

LXXVI. ÉVFOLYAM 4. SZÁM
2026. AUGUSZTUS

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVÁ 1951-BEN

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS A CZÉRE BÉLA-DÍJ ELNYERÉSÉRE 2026.

A KTE 2015. május 21-én egyben megtartott Országos Elnökségi Ülésén és Küldöttközgyűlésén meg-alapította a **Czére Béla-díjat**.

Czére Béla jelentős vasúti és tudományos munkája és eredményei mellett Egyesületünkben is több fon-tos tisztséget töltött be és látott el kiválóan. Az Egyesület az Ő nagyformátumú személyének emlékére, valamint szellemi örökségének továbbvitelére hozta létre a nevével fémjelzett díjat. A Czére Béla-díjat 2026-ban két kategóriában hirdetjük meg, amelyet a KTE szokásos év eleji ünnepélyes Országos Kibő-vített Elnökségi Ülésén adunk át.

KATEGÓRIA I. (TANULMÁNY, KUTATÁSI ANYAG, CIKK):

Pályázati feltételek:

1. Tárgykör: közlekedéstörténet
2. Minimum 10 – maximum 20 gépelt oldalas önálló, magyar nyelvű és rövid összefoglalót tartal-mazó anyag
3. KTE tagság nem feltétel
4. A díjat nem nyert pályázatokkal egy alkalommal újra lehet indulni

KATEGÓRIA II. (KÖNYV):

Pályázati feltételek:

1. Tárgykör: közlekedéstörténet
2. A tárgykörnek megfelelő tartalmú négy évnél nem régebben megjelent könyv
3. A pályamű lehet többszerzős vagy szerkesztett kiadvány¹
4. KTE tagság nem feltétel
5. A díjat nem nyert pályázatokkal egy alkalommal újra lehet indulni

A DÍJAKKAL JÁRÓ JUTALMAK

A díjakkal nettó 25 000 Ft pénzjutalom, öt évre szóló Közlekedéstudományi Szemle előfizetés és egy, Czére Béla életéről szóló, „Egy élet a vasút szolgálatában” című könyv jár.

A PÁLYÁZAT BENYÚJTÁSA

Benyújtási határidő: 2026. október 30. 13:00

A pályázati anyagot (I.) esetén nyomtatott és elektronikus változatban, (II.) esetén elektronikus válto-zat hiányában két példányban kérjük benyújtani a KTE címére, 1066 Budapest, Teréz krt. 38. II/235. Személyes benyújtásra: H-Cs: 9:00-15:00 óra között van lehetőség. Az elektronikus változatot kérjük a szemle@ktenet.hu címre továbbítani. Tárgy: Pályázat a Czére Béla-díjra.

Kérjük, hogy a pályázati anyagon jól olvashatóan szerepeljen a pályázó neve és elérhetősége (lakcím, e-mail cím és mobiltelefonszám) és annak megjelölése, hogy az (I.) vagy (II.) kategóriában vesz részt.

A pályázatokat a Czére Béla-díj Bizottság bírálja el. Az eredményhirdetés és díjátadás a Bizottság javas-lata alapján az éves KTE Közgyűlésen történik.

Budapest, 2026. július 6.

*Dr. Horváth Balázs
főtitkár*

¹ A pályázatot a főszerkesztő vagy a szerkesztő nyújthatja be.

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

A közlekedési szakterület tudományos lapja
VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU
Zeitschrift des Ungarischen Verein für Verkehrswissenschaft
REVUE DE LA SCIENCE DES TRANSPORTS
Revue de la Société Scientifique Hongroise des Transports
SCIENTIFIC REVIEW OF TRANSPORT
Publication of the Hungarian Society for Transport Sciences

Megjelenik kéthavonta
www.ktenet.hu

ALAPÍTOTTA:
a Közlekedéstudományi Egyesület

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG
Dr. Lakatos András Rudolf, főszerkesztő

Dr. Ács Balázs
Dr. Fischer Szabolcs
Dr. Heinitz, Florian
Dr. Henézi Diána Sarolta
Dr. habil. Horváth Balázs
Horváth Gábor
Dr. Horváth Zsolt Csaba
Kelemen Balázs
Dr. Majdán János
Dr. Meyer Dóra
Dr. Munkácsy András

Ötvös Viktória
Pál László
Dr. Tóth János
Dr. Török Ádám

SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR:

Ráczné dr. Kovács Ágnes
Tel./fax: 353-2005, 353-0562
E-mail: szemle@ktenet.hu

SZERKESZTŐSÉG:

1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.

FELELŐS KIADÓ:

Dr. habil. Horváth Balázs,
a Közlekedéstudományi Egyesület főtájtára

KIADJA:

Közlekedéstudományi Egyesület
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.
www.ktenet.hu

NYOMDAI KIVITELEZÉS:

Kontraszt Nyomda, Pécs • www.kontraszt.hu
Felelős nyomdavezető: Barta Ákos

TERJESZTŐ:

Magyar Posta Zrt. Központi Hírlap Iroda
1089 Budapest Orczy tér 1. Telefon: 36-1-476300

ISSN 0023 4362



A folyóiratunkban megjelenő cikkek nyíltan hozzáférhető digitális tartalomnak tekinthetők. A cikkeket a szerkesztőség az EPA-ban és a REAL-ban online elérhetővé teszi.

A cikkek tartalma nem minden esetben egyezik a szerkesztőség véleményével. Kéziratot nem őrzünk meg.

TARTALOM

Dr. Bércesi Richárd PhD

A Pécsi Bányavasutak gazdasági szerepe az iparvidék történetében 1944 és 1989 között2

Rosta Szabolcs – Dr. Gáspár László – Káli Rebeka

Hazai bitumenek melegviselkedésének teljesítményalapú osztályozása BTSV módszerrel....22

Göntér Ábel – Dr. Lovas László – Dr. Sipos Tibor

Az elektromos személygépjárművek megtérülési sajátosságai és infrastruktúra-függő terjedési korlátai Budapest és agglomerációja térségében34

Dr. Török Ádám – Dr. Horváth Balázs

Emlékeztető az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről42

Melléklet

Közlekedésbiztonság – Közlekedési környezetvédelem

Szabó András

A biztonsági kultúra vizsgálata a vasúti közlekedésben: a szervezeti interfészek szerepe és a safetrack módszer alkalmazása.....48

Dr. Lévai Zsolt – Dr. Fábos Róbert – Dr. Szászi Gábor Sándor

A közlekedésbiztonság színvonalának emelése a vasúti alágazati elemek oktatásnak kiterjesztésével58

A KTSZ egyes számai ingyenesen, online elérhetők a <https://ojs.mtak.hu/index.php/ktsz> linkre kattintva.

Print formátum éves előfizetési díja (6 lapszám):

- nem KTE tag egyéneknek és cégeknek:
10 000 Ft/év, egyes lapszámok ára 1700 Ft/db
- egyéni KTE tagoknak: 5000 Ft/év,
egyes lapszámok ára: 850 Ft/db

Egyes lapszámok a KTE Titkárságán megrendelhetők (1066 Budapest Teréz krt. 38., Tel.: 36-1-3532005, e-mail: szemle@ktenet.hu)

A Pécsi Bányavasutak gazdasági szerepe az iparvidék történetében 1944 és 1989 között

Dr. Bércesi Richárd PhD

történész (MA), történelem-, hon- és népismeret szakos tanár (MA)

e-mail: richard.bercesi@gmail.com

Kézirat benyújtva: 2026.02.25.

Kézirat elfogadva: 2026.06.22.



© Bércesi R.

Absztrakt

Az Első Dunagőzhajózási Társaság (a továbbiakban: DGT) által a Mohács-Pécsi Vasút (a továbbiakban: MPV) mellékvágányaiként, a történelmi Magyarország első iparvasút-hálózataként megépült Pécsi Bányavasutak 1944-1989 közötti gazdasági szerepének bemutatása.

A szakirodalmakban és a dokumentumfilmek többségében a vonalak szinte csak említésként jelennek meg, holott azok nélkülözhetetlen szerepet töltek be a pécsi bányavidék működtetésében a szénszállítmányok célba juttatásával.

Kulcsszavak: gazdaságtörténet, szénbányászat, Pécsi Bányavasutak

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2026.4.1>

1. BEVEZETÉS – A PÉCSI BÁNYAVASUTAK A SZOVJETEK „SZOLGÁLTÁBAN” (1944-1950)

Az 1853 és 1944 között a pécsi bányavidéket irányító és az 1938-as Anschluss-szal a függetlenségét elvesztő, a náci Reichswerke Hermann Göring AG.¹ alá rendelt DGT vagyona a második világháború vége felé, 1944

novemberében a városba bevonuló szovjet Vörös Hadsereg hadizsákmányává vált. A kommunista diktátor, Joszif Visszarionovics Sztálin (ahogyan korábban Adolf Hitler is), a társaság 1943-ban elért termelési csúcsának a többszörösét várta el a lefoglalt bányauzemektől, így a szovjetek folytatták a németek által megkezdett rablógazdálkodást a Pécs-Bányatelepből,²

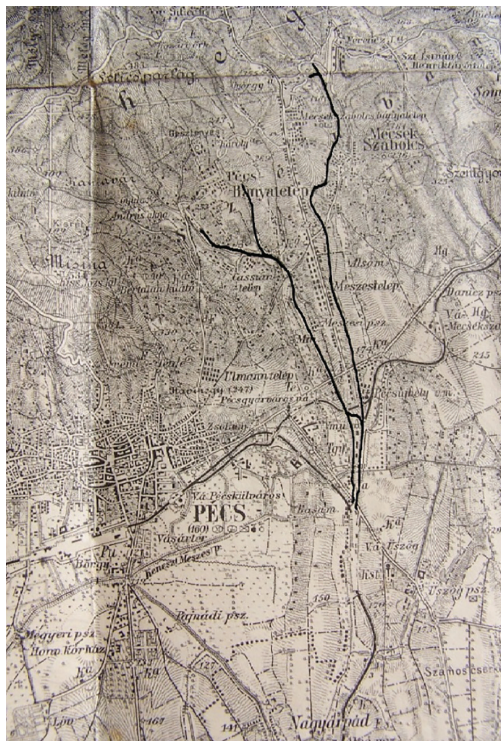
¹ Magyar fordításban: Hermann Göring Művek.

