

Zaj- és rezgéscsökkentés aktuális helyzete a pályaszerkezeti elemek oldaláról a budapesti közúti vasúti villamos vonalhálózaton

Dr. Kiss Csaba PhD

CITY RAIL 2023 TUDOMÁNYOS KONFERENCIA
XXIII. VÁROSI KÖZLEKEDÉS AKTUÁLIS KÉRDÉSEI KONFERENCIA
Balatonfenyves, 2023. szeptember 6-7.



Néhány eset bemutatása

A zaj és rezgés közúton, nagyvasúton, közúti vasúton

Zaj- és rezgéscsökkentési lehetőségek

Konklúzió

Néhány eset bemutatása

Nagyenyed u. – Böszörményi út



(<https://www.google.com/maps/@47.4978177,19.0190132,189a,35y,90h,39.43t/data=!3m1!1e3?entry=ttu>)

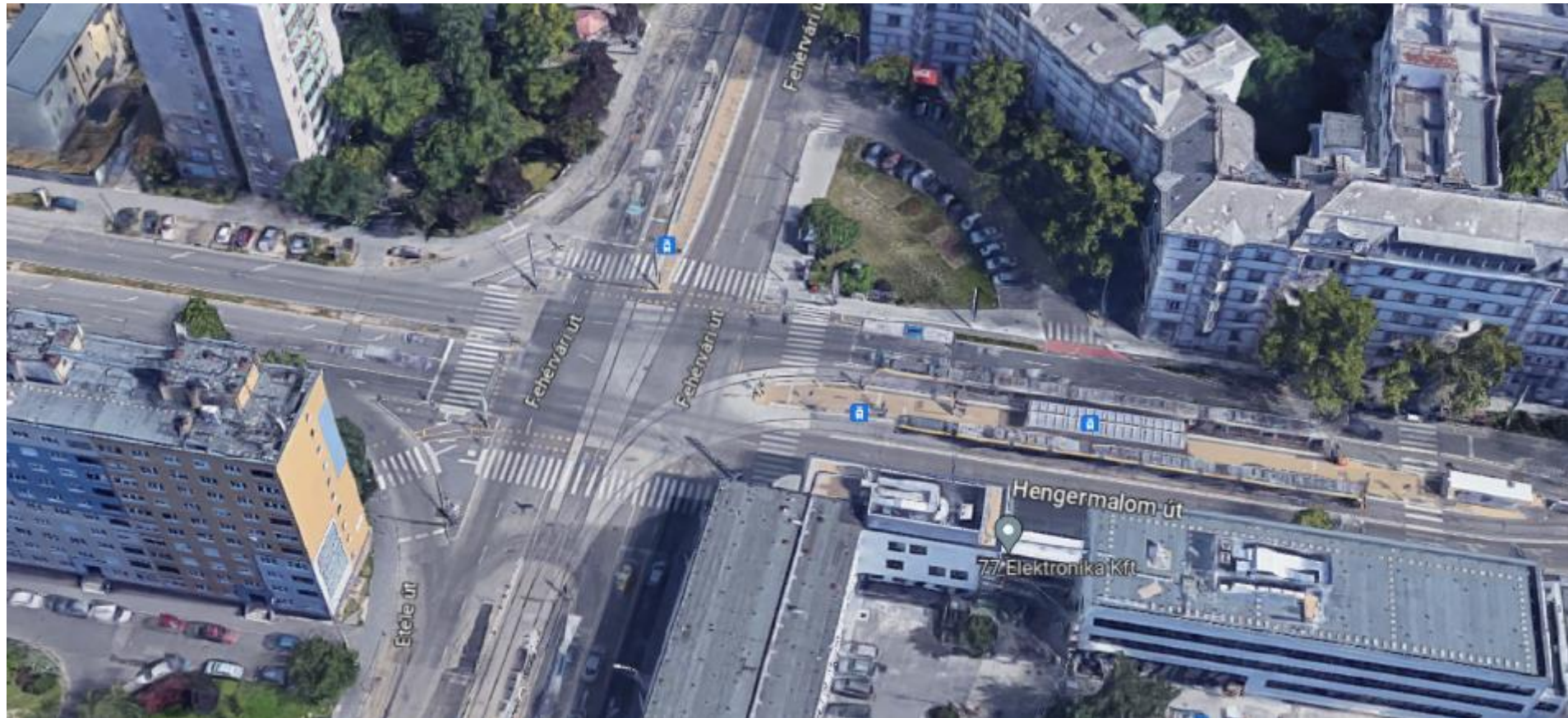
Néhány eset bemutatása

Nagyenyed u. – Böszörményi út:

- Zajcsillapítás mobil sínkenéssel
- 2021-ben átépült
- A pálya felépítménye: a korábbiakhoz képest nagyobb tömegű, a legkorszerűbb, sínkörülöntéses RAFS III felépítmény, ami a környezeti terhelést a korábbi pályához mérten jelentősen mérsékeli
- A sínek mobil kenése is tovább folytatódott, ugyanolyan gyakorisággal, mint a beavatkozás előtt
- Ennek ellenére megjelentek a lakossági panaszok a csikorgó zajhatás miatt
- A zaj csökkentésére a kenési gyakoriság további növelése azonban vasútbiztonsági szempontból aggályos, mert a vágány magassági vonalvezetése miatt (30 ‰-et meghaladó esés/emelkedés) fokozottan kell ügyelni arra, hogy a fékút távolságok ne növekedjenek meg
- Valószínűleg a beavatkozás utáni jobb pályaállapot hatására az egyéb zajok és rezgések jelentősen lecsökkentek, emiatt a csikorgó zaj valószínűleg nem erősödött, de dominánssá válhatott

