



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki Kar

Tézisfüzet

**AZ ÁGYAZATRAGASZTÁSI TECHNOLÓGIÁVAL STABILIZÁLT
ZÚZOTTKŐ ÁGYAZATÚ VASÚTI FELÉPÍTMÉNY
STATIKUS ÉS DINAMIKUS TERHEKRE TÖRTÉNŐ
VISELKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA ÉS ELEMZÉSE**

című Ph.D. értekezéshez

Szabó József

okleveles építőmérnök

Tudományos vezető:

Dr. Kazinczy László Ph.D.
egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Út és Vasútépítési Tanszék
Budapest, 2011

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS.....	3
2.	A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA	4
3.	AZ ÉRTEKEZÉS CÉLKITŰZÉSEI.....	5
4.	MÓDSZERTAN, AZ ÉRTEKEZÉS RÖVID ISMERTETÉSE	5
5.	TÉZISEK.....	8
6.	JAVASLAT TOVÁBBI KUTATÁSOKRA.....	20
7.	PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉG	21

1. BEVEZETÉS

A vasúti közlekedés megjelenése óta folyamatosan nőnek az igények a magasabb menetsebesség, a nagyobb közlekedési biztonság, a jobb utazási komfort, valamint a működési költségek optimalizálása iránt. Ezeknek az igényeknek a kielégítése elengedhetetlenül szükséges a kötőpályás közösségi közlekedés versenyképességének a fenntartásához és növeléséhez. Ez azt jelenti, hogy a vasúti közlekedés versenyképességének, működési hatékonyságának, illetve szolgáltatási minőségének a fenntartása és növelése mindig újabb és újabb kihívás a vasúti közlekedés számára. Azt is fontos szem előtt tartani, hogy a vasúti infrastruktúra – mint a vasúti eszközállomány egyik meghatározó eleme – jelentős költségtényező. Éppen ezért a minőség javítása, a hatékonyság növelése és a költségtakarékosság mindenképpen igénylik az olyan műszaki technológiák kifejlesztését és alkalmazását, amelyek a korábbi megoldásokhoz képest magasabb színvonalúak, tartósabbak, hatékonyabbak és olcsóbbak. A felsorolt indokok miatt a vasúti közlekedésnek folyamatosan fejlődnie és megújulnia szükséges, amihez a legapróbb részletekig elmenő fejlesztésekre van szükség. Ilyen fejlesztés eredménye az ágyazatragasztási technológia is, melynek megjelenése számos új lehetőséget kínál a vasúti pályák tervezésében, építésében és fenntartásában.

Az ágyazatragasztási technológia egy viszonylag új, olyan stabilizációs eljárás, amellyel biztosítható a vasúti zúzottkő ágyazat geometriai- és szerkezeti stabilitása, fellazulás elleni védelme, valamint növelhető az ágyazat ellenállása (hosszirányú- és oldalirányú ellenállás). Az ágyazatragasztás Európán kívül először Japánban, míg Európában először Németországban jelent meg, az 1980-as évek második felében. Azóta ezt a technológiát a világ számos országában használják, köztük 2001 óta Magyarországon is.

Az ágyazatragasztási technológiát a vasúti vágányok esetében általában olyankor alkalmazzák, amikor a klasszikus vasúti pályaszerkezet – sínek, sínleerősítések, keresztaljak, zúzottkő ágyazat – valamilyen okból nem elégíti ki bizonyos igényeket. Ilyen igények lehetnek például a zúzottkövek mozgásának megakadályozása, a zúzottkő ágyazat profiljának és méreteinek megőrzése, a zúzottkő ágyazat geometriai és szerkezeti stabilitásának-, hosszirányú és oldalirányú ellenállásának-, valamint teherbírásának a növelése. Az ágyazatragasztási technológia előnye és jelentősége abban van, hogy a felsorolt igények az ágyazatragasztás alkalmazásával közvetlenül kielégíthetőek, és ezek közvetve eredményezik a pályafenntartási időciklus növekedését (kitolódását), valamint a pályafenntartási költségek fajlagos csökkenését. A technológia további előnye, hogy – a felsorolt igények sokféleségéből adódóan – számos felhasználási területe van, és többféle megjelenési formájú vasúton (nagysebességű vasút, nagyvasút, közúti vasút, közúti gyorsvasút, gyorsvasút) is alkalmazzák.

2. A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA

Mivel az ágyazatragasztási technológia egy viszonylag új eljárás, ezért nagyon kevés az ágyazatragasztásról a szakirodalomban fellelhető anyag, valamint nagyon alacsony a témával kapcsolatban korábban elvégzett külföldi és hazai vizsgálatok száma is. Ráadásul a ragasztóanyagot gyártó vállalatok szinte mindig csak belső minőségellenőrző méréseket végeznek, melyek során kizárólag a ragasztóanyag tulajdonságait vizsgálják és ellenőrzik, nem pedig a ragasztott zúzottkő ágyazat viselkedésének paramétereit. Ezek a mérések tehát alapvetően anyagszemléletűek, kizárólag a ragasztóanyag szempontjából közelítik meg a témát, nem pedig a zúzottkő ágyazatú vasúti felépítmény viselkedésének, tulajdonságainak és igényeinek szempontjából. Mivel az ágyazatragasztási technológia és a ragasztóanyag nem önmagáért van, hanem azért, hogy a zúzottkő ágyazatú vasúti felépítményben bizonyos igényeket kielégítsen, így az ágyazatragasztási technológiának alapvetően nem ragasztás-technológiai, hanem vasútszakmai kérdésnek kell lennie. Sajnos ennek ellenére az amúgy is alacsony számú korábbi vizsgálatok közül kevés az igazán értékelhető, és azok is nagyon egyirányúak (csak egy szűk területet tárnak fel az ágyazatragasztással kapcsolatban), így több olyan kérdést, műszaki paramétert, tulajdonságot vagy összefüggést nem vizsgálnak, amelyek nagyon fontosak lennének a technológia tudományos megalapozottságú megismerése szempontjából.

A felsoroltakból következik, hogy az ágyazatragasztási technológiával kapcsolatban – a szegényes szakirodalom és a kevés értékelhető korábbi mérési eredmény miatt – erőteljesen hiányzik a tudományos megalapozottságú vasútszakmai háttér, ugyanis a vasúti szakemberek legtöbbször csak tapasztalati alapokon, nem pedig tudományosan alátámasztott tények (mérésekkel és számításokkal kimutatott összefüggések, következtetések és megállapítások) alapján dolgoznak. Ráadásul mindez annak ellenére van így, hogy az ágyazatragasztási technológiát sok országban, egyre több helyen, számos probléma megoldására használják, mivel napjainkra ez a technológia már egy viszonylag elterjedt műszaki megoldás lett.

Az említett indokok tükrében igencsak aktuálisnak tartom a Ph.D. értekezésem témáját, amely az ágyazatragasztási technológiával stabilizált zúzottkő ágyazatú vasúti felépítmény statikus és dinamikus terhekre történő viselkedésének vizsgálata és elemzése.