² 1950-től: Pécsbányatelep, Pécs IV. kerülete. Munkámban mindig az adott korszakban érvényes elnevezést fogom használni (JPM Pécsi Vároštörténeti Múzeum: Pécs Szabad Királyi Város térképei, 1703-1946; JPM Pécsi Vároštörténeti Múzeum: Pécs Megyei Jogú Város térképei, 1946-2026).

Mecsekszabolcsból,³ Vasasból,⁴ Somogyból⁵ és Pécs-Üszögből⁶ álló iparvidéken, amelynek a bányászkolóniák mellett további lakóövezeteként Erzsébettelep és Meszespusztá⁷ is a szerves részét képezte (Pálffy, 1993. 81. o.).

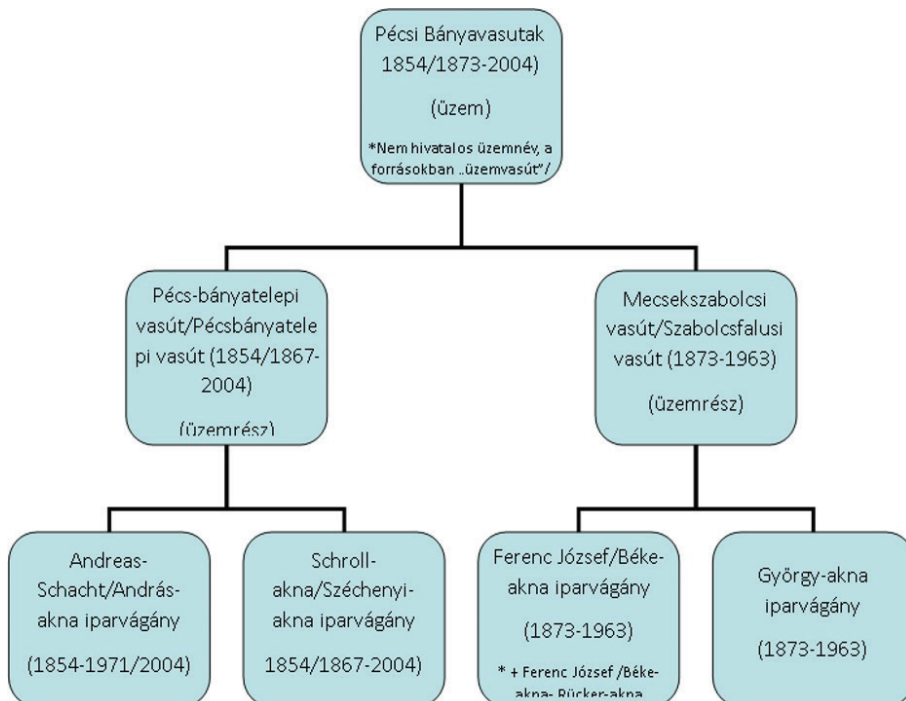
A Pécsi Bányavasutak⁸ négy vonalát, a Pécs-Bányatelepi Vasúthoz tartozó András-akna és Széchenyi-akna iparvágányokat, valamint a Mecsekszabolcsi Vasút Ferenc József-, és György-akna iparvágányait kiemelt ellenőrzés alá vonták az újonnan érkező megszallók, és a döntésükben a gazdasági célok mellett a katonai szempontok is egyaránt érvényesültek. A szénbányáktól Pécs-Üszögre (5. ábra) érkező vonatkból (4. ábra) a nyersanyagot átpakolták az ott várakozó, gőzmozdony vontatta szerelvénybe, amely az MPV-n Mohácsig szállította, ahonnan hajóval Budapestre került. Az értékes rakományt a dunai rakparton lévő kikötőből a fővároson keresztül teherautókkal fuvarozták át, majd ezt követően a Keleti pályaudvarról ismét vasúton, a záhonyi határátkelőn át⁹ a Szovjetunióba távozott. Pontos adatok nem állnak rendelkezésre a jóvátételként lefoglalt szén mennyiségéről (Pálffy, 1993. 81. o.).

Az 1-es és a 2-es ábrákon a Pécsi Bányavasutak vonalhálózata és szerkezeti felépítése, a 3. számú ábrán pedig a tőle különálló üzemegység, az MPV vágánya látható:

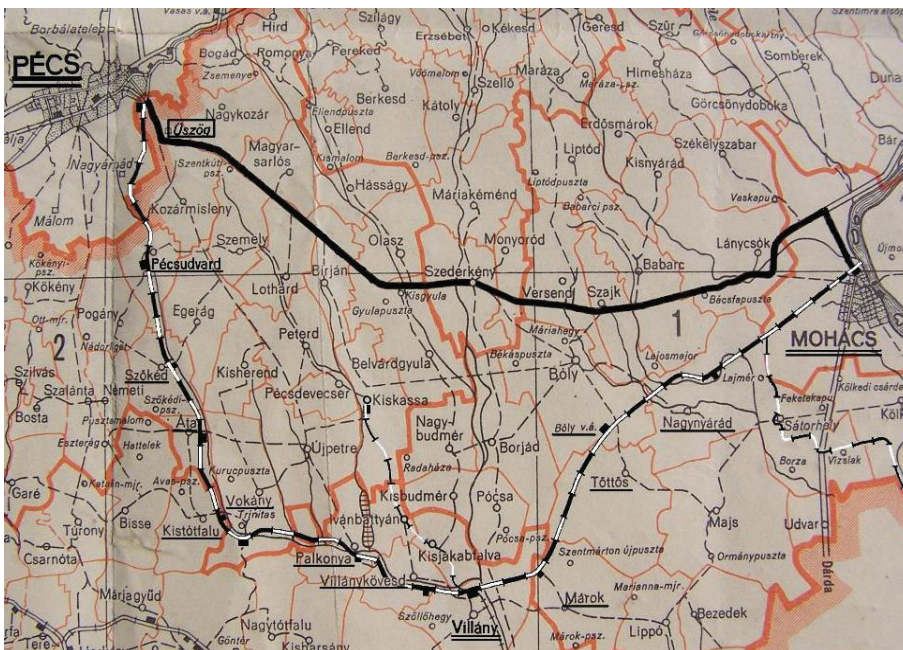


1. ábra: A Pécsi Bányavasutak (1854-2004) térképe (1875).
(Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára, Budapest)

- 3 Eredetileg Árpád-kori település, amely az alapítása óta folyamatosan (tehát az oszmán-török megszállás ideje alatt is) lakott település, amely 1947-től „Szabolcsfalu” néven Pécs város részévé vált, amit az 1950-es Tanács törvény hivatalosan is rögzített (Pesti, 2004. 66. o.; JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum: Pécs Szabad Királyi Város térképei, 1703-1946.; JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum: Pécs Megyei Jogú Város térképei, 1946-2026.). Munkámban mindig az adott korszakban érvényes elnevezést fogom használni.
- 4 Eredetileg Árpád-kori település, amely „Vasas I.” néven az 1950-es Tanács törvényvel Pécs részévé vált (JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum: Pécs Szabad Királyi Város térképei, 1703-1946.; JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum: Pécs Megyei Jogú Város térképei, 1946-2026.).
- 5 Eredetileg Árpád-kori település, amely az 1950-es Tanács törvényvel Pécs részévé vált, és „Vasas II.” néven közigazgatásilag egyesítették Vasassal (JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum: Pécs Szabad Királyi Város térképei, 1703-1946.; JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum: Pécs Megyei Jogú Város térképei, 1946-2026.).
- 6 Az itt található rendező-pályaudvar és üzem neve 1944 és 1971 között többször is megváltozott: 1950-ig: Pécs-Üszög, 1950 és 1971 között: Pécs-Újhegy, 1971-től: Pécsújhegy (Forrás: JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum: Pécs Szabad Királyi Város térképei, 1703-1946.; JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum: Pécs Megyei Jogú Város térképei 1946-2026.). Munkámban mindig az adott korszakban érvényes elnevezést fogom használni.
- 7 1950-től: Meszes (Forrás: JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum, Pécs Szabad Királyi Város térképei, 1703-1946.; JPM Pécsi Várostarténeti Múzeum, Pécs Megyei Jogú Város térképei, 1946-2026.). Munkámban mindig az adott korszakban érvényes elnevezést fogom használni.
- 8 Nem hivatalos üzemnév, a forrásokban (pl. várostérképek) 1944 és 1971 között egyszerűen „villamosvasút” néven szerepel a vonalhálózat, illetve több esetben az annak részét képező iparvágányok is. Ha megnevezik őket, akkor 1950-ig Pécs-Bányatelepi Vasút, majd 1971-ig Pécsbányatelepi Vasút, illetve 1947-ig a Mecsekszabolcsi Vasút, majd 1963-ig a Szabolcsfalusi Vasút néven találhatók meg. A vágányok jelentős részének a felszedését követően, 1971-től az utolsó megmaradt, a Pécsbányatelepre vezető sínpart már a névén, Széchenyi-akna iparvágányként tüntetik fel. A hálózat egészére utaló „Pécsi Bányavasutak” megnevezés a DGT bányászkolóniáinak a helyi lakosságának a körében terjedt el, és vált a napi szóhasználatban általánosan ismertté (Sárközi és Tóth, 1985.7. o.).
- 9 Itt található Magyarország egyetlen széles nyomtávú vasútvonala, amely a Szovjetunióban általános volt (1. számú Traj-interjú. Interjúkészítés: 2014. szeptember 2.).



2. ábra: A Pécsi Bányavasutak üzemének szerkezeti felépítése 1854 és 2004 között.
(Készítette: Bércesi Richárd)



3. ábra: A Mohács-Pécsi Vasút térképe 1857-től.
(Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára, Budapest, 1936.)



Szénvonal utban Pécsújhegy felé.

4. ábra: A Mecsekszabolcsi (1947-től: Szabolcsfalusi) Vasút (1873–1963) (Meszespuszta, a mai Kishegyi dűlő helyén. Archív felvétel, 1940. Magyar Nemzeti Levéltár Győr-Moson-Sopron Vármegyei Levéltára)



Szénelőkészítőmű, brikettgyár és központi műhely.