Néhány eset bemutatása

Etele út – Fehérvári út kereszteződés

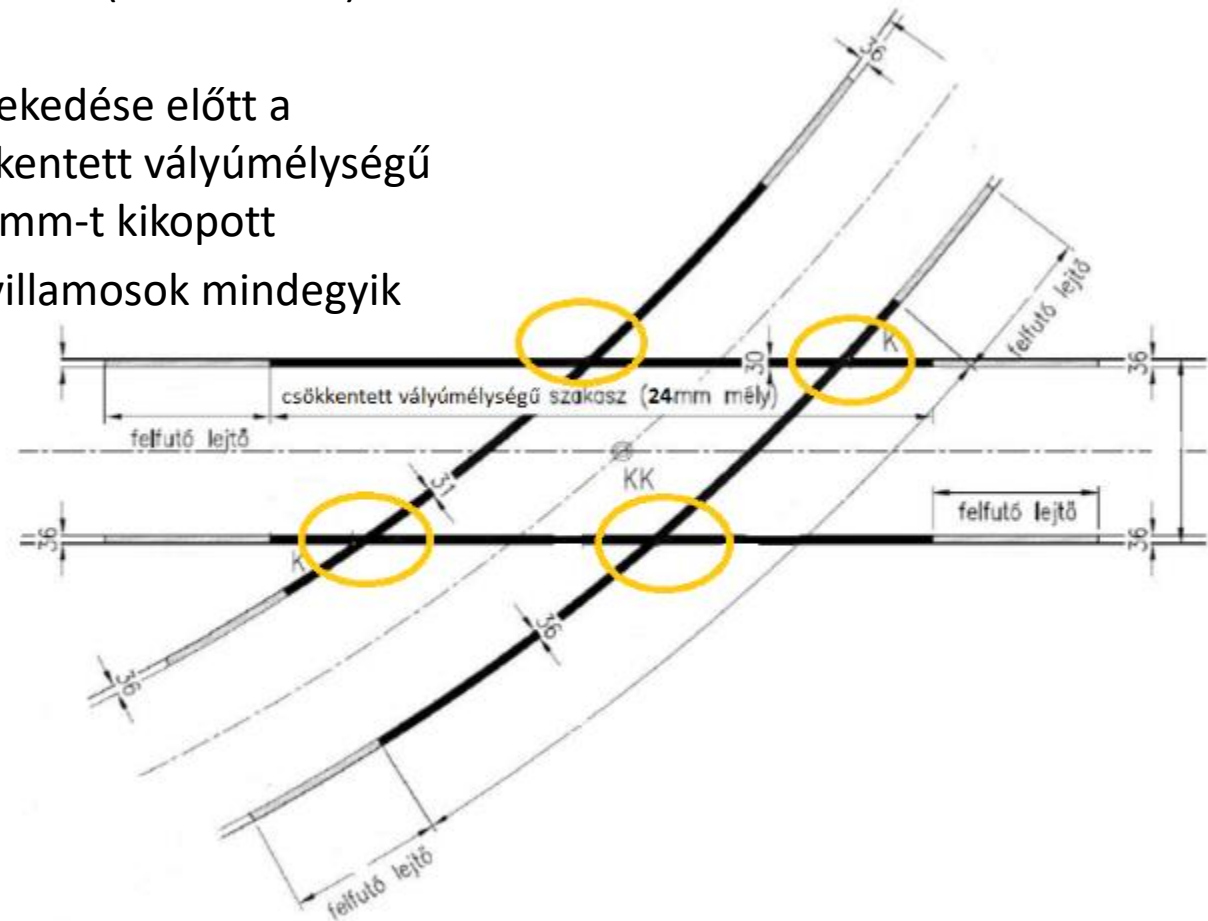


(<https://www.google.com/maps/@47.4612482,19.0424386,162a,35y,39.45t/data=!3m1!1e3?entry=ttu>)

Néhány eset bemutatása

Etele út – Fehérvári út kereszteződés:

- A 2019-ben megépült 1-es villamos viszonylat (20 sz. vonal) meghosszabbítása a Fehérvári úton keresztezi a 17-41-47 villamos viszonylatok (27 sz. vonal) pályáját
- Az 1-es villamos új, Etele téri végállomásig történő közlekedése előtt a Fehérvári úton már folyt a villamos forgalom, és a csökkentett vályúmélységű átszelések vályúfeneke a forgalom hatására ezalatt 1-5 mm-t kikopott
- Az 1-es villamos megindulása után ezen a kis vályún a villamosok mindegyik kereke zökkent egyet, zajhatást okozva



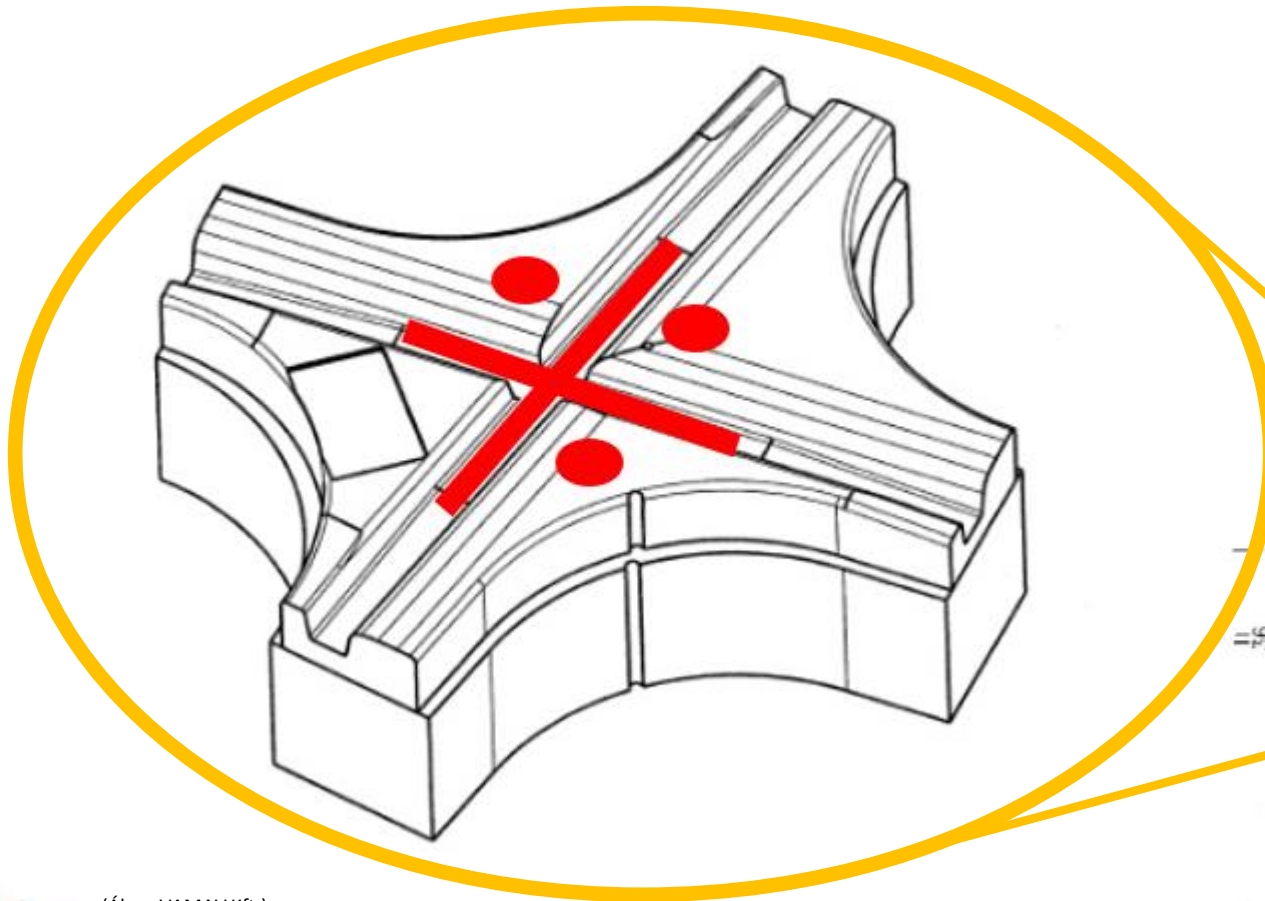
Néhány eset bemutatása

Etele út – Fehérvári út kereszteződés:

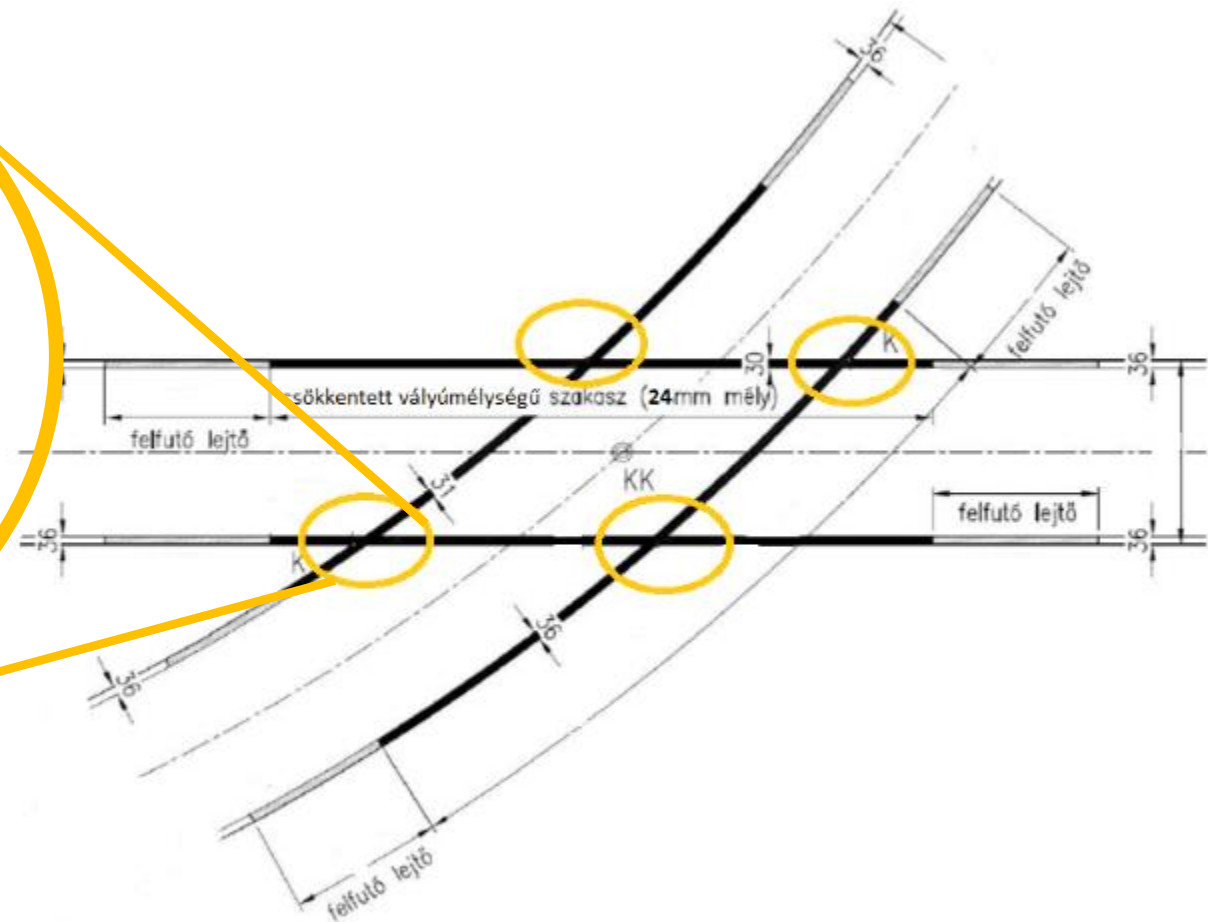
- A 2019-ben megépült 1-es villamos viszonylat (20 sz. vonal) meghosszabbítása a Fehérvári úton keresztezi a 17-41-47 villamos viszonylatok (27 sz. vonal) pályáját
- Az 1-es villamos új, Etele téri végállomásig történő közlekedése előtt a Fehérvári úton már folyt a villamos forgalom, és a csökkentett vályúmélységű átszelések vályúfeneke a forgalom hatására már 1-5 mm-t kikopott
- Az 1-es villamos megindulása után ezen a kis vályún a villamosok mindegyik kereke zökkent egyet, zajhatást okozva
- A megnyugtató megoldást itt a 2020-ban elvégzett felrakó hegesztéses javítás hozta, melynek során a különböző mélységben kikopott vályúfenekek egyenlő szintjét biztosítani lehetett

Néhány eset bemutatása

Etele út – Fehérvári út kereszteződés:



(Ábra: VAMAV Kft.)



(Ábra: Közúti Vasúti Pályaépítési és Fenntartási Utasítás, Budapest, 2019)

Néhány eset bemutatása

Etele út – Fehérvári út kereszteződés:

- A 2019-ben megépült 1-es villamos viszonylat (20 sz. vonal) meghosszabbítása a Fehérvári úton keresztezi a 17-41-47 villamos viszonylatok (27 sz. vonal) pályáját
- Az 1-es villamos új, Etele téri végállomásig történő közlekedése előtt a Fehérvári úton már folyt a villamos forgalom, és a csökkentett vályúmélységű átszelések vályúfeneke a forgalom hatására már 1-5 mm-t kikopott
- Az 1-es villamos megindulása után ezen a kis vályún a villamosok mindegyik kereke zökkent egyet, zajhatást okozva
- A megnyugtató megoldást itt a szerző javaslata alapján 2020-ban elvégzett felrakó hegesztéses javítás hozta, melynek során a különböző mélységben kikopott vályúfenekek egyenlő szintjét biztosítani lehetett
- Ezzel a villamosok megfelelő, zökkenőmentes futása létrejött, a kellemetlen zajhatás lecsökkent

Környezeti terhelés, közúton, nagyvasúton, közúti vasúton

Közúton:

- Gumiabroncs: menetzaj mérése dB-ben
- A címkén feltüntetett érték a gumi 80 km/h sebességen mért zajszintje, a mikrofont a tesztpályától 7,5 méterre elhelyezve.



(<https://izoflex.hu/rolunk/blog/gumitolok/milyen-gumi-tipusokat-kulonboztethetunk-meg/>)

Környezeti terhelés, közúton, nagyvasúton, közúti vasúton

Nagyvasúton:

A sebesség, a tengelyterhelés és az ívek sugara nagyobb

A pályák a vonalhosszakat tekintve legnagyobb szakaszaikat lakott területen kívül teszik meg

Az épületek általában távolabb, a kisajátítási határon kívül találhatóak



Környezeti terhelés, közúton, nagyvasúton, közúti vasúton

Közúti vasút:

A vágányok a lakott területen belül vezetnek

Forgalma a belvárosi részeken sűrűbb

Előfordul az épülettől néhány méterre vezetett vágány is



(<https://www.google.com/maps/@47.4337506,19.1058437,3a,75y,160.09h,87.69t/data=!3m6!1e1!3m4!1s6o0xNBd7uh7BHXE0aIOFOA!2e0!7i16384!8i8192?entry=ttu>)

Környezeti terhelés, közúton, nagyvasúton, közúti vasúton

A sebesség emelésével a **gördülési** és **aerodinamikai zaj** és **rezgés** nő

A **jármű** és a **gépészet** zaja is jól észlelhető hibátlan egyenes pályán

Egyenes vágányon: a jármű **menetzaján** kívül a **sín-** vagy **pályahibák** keltette zaj és rezgés hatása okoz kedvezőtlen élményt

Ívekben: előzőkön kívül megjelenik a domináns, a kerék és sín érintkezéséből eredő **csikorgás**

