



Sínfelületi hiányosságok megelőzése és megszüntetése

Dr. Wolfgang Schöch

külső kapcsolatokért felelős vezető

Speno International

✉ wolfgang.schoech@speno.ch

A vágányban fekvő sínek köszörüléssel történő megmunkálását világszerte sok évtizede alkalmazzák, hogy jó feltételeket teremtsenek az optimális kerék-sín kapcsolathoz. A tapasztalatok szerint a szórványos alkalmazásnak rövid távon nagyon jók az eredményei, de lényegesen tartósabb és mindenekelőtt költséghatékonyabb sínmegmunkáló gépek stratégiai tervezett és kivitelezett használata, amit az alábbiakban részletesen ismertetek.

Kerék-sín kapcsolat

A vasút mint rendszer központjában a teherátvitel és a jármű nyomvezetése áll, melyet a kerék és a sín kölcsönhatása biztosít. A statikus terhek többszörösét kitevő dinamikus erők átadásának egy mindössze érme nagyságú érintkezési felületen kell megtörténnie (1. ábra). Itt a gördülés mellett csúszási és súrlódási folyamatok is fellépnek, melyek felületi károsodások egész sorát okozzák, illetve elősegítik azok kialakulását.

Nagyon lényeges a kerék és a sín tökéletes összjátéka, ami lehetővé teszi az ívekben a kerékpárok sugárirányú beállítódását, illetve az egyenesekben az önközpontosítást, amely különösen nagysebességű közlekedés esetén fontos.

Sínfelületi hibák

A futófelületen, az üzemvitel során különböző elváltozások keletkeznek: a hosszszelvényen ezek lényegében rovátkás kopás, illetve csúszásból eredő hullámosodás formájában megjelenő egyenetlenségek. A keresztszelvényen az elváltozások oldal- és az anyag plasztikus alakváltozása formájában jelentkeznek. A futófelület károsodásai benyomódott objektumok, gyakran benyomódott zúzottkő nyomaiként tapasztalhatók. Idővel a már az igen csekély mértékű benyomódás nyomán is nagyobb bemélyedések, illetve a futófelület kerekek által járt sávján kiszélesedések vagy repedések (squats) alakulhatnak ki.

Az utóbbi időben a gördülő érintkezésből eredő fáradás (Rolling Contact Fatigue; RCF) nyugtalanító méreteket öltött: a futóél berepedezései, melyeket általában Head Checknek neveznek, kialakulásuk korai szakaszában, 1 mm-nél kisebb repedésmélységnél még nem jelentenek biztonsági kockázatot (2. ábra). Azonban ha nem távolítják el őket, különböző sebességgel és többnyire exponenciálisan növekednek, és futóél-kitörédeezést, szélsőséges esetben pedig sín törést okozhatnak (3. ábra).

