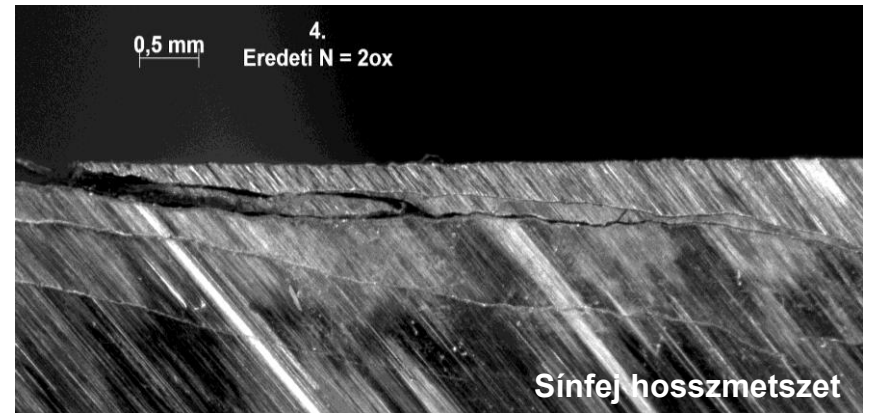
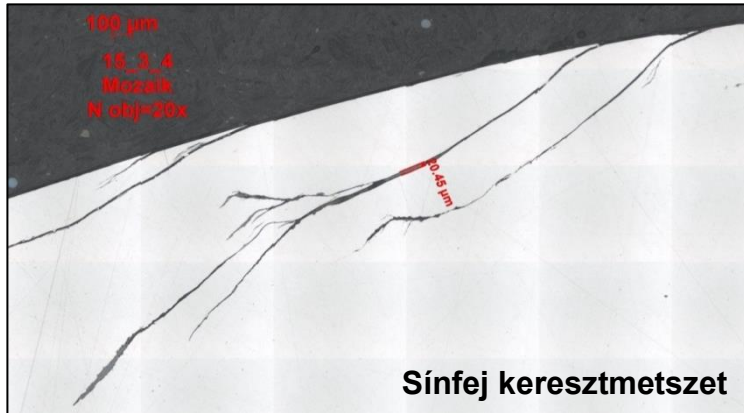


A felkeményedett kéregben bekövetkezik az anyag alakváltozó-képességének kimerülése, amely repedések megjelenéséhez vezet. A felkeményedett kérgen áthatolva a repedés a szemcsék nyúlási irányát követve halad egyre mélyebbre a sínfejben.



2. A HEAD CHECK HIBA

2.2. HC repedések alakja



2. A HEAD CHECK HIBA

2.3. A sínfej-hajszálrepedés kialakulását és fejlődését befolyásoló tényezők

A HC hibák kialakulását és fejlődésük sebességét számos tényező befolyásolja:

- pályaparaméterek és a pálya állapota: sebesség, ívsugár (400...3000 m tartományban), túlemelés, esésviszonyok, gyorsulási vagy fékezési szakasz, nyomtáv, vágány fekvésgeometriai hibái,
- vágány paraméterei: sínalátámasztás rugalmassága, sínleerősítések rugalmassága,
- sínparaméterek és a sínek állapota: síndőlés, sínacél osztály, sínprofil és szabálytalanságai, sín felületi hibái,
- jármű paraméterek és a járművek állapota: kerékátmérő, kerékteher, kerékprofil és szabálytalanságai, futómű keresztirányú mozgása, forgóváz rugózása, fékezési mód,
- hegesztések okozta geometriai szabálytalanságok,
- sín-kerék rendszer: súrlódási együttható nagysága, érintkezési felület nagysága és sínfejen elfoglalt helyzete, érintkezési feszültség nagysága,
- forgalom nagysága és összetétele,
- az alkalmazott sínkarbantartási stratégia.

2. A HEAD CHECK HIBA

2.4. A befolyásoló paraméterek adatfelvétele folyópályában

Törzsadatok:

- szelvényezés,
- vágány adatai
 - kiépítési sebesség,
 - ívviszonyok,
 - túlemelés,
 - sínrendszer,
 - síndőlés,
- fékezési/gyorsítási szakasz.

Elvégzett beavatkozások adatai (pl. 6 évre visszamenőleg):

- sínmegmunkálás fajtája, ideje és szelvényköze,
- síncsere ideje és szelvényköze.

Változó adatok:

- sín adatai külön a bal és a jobb sínszálla, a cserék követésével:
 - sínacél osztály,
 - gyártóhely,
 - beépítés/csere ideje,
- forgalmi terhelés

Mérési adatok sínszállanként (6 éves időtartamra, évenkénti bontásban megadva):

- HC hibák mérési adatai:
 - felfedezés ideje,
 - szelvényköz,
 - örvényáramos mérés eredményei (20 méterenként),
- sín magassági és oldalkopásának mérési adatai,
- hullámos sínkopás mérési adatai,
- egyenértékű kúposág mérési adatai,
- nyomtávolság mérési adatai.

2. A HEAD CHECK HIBA

2.5. A befolyásoló paraméterek adatfelvétele kitérőkben

Törzsadatok:

- kitérő száma, szelvénye,
- kitérő rendszere,
- egyéb adatok
 - sebesség egyenes és kitérő irányban,
 - mekkora túlemelésben fekszik a kitérő,
 - sínrendszer,
 - síndőlés.