3. AZ ÉRTEKEZÉS CÉLKITŰZÉSEI

A Ph.D. értekezésem célja, hogy különböző vizsgálatok és elemzések elvégzésével tudományosan megalapozott módon meghatározzam azokat az új vagy újszerű tudományos összefüggéseket, tulajdonságokat és műszaki paramétereket, amelyeket korábban még nem határoztak meg, de mindenképpen szükségesek az ágyazatragasztási technológiával stabilizált zúzottkő ágyazatú vasúti vágányok tervezéséhez, építéséhez és fenntartásához. Ilyen, tudományosan alátámasztott módon meghatározandóaknak tartom az alábbiakat:

- Az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során, az egy ragasztási réteg kialakításához szükséges anyagmennyiség alsó és felső korlátai.
- Az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának a vasúti zúzottkő ágyazat funkcionalitására (vízáteresztő képesség, rugalmasság és merevség) gyakorolt hatásai.
- Az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának a vasúti felépítmény függőleges terhelés következtében ébredő igénybevételeire gyakorolt hatásai.
- Az ágyazatragasztási technológia alkalmazásával mekkora oldalirányú ágyazati ellenállás érhető el, és ezen oldalirányú ágyazati ellenállás mellett mekkora az a legkisebb kritikus körívsugar, amely értéknél még hézag nélküli vágány létesíthető.
- Az oldalirányú ágyazati ellenállás tekintetében az ágyazatragasztási technológia alkalmazása, a biztonsági sapkák felszerelése, illetve az Y-acélaljak beépítése milyen hatékonysággal és teljesítő képességgel rendelkezik.
- Az ágyazatragasztási technológiával stabilizált, valamint a biztonsági sapkákkal szerelt zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányoknak milyen az iránytartása és a vágánygeometriai állapotváltozása.

4. MÓDSZERTAN, AZ ÉRTEKEZÉS RÖVID ISMERTETÉSE

A kitűzött célokat laboratóriumi vizsgálatok és forgalmi vágányokon történő helyszíni pályamérések végrehajtásával, elméleti számítások elvégzésével, valamint ezek eredményeinek részletes elemzésével teljesítettem. A célkitűzésekben megfogalmazott fontos kérdéseknek a megválaszolása, valamint az új tudományos összefüggéseknek, tulajdonságoknak, és műszaki paramétereknek a meghatározása érdekében, a Ph.D. értekezésemet az alábbi logikai struktúrában – a következőkben felsorolt fejezetek szerint – építtem fel.

A Ph.D. értekezésem bevezetését (1. fejezet) követő 2. fejezetben bemutatom az ágyazatragasztási technológiát műszaki szempontból. Ismertetem az ágyazatragasztási technológia elvi háttérét, alkalmazási feltételeit, felhasználási területeit, valamint kialakulásának és megjelenésének történetét.

A 3. fejezetben először áttekintem az ágyazatragasztási technológiával kapcsolatban korábban elvégzett főbb külföldi és magyarországi laboratóriumi vizsgálatokat és vasúti pályaméréseket, valamint azok eredményeit, tapasztalatait és megállapításait. Ezt követően elvégzem a bemutatott korábbi vizsgálatok kritikai elemzését és értékelését.

Mivel sem a szakirodalom, sem pedig a korábbi vizsgálatok nem adnak támpontot a ragasztóanyag célszerű felhasználási mennyiségére vonatkozóan (amit alapvető hiányosságnak tartok), így a 4. fejezetben saját laboratóriumi vizsgálat elvégzésével és a méréseim eredményeinek elemzésével tudományosan alátámasztott módon meghatározom az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során, az egy ragasztási réteg kialakításához szükséges anyagmennyiség alsó és felső korlátait. Ezek műszaki jelentősége, hogy egy alsó határértéket fogalmazok meg a sikeres és minőségi ragasztás elvégzéséhez, illetve egy felső határértéket fogalmazok meg az ésszerű és gazdaságos ragasztás kialakításához.

Mivel az ágyazatragasztás a zúzottkövek összeragasztásával bizonyos mértékben megváltoztathatja a zúzottkő ágyazat tulajdonságait (kihatással lehet az ágyazat funkcionalitására), így elengedhetetlennek tartom annak vizsgálatát és elemzését, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása milyen hatással van a vasúti zúzottkő ágyazat funkcionalitására. Éppen ezért az 5. fejezetben saját laboratóriumi vizsgálatok elvégzésével és a méréseim eredményeinek az elemzésével tudományosan alátámasztott módon meghatározom először az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának a vasúti zúzottkő ágyazat vízáteresztő képességére gyakorolt hatását, majd az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának a vasúti zúzottkő ágyazat rugalmasságára (merevségére) gyakorolt hatását. A vizsgálatok és elemzések műszaki jelentősége abban van, hogy a vasúti zúzottkő ágyazat alapvető tulajdonságainak az ágyazatragasztás hatására történő megváltozásait tárgyalják.

Mivel a zúzottkő ágyazat rugalmassága (merevsége) kihatással van a felépítmény függőleges terhelés következtében ébredő igénybevételeire, így fontosnak tartom annak vizsgálatát is, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazásával elért rugalmasság (merevség) változás milyen hatással van a vasúti felépítmény függőleges terhelés következtében ébredő igénybevételeinek nagyságára. Ezen okból a 6. fejezetben elméleti számítások elvégzésével és a számításaim eredményeinek az elemzésével tudományosan alátámasztott módon meghatározom az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának a zúzottkő ágyazatú vasúti felépítmény függőleges terhelés következtében ébredő igénybevételeire gyakorolt hatásait.

Mivel a hézag nélküli vágányok fekvésbiztonsága szempontjából nagyon fontos az oldalirányú ágyazati ellenállás, amelynek növelésére egyik lehetőség az ágyazatragasztási technológia, így ebből adódóan a 7. fejezetben saját laboratóriumi vizsgálatok, saját vasúti pályamérések és elméleti számítások elvégzésével, valamint ezek eredményeinek az elemzésével tudományosan alátámasztott módon meghatározom azt, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazásával mekkora oldalirányú ágyazati ellenállás érhető el, és hogy ezen oldalirányú ágyazati ellenállás mellett mekkora az a legkisebb kritikus körívsugár, amely értéknél még hézag nélküli vágány létesíthető. Ennek műszaki jelentősége a kissugarú íveket tartalmazó illesztéses vágányok hézag nélkülivé történő átépítésének lehetőségében van.

Az oldalirányú ágyazati ellenállás növelésére az ágyazatragasztási technológia mellett azonban más lehetőségek is léteznek, ilyenek például a biztonsági sapkák, vagy az Y-acélaljak. Mind a három különböző technológia a zúzottkő ágyazatú vasúti vágányok oldalirányú ágyazati ellenállásának növelését hivatott elősegíteni. Mivel ezeknek a megoldásoknak a hatékonysága és a teljesítő képessége még nem került összehasonlításra, így a 8. fejezetben vasúti pályamérések végrehajtásával és azok eredményeinek elemzésével tudományosan alátámasztott módon meghatározom azt, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása, a biztonsági sapkák felszerelése, illetve az Y-acélaljak beépítése, az oldalirányú ágyazati ellenállás tekintetében milyen hatékonysággal és teljesítő képességgel rendelkezik.

Mivel az oldalirányú ágyazati ellenállás értéke kihatással van a vasúti vágány iránytartására és vágánygeometriai állapotváltozására, így a 9. fejezetben vasúti pályában végrehajtott gépi vágánymérések eredményeinek a feldolgozásával, kiértékelésével és elemzésével tudományosan alátámasztott módon meghatározom azt, hogy az ágyazatragasztási technológiával stabilizált, valamint a biztonsági sapkákkal szerelt zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányoknak milyen az iránytartása és a vágánygeometriai állapotváltozása.

A Ph.D. értekezésem 10. fejezetében összefoglalom a laboratóriumi vizsgálataim, a forgalmi vágányokon végrehajtott helyszíni pályaméréseim, az elméleti számításaim, ezek eredményei és tapasztalatai, valamint az eredmények részletes elemzése után tett megállapításaim és következtetéseim alapján megfogalmazott téziseimet. A téziseim műszaki jelentősége, hogy új, tudományosan megalapozott eredményeket nyújtanak az ágyazatragasztási technológiával stabilizált zúzottkő ágyazatú vasúti vágányok tervezéséhez, építéséhez és fenntartásához.