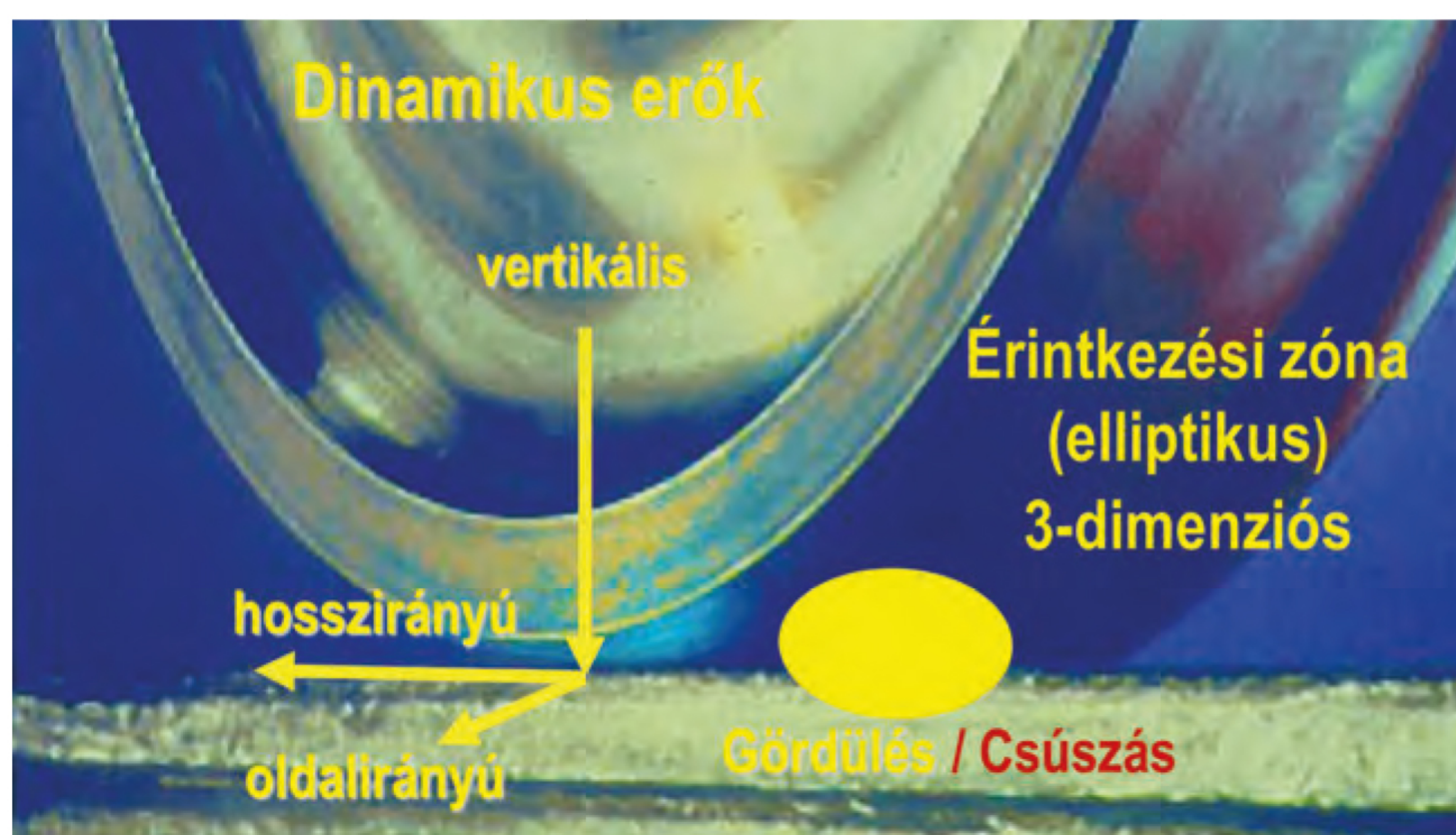
Sínmegmunkálási stratégiák

A kerék-sín kapcsolattal szembeni követelmények a sínfelszín köszörüléssel

végzett stratégiai megmunkálásával elégíthetők ki, amit találóan neveznek a sín gondozásának: a sínek rendszeres, köszörüléssel történő megmunkálásáról van szó, melyet a hibák megszüntetése és a keresztmetszet optimalizálása érdekében végeznek. Ennek során ügyelni kell a minimális anyageltávolításra annak érdekében, hogy a kopási tartalék ne csökkenjen fölöslegesen. Az azonos anyagok és terhelési körülmények miatt a síngondozás a kitérők területét is érinti. A síngondozás céljait a 4. ábra foglalja össze.

A sínköszörülés viszonylag egyszerű: a köszörűkorongokat megfelelő szögben, kontrollált erővel a sínre szorítják, így a köszörülő vonat minden áthaladásánál minden korong anyagot távolít el, és kialakít egy megfelelő élet (fazettát). Köszörülő vonattól függően különböző számú, többnyire 16 és 48 db közötti köszörűkorong állítja elő több köszörülési menetben, pontos anyageltávolítás és célprofil-kialakítás révén a specifikus terméket. A köszörülési technika lehetővé teszi a helyi követelményeknek megfelelő profil, illetve az anyageltávolítás mértékének megválasztását.

A sínmegmunkálás stratégiai tervezést kíván meg. A megszüntetendő hibák faj-



1. ábra. Kerék-sín érintkezési felülete

tája mellett figyelembe kell venni a pálya-felügyeleti, illetve az egyéb esedékes vágány-karbantartási munkákra vonatkozó információkat.

Lényeges a tervezési lépések sorrendje: a munka meghatározása (specifikáció és munkavégzési területek), átfogó tervezés (a szükséges köszörülési kapacitás és finansziális eszközök), valamint részletes építési terv (műszakterv és vágányzárak). Csak így biztosítható a köszörülési munkák kivitelezése a lehető legnagyobb termelékenység mellett és a legjobb eredménnyel.

A köszörülési munkák során szükséges a releváns paraméterek mérése és dokumentálása. A hossz- és keresztmetszet, valamint a Head Check (HC) hibák megszüntetésének folyamatos rögzítése lehetővé teszi az elérendő minőség ellenőrzését. Ezenkívül lehetőséget ad a választott karbantartási stratégia értékelésére vagy adott esetben annak módosítására.