Elvégzett beavatkozások adatai (6 éves időtartamra, évenkénti bontásban megadva, az előzőekben felsorolt alkatrészekre):

- megmunkálás fajtája, ideje,
- csere ideje.

Változó adatok:

- sínek, alkatrészek adatai, külön-külön a kitérő főrészek sínszállaira:
 - sínacél osztály,
 - gyártóhely,
 - beépítés/csere ideje,
- forgalmi terhelés

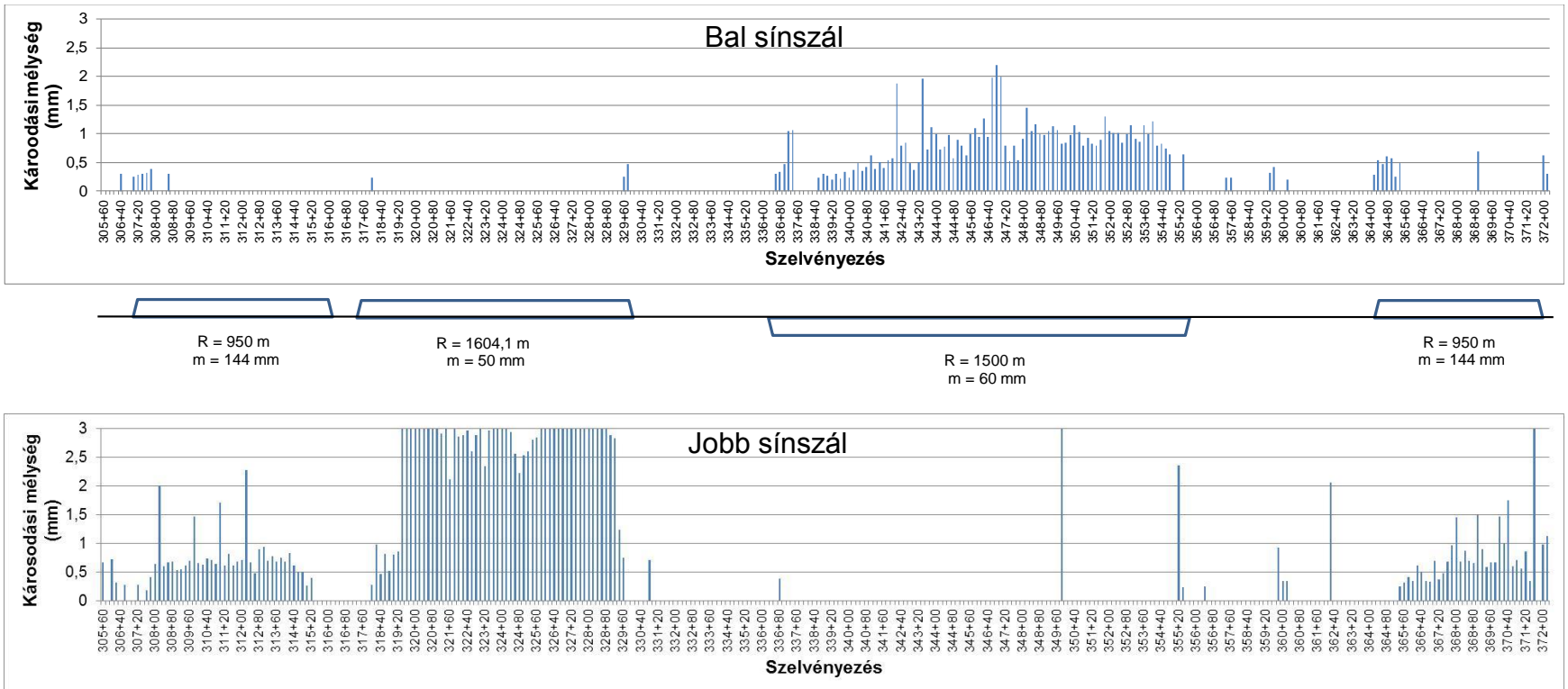
Mérési adatok sínszállanként (6 éves időtartamra, évenkénti bontásban megadva, az előzőekben felsorolt alkatrészekre):

- HC hibák mérési adatai:
 - felfedezés ideje,
 - örvényáramos mérés eredményei,
- sínek, keresztezési közép magassági és oldalkopásának mérési adatai,
- nyomtávolság mérési adatai.