Megjegyzendő, hogy a Ph.D. értekezésemben csak műszaki szempontokat veszek figyelembe, így gazdaságossági vizsgálatokkal nem foglalkozom, illetve a Ph.D. értekezésem mindvégig feltételezi az ágyazatragasztási technológia alkalmazási feltételeinek teljes meglétét, és azok minden esetben történő betartását.

5. TÉZISEK

1. TÉZIS

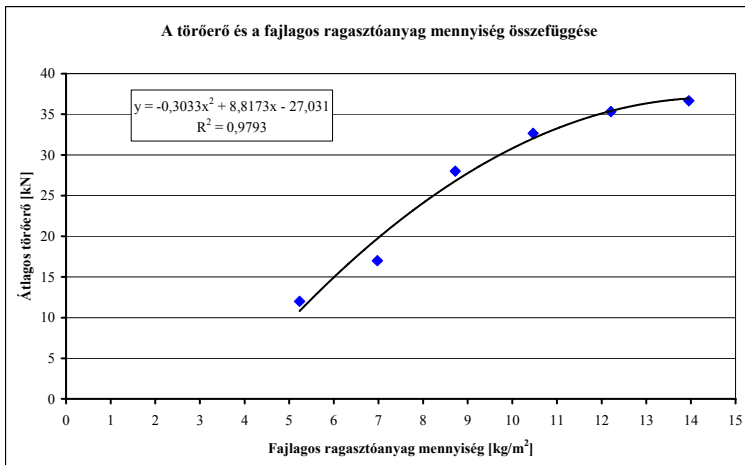
Az elvégzett laboratóriumi vizsgálataimmal bizonyítottam, hogy a vasúti zúzottkő ágyazat szerkezeti ragasztása során egy teljes vastagságú (25 cm) ragasztási réteg sikeres és jó minőségű, illetve ésszerű és gazdaságos kialakításához szükség van a felhasználandó fajlagos ragasztóanyag mennyiség alsó és felső határértékeinek a meghatározására.

Az értekezésemben bemutatott ragasztóanyaggal elvégzett laboratóriumi vizsgálataim eredményei és azok részletes elemzése alapján megállapítottam, hogy a szerkezeti ragasztás során az egy teljes vastagságú (25 cm) ragasztási réteg kialakításakor alkalmazandó fajlagos ragasztóanyag mennyiség intervallumának

- alsó határértékéül $4,0 \text{ kg/m}^2$ -t, míg
- felső határértékeként $14,0 \text{ kg/m}^2$ -t

kell tekinteni. [12]

A laboratóriumi vizsgálatok során különböző fajlagos ragasztóanyag mennyiségekkel kialakított 25 cm vastag ragasztott ágyazati próbatestek törőerőit határoztam meg. A vizsgálatok során a $4,0 \text{ kg/m}^2$ érték alatti fajlagos ragasztóanyag mennyiségek kevésnek bizonyultak a 25 cm vastag zúzottkő ágyazati réteg teljes átragasztásához, viszont a $4,0 \text{ kg/m}^2$ érték feletti fajlagos ragasztóanyag mennyiségekkel kialakított próbatestek vizsgálatai már elvégezhetőek voltak. A kapott mérési eredmények elemzése során szoros összefüggést mutattam ki a törőerő és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között (**1. ábra**). Az összefüggés elemzése során bizonyítottam, hogy a másodfokú polinom függvény lecsengő jellegűt mutat (ugyanakkora fajlagos ragasztóanyag mennyiség növekedéshez egyre kisebb törőerő növekedés tartozik), így megállapítottam, hogy $14,0 \text{ kg/m}^2$ érték felett már nem érdemes növelni a fajlagos ragasztóanyag mennyiséget, mert az már nem fog számottevő törőerő-növekedést eredményezni.



1. ábra: A törőerő és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között kimutatott szoros összefüggés

2. TÉZIS

Az elvégzett laboratóriumi vizsgálataim eredményei és tapasztalatai, valamint az eredmények (D [kN/mm] függőleges irányú rugóállandók) részletes elemzése alapján megállapítottam, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során

- a $3,0 \text{ kg/m}^2$ fajlagos ragasztóanyag mennyiséggel és 20 cm ragasztási vastagsággal kialakított felső ragasztás ($D_{FR} = 46,0 \text{ kN/mm}$) 61% -kal ($1,61$ -szeresére) növeli,
- az $5,0 \text{ kg/m}^2$ fajlagos ragasztóanyag mennyiséggel és 30 cm ragasztási vastagsággal kialakított alsó ragasztás ($D_{AR} = 47,9 \text{ kN/mm}$) 68% -kal ($1,68$ -szorosára) növeli, míg
- a $8,0 \text{ kg/m}^2$ fajlagos ragasztóanyag mennyiséggel és 50 cm ragasztási vastagsággal kialakított teljes ragasztás ($D_{TR} = 76,4 \text{ kN/mm}$) 168% -kal ($2,68$ -szorosára) növeli

a vasúti zúzottkő ágyazat függőleges irányú merevségét a ragasztás nélküli állapothoz képest ($D_{RN} = 28,5 \text{ kN/mm}$), minden más műszaki paraméter egyezősége esetén.

Megállapítottam továbbá, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során a fajlagos ragasztóanyag mennyiségének és az átragasztott zúzottkő ágyazati réteg vastagságának a növelésével egyenes arányban nő a függőleges irányú rugóállandó értéke, azaz egyenes arányban nő a vizsgált zúzottkő ágyazat függőleges irányú merevsége, ugyanis a vizsgálat és elemzés során szoros összefüggést mutattam ki

- a függőleges irányú rugóállandó és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között ($y = 5,69x + 26,9$ lineáris függvénykapcsolat, $R^2 = 0,93$), valamint
- a függőleges irányú rugóállandó és a ragasztási vastagság között ($y = 0,93x + 26,5$ lineáris függvénykapcsolat, $R^2 = 0,95$).

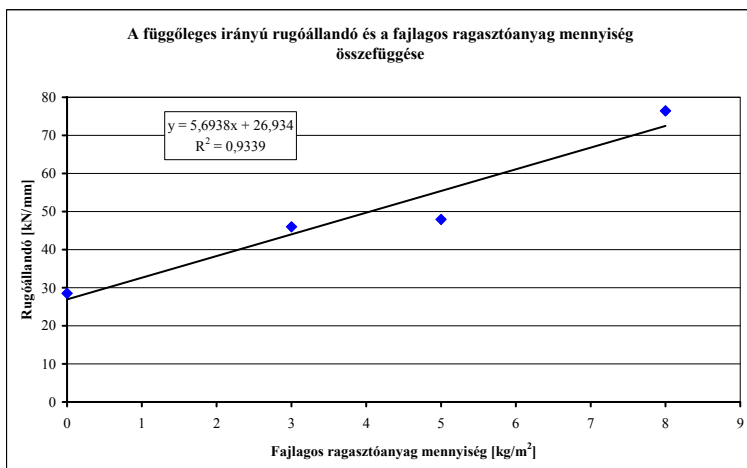
Mivel a függőleges irányú merevség egyenesen arányos a fajlagos ragasztóanyag mennyiséggel és a ragasztási vastagsággal, így azt is megállapítottam, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során megfelelő ragasztóanyag mennyiség és ragasztási vastagság felhasználásával kialakítható a kívánt ágyazati merevség. [1], [6], [11]

Az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának a vasúti zúzottkő ágyazat merevségére gyakorolt hatásai meghatározása céljából laboratóriumi vizsgálatokat végeztem, amelyek során statikus nyomó és dinamikus fásasztó terhek működtetése mellett méréseket hajtottam végre négy különböző ragasztási állapotban: ragasztás nélkül, felső ragasztás után, alsó ragasztás után és teljes ragasztás után.