Kétfajta köszörülési stratégiát különböztetünk meg:

A preventív beavatkozásokat a kár megjelenése előtt végzik el, ilyen például az új sínek köszörülése vagy az előzetes hibamérés nélkül, hosszú évek tapasztalata alapján meghatározott intervallumokban végzett ciklikus köszörülés.

A korrekciós beavatkozások ezzel szemben olyan, többé vagy kevésbé súlyos, többnyire előzetesen mért hibák megszüntetését célozzák, mint amilyen például a rovátkás vagy a hullámos kopás.

Az utóbbi időben egy olyan kombinált forma bizonyult a legjobbnak, amelyet ciklikusan ellenőrzött beavatkozásnak nevezhetünk. Ez a hibák rendszeres megszüntetését jelenti azok kialakulásának korai, előzetesen mérésel azonosított szakaszában. A beavatkozási ciklusokat a rendszeres mérések alapján határozzák meg. A még megengedett károsodási mélység tekintetében olyan csekély mértékűt kell választani, hogy optimális üzemi feltételek mellett és a lehető legkisebb ráfordítással a lehető leghosszabb szakaszt lehessen megmunkálni.

Tünettől függő köszörülésről akkor beszélhetünk, ha megfelelő beavatkozási küszöbök határoznak meg. A rovátkás kopás megszüntetése esetén gyakran a 0,05 mm-es, a csúszásból eredő kopásnál a 0,35 mm-es érték a megmunkálási beavatkozások elvégzésének küszöbértéke. Ezek az értékek a futófelületi hibákat egy gazdaságilag és műszakilag vállalható károsodási szintre korlátozzák.



2. ábra. Head Check korai stádiumban



3. ábra. Head Check késői stádiumban



4. ábra. A sínmegmunkálás célja

Summary

Rail grinding is a widely applied technology in order to provide optimal contact conditions in the wheel-rail-interface. Experience has shown that removing surface irregularities in a sporadic way improves the rail condition only on a short-term basis. A strategically planned and executed use of the grinding technology achieves considerably longer lasting and more economic effects. Preventive cyclic interventions guarantee a better rail surface quality throughout a prolonged rail service life and lower life-cycle-costs.

Az ilyen periodikus egyenetlenségek megszüntetésének döntő befolyása van a vágányon végzett munkák tartósságára. Rovátkás kopás vagy csúszásból eredő hullámosodás meglétekor már a szabályozási munkák után közvetlenül is nagyobb dinamikus erők hatnak. Ezek a vágánymezők ellenőrizetlen vibrálásához és ezáltal a vágányfekvés gyorsabb romlásához vezetnek egy teljesen egyenletes hosszszelvényhez képest. Emiatt a vágány korai ismételt megmunkálása válik szükségessé. A köszörülési és szabályozási munkákat tehát sosem elkülönítve, hanem – az előnyök kiaknázása érdekében – egymással összefüggésben célszerű tervezni és kivitelezni.

A futófelület fáradása esetében a stratégia még fontosabb. Az 5. ábrán két megoldást hasonlítunk össze:

Az első a klasszikus reaktív stratégia: ebben az esetben a sínt beépítik, és különösebb síngondozás nélkül használják. Az üzemi terhelés hatására a felületi állapot többnyire exponenciálisan romlani kezd, mígnem elér egy olyan károsodási szintet, amelynél korrekciós beavatkozásokra van szükség. Ez lehet nagymértékű javító köszörülés vagy szélsőséges esetben sincsere. Ezután a ciklus újraindul. A sínköszörülés esetén egyébként valamivel jobb állapotot lehet elérni, mint új sínek fektetésével.

A második és itt javasolt proaktív stratégia ezért rögtön a fektetést követően az új sínek csiszolásával kezdődik, ezzel létrehozzák az ideális kerék-sín kapcsolatot. Ha a futófelületi állapotok idővel rosszabbodnak, egy előre meghatározott karbantartási szint elérésekor ciklikus korrekciós megmunkálásra kerül sor. Így az érintkezési terület állapota újra és újra megközelíti az ideális állapotot. Ezáltal rövid időn belül érezhető minőségbeli különbség adódik a reaktív megoldással szemben, és ezzel együtt jár – az egyéb karbantartási intézkedések csökkenésével vagy szükségtelenné válásával – a költségcsökkenés is. A sínek és az egyéb felépítményi elemek lényegesen hosszabb ideig maradhatnak használatban, és a karbantartás és a csere összesített költsége csökken: a proaktív stratégia magasabb minőséget, hosszabb használatot és alacsonyabb életciklusköltségeket eredményez.