2. A HEAD CHECK HIBA

2.6. Gépi örvényáramos adatok feldolgozása egy vonalszakaszra

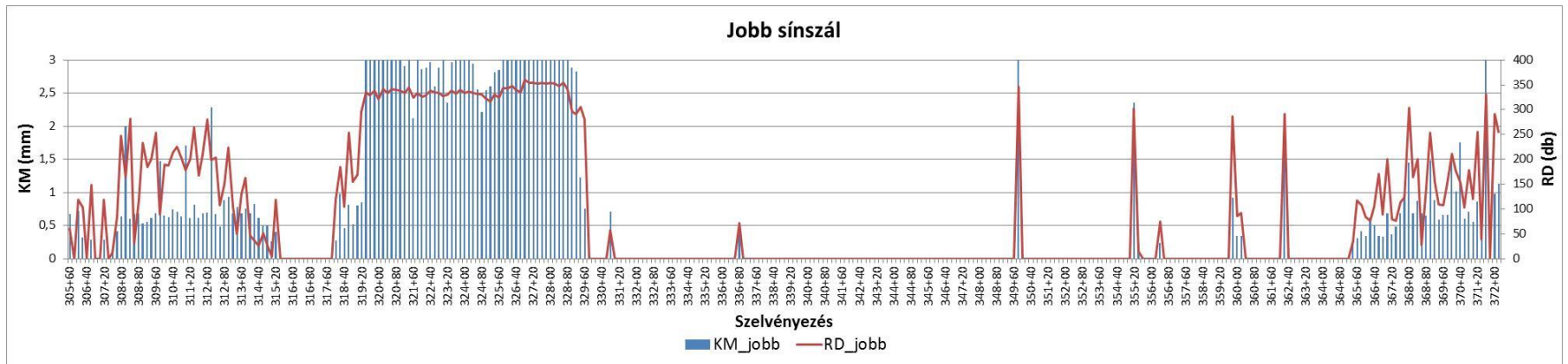
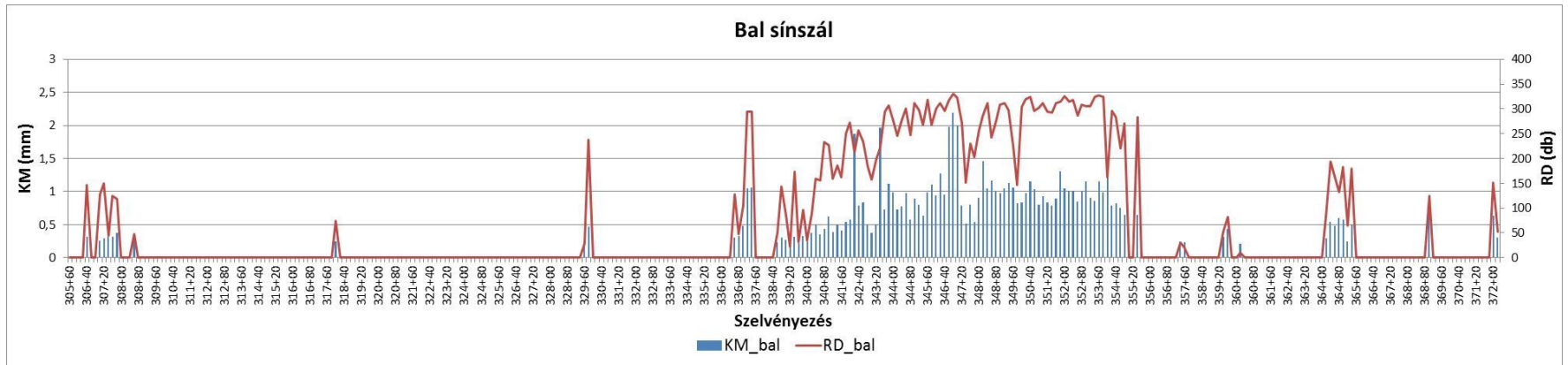
Károsodási mélység (KM) értékek
Biatorbágy – Herceghalom vonalszakasz, jobb vágány, 2014. 04. 07-i mérés



HC hibák a túlemelt külső sínszálban!

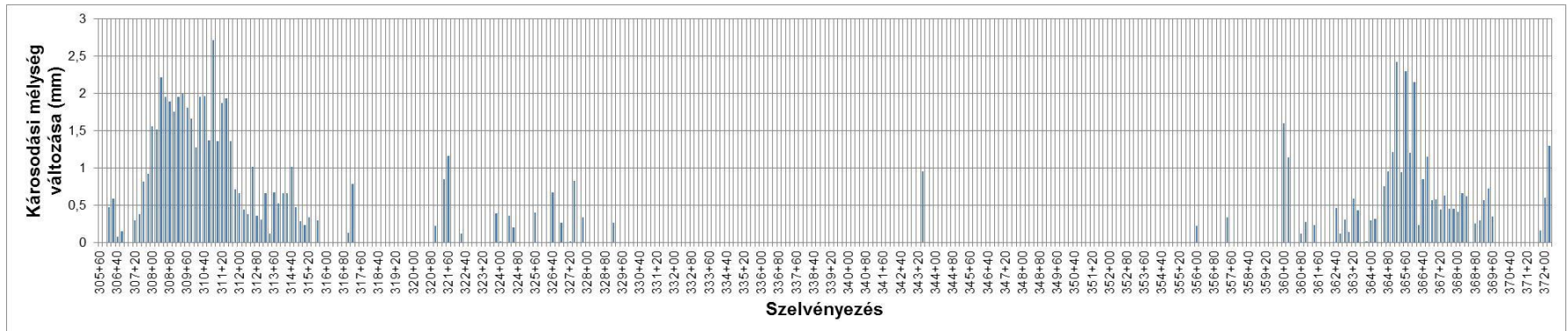
2. A HEAD CHECK HIBA

Károsodási mélység (KM) és Hiba darabszám (HD) adatok együtt
Biatorbágy – Herceghalom vonalszakasz, jobb vágány, 2014. 04. 07-i mérés



2. A HEAD CHECK HIBA

**Károsodási mélység (KM) változása
Biatorbágy – Herceghalom vonalszakasz, bal vágány, jobb sínszál
2013. 09. 27-i és 2015. 03. 05-i mérések**