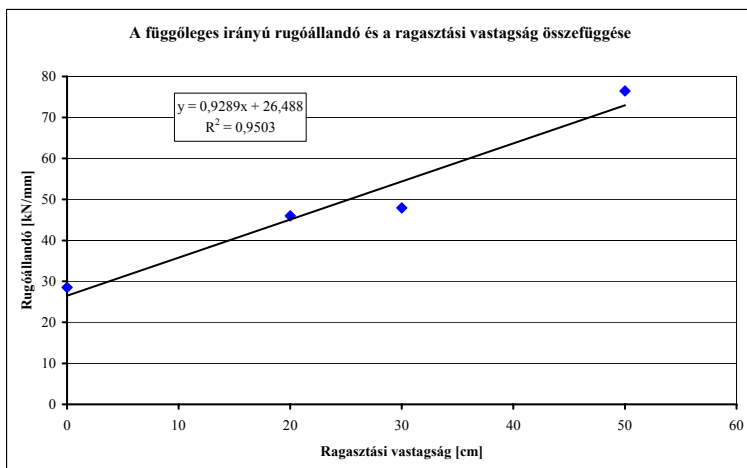
A vizsgálatok során meghatároztam a különböző ragasztási állapotokban lévő függőleges irányú rugóállandók értékeit (**1. táblázat**), amelyek jellemzik a vizsgált zúzottkő ágyazat adott ragasztási állapotokban lévő függőleges irányú merevségeit. A vizsgálatok eredményeit elemeztem, amely során szoros összefüggést mutattam ki a függőleges irányú rugóállandó és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között (**2. ábra**), valamint a függőleges irányú rugóállandó és a ragasztási vastagság között (**3. ábra**). A felállított összefüggések szorosságait mutatják a korreláció négyzetének (determinációs együtthatónak) a magas értékei.

Ragasztási állapot	Ragasztás nélkül	Felső ragasztás után	Alsó ragasztás után	Teljes ragasztás után
Rugóállandó D [kN/mm]	28,514	45,982	47,912	76,429

1. táblázat: A különböző ragasztási állapotokban meghatározott D [kN/mm] függőleges irányú rugóállandók



2. ábra: A függőleges irányú rugóállandó és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között kimutatott szoros összefüggés



3. ábra: A függőleges irányú rugóállandó és a ragasztási vastagság között kimutatott szoros összefüggés

3. TÉZIS

Az elvégzett elméleti számításaim és azok eredményeinek részletes elemzése során kimutattam, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során a besüllyedés értékét a ragasztás nélküli állapothoz képest

- a felső ragasztás 29 – 34 %-kal csökkenti,
- az alsó ragasztás 31 – 36 %-kal csökkenti, míg
- a teljes ragasztás 51 – 57 %-kal csökkenti

minden más műszaki paraméter egyezősége esetén.

Azt is kimutattam, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során a sínben ébredő nyomaték értékét a ragasztás nélküli állapothoz képest

- a felső ragasztás 7 – 11 %-kal csökkenti,
- az alsó ragasztás 8 – 12 %-kal csökkenti, míg
- a teljes ragasztás 15 – 22 %-kal csökkenti

minden más műszaki paraméter egyezősége esetén.

Kimutattam továbbá, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során a sín talpáról az aljra átadódó erő értékét a ragasztás nélküli állapothoz képest

- a felső ragasztás 6 – 14 %-kal növeli,
- az alsó ragasztás 7 – 15 %-kal növeli, míg
- a teljes ragasztás 14 – 31 %-kal növeli

minden más műszaki paraméter egyezősége esetén.

Az elvégzett elméleti számításaim eredményei és azok részletes elemzése alapján megállapítottam, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során a fajlagos ragasztóanyag mennyiségének és az átragasztott zúzottkő ágyazati réteg vastagságának a növelésével

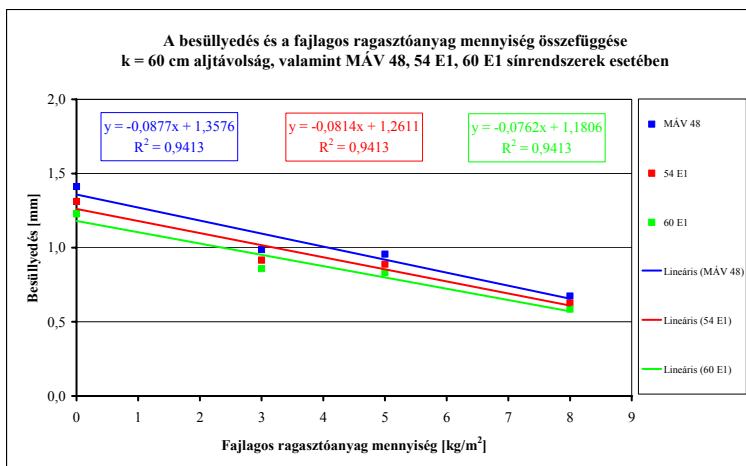
- egyenes arányban csökken a besüllyedés értéke,
- egyenes arányban csökken a sínben ébredő nyomaték értéke, valamint
- egyenes arányban nő a sín talpáról az aljra átadódó erő értéke,

ugyanis a vizsgálat és elemzés során szoros összefüggéseket ($R^2 > 0,94$) mutattam ki

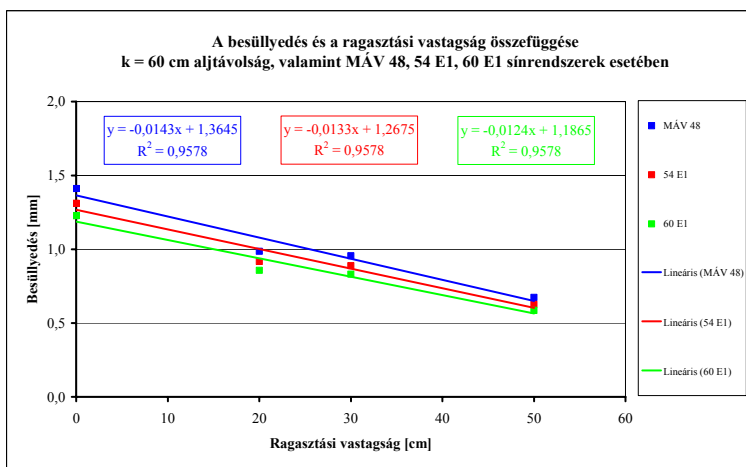
- a besüllyedés és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között,
- a besüllyedés és a ragasztási vastagság között,
- a sínben ébredő nyomaték és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között,
- a sínben ébredő nyomaték és a ragasztási vastagság között,
- a sín talpáról az aljra átadódó erő és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között, valamint
- a sín talpáról az aljra átadódó erő és a ragasztási vastagság között.

Az összefüggéseket jellemző lineáris függvénykapcsolatok konkrét egyenleteit a sínrendszer és az aljtávolság ismeretében egyértelműen meghatároztam. [1], [6], [11]

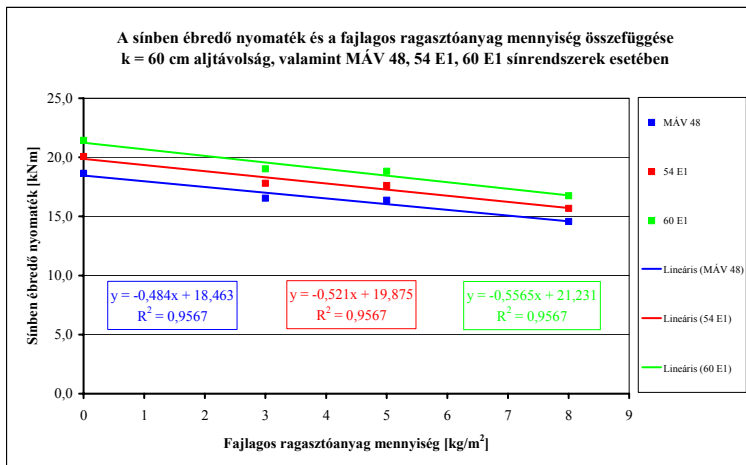
Az elméleti számításaim eredményeinek elemzése során kimutatott szoros összefüggések közül példaként a $k = 60$ cm aljtávolságra és MÁV 48, 54 E1, 60 E1 sínrendszerekre vonatkozókat szemléltetik a **4. – 9. ábrák**, az összefüggéseket jellemző lineáris függvénykapcsolatok meghatározott konkrét egyenleteinek a feltüntetésével.