5. ábra: A Pécs-üzögi rendezőpályaudvar a szénosztályozóval és a brikettgyárral (Archív felvétel, 1940-es évek. Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

2. A „KÖZTES ÉVEK”: A PÉCSI BÁNYAVASUTAK A MAGYAR-SZOVJET HAJÓZÁSI RT. (MESZHART) ÉS A PÉCSI SZÉN-BÁNYÁK VÁLLALAT IDŐSZAKÁBAN (1950–1954)

2. 1. Termelés és szénszállítás 1950 és 1952 között, a MAGYAR-SZOVJET HAJÓZÁSI RT. (MESZHART) időszaka: a „vas és acél ország program” hatása a szénszállításra – a Pécsi Bányavasutak fénykorának a kezdete

Sztálin döntésével az egykori pécsi DGT-szénvagyony és a hozzá tartozó összes ipari létesítmény 47%-a 1950 decemberében államközi szerződéssel visszakerült a Magyar Népköztársaság tulajdonába, amely államosította, és 1952 októberéig a Magyar-Szovjet Hajózási Rt. (a továbbiakban: MESZHART) égisze alatt, szovjet „közreműködéssel” működtette tovább a pécsi bányavidéket (Pálffy, 1993. 82. o.).

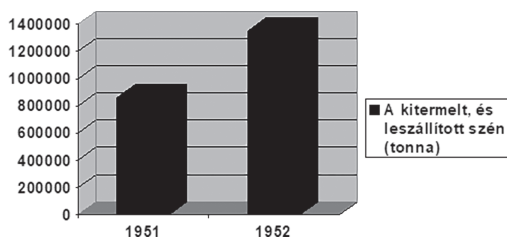
A Magyar Dolgozók Pártja (a továbbiakban: MDP) főtitkára, Rákosi Mátyás, mint az ország

első számú, tényleges vezetője, már 1949-ben meghirdette az új jelszót, miszerint „a Magyar Népköztársaság a Vas és Acél Országa” lesz. Ezt a szovjet mintának megfelelően, ötéves tervekkel akarta elérni, amelyek alapján szabályozták az ipari termelést. A teljesíthetetlen célkitűzéseket tartalmazó program egyfajta erődemónstráció is volt a majdani harmadik világháborúra való felkészülés jegyében a nyugati, kapitalista világ felé, amelyben az ideológiai töltet szintén komoly hangsúllyal volt jelen. A „Vas és Acél Országa-program” a jogutód MESZHART-tól az „imperialista” DGT 1943-as szénkitermelési csúcsának nem pusztán a megdöntését, hanem annak a „legalább tízszeres túlszárnyalását” várta el. A magasztos cél elérése érdekében megmaradt a haditermelés a szénbányákban, míg a szerelvények heti 6 napon keresztül, éjjel-nappal, időnként vasárnap délelőtt is szállították a szenet Pécs-Újhegyre és azon keresztül Mohácsra, ahova a pártvezetés egy vasmű létrehozását tervezte (Pálffy, 1993. 82–83. o.).¹⁰

Ahogy a 6. ábrán is látható, ezzel kezdetét vette a Pécsi Bányavasutak fénykora: 1951-ben még „csak” 860 000 tonna, 1952-ben pedig már

¹⁰ A létesítményt végül a Joszip Broz Tito vezette „baráti”, de különutas kommunista Jugoszláviával való szembekeverés miatt, a katonai-védelmi szempontok figyelembevételével az ekkor létrehozott „modern, szocialista iparvárosban”, Sztálinvárosban (ma: Dunaújvárosban) építették fel (Gyarmati, 2010. 46. o., 59–61. o., 2011. 166–181. o.; Pintér, 2010. 91. o.).

1 353 000 tonna feketeköszenket termeltek a bányái megyeszékhely aknáí, miközben a négy bányától egységenként összesen 338 800 tonna nyersanyagot szállítottak le a vonalhálózaton a szénosztályozóhoz (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1943 és 1952 között.). Ez 153%-os fejlődést jelentett a DGT 1943-as széntermelési csúcsához képest, és magasan a legnagyobb arányt, 73,8%-ot tett ki a konkurens komlói, szászvári, nagymányoki szénbányákkal szemben (Pálffy, 1993. 82-83. o.).



6. ábra: A kitermelt, és a Pécsi Bányavasutakon leszállított szén mennyiségének az alakulása 1951-ben és 1952-ben.

(Forrás: KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének a változása 1943 és 1952 között.)

*1944. november–1950. október: A pécsi bányavidek a Szovjet Vörös Hadsereg hadizsákmányaként a Szovjetunió irányítása alatt állt (kivéve: Mecsekszabolcs), ezért nincsenek pontos adatok a kitermelt és a szovjet területre szállított szén mennyiségéről. A haditermelés a pécsi bányavagyon Magyar Népköztársaságnak történő visszaszolgáltatását követően is egészen 1953-ig megmaradt, heti 7 nap három műszakos szénszállítások a Pécsi Bányavasutak összes vonalán.

**1952: A MESZHART szénkitermelési csúcsa, amivel megdöntötte a DGT korábbi rekordját.

Ennek tudatában a korabeli állami propaganda boldogan harsoghatta a hírt a „szabaddá vált” pécsi bányüzemnek az „imperialista” elődhöz képest elért hatalmas eredményeiről. A pártvezetés meg akarta mutatni, hogy az ő irányításukkal sokkal rövidebb idő alatt is véghez lehet vinni egy olyan mértékű és szintű iparosítást, mint amelyet annak idején a DGT tett majdnem 70 év alatt (Pálffy, 1993. 83. o.).

Azonban akadt egy visszatérő probléma, amely a MESZHART vezetősége számára is komoly fejtörést okozott. Ez pedig nem volt más, mint a

szénszállításkor keletkező veszteség. Több alkalommal is kísérletet tettek a Talbot-vagonok fedőlapokkal történő lezárására, de végül maradtak a hagyományos, nyitott tetejű módszernél, mert a szénsilók átalakítása hatalmas költségekkel járt volna (1. számú Márfi-interjú. Interjúkészítés: 2013. október 10.).

2. 2. Termelés és szénszállítás 1952 és 1954 között: a Pécsi Szénbányák Vállalat időszaka (1952-1954) – az MPV kikerülése a szénszállítás állandó rendszeréből

1952. október 1-jén Sztálin engedélyével, „a Szovjetunióknak nyújtott, jelentős összegű magyar kárpótlás fejében”, a pécsi szénmedence kivált a MESZHART-ból, és immáron 100%-os magyar tulajdonban, 1954-ig „Pécsi Szénbányák Vállalat” néven, önállósulva működött tovább. A cég a székhelyét a DGT egykori belvárosi épületében, a Molotov utcában¹¹ rendezte be (Pesti, 2013. 305. o.). Az átadás-átvétel előtt a szovjet csapatok a különböző ipartelepek nagy részét teljesen kifosztották (Pálffy, 2007. 217. o.).

A Pécsi Szénbányák Vállalat létrehozása alapjaiban változtatta meg az iparvidék szerkezeti működését. Az MPV a Pécsi Bányavasutakkal ellentétben, az új cég helyett a Magyar Államvasutak (a továbbiakban: MÁV) tulajdonába került (Pálffy, 2007. 217. o.). A vonal ezzel kikerült a napi szintű szénszállítás rendszeréből (Hafner, 2005. 59-60. o.), amelynek oka az volt, hogy a korábbiakhoz képest, a szénbányák ettől kezdve elsősorban a legnagyobb felhasználóvá váló Pécs városát látták el nyersanyaggal. Az MPV-t csak ritkán, a MÁV-nak a Pécs-újhegyi üzem déli határán létrehozott helyi irodája által, a vagonokon elhelyezett irányjelzői alapján a Dunai Vasmű, valamint a külföldi, „baráti” államok piacaira szánt nyersanyag fuvarozása során használták a korábbi célokra, így egyértelmű túlsúlyba került a személyszállítás. 1992-ben teljesen meg is szűnt rajta a szénrel kapcsolatos teherforgalom (Pálffy, 1993. 85. o.).

11 1867 és 1950 között: Mária utca, 1950 és 1956 között: Molotov utca, 1956 és 1989 között: Déryné utca. 1989-től ismét Mária utca (Forrás: JPM Pécsi Várostörténeti Múzeum: Pécs Szabad Királyi Város térképei, 1703-1946.; JPM Pécsi Várostörténeti Múzeum: Pécs Megyei Jogú Város térképei, 1946-2026.). Munkámban mindig az adott korszakban érvényes elnevezést fogom használni.

A pécsi feketeköszén útja lerövidült (Majdán, 2005. 84-85. o.), és az új, hivatalos végállomásá vá Pécs-Újhegy vált (Pálffy, 1993. 80-90. o.; Pesti, 2004. 12. o.). Erre utalt, hogy a Pécsi Bányavasutak Talbot-vagonjain (Huszár, 2007. 113. o.) ekkor vette át a régi „M.P.V.” betűk helyét a „Pécsi Szénbányák Vállalat” felirat (Babics, 1952. 50-51. o.).

Emellett a legfontosabb szerkezeti változásként Pécs-Újhegy az itt lévő legnagyobb feldolgozóüzemek révén átvette a pécsbányatelepi András-akna helyét abban a tekintetben, hogy a pécsi bányavidék vezető üzemegységévé vált. Az új tulajdonos döntésével a város legrégebbi szénbányája elvesztette a közel egy évszázados kiemelt szerepét a térségben (Huszár, 2007. 113. o.).

Mivel az eredeti Weiss Manfréd-gyárban készült vágányok a háború és a folyamatos használat miatt több helyen is cserére szorultak (András-akna már majdnem 100 éve működött, így ez a vonal nagyon rossz állapotba került) (Mendly, 2005a 55. o.), ezért 1953 őszén kezdetét vette egy kisebb, majd 1954-ben egy nagyarányú fejlesztési program, amely egészen 1964-ig tartott. Ennek keretében nemcsak a vasutakat, hanem a vezetékeket és a szerelvényeket is felújították, a vonalak környezetét pedig kitisztították. A Ganz-villanymozdonyok festése ekkor, az 1950-es években változott először palaszürkére, majd az 1960-as évek közepétől rövid ideig fekete színűre. A Talbot-vagonok szintén ekkor veszítették el az eredeti kávébarna festésüket, amit a fekete váltott fel (1. számú Márfi-interjú.).

Az 1950-es évekbeli rekonstrukció során a Pécsbányatelepi Vasút nyílt pályaszakasza a felsővezeték-tartó oszlopokat is kicserélték. A beruházás nem terjedt ki a Pécsi Bányavasutak teljes vonalhálózatára, mivel a Pécs-Újhegyi, az András-, és a Gróf Széchenyi István-aknai vasútállomásokon, valamint a Szabolcsfalusi Vasút teljes szakaszán a helyükön maradtak az eredeti, 1914-ben gyártott vasbeton oszlopok (Az újhegyi üzem története 1914-1974., 1974. 22. o.).