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségei

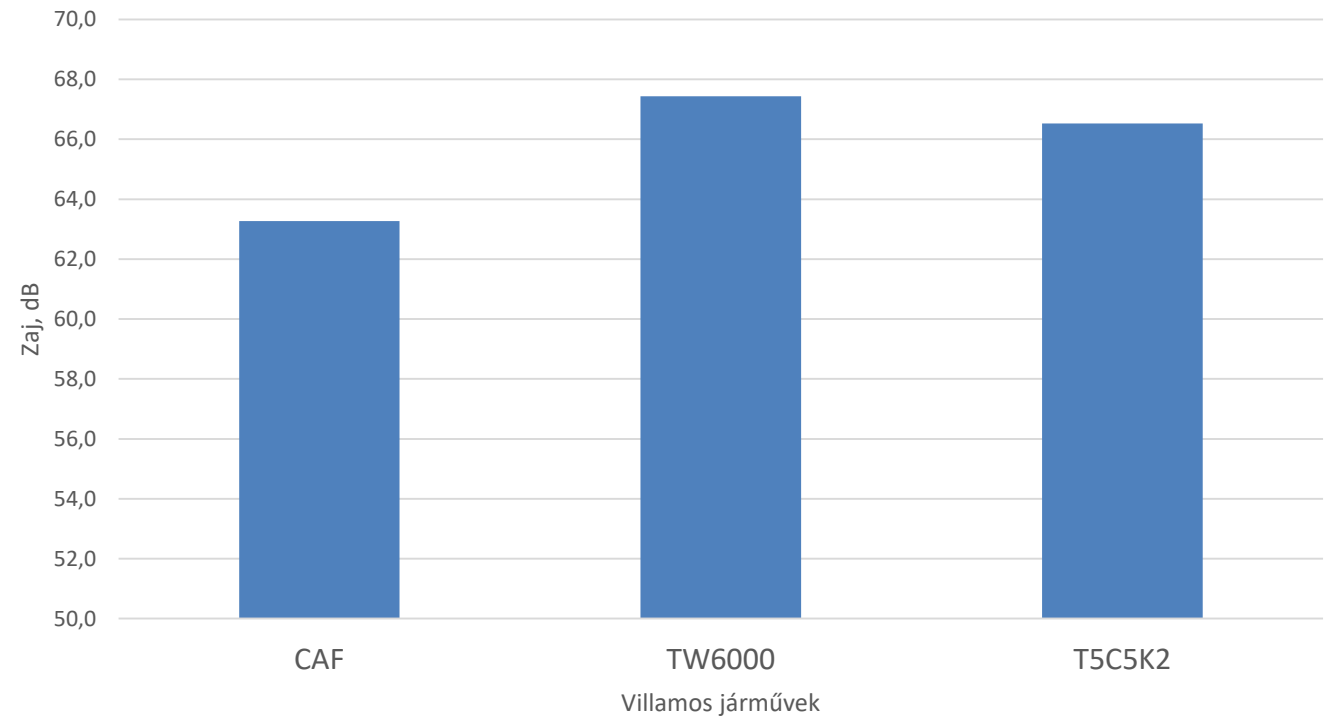
Sebesség csökkentése

Pl.: 50 km/h → 25 km/h
-9 dB!



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségei

„Zajtalan” járművek



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségei

Eszközök a pálya oldaláról



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

A **pálya** a jármű elhaladása során keletkező **számos más zajforrással együtt** határozza meg a vasúti közlekedés eredő zajszintjét.

A szakirodalom szerint: jó állapotú vasúti pálya esetében a **pálya oldaláról tett intézkedésekkel csak kisebb mértékű zajcsökkentés érhető el.**

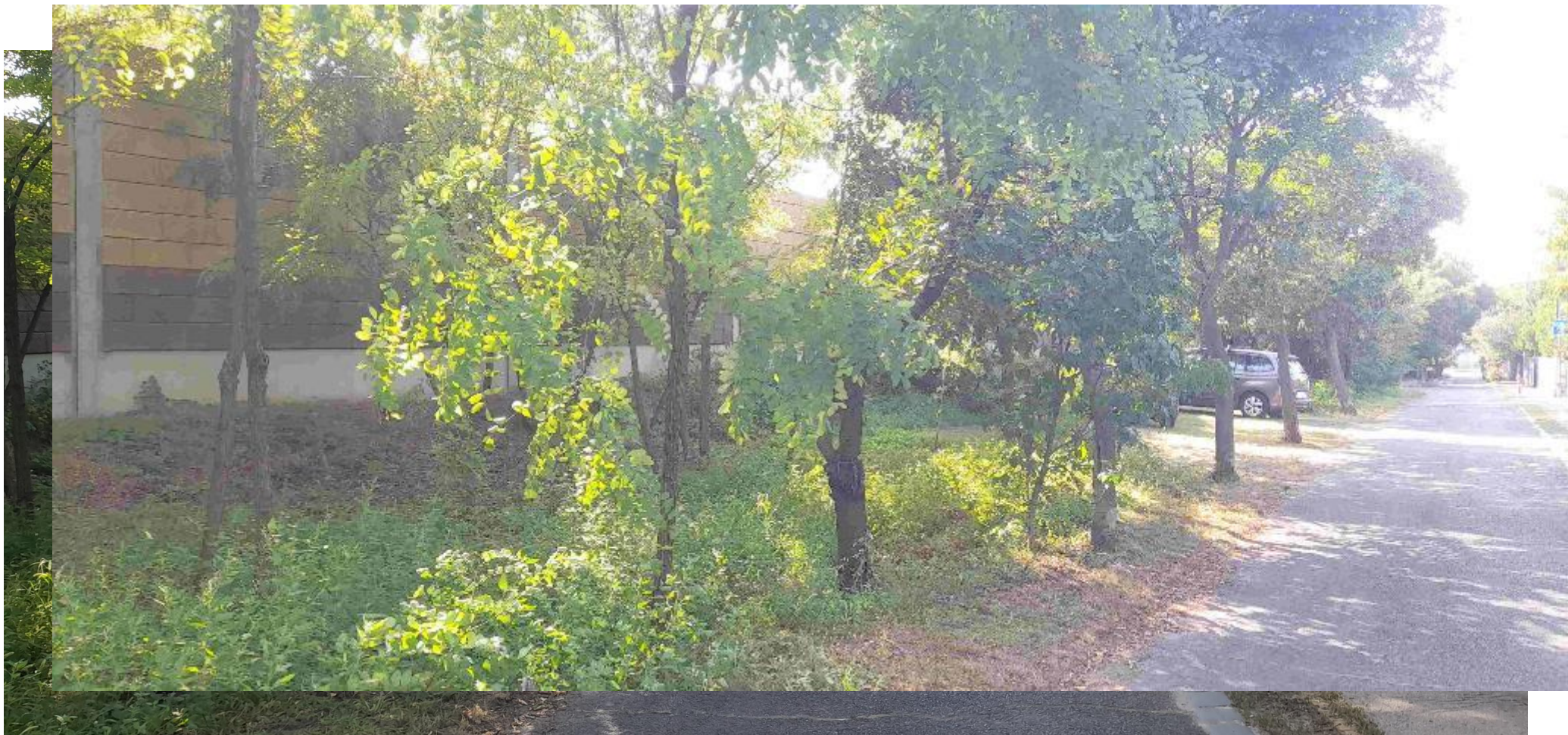
Törekedni kell:

- a **megfelelő pályaszerkezet** kiválasztására és alkalmazására,
- a megépített pálya **jó karban tartására.**

A Közúti Vasúti Infrastruktúra Tervezési Irányelvek a felépítmény kiválasztás tucatnyi szempontjai közül második helyen említi a **zaj- és rezgéscsillapítási szempontokat.**

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Zajvédő fal



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Zúzottköves vágány:



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Zúzottköves vágány:

Aljapapucs

- Alj fekvése stabilabb
 - Lassítja a zúzottkő romlását
 - Növeli a szabályozási ciklusidőt
 - Csökkenti a karbantartási költségeket
 - Növeli a pálya élettartamát
-
- Gátolja a rezgés terjedését
 - Nem alkalmas a levegőben terjedő zaj csökkentésére



https://www.researchgate.net/publication/272815724_Experimental_investigation_of_railway_track_with_under_sleeper_pad

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Zúzottköves vágány:

Aljapapucs

Sínleerősítés

- Biztosítja a nyomtávot és a pályageometriát
- Összekapcsolja a sínt az aljjal
- Rugalmas leerősítés:
 - Rezgés felépítmény felsőbb részein nő
 - Az alsóbb részen csökken
 - Zajsztint nő



https://www.researchgate.net/publication/272815724_Experimental_investigation_of_railway_track_with_under_sleeper_pad

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Zúzottköves vágány:

Aljapapucs

Sínleerősítés

Kamraelem

- 2-3 dB(A) zajcsillapítás
- Ragasztotté magasabb is lehet
- MILLFAV vonalán, M4 vonal járműtelepén

Ragasztott Sofidon



Szerelt STRAILastic_A inox 2.0

https://www.strail.de/wp-content/uploads/2023/04/STRAILastic_RAIL-Brochure_de_low_rev3-3.pdf