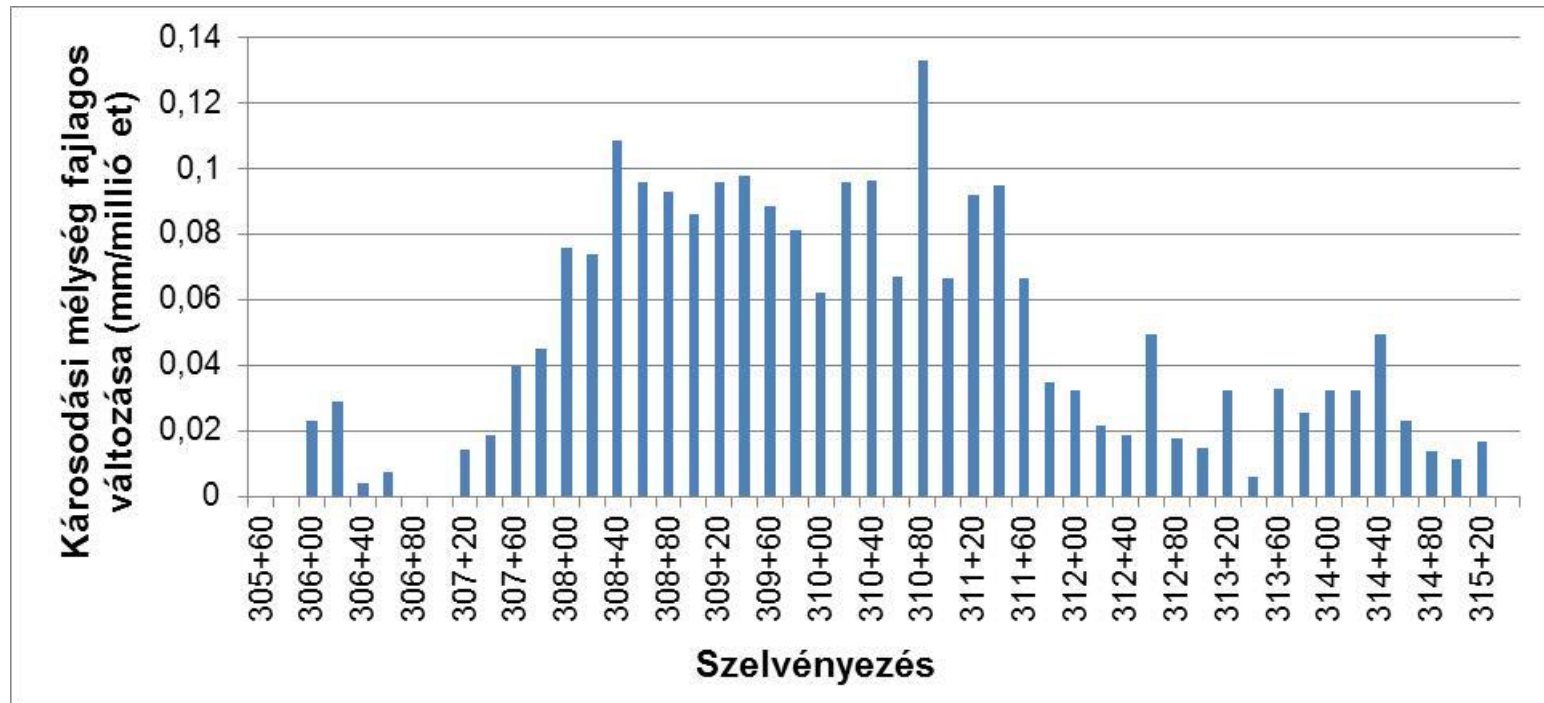


2. A HEAD CHECK HIBA

Károsodási mélység (KM) fajlagos változása
Biatorbágy – Herceghalom vonalszakasz, bal vágány, jobb sínszál
2013. 09. 27-i és 2015. 03. 05-i mérések