3. A PÉCSI BÁNYAVASUTAK A PÉCSI SZÉN BÁNYÁSZATI TRÖSZT (1954–1963), A MECSEKI SZÉN BÁNYÁSZATI TRÖSZT (1963–1967) ÉS A MECSEKI SZÉN BÁNYÁK (1967–1989) KORSZAKÁBAN

3. 1. Termelés és szénszállítás 1952–1963 között: a Pécsi Szénbányászati Tröszt létrehozása, a pécsi szénmedence szerepének változása és szerkezeti átstrukturálódása (1954–1963)

1954 nyarán a Pécsi Szénbányák Vállalatot megszüntették, jogutódja a Pécsi Szénbányászati Tröszt lett, amelynek a neve ettől kezdve a szerelvények mozdonyain és vagonjain is olvasható volt (1. számú Traj-interjú.).

A Pécsi Szénbányászati Tröszt első évében a 22-es ábrán szereplő adatok szerint a kitermelt pécsi köszén egységesen 1 478 000 tonna volt, amely a Baranya megyei szénmedence összes területének az éves termelésében 70,1%-ot jelentett a tőle különálló, rivális Komlóval, Mázaszászvárral és Nagymányokkal szemben. A silókból a vagonokba bányánként 370 000 tonna szén került (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1953 és 1961 között.).

Rákosi 1950-ben, 1952-ben és 1955-ben is látogatást tett Pécsen, amelyek során felkereste az összes üzemegységet, és megtekintette a szén vagonokba töltését is a szénsilókban. Pécs-Újhegyen a szállítmánynak a szerelvényekből való kiömlesztését, majd osztályozását figyelte meg (Szabad Nép, 1950. december 22. 1-3. o., 1952. március 18. 1-3. o., 1955. május 10. 1-3. o.). Utolsó pécsi tartózkodása során jelentette be, hogy új hőerőművet építenek, amely az elődjéhez képest már sokkalta korszerűbben fogja ellátni a feladatát, és olyan nagy kapacitással rendelkezik majd, hogy képes lesz az új lakótelepekkel megnövekedett várost meleg vízzel ellátni. A beruházás bejelentése egybeesett a 7. számú ábrán szereplő, elavulttá vált első pécsi hő- és villamos erőmű átadásának a 40. évfordulójával (Cserta, 2005. 325-335. o.).



7. ábra: Az 1959-ben iszapvíztelenítő-üzemmé átalakított, majd 1975-ben kiürített, ideiglenes, ipari műemléki védelem alatt álló első pécsi hő- és villamos erőmű (1915–2016) keleti oldala a 2000-es években.

(Fotó: Löffler Péter, Új Dunántúli Napló, 2004., Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

A munkálatok során 1955/1956-ban a szénosztályozónál a fővágányból négy új mellékvágányt építettek ki. A vonalak egy új pályaudvarhoz, a Felszabadulás úton¹² lévő Pécsbánya-rendezőpályaudvarhoz vezettek. Innen ágazott ki a közvetlenül az erőmű felé vezető vasútvonal. Az új vágány pár méter után kettévált, és az épület keleti, illetve a nyugati oldalán lévő két kisebb rendezőpályaudvarokba torkollott bele. Erre a vasútra azért volt szükség, mert ha esetleg üzemzavar alakult volna ki Pécs-Újhegyen, akkor az osztályozást és a mosást is az erőműnél bonyolították le. Az új mellékvágányok segítségével a szénbányáktól közvetlenül is el lehetett jutni ide, akár az üzem kihagyásával is (Cserta, 2005. 325–335. o.).

Új épületeket is emeltek a Pécs-újhegyi üzem területén (pl. kisebb, új üzemegységek a Briktgyárhoz). A Pécs-újhegyi Szénosztályozó és a második pécsi hőerőmű között pedig egy hosszabb gumiszalagrendszer építettek ki, ahol az üzemben elégetésre szánt szénét továbbították a kazánok felé (Az újhegyi üzem története 1914–1974., 1974. 25–26. o.).

A Rákosi által meghirdetett fejlesztési program azonban a megszabott határidőhöz képest csúszott, amelynek történelmi okai voltak. A csúcsberuházást, a 8. számú ábrán látható új, második

pécsi hőerőmű október végi átadását az 1956-os forradalom és szabadságharc akadályozta meg, ezért arra csak egy hónappal később, november végén került sor. A létesítményt a szovjetek által életre hívott bábkabinet, a „Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány” miniszterelnöke, és egyben Magyarország új vezetője, az MDP jogutódjaként létrejött új kommunista párt, a Magyar Szocialista Munkáspárt (MSZMP) főtitkára, Kádár János adta át (Dunántúli Napló, 1956. november 28., 1. o., 3. o.; Magyar Nemzet, 1956. november 28. 1. o., 3. o.; Népszabadság, 1956. november 28. 1. o., 3. o.; Népszava, 1956. november 28., 1. o., 3. o.). Az igazsághoz azonban hozzátartozik az a tény is, hogy a létesítmény ekkor még erősen félkész állapotban volt, ezért teljes kapacitással csak 1959 végén kezdhette meg a működését. Ez az oka annak, hogy a források is hivatalosan ettől az évtől számítják a tényleges üzembe helyezést. Az első pécsi hő- és villamos erőmű emiatt egészen 1959-ig működött, majd iszapvíztelenítő-üzemmé alakították át (Cserta, 2005. 330–332. o.; Mendly, 2005b 13. o.).

András-aknán ekkortól már csökkentették a termelést, mivel a bánya a több mint egy évszázados működést követően kezdett kiürülni. Vasútján ettől az időszaktól kezdve ritkább lett a szállítás, a legtöbbször fát, valamint építőanyagokat fuvaroztak a második pécsi hőerőműhöz (Pálfy, 1993. 106–107. o.).



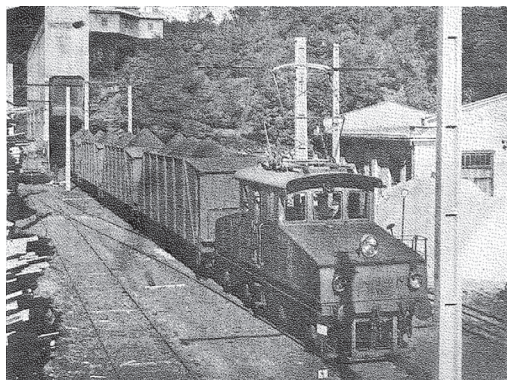
8. ábra: A második pécsi hőerőmű épülete napjainkban, előtérben a MÁV kocsijavító műhelye.

(Fotó: Löffler Péter, Új Dunántúli Napló, 2012. január 3., Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

¹² Ma: Mohácsi út (JPM Pécsi Várostörténeti Múzeum: Pécs Megyei Jogú Város térképei, 1946–2026.).

A forradalom napjaiban a Pécsi Szénbányászati Tröszt összes üzemegysége átvált a felkelők oldalára, de egyúttal a termelést is folytatták, egészen a szovjet csapatoknak a szabadságharc leverését eredményező, Magyarország ellen november 4-én megindított általános támadásáig („Forgószél” fedőnevű hadművelet). Ezt követően demonstratív jelleggel minden tevékenység leállt, és csak november utolsó napjaiban indult újra. A szerelvényeket a felálló új karhatalom, a „Pufajkások”, majd 1957-től a Munkásőrség egységei őrítették, egészen 1963-ig (Rozs, 2008. 59-60. o.).

Az 1953 és 1961 közötti időszak szénszállítással kapcsolatos statisztikáiban az 1961. évi mutató arányszáma az utolsó, 1953-as adathoz képest 26%-kal csökkent, amelynek oka az volt, hogy Komló termelési mutatói folyamatos növekedésben voltak, Pécs pedig nem tudta tartani vele a lépést. A bányavidék aknáiból (ahogyan a 22. ábra is mutatja) csak 1 349 000 tonna szenet tudtak a felszínre hozni, és a szerelvényekkel (9. és 10. ábrák) leszállítani Pécs-Újhegyre. Ez Baranya megye összes bányakerületének a statisztikáiban a termelés 44%-át jelentette, szemben a nyolc évvel korábbi adattal, amikor ez a szám még 57% volt. Komló ugyanebben az évben 47%-ot produkált. Pécsen a vagonokba bányánként 270 000 tonna feketekőszén került (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1953 és 1961 között.).



9. ábra: A Béke-aknai vasútállomás.

(Archív felvétel, Szabolcsfalusi Vasút Múzeum, 1950-es évek. Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)



10. ábra: Szénszállítmány érkezik az egyik pécsbányatelepi üzemből a szénosztályozóhoz.
(Pécs-Újhegy, 1960-as évek eleje. Archív felvétel, Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

A 22. ábrán látható, hogy 1962-ben a négy szénbányától összesen 1 539 000 tonna szén érkezett Pécs-Újhegyre, amely a bányakerület éves termelésének a 46,1%-át tette ki, üzemegységenként pedig 308 000 tonnát. A termelési eredményekkel sikerült visszaelőzni Komlót. Ez az arány a vezető szerep 1963-as elvesztésének ellenére, többé-kevésbé az évtized végéig megmaradt, és az sem befolyásolta, hogy 1967. július 6-ától fokozatosan bevezették a 44 órás munkahetet, mivel a szénszállítás 1957 óta így zajlott (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1962 és 1971 között.).

3. 2. Termelés és szénszállítás 1963–1971 között: a Szabolcsfalusi Vasút felszedése, A Mecseki Szénbányászati Tröszt (1963–1967) és a Mecseki Szénbányák (1967–1989) létrehozása

1963. július 1-jén a Pécsi Szénbányászati Tröszt helyét a pécsi, valamint a komlói és a mázaszászvári bányavidékekkel való fúzió eredményeként az egész baranyai szénmedencét magába foglaló állami vállalat, a „Mecseki Szénbányászati Tröszt”¹³ vette át, ahogyan az felirat formájában a szerelvényeken is látható volt (Babics, 1967. 146–152. o.).

13 1963 után az állam a Mecseki Szénbányászati Trösztöt, majd 1967-től a Mecseki Szénbányákat tekintette a DGT hivatalos jogutódjának, a MESZHART, a Pécsi Szénbányák Vállalat és a Pécsi Szénbányászati Tröszt „interregnumként” (köztes időszakként) lett meghatározva (Babics, 1963.5. o., 1967. 4. o.).