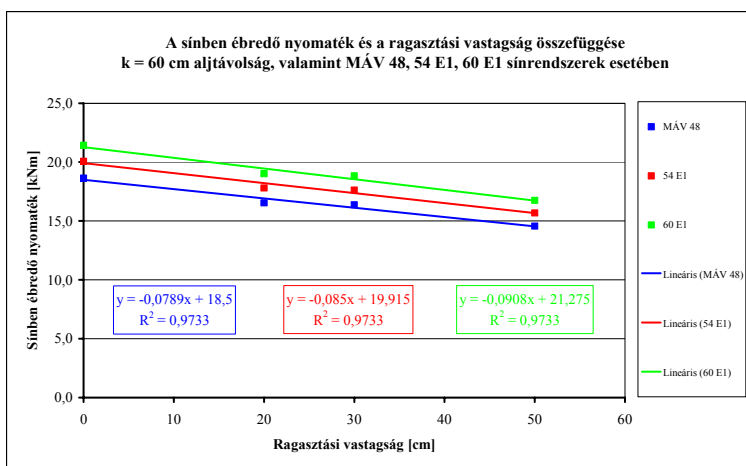
4. ábra: A besüllyedés és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között kimutatott szoros összefüggés $k = 60$ cm aljtávolság, valamint MÁV 48, 54 E1 és 60 E1 sínrendszerek esetében



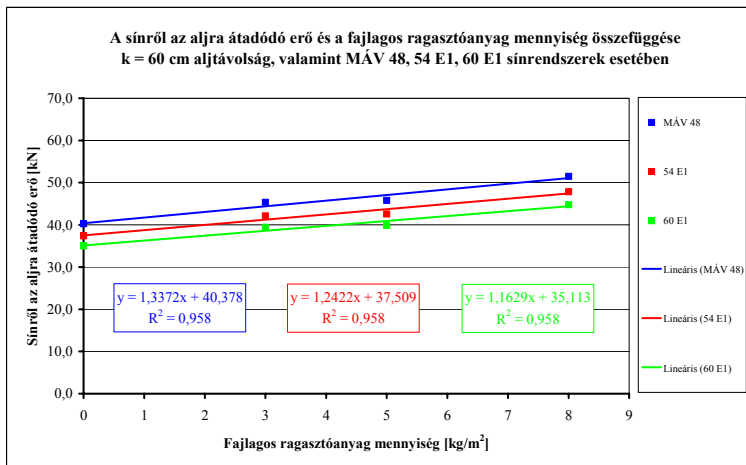
5. ábra: A besüllyedés és a ragasztási vastagság között kimutatott szoros összefüggés $k = 60$ cm aljtávolság, valamint MÁV 48, 54 E1 és 60 E1 sínrendszerek esetében



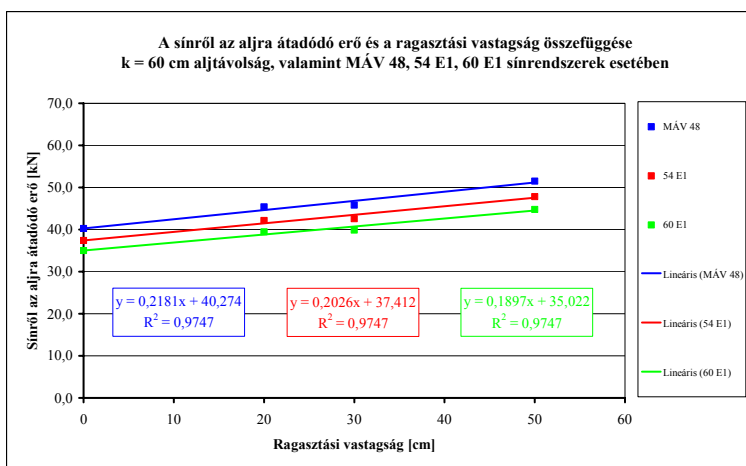
6. ábra: A sínben ébredő nyomaték és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között kimutatott szoros összefüggés k = 60 cm aljtávolság, valamint MÁV 48, 54 E1 és 60 E1 sínrendszerek esetében



7. ábra: A sínben ébredő nyomaték és a ragasztási vastagság között kimutatott szoros összefüggés k = 60 cm aljtávolság, valamint MÁV 48, 54 E1 és 60 E1 sínrendszerek esetében



8. ábra: A sín talpáról az aljra átadódó erő és a fajlagos ragasztóanyag mennyiség között kimutatott szoros összefüggés k = 60 cm aljtávolság, valamint MÁV 48, 54 E1 és 60 E1 sínrendszerek esetében



9. ábra: A sín talpáról az aljra átadódó erő és a ragasztási vastagság között kimutatott szoros összefüggés k = 60 cm aljtávolság, valamint MÁV 48, 54 E1 és 60 E1 sínrendszerek esetében

4. TÉZIS

Az elvégzett laboratóriumi- és helyszíni vasúti pályaméréseim eredményei, az azok alapján végrehajtott elméleti számításaim és azok eredményei, valamint az eredmények részletes elemzése alapján azt a legkisebb körívsugár értéket, ahol ágyazatragasztási technológiával (40 x 15 cm méretű és 5,0 kg/m² fajlagos ragasztóanyag mennyiségű oldalirányú szerkezeti ragasztással) stabilizált zúzottkő ágyazatú keresztaljas hézagnélküli vágány építhető, tömörített, tiszta és jó minőségű zúzottkő ágyazat esetén, oldallellenállást növelő sapka (biztonsági sapka), ágyazatváll felpúpozása, továbbá bármilyen más járulékos ellenállást növelő szerkezet alkalmazása nélkül,

- MÁV 48 sínrendszer esetén $R = 200$ m,
- 54 E1 sínrendszer esetén $R = 220$ m, míg
- 60 E1 sínrendszer esetén $R = 250$ m

értékben határoztam meg. [2], [3], [12]

Az ágyazatragasztási technológiával (oldalirányú szerkezeti ragasztás) stabilizált zúzottkő ágyazatú hézagnélküli vágány kritikus körívsugarának a meghatározása céljából először laboratóriumi vizsgálatokat és vasúti pályaméréseket végeztem el. Ezek során meghatároztam az ágyazatragasztási technológiával (40 x 15 cm méretű és 5,0 kg/m² fajlagos ragasztóanyag mennyiségű oldalirányú szerkezeti ragasztással) kialakított ragasztott ágyazati gerenda oldalirányú ellenállását. Ez a laboratóriumi vizsgálatok során 7,87 N/mm értékre, míg a vasúti pályamérések esetén 7,99 N/mm értékre adódott, ami nagyon jó egyezést mutatott. Ezt követően elméleti számításokat végeztem, amelyek során a Meier-féle elméleten alapuló stabilitás-számítási eljárást alkalmaztam. Az elméleti számítások során meghatároztam azokat a legkisebb kritikus körívsugár értékeket, amelyeknél a paraméterek felvett értékei mellett az ágyazatragasztási technológiával stabilizált zúzottkő ágyazatú hézagnélküli vágány még éppen nem vetődik ki (2. táblázat).