Az Európai Közösség Innotrack projektje ugyanerre az eredményre jutott: A D4.5.5 Guidelines for Management of Rail Grinding (A sínköszörülés alkalmaz-

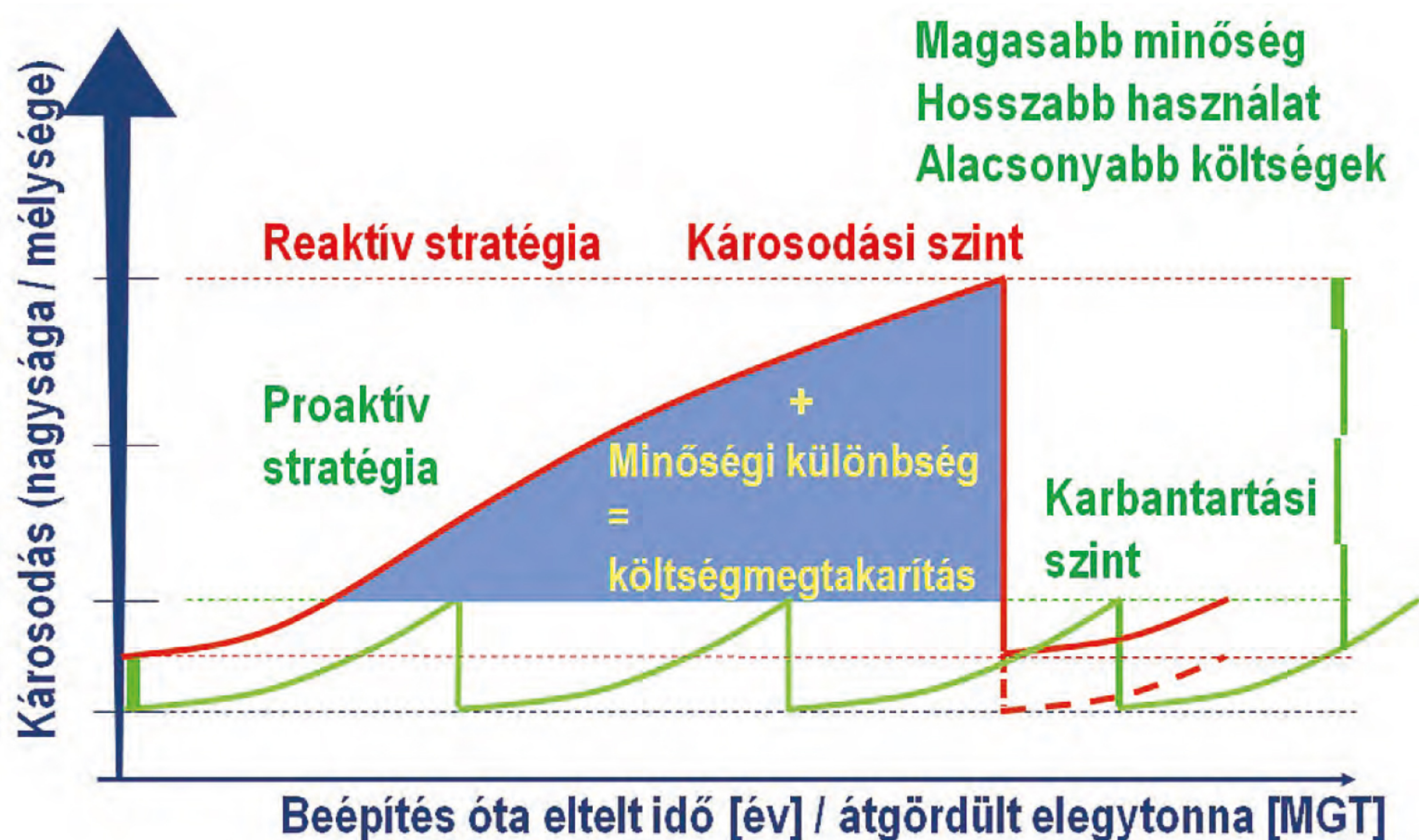
Wolfgang Schöch a genfi székhelyű Speno International sínköszörülési szakértője és nemzetközi képviselője. 1983 óta dolgozik a cégnél mint minőségbiztosítási és -alkalmazási mérnök, illetve mint termelésvezető. 1988-ban az Innsbrucki Egyetemen műszaki tudományokból doktori fokozatot szerzett. Kutatási projektekben vesz részt, nemzetközi bizottságok tagja és számos műszaki témájú írás és előadás – melyek konferenciák, szemináriumok és vasúti szervezetek számára íródnak – szerzője.

zásának irányelvei) megtekinthető a www.innotrack.eu oldalon. Az irányelv javasolja az új sínek csiszolását és azt követően stratégiai megelőző intézkedések alkalmazását, valamint anti-head check profilok használatát.