Ebben az évben (Az újhegyi üzem története 1914-1974., 1974. 26-27. o.) a szabolcsfalusi István I.-es aknához (15. ábra) és a vasasi Petőfi-aknához kötelpályarendszert építettek ki, így feleslegessé vált a Szabolcsfalusi Vasút további fenntartása. A döntés mögött hivatalosan csak és kizárólag a gazdasági megfontolások álltak, a vezetők a lépést a költségcsökkentéssel, valamint a modernizációs készséggel indokolták. A valósághoz azonban hozzátartozott a Szovjetuniónak való megfelelés is, mivel a beruházás a szovjet modell és technológia átvételét is jelentette. A munkálatok részeként a Pécs-Újhegyi szénosztályozót kibővítették egy, az érkező csillékelt fogadni képes új ömlesztővel (Dunántúli Napló, 1962. március 12., 1. o.; Magyar Nemzet, 1962. március 12., 1. o.; Népszabadság, 1962. március 12., 1. o.; Népszava, 1962. március 12., 1. o.; Pálffy, 1993. 111-112. o.; Kéri Nagy, 2010. 25. o., 26. o., 27. o.). Az épület emellett egy teljes, mindent átfogó rekonstrukción is esett át, amelynek során esztétikailag komoly kár keletkezett benne, mivel (ahogyan az a 11. ábrán is látható) a külsejét vaslemezekkel borították be, és teljesen elvesztette az eredeti, neoklasszicista stílusjegyeit (Krisztián, 1996. 231. o.; Mendly, 2001. 44. o., 2003. 98. o.; Traj, 2009. 1. o.; Kéri Nagy, 2010. 27. o. 2. számú Márfi-interjú. Interjúkészítés: 2017. március 31.).



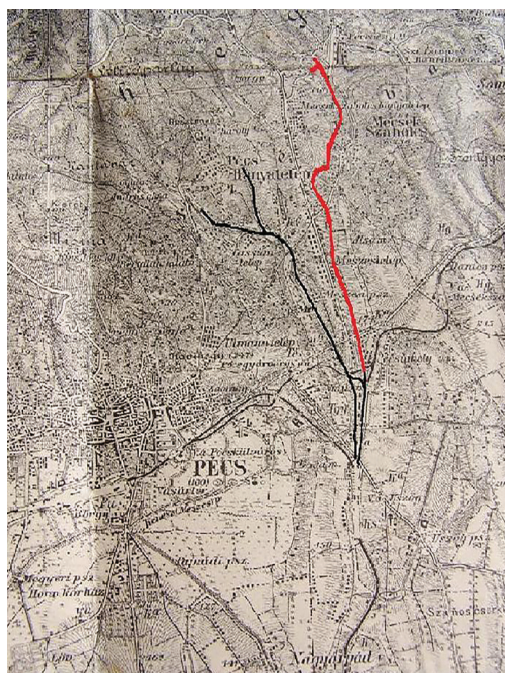
11. ábra: A szénosztályozó és mosó épülete (1914-2009) az átalakításokat követően.

(Pécs-Újhegy, 1960-as évek második fele. Archív felvétel, Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

A 13. és a 14. ábrán szereplő szabolcsfalusi Béke-, és György-akna tovább működött,¹⁴ de az ott felszínre hozott feketeköszenetet is a csillékben juttatták el a szénosztályozóhoz. Ezt úgy oldották meg, hogy a saját iparvágánnyal nem rendelkező

István I.-es akna, valamint a vasúti pályaudvarok között lévő, szénzállító láncpálya addigi mozgását megfordították, és így juttatták át a két üzem kitermelt nyersanyagát a kötelpálya feladóállomására (Pálffy, 1993. 112. o.).

A György-aknai vágány szűnt meg előbb, a felszedését 1963 augusztusában kezdték el. A Béke-akna vasútján ekkor még közlekedett a vonat, a síneket a szénsilóval együtt, az év végére bontották el. Ahogyan azonban a 16. ábrán is látható, a két iparvágány közös szakaszát nem szedték fel, hanem az elágazónál, a szabolcsi kis rendezőpályaudvarnál abbahagyták a munkát, de a vonal meghagyott részén már soha többé nem szállítottak. A teljes felszámolásra (12. ábra) csak az 1980-as évek közepén került sor (Pécsi Hírek, 2003. szeptember 2. 2.o.).



12. ábra: A Pécsi Bányavasútak (1854-2004) térképe (1875).

(Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára, Budapest)

¹⁴ Béke-akna 1965-ig, György-akna 1969-ig üzemelt. Bezárásukat követően az előbbit teljesen visszatemették, míg az utóbbi István I.-es akna légaknájaként (szellőző) funkcionált tovább, egészen 1993-ig (Benke és Reményi, 1996. 320. o.).



13. ábra: Az 1965-ben bezárt Béke-akna (1865–1965, 1950-ig: Ferenc József-akna).

(Mecsekszabolcs. Archív felvétel, XIX. század második fele. Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)



14. ábra: Az 1965-ben bezárt György-akna (1865–1965).

(Mecsekszabolcs. Archív felvétel, XIX. század második fele. Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

A Mecseki Szénbányászati Trösztöt 1967. június 1-től minisztertanácsi döntéssel Mecseki Szénbányáknak nevezték át, amelynek az igazgatósági központja (az elődjeihez hasonlóan) kezdetben még szintén a belvárosi Déryné utca 9. szám alatt volt, majd 1969-ben a meszesi Komját Aladár utcai volt munkásszálló épületébe költözött át (Babics, 1970. 39. o.).



15. ábra: Az egykori István I-es akna, a 2011-ben az eredeti nevét visszakapó I. (Szent) István-akna (1925-) látképe, melyet a Szabolcsfalusi vasutat kiváltó kötélpályarendszer közvetlenül kötött össze Pécsújhegygel.

(Mecsekszabolcs. Fotó: Löffler Péter, Új Dunántúli Napló, 2015. Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)



16. ábra: A Pécsi Bányavasutak központi pályaudvara (1914–2004/2016), a Pécsbányatelepi Vasúton közlekedő egyik szerelvénnyel. Az elágazás mögött a már megszüntetett Szabolcsfalusi Vasút, oldalt a helyét átvevő István-aknai drótkötélpálya látható.

(Pécsújhegy, 1970-es évek. Fotó: Lakos Rudolf)

Az 1960-as évek végén a Pécsbányatelepi Vasút mindkét szerelvénye visszanyerte az eredeti, 1914-es színét, ennek megfelelően a mozdonysok zöld, vagonjaik pedig újra kávébarna fényezést kaptak (3. számú Márfi-interjú. Interjúkészítés: 2017. június 3.).

3. 3. Termelés és szénzállítás 1971–1989 között

3. 3. 1. András-akna iparvágány felszedése

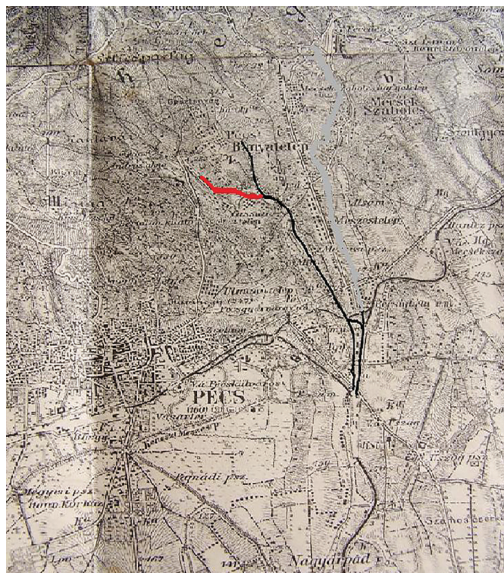
A város legöregebb bányájából, az András-aknából egyre kevesebb szén érkezett a Pécs-új-hegyi szénosztályozóhoz (17. ábra). Az üzem 1971-ben kiürült (18. ábra), és a Gróf Széchenyi István-akna légaknájaként működött tovább, egészen 1992-ig. Ezzel párhuzamosan Magyarország legrégebbi, 1854 óta működő iparvasútját, az András-akna iparvágányát is megszüntették, majd felszámolták (19. ábra) (Mendly, 2005a 57. o.).



17. ábra: Szénzállítmány érkezik András-aknáról Pécs-Újhegyre, a szénosztályozóhoz.
(Fotó: Lakos Rudolf, 1971.)



18. ábra: Pécs legrégebbi szénbányája, az 1971-ben bezárt András-akna (1853-1971).
(Pécs-Bányatelep. Archív felvétel, XIX. század második fele. Janus Pannonius Mecseki Bányászati Múzeum)



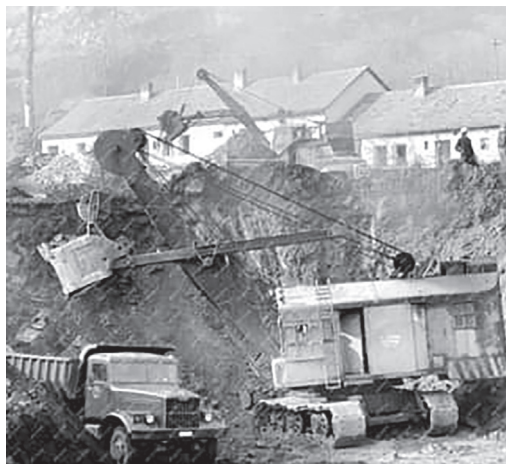
19. ábra: A Pécsi Bányavasutak térképe (1875).
(Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára, Budapest)

* A piros szín a Pécsbányatelepi vasút 1971-ben megszüntetett, és felszámolt András-akna iparvágányának a nyomvonalát, a fekete pedig a Pécsbányatelepi vasút másik, használatban maradt Széchenyi-akna iparvágányát jelöli.

A szénzállítással kapcsolatos, 1968 és 1971 közötti adatokat módosította, hogy 1968-tól a saját bányája mellett, az újonnan kialakított, a 20. ábrán látható Karolina I.-külfejtés kitermelt kőszénét is a Széchenyi-akna iparvágányán szállították le a szénosztályozóhoz. A nyersanyagot a 21. ábrán szereplő teherautókkal fuvarozták a Gróf Széchenyi István-akna pályaudvarán található széntároló silóig, ahol a vonatba került (Nagy és Ledniczky, 2010. 325-326. o.).



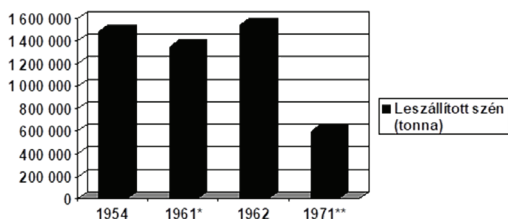
20. ábra: A Karolina I.-külfejtés Pécsbányatelepen.
(Fotó: Trócsányi András, 2004. Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)



21. ábra: Szénrakodás teherautóba a Karolina I.-külfejtésben.