Sínrendszer	MÁV 48		54 E1		60 E1	
	Pálya 7,99	Labor 7,87	Pálya 7,99	Labor 7,87	Pálya 7,99	Labor 7,87
Oldalirányú ágyazati ellenállás [N/mm]						
Irányhiba ívmagassága [mm]	Kritikus körívsugár [m]					
1	168,94	171,54	189,66	192,58	210,34	213,58
5	172,52	175,23	193,88	196,93	215,49	218,88
10	177,22	180,08	199,43	202,65	222,29	225,90
15	182,18	185,20	205,30	208,71	229,53	233,38
20	187,42	190,62	211,53	215,15	237,25	241,37
21	188,51	191,74	212,82	216,49	238,86	243,04

2. táblázat: A kritikus körívsugarak értékei a keresztaljakkal és MÁV 48, 54 E1, 60 E1 rendszerű sínekkel kialakított, oldalirányú szerkezeti ragasztással stabilizált zúzottkő ágyazatú hézagnélküli vágányokon

5. TÉZIS

Az elvégzett vasúti pályaméréseim és azok eredményeinek részletes elemzése során kimutattam, hogy a $V = 5, 40$ és 60 km/h sebességgel áthaladó ($ZZ = 165$ kN statikus tengelyterhelésű) M41 sorozatú mozdony dinamikus terhei hatására, az aljak vízszintes oldalirányú elmozdulása a zúzottkő ágyazatban

- **az ágyazatragasztási technológiával (40×20 cm méretű és $7,5$ kg/m² fajlagos ragasztóanyag mennyiségű oldalirányú szerkezeti ragasztással) stabilizált vasbeton aljas zúzottkő ágyazatú ívben fekvő hézag nélküli vágányban $0,3 - 0,5$ mm értékű,**
- **a biztonsági sapkákkal (minden aljon) szerelt vasbeton aljas zúzottkő ágyazatú ívben fekvő hézag nélküli vágányban $0,5 - 0,7$ mm értékű, míg**
- **a (230 – 650 – 230 rendszerű) Y-acélaljakkal épített zúzottkő ágyazatú ívben fekvő hézag nélküli vágányban $0,1 - 0,3$ mm értékű.**

Az elvégzett vasúti pályaméréseim eredményei és tapasztalatai, valamint az eredmények részletes elemzése alapján megállapítottam, hogy az aljak vízszintes oldalirányú elmozdulása az ágyazatragasztási technológiával stabilizált hézag nélküli vágányban

- **$30 - 40$ %-kal kisebb, mint a biztonsági sapkákkal szerelt hézag nélküli vágányban,**
- **viszont $70 - 90$ %-kal nagyobb, mint az Y-acélaljakkal épített hézag nélküli vágányban.**

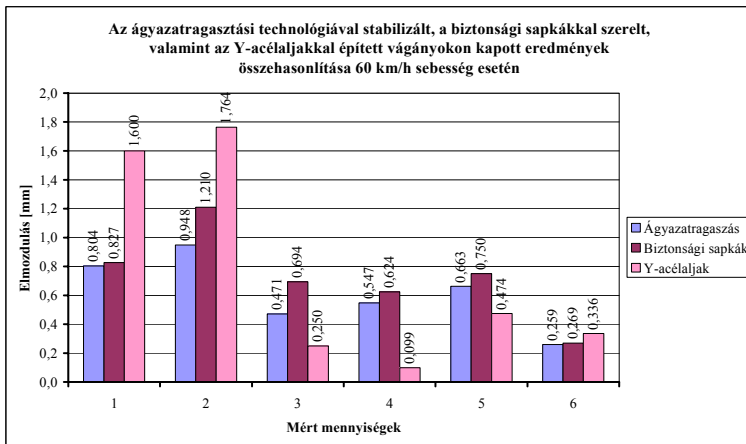
Ezek alapján megállapítottam továbbá, hogy az ágyazatragasztási technológiával (40×20 cm méretű és $7,5$ kg/m² fajlagos ragasztóanyag mennyiségű oldalirányú szerkezeti ragasztással) stabilizált vasbeton aljas zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágány oldalirányú ellenállása

- **nagyobb, mint a biztonsági sapkákkal (minden aljon) szerelt vasbeton aljas (ragasztás nélküli) zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányé,**
- **viszont kisebb, mint a (230 – 650 – 230 rendszerű) Y-acélaljakkal épített (ragasztás nélküli) zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányé. [4]**

A vizsgálat célja annak meghatározása volt, hogy elsősorban az oldalirányú ágyazati ellenállás tekintetében milyen teljesítő képességgel rendelkezik az ágyazatragasztási technológiával (oldalirányú szerkezeti ragasztás) stabilizált, a biztonsági sapkákkal szerelt, valamint az Y-acélaljakkal épített zúzottkő ágyazatú vasúti vágány. Ezt a felépítményszerkezeti elemek (sínek és aljak) dinamikus járműterhelések hatására bekövetkező elmozdulásainak a mérésével hajtottam végre. A vizsgálat során vasúti pályában történő mérésekkel meghatároztam az ágyazatragasztással stabilizált hézag nélküli vágányszakasz, a biztonsági sapkákkal szerelt hézag nélküli vágányszakasz, valamint az Y-acélaljakkal épített hézag nélküli vágányszakasz felépítményszerkezeti elemeinek (sínek és aljak) dinamikus járműterhelések hatására bekövetkező elmozdulásait. A vasúti pályamérések során kapott eredményeket összehasonlító elemzésnek vettem alá. Az ágyazatragasztási technológiával stabilizált, a biztonsági sapkákkal szerelt, valamint az Y-acélaljakkal épített zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányokon meghatározott elmozdulásokat a **3. táblázat** foglalja össze (a 60 km/h sebességhez tartozó értékeket a **10. ábra** grafikusán is szemlélteti).

Technológia (mérés helye)	Sebesség [km/h]	Alj függőleges elmozdulása (abszolút) [mm]		Alj vízszintes elmozdulása (abszolút) [mm]	Sínaltp belső függőleges elmozdulása (relatív) [mm]	Sínaltp külső függőleges elmozdulása (relatív) [mm]	Sínfej vízszintes elmozdulása (relatív) [mm]
		ív külső oldalán	ív belső oldalán				
Ágyazatragasztási technológia (Balatonrendes)	5	0,646	0,770	0,274	0,599	0,777	0,186
	40	0,746	0,867	0,354	0,573	0,703	0,208
	60	0,804	0,948	0,471	0,547	0,663	0,259
Biztonsági sapkák (Balatonfűzfő)	5	0,669	1,043	0,462	0,685	0,884	0,201
	40	0,778	1,179	0,569	0,657	0,793	0,221
	60	0,827	1,210	0,694	0,624	0,750	0,269
Y-acélaljak (Badacsony)	5	1,449	1,621	0,127	0,198	0,715	0,446
	40	1,652	1,841	0,207	0,038	0,476	0,338
	60	1,600	1,764	0,250	0,099	0,474	0,336

3. táblázat: Az ágyazatragasztási technológiával stabilizált, a biztonsági sapkákkal szerelt, valamint az Y-acélaljakkal épített zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányokon meghatározott elmozdulások



- Mért mennyiségek:**
1. Alj függőleges abszolút elmozdulása, az ív külső oldalán.
 2. Alj függőleges abszolút elmozdulása, az ív belső oldalán.
 3. Alj vízszintes abszolút elmozdulása.
 4. A külső sínaltp belső oldalának függőleges relatív elmozdulása.
 5. A külső sínaltp talpa külső oldalának függőleges relatív elmozdulása.
 6. A külső sínaltp fejének vízszintes relatív elmozdulása.