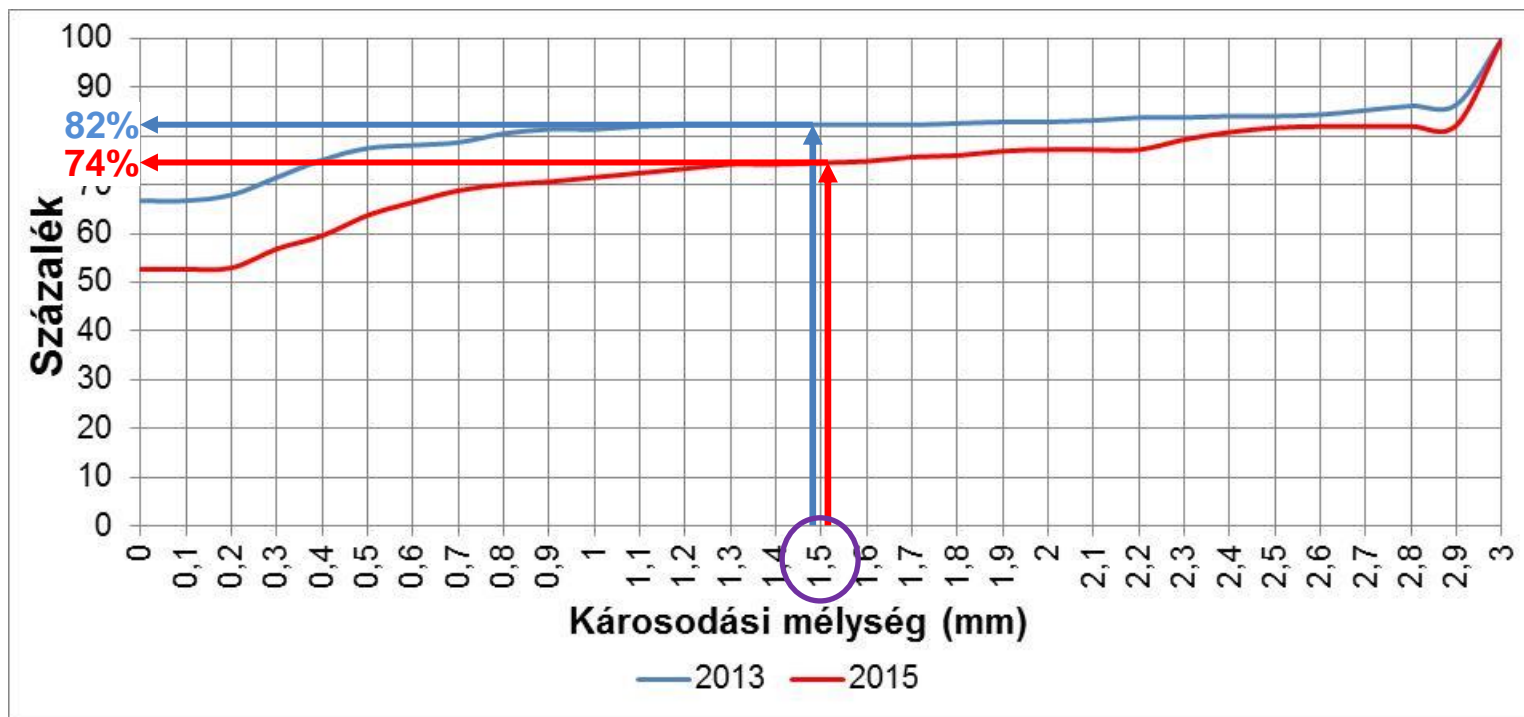
$$VKM_{20;i-1}_i = \frac{KM_{20,i} - KM_{20,i-1}}{FT}$$

$VKM_{20;i-1}_i$ = a KM_{20} minősítő szám változása az i-1-dik és i-edik időpontban lezajlott két mérés között (mm/millió et),
 $KM_{20,i}$ = a KM_{20} minősítő szám értéke az i-edik mérés során (mm),
 $KM_{20,i-1}$ = a KM_{20} minősítő szám értéke az i-1-edik mérés során (mm),
 FT = a két mérési időpont (i-1 és i) között elviselt forgalmi terhelés (millió et)



2. A HEAD CHECK HIBA

Károsodási mélység (KM) fajlagos változása
Biatorbágy – Herceghalom vonalszakasz, bal vágány, jobb sínszál
2013. 09. 27-i és 2015. 03. 05-i mérések



3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

3.1. Alapok

A beavatkozást igénylő sínfej károsodási hibák

- feltárása,
- minősítése,
- a szükséges beavatkozások és azok sürgősségének magállapítása,
- a beavatakozás(ok) végrehajtása

közlekedésbiztonsági és gazdaságossági kérdés,

amelyek egymástól elkülönítve nem tárgyalhatók.

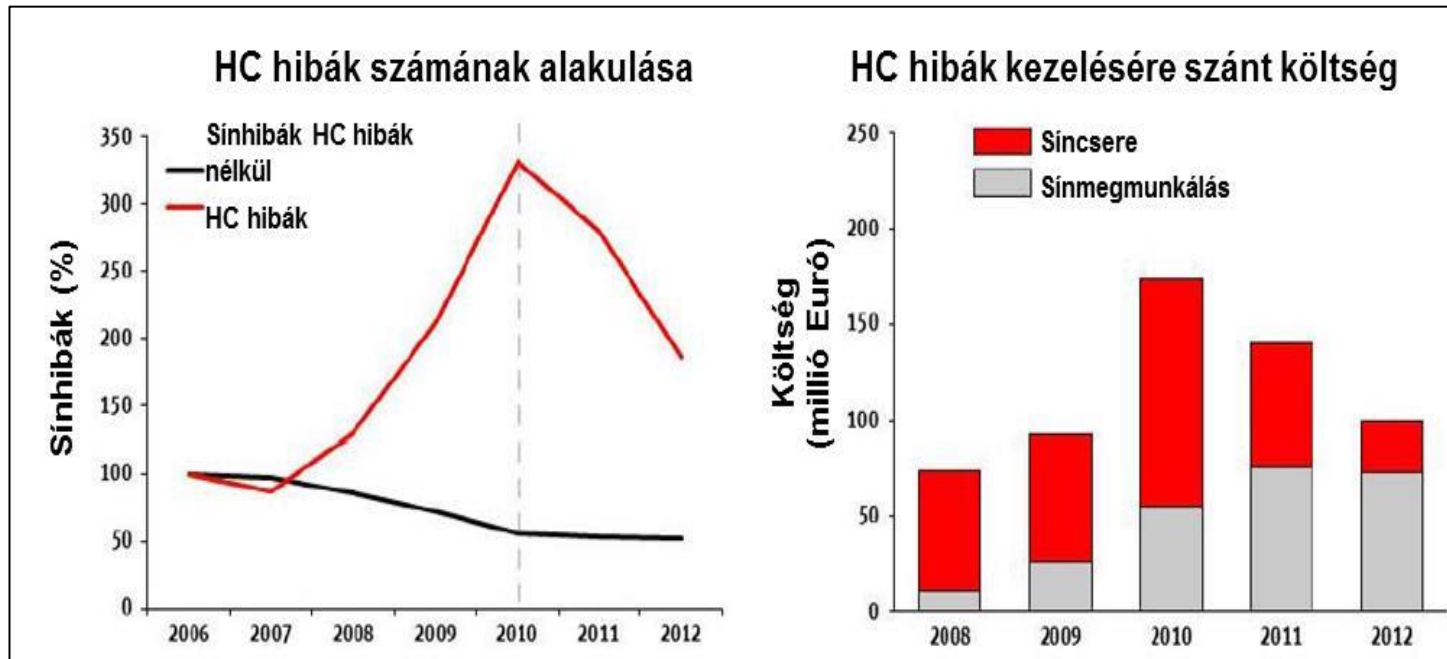
Ahhoz, hogy a sínfej-károsodási hibák problémája kezelhető legyen, meg kell oldani a következőket:

- a hiba felismerése,
- a sínhibák kialakulását befolyásoló paraméterek adatfelvétele,
- a hiba tömeges mérése, a mért értékek digitális rögzítése és feldolgozása, elemzés a hiba egy vagy több meghatározó jellemzőjének számszerűsítése alapján,
- a hibák minősítése, beavatkozási utasításrendszer kidolgozása,
- a sínmegmunkálás végrehajtásának megtervezése,
- a rendszerbe ültetett sínmegmunkálás végrehajtása,
- a sínmegmunkálás minőségének, hatékonyságának ellenőrzése.

3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

3.2. A szükséges mértékű pénzügyi források biztosításának fontossága

A DB 2010. évi új köszörülési stratégiájának következményei



A bal oldali ábrarész a hibák jelentős növekedési ütemét bizonyítja 2006-2010 között (növekedés közel 3,5-szeres!). 2010-ben **jelentősen megemelték a sínmegmunkálásra fordítható keretet** (ld. jobb oldali ábrarészt) és a sokkal több munkavégzés hatására a HC hibák mennyisége drasztikusan csökkent évről-évre.

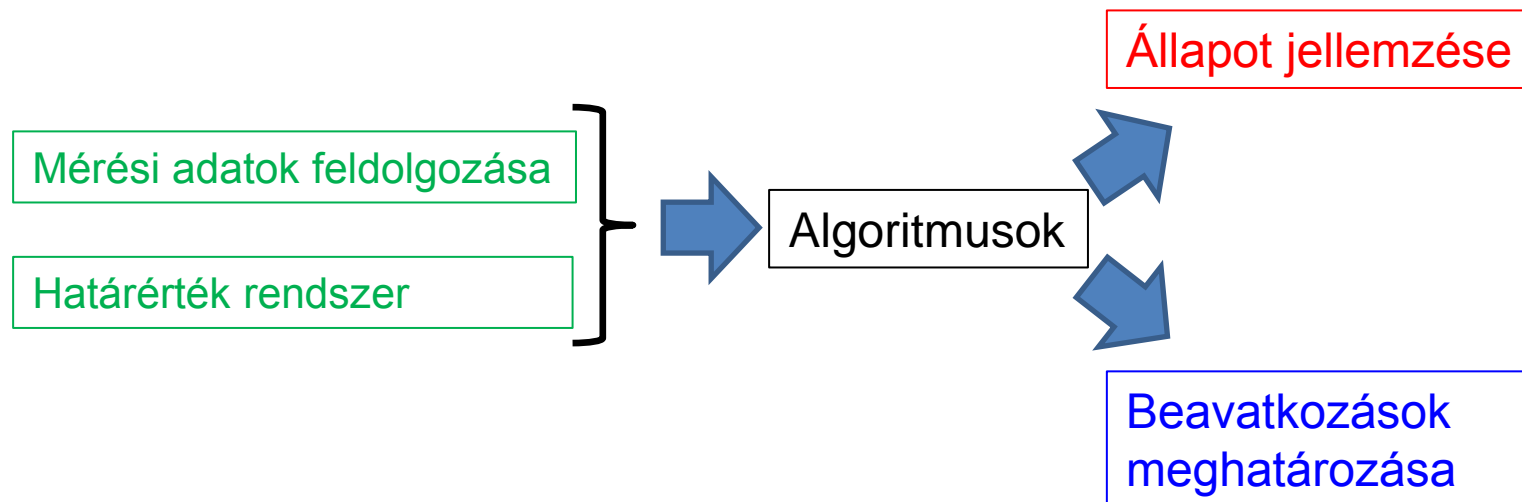
3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

Alapelv: a sínmegmunkálásra műszakilag és gazdaságilag korrekten döntést csak a sínfej állapotát meghatározó valamennyi jelenség együttes értékelésével hozható. Így össze kell kapcsolni a döntéshozatalban

- a sín természetes (magassági és oldal) kopását,
- a hullámos kopást,
- a HC hibákat,
- az egyenértékű kúposágot (a járművek futásjóságára tekintettel).

Fejlesztési cél

Sínkarbantartási modul kifejlesztése a PATER rendszer vágánygeometriai és dinamikai moduljához kapcsolódóan.