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Burkolt vágány

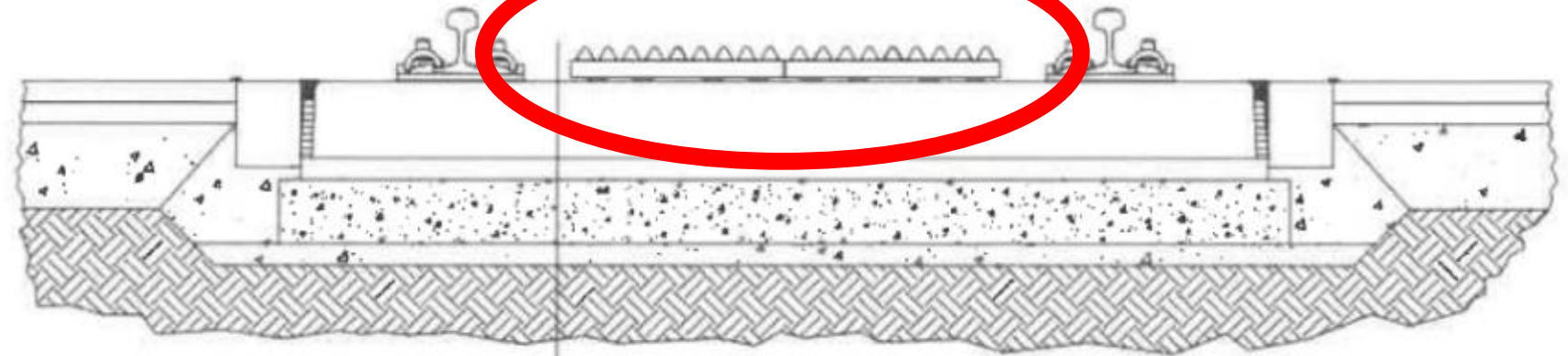


Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Burkolt vágány:

Zajcsillapító elem

- 3 dB(A) zajcsillapítás



(Tervezési segédlet és alkalmazástechnika EasySlab előregyártott vasbetonlemez vágányrendszerhez, Baum Kft., Budapest, 2021)



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Burkolt vágány:

Zajcsillapító elem

Tömegrugó



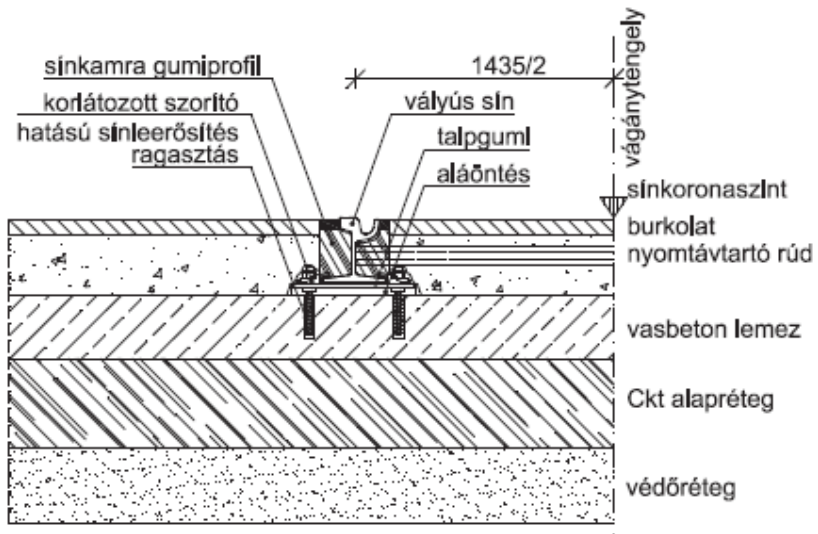
Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Burkolt vágány:

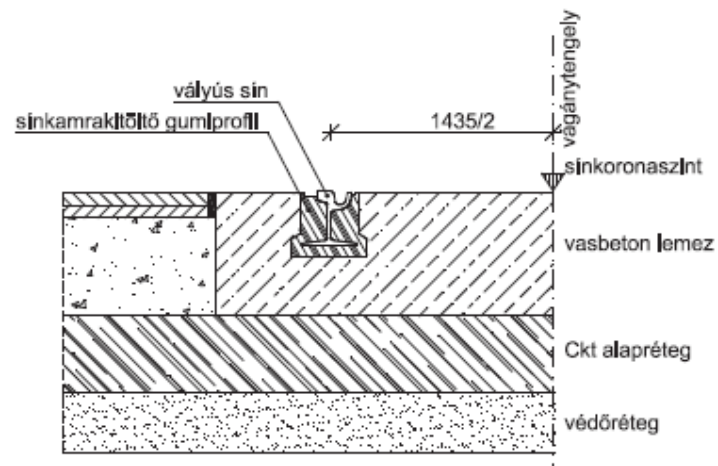
Zajcsillapító elem

Tömegrugó

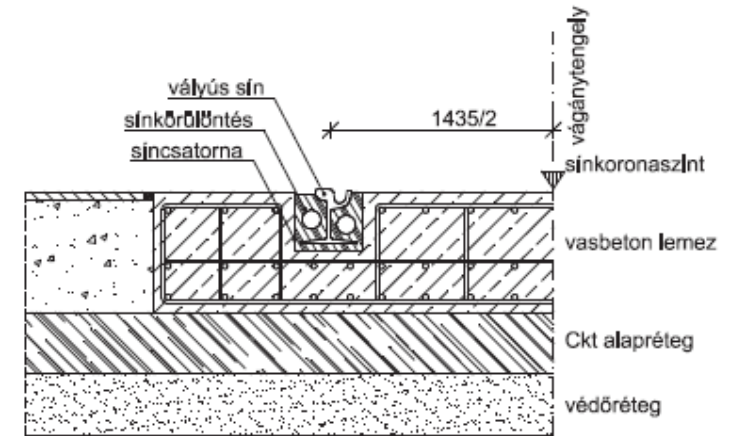
RAFS - rugalmasan alátámasztott, folyamatos sínágyazású felépítmény



RAFS I.



RAFS II.



RAFS III.



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek a pálya oldaláról

Burkolt vágány:

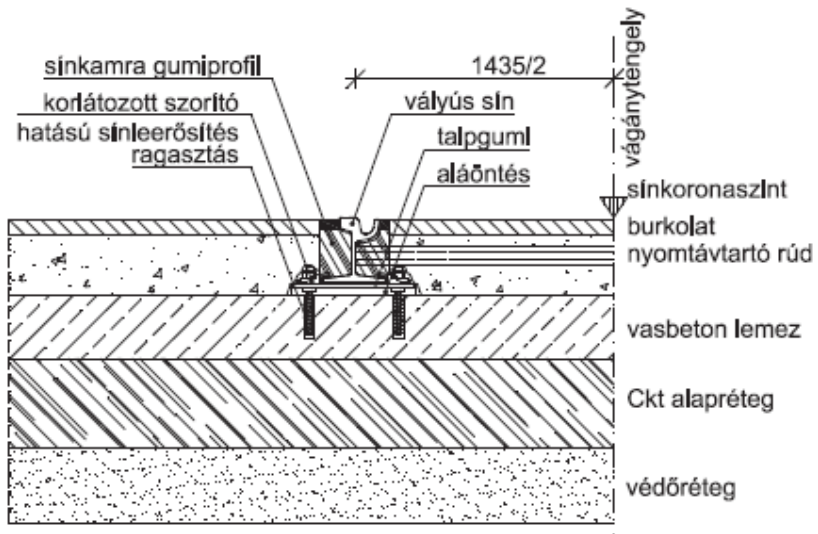
Zajcsillapító elem

Tömegrugó

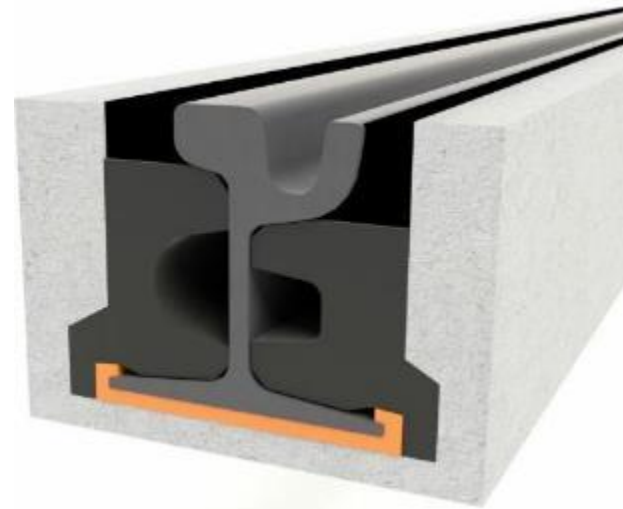
RAFS

edilon)(sedra SDS zajcsökkentő,
rugalmasan alátámasztott, folyamatos
sínágyazású rendszer