10. ábra: Az ágyazatragasztási technológiával stabilizált, a biztonsági sapkákkal szerelt, valamint az Y-acélaljakkal épített zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányokon meghatározott elmozdulások összehasonlítása 60 km/h sebesség esetén

6. TÉZIS

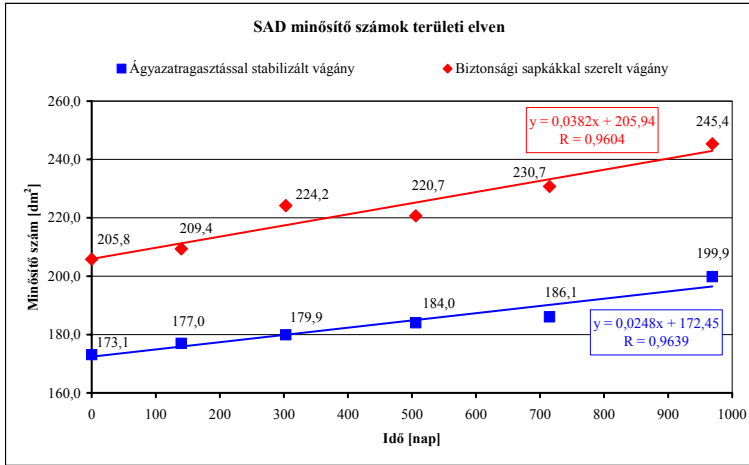
A vasúti pályában végrehajtott gépi vágánymérések adatainak feldolgozása és kiértékelése, valamint az eredmények részletes elemzése során kimutattam, hogy a vágánygeometriai állapot romlásának sebessége az ágyazatragasztási technológiával (40 x 20 cm méretű és 7,5 kg/m² fajlagos ragasztóanyag mennyiségű oldalirányú szerkezeti ragasztással) stabilizált zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányszakaszon (2,48 * 10⁻² dm²/nap) 35 %-kal kisebb, mint a biztonsági sapkákkal (minden aljon) szerelt zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányszakaszon (3,82 * 10⁻² dm²/nap).

Ez azt jelenti, hogy az ágyazatragasztási technológiával stabilizált zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányszakaszon vágánygeometriai állapotváltozása kedvezőbb, mint a biztonsági sapkákkal szerelt zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányszakaszoné. Ezek alapján megállapítottam, hogy az ágyazatragasztási technológia (40 x 20 cm méretű és 7,5 kg/m² fajlagos ragasztóanyag mennyiségű oldalirányú szerkezeti ragasztás) alkalmazása a vágány geometriai stabilitása szempontjából előnyösebb, mint a biztonsági sapkákat (minden aljon történő) alkalmazása.

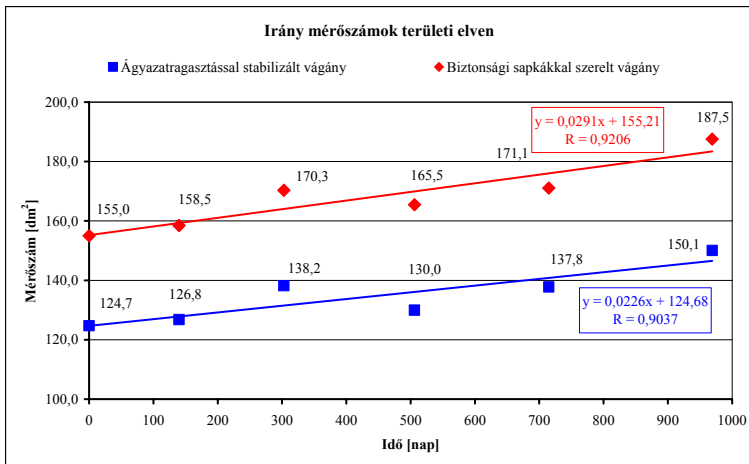
A vasúti pályában végrehajtott gépi vágánymérések adatainak feldolgozása és kiértékelése, valamint az eredmények részletes elemzése során azt is kimutattam, hogy az irányállapot romlásának sebessége az ágyazatragasztási technológiával (40 x 20 cm méretű és 7,5 kg/m² fajlagos ragasztóanyag mennyiségű oldalirányú szerkezeti ragasztással) stabilizált zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányszakaszon (2,26 * 10⁻² dm²/nap) 22 %-kal kisebb, mint a biztonsági sapkákkal (minden aljon) szerelt zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányszakaszon (2,91 * 10⁻² dm²/nap).

Ez azt jelenti, hogy az ágyazatragasztási technológiával stabilizált zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányszakaszon iránytartása kedvezőbb, mint a biztonsági sapkákkal szerelt zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányszakaszoné. Ezek alapján megállapítottam, hogy az ágyazatragasztási technológia (40 x 20 cm méretű és 7,5 kg/m² fajlagos ragasztóanyag mennyiségű oldalirányú szerkezeti ragasztás) alkalmazása a vágány iránytartása szempontjából előnyösebb, mint a biztonsági sapkákat (minden aljon történő) alkalmazása. [4]

Az ágyazatragasztási technológiával (oldalirányú szerkezeti ragasztás) stabilizált, valamint a biztonsági sapkákkal szerelt zúzottkő ágyazatú hézag nélküli vágányok iránytartását és vágánygeometriai állapotváltozását vágánymérő kocsi mérési eredményei alapján (azok feldolgozásával, kiértékelésével és elemzésével) határoztam meg. Egy adott vágányszakaszon vágánygeometriai állapotváltozását a SAD minősítő szám időbeli változása (11. ábra), az iránytartását pedig az irány mérőszám időbeli változása (12. ábra) jellemzi.



11. ábra: Az ágyazatragasztási technológiával stabilizált, valamint a biztonsági sapkákkal szerelt hézag nélküli vágányok vizsgált szakaszain kapott SAD minősítő számok időbeli alakulása



12. ábra: Az ágyazatragasztási technológiával stabilizált, valamint a biztonsági sapkákkal szerelt hézag nélküli vágányok vizsgált szakaszain kapott irány mérőszámok időbeli alakulása

6. JAVASLAT TOVÁBBI KUTATÁSOKRA

A Ph.D. értekezésemben laboratóriumi vizsgálatokon, forgalmi vágányokon végrehajtott helyszíni pályaméréseken, elméleti számításokon, valamint ezek eredményein és tapasztalatain keresztül részletesen vizsgáltam és elemeztem az ágyazatragasztási technológiával stabilizált zúzottkő ágyazatú vasúti felépítmény statikus és dinamikus terhekre történő viselkedését.

Az ágyazatragasztási technológiával stabilizált zúzottkő ágyazatú vasúti vágányokkal kapcsolatos további kutatásokra irányuló főbb javaslataimat az alábbiakban foglalom össze:

1. Az átmeneti szakasz (ágyazatragasztási technológiával kialakított átmeneti szakasz a zúzottkő ágyazatú és a szilárd pályarészek találkozásánál) elméleti hosszának pontos számítása abban az esetben, ha egy közbenső lépcsős az átmeneti szakasz, illetve azokban az esetekben, amikor több közbenső lépcsős az átmeneti szakasz. Összefüggés felállítása az átmeneti szakasz gyakorlati hossza, valamint az alkalmazott járműsebesség és tengelyterhelés között.
2. Annak vizsgálata, hogy az ágyazatragasztási technológia alkalmazása milyen hatást gyakorol a vasúti zúzottkő ágyazat hosszirányú ellenállására, és hogy ennek milyen gyakorlati felhasználási lehetőségei vannak (például: hidak háttöltésénél történő alkalmazás).
3. Az ágyazatragasztási technológiával stabilizált vasúti zúzottkő ágyazat függőleges irányú rugalmasságának (merevségének) további vizsgálata, rugalmasan viselkedő kiegészítő rétegek (például föld anyagú alépítmény felett lévő különböző javító- és védőrétegek) alkalmazásának esetére.
4. Az ágyazatragasztási technológia alkalmazása során a függőleges irányú merevség (megengedhető legnagyobb) határértékének a meghatározása, figyelembe véve a vasúti pálya mechanikai elhasználódását, valamint a sínről az aljra átadódó erő (megengedhető legnagyobb) határértékének a meghatározása, különös tekintettel az alépítmény esetleges megerősítésének szükségességére.
5. Annak vizsgálata és elemzése, hogy van-e különbség a ragasztott és a nem ragasztott vasúti zúzottkő ágyazat por- és szennyeződés megkötő képessége között, illetve hogy a vasúti zúzottkő ágyazat elszennyeződésre való hajlama hogyan alakul az ágyazatragasztási technológiával stabilizált- és nem stabilizált vágányok esetében.