Minőség-ellenőrzés

A köszörülési munkák dokumentálásához már régóta folyamatosan alkalmaznak mérőrendszereket a hossz- és keresztaszelvénnyel rögzítésére. Néhány éve az úgynevezett Head Check scannert is használják a gördülő érintkezés által okozott fáradási hibák (RCF hibák) rögzítésére, amely az örvényáramos technológia segítségével a HC hibákat a repedések sűrűsége és a károsodás mélysége tekintetében is rögzíti. A kézi rendszerek mellett a sínvizsgáló vonatokat, és egyre gyakrabban a köszörülőgépeket is felszerelik ezzel az eszközzel.

5. ábra. Stratégiák összehasonlítása: reaktív és proaktív



Gyakorlati példák

Az Osztrák Szövetségi Vasutaknál (Österreichische Bundesbahnen; ÖBB) célzottan végzik a HC hibás sínek megmunkálását: az olyan síneket, melyeknél nagy repedésmélységek tapasztalhatók, erős korrekciós köszörüléssel munkálják meg, hogy a repedések számát lehetőségek szerint csökkentsék. Egy kompakt RR24M-es gép például 20 köszörülési menetben a 2 mm-es hibamélységet 0,3 mm-esre tudja csökkenteni, így a következő ciklusban teljes repedésmentességet lehet elérni. Csekély károsodási mélységek esetén elegendő a könnyű korrekciós köszörülés elvégzése a repedések megszüntetéséhez; ezzel a további ciklusokban végzett könnyű megelőző köszörüléssel (0,3 mm anyaglevétel) a síneket folyamatosan jó állapotban lehet tartani.

A stratégiai köszörülés gazdasági szempontból a következő képet mutatja: Az RR32M köszörülőgép termelési költségeinek (tervezés, biztosítás és köszörülés [26 000 €/műszak 6 óra hatékony termelési idő] összes költsége) összehasonlítása tükrében:

Korrekciós köszörülés (anyaglevétel a teljes sínfejen legalább 0,3 mm mélységben és 1 mm-ig a futóélen és a külső élen):

- Költségek 250 m-es szakaszok esetén (450 m/h, ill. 2700 m/műszak): 9,60 €/m
- Költségek 1000 m-es szakaszok esetén (650 m/h, ill. 3900 m/műszak): 6,70 €/m

A pénzügyi előny hosszú köszörülési szakaszok esetén mintegy 30%!

Megelőző köszörülés (anyaglevétel a sínzál közepén 0,2 mm és 0,6 mm-ig a futóélen):

- Költségek 250 m-es szakaszok esetén (900 m/h, ill. 5400 m/műszak): 4,80 €/m
- Költségek 1000 m-es szakaszok esetén (1300 m/h, ill. 7800 m/műszak): 3,30 €/m

A hosszú szakaszok megelőző megmunkálásának előnye a korrekciós megmunkálással szemben figyelemre méltó – egyértelmű a megelőző stratégia előnye!

Összefoglalás

A sínmegmunkálás folyamatosan fejlődik: először a rovátkás kopás, illetve a csúszásból eredő hullámos kopás megszüntetésére összpontosítva az 1980-as években kifejlesztették a keresztaszvén szimultán

megmunkálásának technológiáját. Az ezredforduló óta a felületi fáradás megmunkálása került előtérbe. A további fejlesztések célja immár a sínmegmunkálás stratégiai integrálása a felépítmény-karbantartásba. A lényegét az alábbiakban foglalhatjuk össze:

- A modern vasúti közlekedés sok helyütt futófelületi hibákat okoz.
- Ezért a sínmegmunkálás elkerülhetetlenül szükséges.
- Az előre látható munkákat stratégiailag szervezni és definiálni kell.
- Minden stratégia célja az ideális kerék-sín kapcsolat elérése.
- Javasolt a speciális célprofilok (pl. AHC profilok) alkalmazása.
- A vasútüzemet a legkisebb mértékben befolyásoló, ismételt sínköszörülési munkák elvégzésére kell törekedni.
- Az optimális futófelületi viszonyok meghosszabbítják a használati időtartamot (vágányban fekvési idő), és csökkentik a vágány elhasználódását.
- A jelenlegi karbantartási költségeket jelentősen csökkenteni lehet. «

Fordította: Molnár Boglárka és Walshe Zsuzsanna



Ciklikus sínmegmunkálás.
Mosolyra fakasztja sínjeit.



SPENO INTERNATIONAL



www.speno.ch
info@speno.ch