(Pécsbányatelep. Archív felvétel, 1975. Janus Pannoniusz Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

Ahogy az a 22. ábrán is látható, ebben az évben a három bánya összesen 597 333 tonna szén termelt, amely az éves termelés 7,58%-át tette ki a pécsi bányakerületben. Ebből az András-aknai vonalon 199 111 tonnát, míg Széchenyi-akna iparvágányán összesen 398 222 tonnát szállítottak a szénosztályozóhoz. Az 1962-es adathoz képest a csökkenés oka természetesen a Pécsi Bányavasutak négy vonalából háromnak az üzemén kívül helyezése volt (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1962 és 1971 között.).



22. ábra: A Pécsi Bányavasutak vonalain leszállított szén mennyiségének az alakulása 1953 és 1971 között.

(1950-1952: MESZHART, 1952-1954: Pécsi Szénbányák Vállalat, 1954-1963: Pécsi Szénbányászati Tröszt, 1963-1967: Mecseki Szénbányászati Tröszt, 1967-1989: Mecseki Szénbányák)
(Forrás: KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének a változása 1943 és 1952 között; KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének a változása 1962 és 1971 között)

3. 3. 2. A pécsi bányavasutak „Utolsó Hírmondója”, Széchenyi-akna iparvágány 1971 és 1989 között: az 1970-es évekbeli rekonstrukció, a vonal első, 1986-os megszüntetése, az 1988-as reaktíválás és az „ideiglenes megoldás”

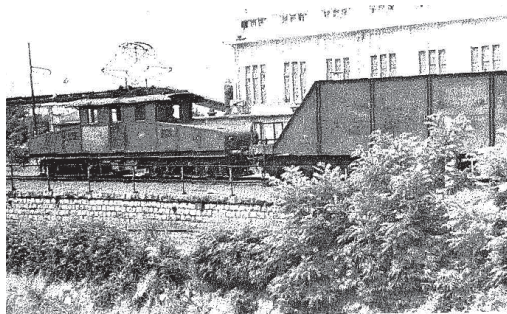
Az András-aknai bányavasút megszüntetése után már csak egy vonal maradt meg, a Széchenyi-aknai iparvágány. Az „Utolsó Hírmondó” első 4 km-es szakasza közös volt az András-aknai vasúttal, így az ország legrégebbi iparvasútjának több mint háromnegyede (ahogyan azt a 23. és a 24. ábrák is mutatják) használatban maradt. A vonalon továbbra is a már veteránnak és muzeális értéknek számító, közel 60 éves II. számú Ganz-villanymozdony és Talbot-vagonjai alkották a vonatot (Benke és Reményi, 1996. 320. o.).

A 31. ábrán feltüntetett szénkitermelési adatokból kiderül, hogy az első pécsi bányabezárási hullámot követően, 1972-ben a Gróf Széchenyi István-aknáról, valamint a Karolina I.-külfejtésből együttesen 418 421 tonna feketekőszén került a silókba, majd a vagonokból az új, a korábbi négy szerelvényt egyidejűleg fogadni képes pécsújhegyi ömlesztőnél jóval kisebb, már csak egy vonat számára méretezett épületbe (Pálfy, 1993. 121-122. o.), amely így a teljes évi termelés 14,1%-át tette ki a bányakerületben (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1972 és 1981 között.).



23. ábra: A Pécsi Bányavasutak II.-es számú Ganz-villanymozdonya (1914-1988), Talbot-típusú vagonjaival (1914-1989) szén szállít a pécsbányatelepi Gróf Széchenyi István-aknáról Pécsújhegyre. (Széchenyi-akna iparvágány, Kormoskősor – Blaha Lujza utca közötti gyalogos vasúti átkelő. Fotó: Lakos Rudolf, 1978.)

A régi ömlesztőt nem bontották el, bár a négy befutó sín pár közül hármat felszedtek. A létesítménynek az így felszabaduló részét átépítették, és kisebb műhelyekre osztották fel. A maradék egy vágány révén a Széchenyi-aknai szerelvény áthaladt a tetőzete miatt egyfajta alagúttá váló épületen a tőle déli irányba lévő új ömlesztőbe, amelynek az építése során a sín párt is pár méterrel meghosszabbították. Ettől kezdve a vágány végét jelző ütköző egy vasbeton, szürke színű, kétpillérű hídon volt (28. ábra). A vagonok kiürítése a korábbi létesítményhez hasonlóan itt is kb. 10 perc alatt zajlott le, ezt követően a vonat visszaindult a bányához. A legtöbb időt a nagyobb széndaraboknak a széttörése tette ki, hogy a vágányok alatt lévő rácsokon keresztül átférjenek (Pálffy, 1993. 121-122. o.).



Villamos mozdony és Talbot kocs

24. ábra: Szerelvény indulása Pécsújhegyről a pécsbányatelepi Gróf Széchenyi István-aknára.
(Archív felvétel, 1974. Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

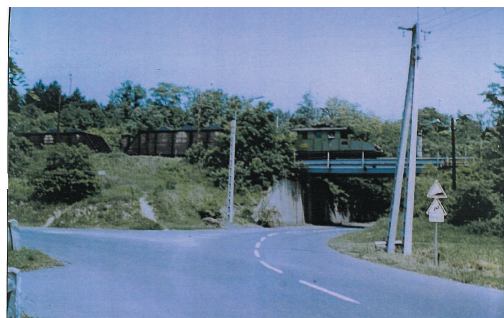
A vasúton az 1970-es évek közepén egy nagyobb rekonstrukciós programot hajtottak végre, mert a sín pár nagyon rossz állapotba került. A munkálatok azonban nem érintették a teljes vonalat, mivel a vágány és talpfacserére csak a vasút felső szakaszán, az egykori meszesi, a Kőrös utca és a Kormoskősor sarkán lévő váróterem, valamint a széntároló siló között került sor (Pálffy, 1993. 122. o.). Az eredeti Weiss Manfréd-féle sín párt ekkor váltották fel a Diósgyőri Vasműben készült, amelynek a neve, a cégjelzése és a lefektetésének dátuma is látható volt a sín oldalába gravírozva.¹⁵ Ugyanebben az időben végeztek utoljára komolyabb műszaki karbantartást a szerelvényen is, amit eredetileg úgy terveztek, hogy teljes körű felújítás lesz, végül azonban mégsem került sor rá (Mendly, 2005a 7. o.).

¹⁵ Pl. Diósgyőr, 1975. (2. számú Traj-interjú. Interjúkészítés: 2014. szeptember 9.).

Az 1960-as évek csökkenését követően a szén felvásárlóereje az 1975-ös első olajárrobbanás után már ismét lassú növekedésbe kezdett, amit jól tükröz a 31. ábrán a Széchenyi-akna iparvágányon leszállított nyersanyagának (25. és 26. ábrák) a három évvel későbbi, 1978-as mennyiségi mutatója, amely 435 183 tonna, a pécsi bányavidék összetermelésének a 14,3%-a volt (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1972 és 1981 között.).



25. ábra: Gróf Széchenyi István-akna széntároló silója a II. számú Ganz-villanymozdonyal, miközben a Talbot-vagonok töltése zajlik.
(Pécsbányatelep, Gróf Széchenyi István-akna, vasútállomás. Fotó: Lakos Rudolf, 1978.)



26. ábra: Az Engels (ma: Hársfa) úti felüljárón.
(Fotó: Lakos Rudolf, 1970-es évek.)

1981. július 1-jétől a szabad szombat bevezetésével heti 5 napra redukálódott a szállítás, annak ellenére is, hogy az 1979-es második olajárrobbanást követően ismét jelentősen megnőtt az igény a feketekőszén iránt (Tiszai, 1993. 267. o.). Ahogyan azt a 31. ábra is mutatja, a bányavasúton ebben az évben 442 333 tonna szenet hoztak le Pécsújhegyre, amely a pécsi bányakerület

évi termelésének a 14,4%-át jelentette (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1972 és 1981 között.). 1982-ben mérsékelt emelkedés olvasható le az adatokból, ekkor 456 333 tonna szén került a silókból a vagonokba, amely 15%-ot tett ki a pécsi bányavidek éves termeléséből (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1982 és 1991 között.). A számok emelkedése mögött a kitermelt nyersanyag felvásárlóértékének a növekedése, és annak hatásaként a külfejtésben zajló bányászat mértékének a folyamatos fokozása állt (MNL BaVL L 5672 1. csomó, 4. tétel).

A Mecseki Szénbányák a termelés hatékonyságba tétele és a modernizáció érdekében, 1982-ben útjára indította nagyszabású projektjét, a Liász-programot, amely gyakorlatilag a teljes bányai par minden szegmensére kiterjedt. A legnagyobbüzusabb két beruházás István III.-akna létrehozása, valamint a pécsújhegyi szénosztályozó továbbfejlesztése volt, utóbbi céljaként a létesítmény alkalmassá tétele (Komló kivételével) az összes többi bányakerület nyersanyagának a fogadására (Pálfy, 1993. 127-129. o.). Ekkor nyerte el a 27. ábrán látható, végleges formáját az építmény, amit egy új technológiájú, fémszerkezetes épületrésszel egészítettek ki (Pilkhoffer, 2008. 39. o.).



27. ábra: A szénosztályozó és mosó épülete a Liász-program keretében végrehajtott, 1989-es átépítés után.
(Pécsújhegy. Fotó: Uherkovich Péter, 1999.)

Az 1980-as évek közepére a megmaradt II.-es és III.-as Ganz-villanymozdonyok (MÁV KI: Magyarországon megőrzött mozdonyok jegyzéke

1868-2003.) mellett már a Talbot-vagonok is jelentős, mindent átfogó, teljes felújításra szorultak. A rekonstrukció azonban komoly összegekbe került volna a Mecseki Szénbányáknak, ezért 1986-ban a „költségsökkentés és a megszaki-tás nélküli, állandó nyersanyagfuvarozás lehetővé tételére” hivatkozva a cég megszüntette a szénszállítást a Széchenyi-akna iparvágányon, amellyel szemben a közutat kezdte el favorizálni (MNL BaVL L 5672 1. csomó 4. tétel.). Ahogyan azt a 31. ábra is mutatja, ebben a „csonka” évben az előző, 1985-ös 479 678 tonna nyersanyaghoz képest a forgalmon kívül helyezés miatt csak 303 191 tonna feketekösznetet szállítottak a vonalon (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1982 és 1991 között.).