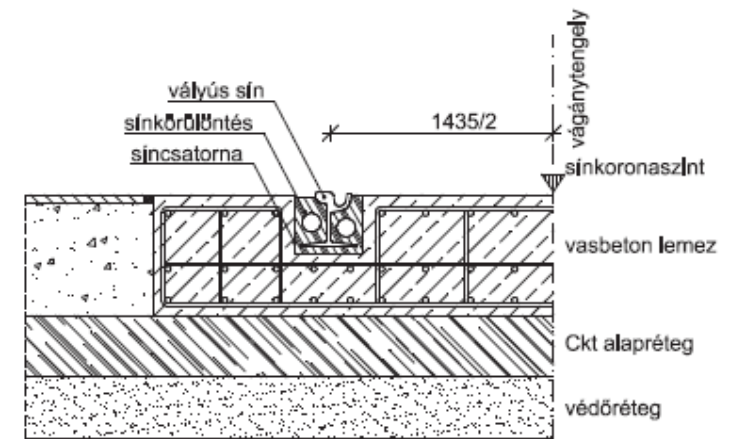
https://www.edilonseadra.com/system/sound-damping-system/?_gl=1*1if31o*_up*MQ.*_ga*NzY5MDc1NTI4LjE2ODYzMDY2ODU.*_ga_8C71321L5R*MTY4NjMwNjY4NS4xLjAuMTY4NjMwNjY4NS4wLjAuMA



RAFS I.



RAFS II.



RAFS III.

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Sínhibák

Javításuk és megelőzésük:

- Javító hegesztéssel
- Sínmegmunkálással



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Sínmegmunkálás



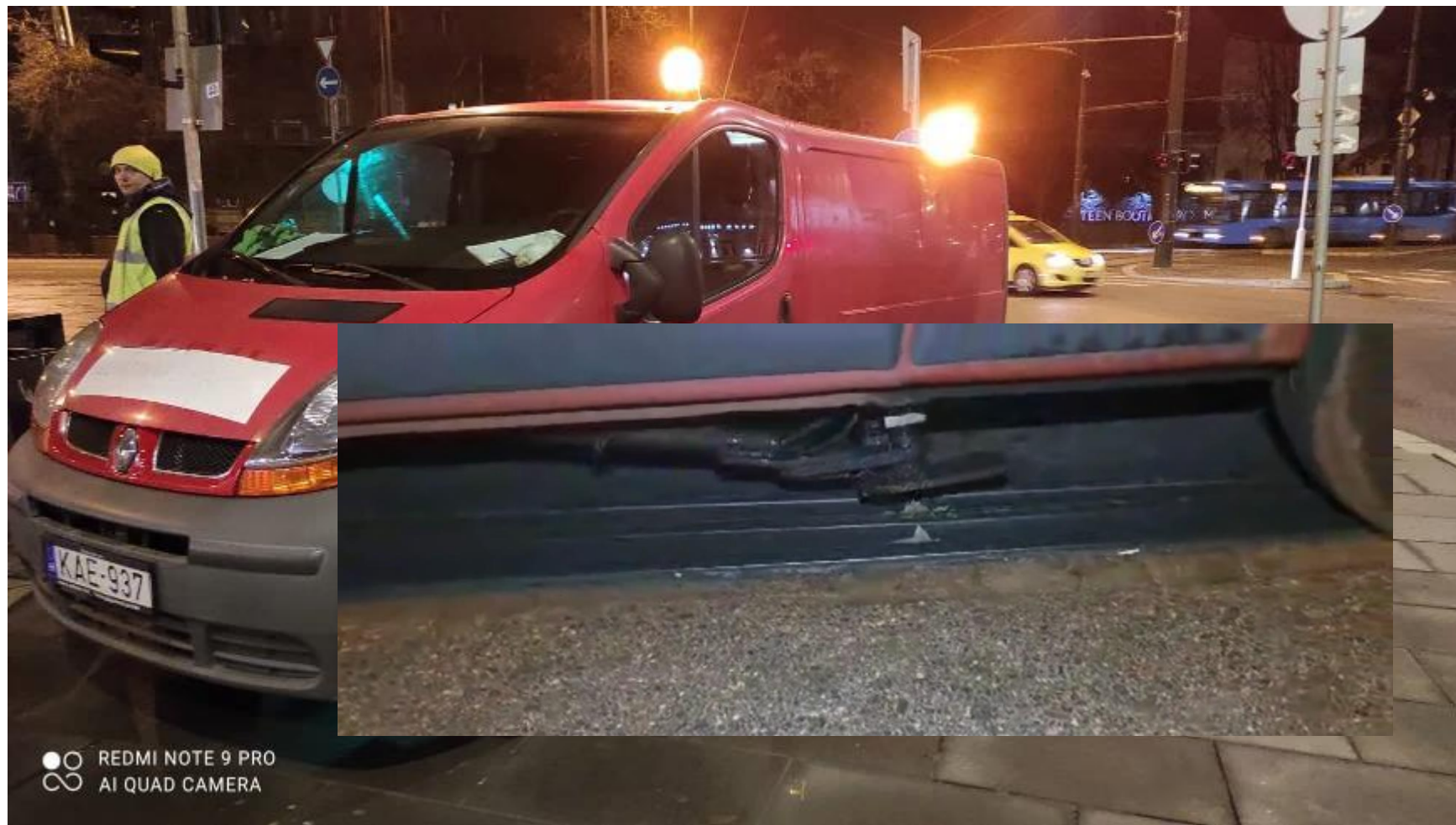
(Fotó: Kiss Attila Tamás)



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Sínkenés – kézi

Sínkenés – mobil, gépi kenés



(Fotó: Kiss Attila Tamás)