3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

Alapkövetelmények

Mérés – Kiértékelés – Tervezés – Beavatkozás – Ellenőrző felülvizsgálat

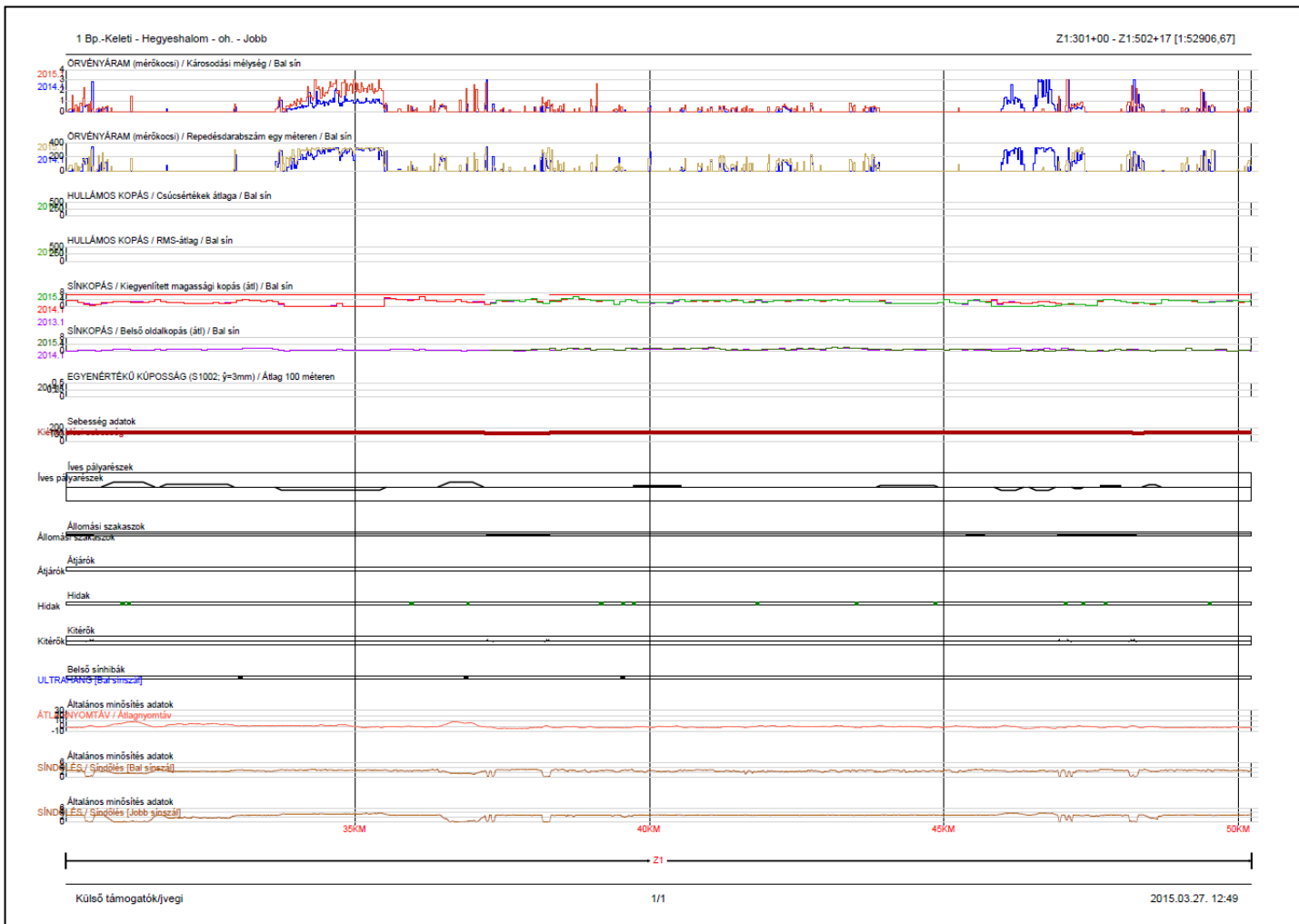
A sínkarbantartási stratégiának a teljes hálózatra ki kell terjednie.

A beavatkozás tervezése az alábbi alapelveken nyugodjon:

- nem „igen - nem parancs rendszer” kell létrehozni, hanem a tervezésnek a megállapított prioritásokon kell alapulnia (állapot, stratégia, műszaki körülmények),
- a különböző hibák határértékek alapján megállapított munkaigényeit műszaki, gazdasági és technológiai alapon kell összehangolni,
- a minősítési hossz valamennyi jellemzőre 20 m,
- minden jellemzőre (HC hiba, hullámos kopás, stb.) kétféle határértéket kell megállapítani:
 - ✓ sínmegmunkálási határérték,
 - ✓ síncsere határérték,
- a beavatkozások megállapításához LCC elemzést is kell végezni.

3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

Minden jellemző egy képernyőn a PATER rendszerben



3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

Döntési alapok

HC hibák: **döntés sínmegmunkálás vagy síncsere** a megállapított határértékek alapján.

Hullámos sínkopás: **döntés sínmegmunkálás** (köszörülés vagy marás) a mért gyorsulás értékek négyzetes átlaga alapján.

Egyenértékű kúposság: **döntés sínmegmunkálás** (köszörülés vagy marás) a megállapított határértékek alapján.