Az eddig alkalmazott eljárás helyett a kitermelt nyersanyagot teherautó-konvojokkal fuvarozták éjjel-nappal (Svoboda, 2007. 65. o.) a Tolbuhin úton,¹⁶ a Karolina I.-külfejtés, Gróf Széchenyi István-akna és Pécsújhegy között (MNL BaVL L 5672 1. csomó 4. tétel.). Ez is arra utal, hogy a Mecseki Szénbányák vezetése nem volt teljes mértékben elégedett az István-aknához vezető kötélpályarendszer eredményeivel, mivel a megvalósításakor „világszínvonalúnak” nevezett szovjet technológián alapuló hálózat továbbfejlesztésére Pécsbányatelep esetében már nem került sor (Pálfy, 1993. 131-132. o.).

Az alternatív megoldás eredménye az lett, hogy a hosszú tehergépkocsi-konvoj miatt a Tolbuhin úton lelassult a forgalom, fennakadások alakultak ki, ráadásul állandóvá és elviselhetetlen-né vált a nagy zaj, valamint a por is. A közelgő rendszerváltás előjele volt, hogy a helyi lakosság 1986 májusában, majd 1988 áprilisában már négy napig tartó spontán tiltakozásba kezdett a Városi Tanácsnál, a Mecseki Szénbányák Déryné utcai székházánál (Sütő, 1993. 334-335. o.), továbbá a pécsújhegyi üzem bejárata előtt is, követelve a cég újfajta szénszállítási rendszerének a megszüntetését, valamint a Széchenyi-akna iparvágányának a reaktiválását (Népszabadság, 1986. május 25. 1-2. o.).

A megmozdulás sikerrel járt, a Mecseki Szénbányák kísérlete megbukott: a vállalat vezetősége a nyomásnak engedve (hivatalosan a folyamatosan növekvő fuvarozási díjak miatt) végül 1988. július 1-én újraindította a vasúti forgalmat

16 1950 és 1990 között: Tolbuhin út, ma: Komlói út. Munkámban mindig az adott korszakban érvényes elnevezést fogom használni (JPM Pécsi Várostörténeti Múzeum: Pécs Megyei Jogú Város térképei, 1946-2026.).

Pécsújhegy és a Gróf Széchenyi István-akna között, a régi szerelvénnel (Sütő, 1993. 330. o.). A 31. ábráról leolvasható, hogy az év hátralévő részében az újra üzemelő vasúton a Gróf Széchenyi István-aknáról és a Karolina I. külfejtésből összesen 228 166 tonna szenet szállítottak a vasúton a pécsújhegyi szénosztályozóhoz (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1982 és 1991 között.).

A Mecseki Szénbányák igazgatótanácsának a döntése értelmében az év vége felé már a forgalomból kivont és az elkerülhetetlen felújítási munkálatokra váró II.-es és III.-as Ganz-villanymozdonyok helyett „ideiglenes megoldásként” a MÁV-tól bérelt román M47-1000 és M47-2000-es sorozatszámú Dacia-dízelmozdonyok (MÁV KI: Magyarországon megőrzött mozdonyok jegyzéke 1868-2003.; Indóház Extra. Vasúti Magazin. 2011/3. 61. o.) húzták a még egyelőre használatban maradt Talbot-vagonokat (MÁV KI, Üzletvezetőségi iratok, szénzállítás, Pécs: Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között 1988-1989; MÁV KI, Üzletvezetőségi iratok, Gépészet és karbantartás, Pécs: Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között 1988-1989.), ahogyan az a 28. és a 29. ábrákon is látható.



28. ábra: A Dacia-dízelmozdony és a Talbot-vagonok.

(Gróf Széchenyi István-akna, Pécsbányatelep. Archív felvétel, 1988. Janus Pannonius Múzeum Mecseki Bányászati Múzeum)

1989-ben a rossz műszaki állapotuk miatt végül a Talbot-vagonokat is kivonták a forgalomból (MÁV KI, Üzletvezetőségi iratok, szénzállítás, Pécs: Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között 1988-1989.; MÁV KI, Üzletvezetőségi iratok,



29. ábra: A Dacia-dízelmozdony és a Talbot-vagonok alkotta szerelvény megérkezése a szénosztályozóhoz.

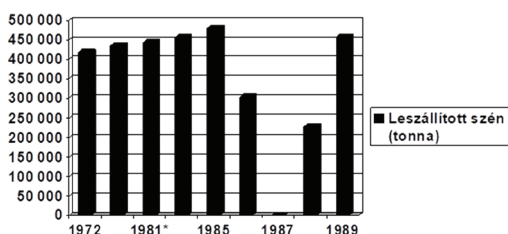
Gépészet és karbantartás, Pécs: Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között 1988-1989.), helyüket az ugyancsak az állami vasúttársaságtól bérelt új, Fals típusú, keletnémet gyártmányú, különleges építésű, szintén nyitott tetejű és önürítő teherkocsik (30. ábra) vették át (Az utolsó szénvonat Pécsbányatelepre. 2004.; Egy csepp Pécs: Az Első Dunagőzhajózási Társaság pécsi emlékhelyei. 2006.).

Az új vagonok saját tömege üres állapotban egyenként 28,9 tonna, megtöltött állapotban 120 tonna volt. A nehezebb súlyuk ellenére elődjeikhez képest keskenyebbek, és magasított tetejűek voltak, mivel 38,0 m³-es raktérrel rendelkeztek (MÁV KI, Üzletvezetőségi iratok, szénzállítás, Pécs: Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között 1988-1989). A túlzott szállítmányvesztég elkerülése érdekében választotta ezt a típust a Mecseki Szénbányák vezetősége (MÁV

KI, Üzletvezetőségi iratok, Gépészet és karbantartás, Pécs: Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között 1988-1989.; MÁV KI, Üzletvezetőségi iratok, szénszállítás, Pécs: Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között 1988-1989).



30. ábra: A MÁV-szerelvény: a Dacia-dízelmozdony (1988–2004) és a Fals típusú vagonok (1989–2004) szén szállítanak Gróf Széchenyi István-aknáról Pécsújhegyre, a Szénosztályozóhoz.
(Fotó: Uherkovich Péter, 2004. május 14.)



31. ábra: A Pécsi Bányavasutak utolsó megmaradt vonalán, Széchenyi-akna iparvágányon leszállított szén mennyiségének az alakulása 1972 és 1989 között.

(Forrás: KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének a változása 1972 és 1981 között.; KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének a változása 1982 és 1989 között)

*1981: Július 1-től bevezetésre kerül a szabad szombat, heti 5 napra redukálódik a szénszállítás, de továbbra is három műszakos munkarend van érvényben.

**1986: Szeptember 1-től első alkalommal szűnik meg aszénszállítás Széchenyi-akna iparvágányon.

**1988: Július 1-től újraindul a szénszállítás Széchenyi-akna iparvágányon.

A 31. számú ábrán látható, hogy 1989-ben, az új szerelvénnel összesen 456 013 tonna feketeköszén érkezett a pécsújhegyi szénosztályozóhoz, amely a pécsi bányavidék éves termelésének a 15,3%-a volt (KSH: A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1982 és 1991 között.).

Az 1989/1990-es rendszerváltáskor a Mecseki Szénbányák megszűnésével kialakult új helyzetben a Ganz-villanymozdonyok, valamint a Talbot-vagonok felújítását anyagi okokból felfüggesztették, és a forgalomba már soha többé nem helyezték vissza őket. Az „ideiglenes megoldásként” munkába állított, bérelt MÁV-szerelvény végleg átvehette a helyüket. Az erről szóló döntés bizonyítékát a 30. ábra szemlélteti, ahol jól látható, hogy a felsővezetékét leszerelték a vonalon, míg az eredetileg szürke színű tartóoszlopokat a kezdeti karbantartásuk után, fokozatosan, majd végül teljesen elrozsdaodva a sorsukra hagyták. A későbbiekben ismeretlenek többet is megrongáltak, lefűrészeltek és eltulajdonítottak közülük (Békés-interjú. Interjúkészítés: 2006. szeptember 16.; Az utolsó szénvonal Pécsbányatelepre. 2004.; Egy csepp Pécs: Az Első Dunagőzhajózási Társaság pécsi emlékhelyei. 2006).

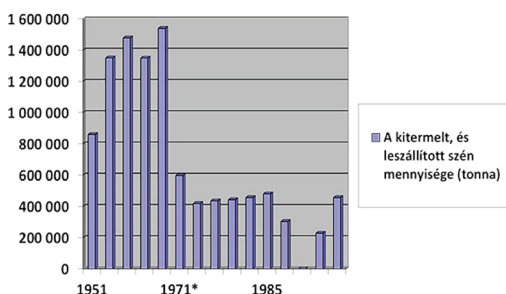
4. ÖSSZEGZÉS

Az eredetileg a DGT tulajdonában álló Pécsi Bányavasutak üzemegysége kulcsfontosságú gazdasági szereppel bírt, amelynek köszönhetően az iparvágányok nemcsak Pécs városának, hanem Magyarország történelmének is a szerves részét képezték. A második világháború vége felé, 1944 novemberében a vonalhálózat a pécsi szénmezőhöz hasonlóan a DGT-vagyon részeként a Szovjetunió kizárólagos irányítása alá került, amely állapot egészen a MESZHART 1950-es létrehozásáig fennállt. Sztálin politikai játszmáinak az eredményeként a 100%-os tulajdonjogot csak 1952-ben kapta vissza a magyar állam, hatalmas jóvátételi összegért cserébe.

A DGT (hivatalosan az 1945. áprilisi) kényszerű magyarországi távozását követően a Rákosi Mátyás vezette kommunista diktatúra, majd az 1956-os forradalom és szabadságharc leverésével restaurált, Kádár János nevével fémjelzett, 1963-tól fokozatosan államszocialistává váló

rendszer idején a társaság helyére lépő, egymást váltó bányatulajdonosok (MESZHART, Pécsi Szénbányák Vállalat, Pécsi Szénbányászati Tröszt, Mecseki Szénbányászati Tröszt, Mecseki Szénbányák) számára is a vasút jelentette a kapcsolódási pontot a szénmezők, a Pécs-üszögi feldolgozóüzemek, valamint 1952-ig a szénszállítás végállomását jelentő mohácsi kikötő között. Ezt a megállapítást támasztják alá a kitermelt és elszállított szén mennyiségét rögzítő statisztikák, amelyek egyben a hálózat történetének a számszerű beszámolója is.