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

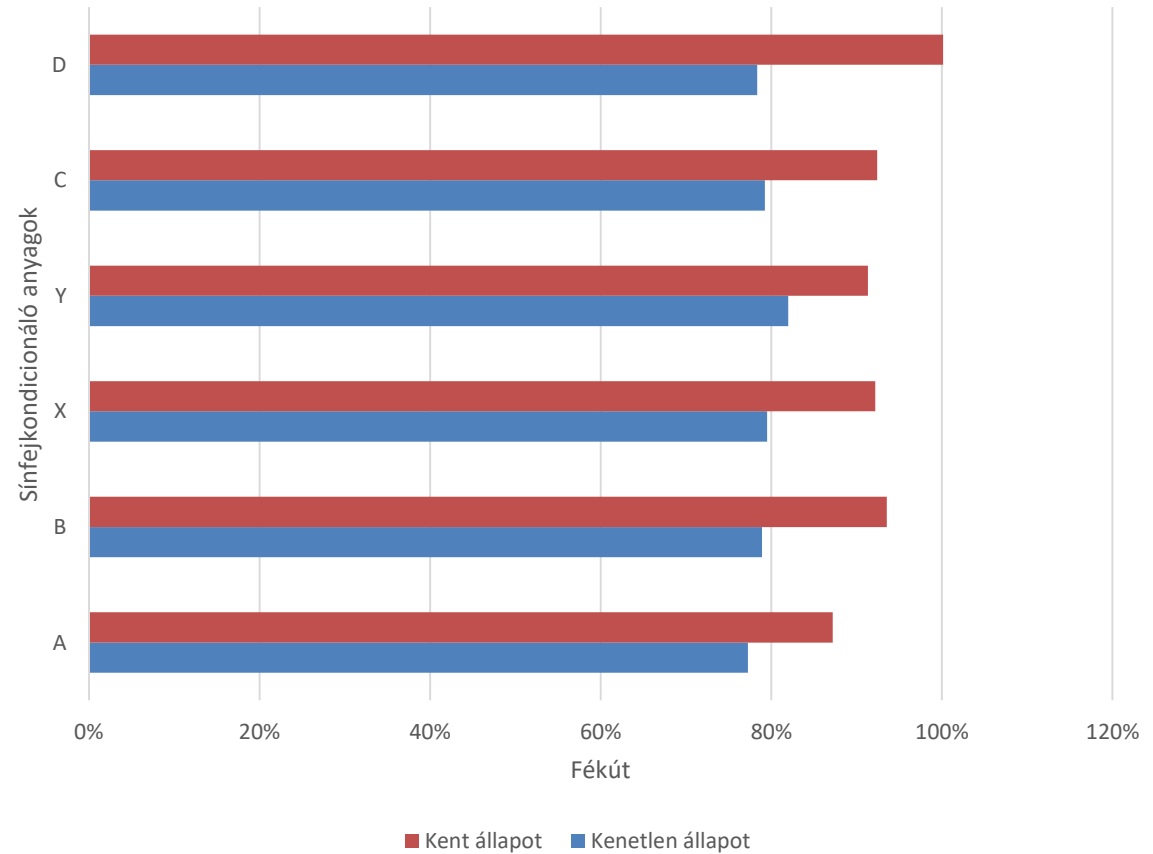
Sínkenés – pályamenti berendezés



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Sínkondicionáló anyagok tesztelése

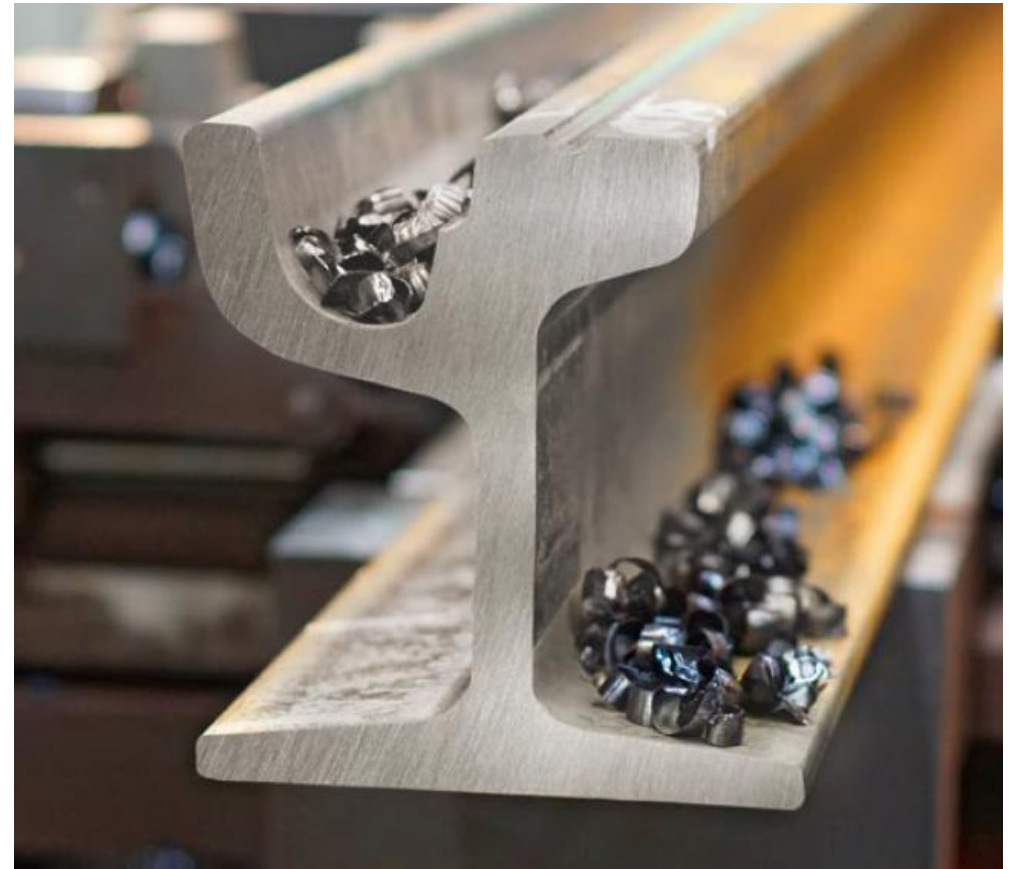
- A villamosnak az előírt fékúttávolságon belül meg kell állnia, ezért a fékezés hatékonyságát nem befolyásolhatják számottevően
- Extrém nagy mennyiség tesztelése: 1 ml/sfm
- Sín futófelületésre adagolva
- Három járműtípus
 - CAF, TW6000, T5C5K2
- A féktávolság a határértékeken belül maradt
- Kiadagolható mennyiségre határérték: 0,8 ml/sfm
- A tényleges kijuttatásra kerülő mennyiség ennél lényegesen kisebb



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Felrakó hegesztés

- Hibajavításra
- Csikorgás csökkentésére

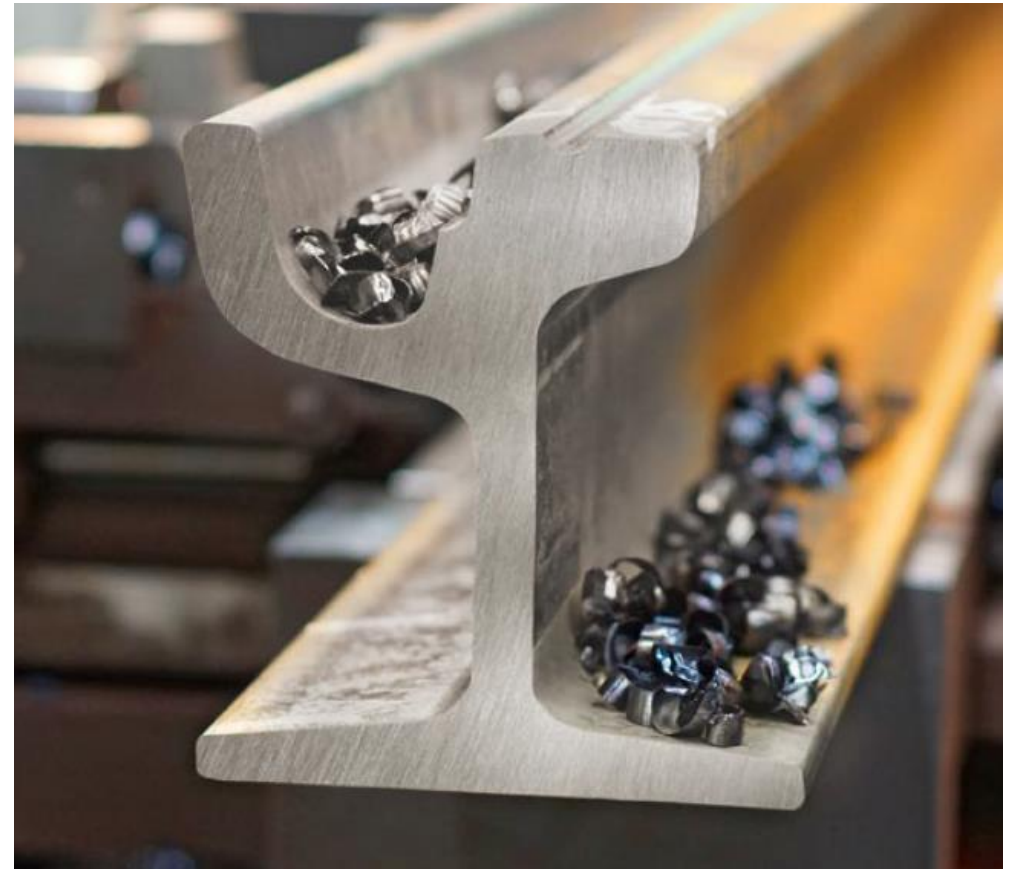


(https://www.gt-railservice.com/fileadmin/gtr/user_upload/PDF/Goldschmidt-Rail-Services-DE.pdf)