Sínkopás: **döntés síncsere** a megállapított kiegyenlített sínkopási értékek alapján

3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

A jellemzőkre összehangolt döntési séma

ÖRVÉNYÁRAM		
kár. mélys.	M megm.	CS csere
0	0	0
0,01	1	0
0,2	2	0
0,4	3	0
0,6	4	0
0,8	5	1
1	6	2
1,2	7	3
1,4	8	4
1,6	9	5
1,8	10	6
2	9	7
2,2	8	8
2,4	7	9
2,6	6	10
2,8	5	11
3	4	12

HULLÁMOS KOPÁS	
csúcs- csúcs	M megm.
0	0
50	1
100	2
150	3
200	4
250	5
300	6
330	7
360	8
390	9
420	10
430	11
440	12

EGYENÉRTÉKŰ KÚPOSSÁG	
átl.	M megm.
0	0
0,15	1
0,2	2
0,25	3
0,3	4
0,35	5
0,4	6
0,45	7
0,5	8
0,55	9
0,6	10
0,65	11
0,7	12

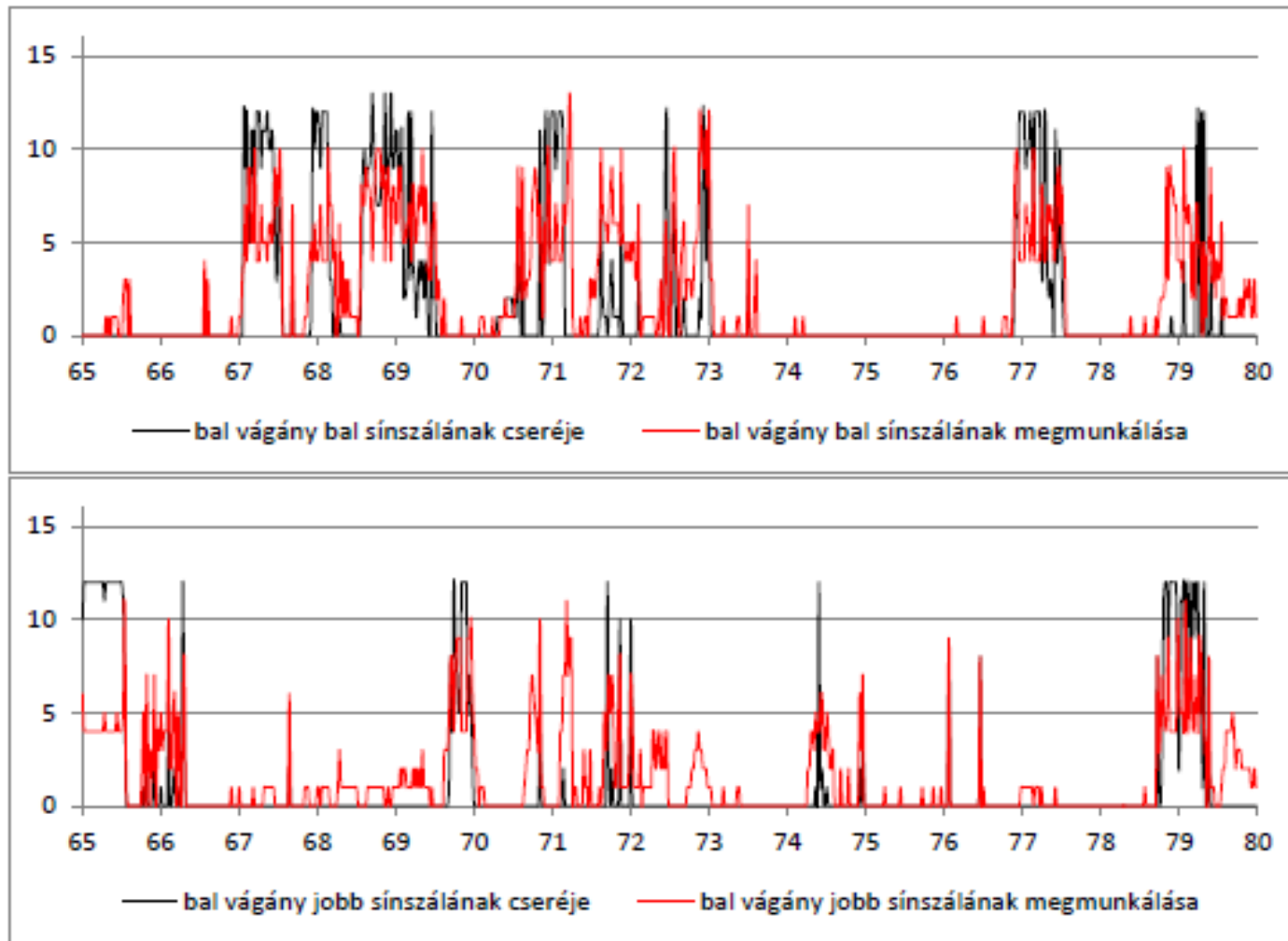
SÍNKOPÁS	
kiegy. m. kop.	CS csere
0	0
6	1
7	2
8	3
9	4
10	5

„**CS**”: síncserepontszám, amely a síncsere szükségességének mértékét jelöli,

„**M**”: sínmegmunkálási pontszám, amely a síncsiszolás, sínköszörülés, síngyalulás, sínmarás iránti szükség mértékét fejezi ki.

3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

Döntési modell



3. BEAVATKOZÁSI STRATÉGIA

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

horvat@sze.hu