Az említett öt főbb javaslaton kívül természetesen még több kutatási terület is vizsgálható.

7. PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉG

I.) Külföldön megjelent idegen nyelvű lektorált folyóiratcikk

1. József Szabó – József Szabó Sr.: „Anwendungsmöglichkeiten für die Schotterverklebungstechnologie (Teil 1)”, *Der Eisenbahn Ingenieur (EI)*, 06/2008, Juni 2008, pp 20-25.
2. József Szabó – József Szabó Sr.: „Anwendungsmöglichkeiten für die Schotterverklebungstechnologie (Teil 2)”, *Der Eisenbahn Ingenieur (EI)*, 06/2009, Juni 2009, pp 38-46.
3. József Szabó – József Szabó Sr.: „Anwendungsmöglichkeiten für die Schotterverklebungstechnologie (Teil 3)”, *Der Eisenbahn Ingenieur (EI)*, 09/2011, September 2011, (közlésre elfogadva: 2011. 06. 20.)

II.) Magyarországban megjelent idegen nyelvű lektorált folyóiratcikk

4. József Szabó: „Tests experiences in small radius curves of continuously welded rail tracks”, *Periodica Polytechnica Ser. Civil Engineering*, (közlésre elfogadva: 2011. 06. 01., Ms: PP-20-1121)

III.) Magyar nyelvű lektorált folyóiratcikk

5. Szabó József – Dr. Kazinczy László Ph.D.: „Aljjavítási lehetőségek ismertetése, különös tekintettel a hézagnélküli pályák stabilitásának fenntartására”, *Műszaki Szemle*, 32. szám, 2005, pp 45-49.
6. Szabó József – Id. Szabó József: „Az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának lehetőségei – I. rész”, *Sínek Világa*, IL. évfolyam, 1-2. szám, 2007, pp 20-29.
7. Szabó József – Id. Szabó József: „Az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának lehetőségei – II. rész”, *Sínek Világa*, IL. évfolyam, 3-4. szám, 2007, pp 47-55.
8. Szabó József – Id. Szabó József: „Az ágyazatragasztás méretezési elvei a kissugarú hézagnélküli pályák stabilitásának tervezésénél”, *Sínek Világa*, LIII. évfolyam, 3. szám, 2011, pp 24-33.

IV.) Magyar nyelvű nem lektorált folyóiratcikk

9. Szabó József: „Zúzottkő felépítmény megerősítése – Ágyazatragasztás az M1 és M2 földalatti vasútvonalakon”, *Mélyépítő Tükörkép Magazin*, VI. évfolyam, 1. szám, 2007. február, pp 24-27.

V.) Magyar nyelvű konferencia kiadványban megjelent lektorált konferencia előadás

10. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia alkalmazása a budapesti millenniumi földalatti gyorsvasút vonalán”, *ÉPKO 2006, X. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó, Románia, 2006. június 14-18., Konferencia Kiadvány, pp 302-305.*
11. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia elméleti és gyakorlati vizsgálata”, *BME Építőmérnöki PhD Szimpózium 2007, Budapest, 2007. november 07., Konferencia Kiadvány, pp 147-156.*
12. Szabó József: „Az ágyazatragasztási technológia alkalmazásának hatása, a zúzottkő ágyazat oldalirányú ellenállására”, *BME Építőmérnöki PhD Szimpózium 2008, Budapest, 2008. november 28., Konferencia Kiadvány, (közlésre elfogadva: 2009. 05. 19.)*

VI.) Csak kivonatban megjelent magyar nyelvű konferencia előadás

13. Szabó József – Id. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia – Zúzottkő ágyazat megerősítése”, *VI. Vasúti Hídász Találkozó, Dobogókő, 2006. július 05-07., Konferencia Kiadvány, pp 56-57.*
14. Szabó József: „Aljjavítási lehetőségek ismertetése, különös tekintettel a hézag nélküli pályák stabilitásának fenntartására”, *OTDK 2005, XXVII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Műszaki Tudományi Szekció, Gödöllő, 2005. március 22-24., Konferencia Kiadvány, pp 217.*
15. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia alkalmazása a budapesti földalatti gyorsvasúti vonalakon”, *OTDK 2007, XXVIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Műszaki Tudományi Szekció, Győr, 2007. április 02-04., Konferencia Kiadvány, pp 208.*

VII.) Tudományos Diákköri (TDK) dolgozat

16. Szabó József: „Hazai alkalmazású gyári, illetve helyszíni készítésű szigetelt simillesztések”, *TDK dolgozat és előadás, TDK 2003, BME Építőmérnöki Kar, Tudományos Diákköri Konferencia, Közlekedésépítőmérnöki Szekció, Budapest, 2003. november 11., II. Díj.*
17. Szabó József: „Aljjavítási lehetőségek ismertetése, különös tekintettel a hézag nélküli pályák stabilitásának fenntartására”, *TDK dolgozat és előadás, TDK 2004, BME Építőmérnöki Kar, Tudományos Diákköri Konferencia, Közlekedésépítőmérnöki Szekció, Budapest, 2004. november 09., I. Díj.*

18. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia alkalmazása a budapesti földalatti gyorsvasúti vonalakon”, *TDK dolgozat és előadás, TDK 2005, BME Építőmérnöki Kar, Tudományos Diákköri Konferencia, Közlekedéscélesztőmérnöki Szekció, Budapest, 2005. november 11., I. Díj.*

VIII.) Csak szóban elhangzott előadás

19. József Szabó: „Ballast bonding technology in Hungary”, *I. International Ballast Bonding Day, MC Bauchemie, Bottrop, Németország, 2007. szeptember 12.*
20. József Szabó: „Scientific research in ballast bonding technology”, *II. International Ballast Bonding Day, MC Bauchemie, Bottrop, Németország, 2008. október 16.*
21. Szabó József: „Vasúti járművek futásbiztonságának növelése ágyazatragasztással”, *XI. Futástechnikai Konferencia, Harkány, 2007. május 17.*
22. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia lehetőségei a vasút területén”, *KTE Vas megyei Területi Szervezet Műszaki Fóruma, Szombathely, 2006. október 19.*
23. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia...”, *KTE Hajdú-Bihar megyei Területi Szervezet Műszaki Fóruma, Debrecen, 2007. március 21.*
24. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia alkalmazási lehetőségei a vasút területén”, *KTE Fejér megyei Területi Szervezet Műszaki Fóruma, Székesfehérvár, 2007. december 04.*
25. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia...”, *KTE Soproni Városi Szervezet Műszaki Fóruma, Sopron, 2008. április 15.*
26. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia Magyarországon”, *MC Bauchemie Müller GmbH & Co. Fóruma, Bottrop, Németország, 2007. április 10.*
27. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia Magyarországon”, *MC Bauchemie Magyarország Kft. Fóruma, Budapest, 2008. március 26.*
28. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia alkalmazása Magyarországon”, *Goldschmidt Thermit Group (GTG) Fóruma, Budapest, 2007. január 24.*
29. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia...”, *MÁV Zrt. Vezérigazgatóság, EU Programigazgatóság, Budapest, 2006. november 27.*
30. Szabó József: „Ágyazatragasztási technológia...”, *Széchenyi István Egyetem, Közlekedéscélesztő és Települmérnöki Tanszék, Győr, 2006. november 20.*