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Felrakó hegesztés: csikorgás csökkentő hegesztés

- Nagy keménységű varrat
- Kopásállóbb a sínnél, melyre kerül
- Biztosítja a csikorgás csökkentését
- „Gyári” hegesztés: új sínen
- Akár 90 %-kal csökkenti a kerékkopást is



https://www.gt-railservice.com/fileadmin/gtr/user_upload/PDF/Goldschmidt-Rail-Services-DE.pdf

Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Felrakó hegesztés: csikorgáscsökkentő hegesztés

- „Mobil” hegesztés: pályába beépített sínen
- A terepi körülmények miatt tulajdonságaiban némileg elmarad a „gyári” hegesztéstől
- Németország, Svájc, Ausztria, Franciaország, stb.
- Budapesten:
 - „Gyári”: Kossuth téren
 - „Mobil”: Vidra utcában



Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Tapadási súrlódás mérés:

TriboRoll műszerrel

Hegesztés és sínkenés nyújtotta tapadási körülmények ellenőrzésére

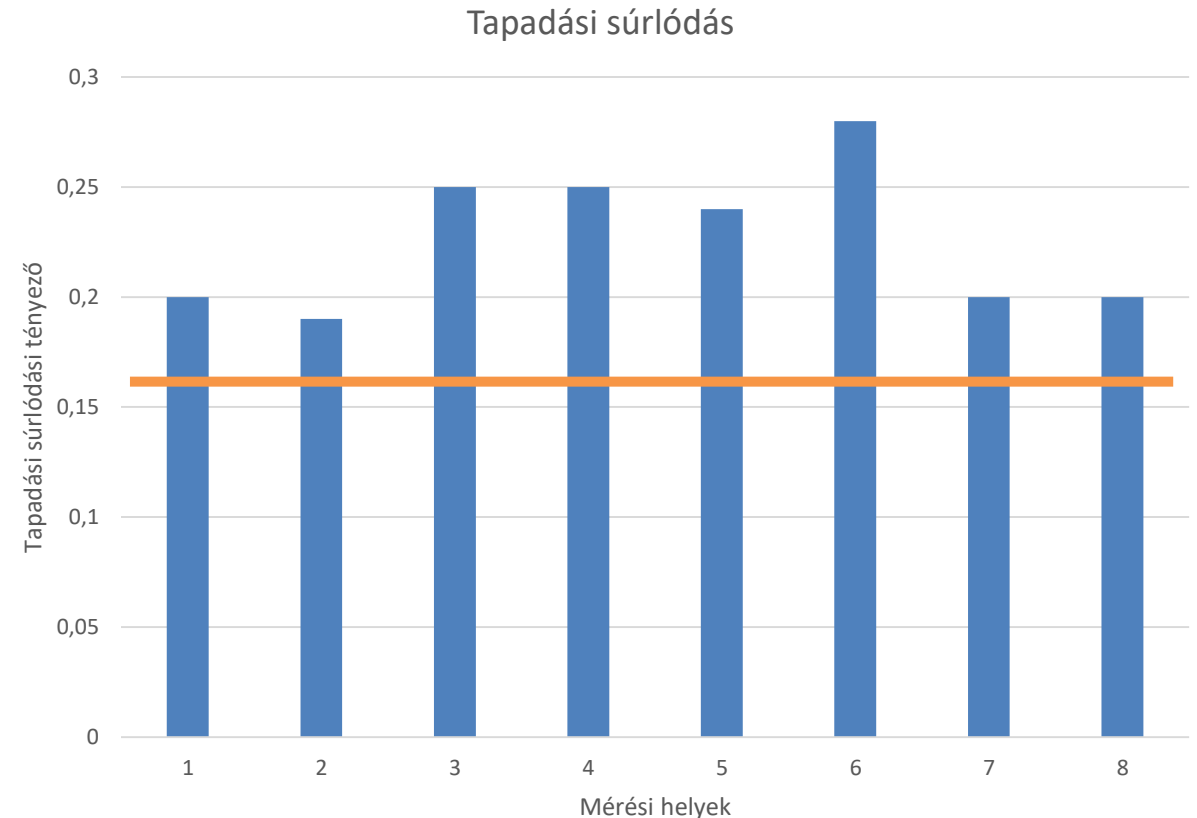


Zaj és rezgés csökkentési lehetőségek: sín

Tapadási súrlódási tényező mérése:

„Gyári” és mobil felrakóhegesztés és Kent és kenetlen sínek összehasonlítása

- „Gyári és „mobil csikorgáscsökkentő hegesztés sínkondicionáló anyaggal: kb. 0,20
- Ráhordott kondicionáló anyag esetén: kb. 0,25
- Mindenhol magasabb 0,16-nál



Mérési helyek:

- 1.-2.: „Mobil” csikorgáscsökkentő hegesztés, mobil sínkenéssel
- 3.-6.: Nincs felhegesztés, nincs kenés, csak ráhordott kondicionáló anyag
- 7.-8.: „Gyári” csikorgáscsökkentő hegesztés, telepített berendezés

KONKLÚZIÓ

A zaj és a rezgés oka többféle lehet: ezért többféle módszer alkalmazható csökkentésükre. Igény felmerülése esetén általában megtalálható az adott helyszínrre a megfelelő megoldás.

Pályával kapcsolatos felújítás/beruházás esetén: törekedni kell a megfelelő pályaszerkezet kiválasztására és alkalmazására, továbbá ha az ívviszonyok, környezeti körülmények azt vetítik előre, hogy esetleg többlet zajjal vagy rezgéssel kell számolni, érdemes a rendelkezésre álló csökkentő/megelőző eszközöket, módszereket alkalmazni akkor is, ha a környezeti terhelés egyébként a felújítás/beruházás után várhatóan az előírt határértékek alatt marad. Így megelőzhető, hogy egy befejezett építési munka után esetleg utólag, pótlólagos ráfordítással legyen szükséges beavatkozni.

A pálya oldaláról a járműhöz képest már csak kisebb mértékű zajcsökkentés érhető el. Ezért – annak érdekében, hogy a pályaelemek segítségével elért zajcsökkentés megtartható legyen – a megépített pálya megfelelő gondozására, jó karban tartására kiemelt gondot kell fordítani.

A sínkenési módszerek gyakorlatának vizsgálata azt igazolja, hogy a megfelelően kiválasztott megoldás a hozzáértő gondozástól, megfelelő karbantartástól tud tartósan hatékony maradni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm a METALELEKTRO Méréstechnika Kft. segítségét a TriboRoll műszerrel elvégzett vizsgálatokhoz.



KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMET!

Dr. Kiss Csaba PhD

szolgálatvezető

Villamos Infrastruktúra Főmérnökség
Villamos Pálya- és Műtárgyfenntartási Szakszolgálat
Pályafelügyeleti és Műtárgyfenntartási Szolgálat

Mobil: **+36 (70) 390 8716**

E-mail: **kisscs1@bkv.hu**