A 32. ábra diagramja egyben láttatja az 1944-től 1989 októberéig a kitermelt és a Pécsi Bányavasutak vonalhálózatán leszállított szén mennyiségét.



32. ábra: A kitermelt, és a Pécsi Bányavasutakon leszállított szén mennyiségének alakulása 1854 és 1989 októberéig között.

(Készítette: Bércesi Richárd, a Központi Statisztikai Hivatal vonatkozó forrásai alapján)

*1944. november–1950. október: A pécsi bányavidék a Szovjet Vörös Hadsereg hadizsákmányaként a Szovjetunió irányítása alatt áll (kivéve: Mecsekszabolcs), nincsenek pontos adatok a kitermelt és a szovjet területre szállított szén mennyiségéről. A haditermelés a pécsi bányavagyong Magyar Népköztársaságnak való visszaszolgáltatását követően is egészen 1953-ig megmarad, heti 7 nap három műszakos szénszállítások a Pécsi Bányavasutak összes vonalán.

*1952: A MESZHART szénkitermelési csúcsa, amivel megdöntötte a DGT korábbi rekordját.

*1961: 1957-től leállították a haditermelést, a szénszállítások újra heti 6 napon, de három műszakban zajlanak a Pécsi Bányavasutak összes vonalán.

*1971: A Pécsi Bányavasutak négy vonalából hármat, a Szabolcsfalusi vasúthoz tartozó két vágányt, a Béke-, és György-aknai vonalakat 1963-ban, a Pécsbányatelepi vasúthoz tartozó András-akna iparvágányt pedig ekkor szedték fel. Az egyetlen még működő vonal Széchenyi-akna iparvágány maradt.

*1981: Július 1-től bevezetésre kerül a szabad szombat, heti 5 napra redukálódik a szénszállítás, de továbbra is három műszakos munkarend van érvényben.

*1986: Szeptember 1-től első alkalommal szűnik meg aszénszállítás Széchenyi-akna iparvágányon.

*1988: Július 1-től újraindul a szénszállítás Széchenyi-akna iparvágányon.

Munkám célja volt, hogy a vasúthálózat történetének az ismertetése mellett felvázoljam a tulajdonosváltások hatásait, valamint ehhez kapcsolódva a pécsi bányavidék belső szerkezetének az átalakulását, amely alapjaiban változtatta meg a szénszállítást is (pl. a mohácsi kikötő állandó végállomásként történő kikerülése a rendszerből).

Nagy hangsúlyt helyeztem arra, hogy részletesen bemutassam azt a folyamatot, amely a Pécsi Bányavasutak (és vele együtt hosszútávon a bányavidék) fokozatos, 1963-ban kezdődő felszámolásához vezetett, aminek az eredményeként 1971-től az „Utolsó Hírmondóként”, már csak a Széchenyi-akna iparvágány működött tovább. Ehhez kapcsolódva röviden kitértem a vasúti szénszállítással egyidejűleg jelentkező, majd az azt felváltani célzó új technológiákra (kötélpályarendszer, teherautós fuvarozás) is. Az újítások hivatalosan a „modernizáció” jegyében születtek meg, azonban a bevezetésük hátterében a politikai okok (a Szovjetunióval való megfelelés) és az 1989/1990-es rendszerváltást megelőző, majd az azt követő gazdasági problémák (pl.: a Ganz-villanymozdony és a Talbot vagonok felújítási munkálatainak az anyagi okokból történő leállítás, amelynek a helyét véglegesen átvette az eredetileg csak „ideiglenes megoldásként” bérelt MÁV-szerelvény) szintén domináns szerepet játszottak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Az újhegyi üzem története 1914-1974. (1974) „Rudas László” háromszoros aranykoszorús szocialista brigád. Pécs. 9-11-26. o.
- Babics A. (1952) A pécsvidéki kőszénbányászat története. Magyar Történelmi Társulat – Közoktatásügyi Kiadóvállalat, Budapest.
- Babics A. (1963) A pécsi kőszénbányászat a feudalizmus korában. Különnyomat a Magyar Tudományos Akadémia Dunántúli Tudományos Intézetének „Értekezések 1961/1962” című kötetéből. A Magyar Tudományos Akadémia saját kiadása, Budapest.

- Babics A. (1967) Az észak-mecseki kőszénbányászat története. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Babics A. (1970) A mecseki bányászok önképzési, önszervezési és szakszervezkedési mozgalma a baranyai-pécsi munkásszervezkedések tükrében 1874–1918. In: T. Mérey K. (szerk.): Értékezések 1969. II.: Tanulmányok a Dél-Dunántúl történetéből. Magyar Tudományos Akadémia Dunántúli Tudományos Intézete – Akadémiai Kiadó, Budapest. 11-62. o.
- Benke I. – Reményi V. (1996) A magyar bányászat évezredes története. II. kötet. Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest. 318-320. o.
- Cserta P. (2005) Az újhegyi erőmű. In: Mendly L. (szerk.): A pécsi szénbányászat szerepe a város XX. századi fejlődésében. Bocz Nyomdaipari Kft., Pécs. 2005. 325-335.
- Dunántúli Napló, 1956. november 28., 1. o., 3. o.: Megkezdte működését az új hőerőmű.
- Dunántúli Napló, 1962. március 12., 1. o.: Kapacitásnövelés Pécsújhegyen.
- Gyarmati Gy. (2010): Demokráciából a diktatúrába. In: Romsics I. (főszerk.): Magyarország története 20. Kossuth Kiadó, Budapest.
- Gyarmati Gy. (2011): A Rákosi-korszak. Rendszerváltó fordulatok évtizede Magyarországon, 1945-1956. ÁBTL-Rubicon, Budapest.
- Hafner H. (2005): A Mohács-Pécsi Vasút. Pécsi Szemle Várostartörténeti Folyóirat, 1:(8) 104-109.
- Huszár Z. (2007) Integrációs kísérlet a Dunamedencében a 19. század végétől a második világháború kezdetéig. Az Első Dunagőzhajózási Társaság (DGT/DDSG) története, pécsi bányászata, különös tekintettel a Társaság pécsi szociális és oktatási infrastruktúrájára. Pécsi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar, Interdiszciplináris Doktori Iskola, Pécs. 87-91. o. <https://docplayer.hu/4537009-Huszar-zoltan-doktori-phd-disszertacio.html>
- [Letöltés: 2023. november 23. 19:06]
- Dr. Kéri Nagy B. (2010) A mecseki szénbányászok szerepe az 1956-os forradalomban. – A mecseki szénbányászat fejlődése, a bányászok részvétele és szerepe az 1956-os forradalomban, különös tekintettel a munkástanácsokra. MONTAN-PRESS Rendezvényszervező, Tanácsadó és Kiadó Kft., Budapest.
- Dr. Krisztián B. (1996) Feketekőszén-bányászat. In: Dr. Kassai M. (szerk.): Pécs-Baranya 100 éve a műszaki és természettudományos folyamatok tükrében 1896-1996. Műszaki, és Természettudományi Egyesületek Baranya Megyei Szervezete, Ferling Press, Pécs.
- Magyar Nemzet, 1956. november 28. 1. o., 3. o.: Kádár János felavatta az új pécsi hőerőműt.
- Magyar Nemzet, 1962. március 12., 1. o.: Megújul a szénosztályozó Pécsen.
- Majdán J. (2005) Pécs, mint közlekedési központ (1846-1946). In: Szirtes G. – Vargha D. (szerk.): Mozaikok Pécs és Baranya Gazdaságtörténetéből. Tanulmányok. Pécs-Baranyai Kereskedelmi és Iparkamara – Pro Pannonia Kiadói Alapítvány, Pécs. 55-85. o.
- Mendly L. (2001) Jaroslav Jičinský és a korszerű pécsi szénbányászat megteremtése. In: Szirtes B. (szerk.): Búcsúzik a mecseki szénbányászat emlékülés előadásai. A mecseki feketekőszén-bányászat szerepe és jelentősége. Komló, 2000. augusztus 29-30. Pécsi Hőerőmű Rt., Pécs. 37-46. o.
- Mendly L. (2003) Jaroslav Jičinský a korszerű pécsi szénbányászat megteremtője. In: Romváry F. (főszerk.): Emléklapok a pécsi bányászat történetéből. Különnyomat a Pécsi Szemle Várostartörténeti Folyóirat 1998-2003. évi számaiból. Bocz Nyomdaipari Kft., Pécs. 93-108. o.
- Mendly L. (2005a) András-akna iparvágány. In: Bányászati és Kohászati Lapok, 2:(137) 48-57.
- Mendly L. (2005b) A máig megmaradt üzemi épületek és létesítmények. In: Mendly L. – Dr. Romváry F. (főszerk.): Emlékképek a pécsi szénbányászat történetéből. In: Örökségi Füzetek 3. Pécs/Sopianae Örökség Kht. – Pécsi Bányástörténeti Alapítvány – Pécsi Szemle Várostartörténeti Alapítvány, Pécs. 13-21. o.
- Nagy J. Á., Ledniczky L. (2010): Pécsi séták. Pécsi Direkt Kft – Alexandra Kiadó, Pécs.
- Népszabadság, 1956. november 28. 1. o., 3. o.: Átadták az új hőerőművet Pécsen.
- Népszabadság, 1962. március 12. 1. o.: Rövidesen még hatékonyabbá válik a Pécsújhegyi Szénosztályozó.
- Népszabadság, 1986. május 25. 1-2. o.: Alacsony létszámú tiltakozók a Mecseki Szénbányák pécsi székháza előtt.

Népszava, 1956. november 28., 1. o., 3. o.: Üzembe helyezték az új hőerőművet Pécsen.

Népszava, 1962. március 12., 1. o.: Modernizálják a pécsi bányavidék legfontosabb épületét, a Pécsújhegyi Szénosztályozót.

Pálfy A. (1993) A mecseki kőszénbányászat 1945-től 1991-ig. In: Szirtes B. (szerk.): A mecseki kőszénbányászat. 1945-1991. I. kötet. Kútforrás Kft., Pécs, 1993. 79-158.

Pálfy A. (2007): 150 éves a Mohács-Pécsi Vasút. Pécsi Szemle Várostarténeti Folyóirat, 1:(9) 215-217.

Pesti J. (2004) Pécs földrajzi neveinek eredete. Pécsi Szemle Várostarténeti Alapítvány, Pécs.

Pesti J. (2013) Pécs utcanevei 1554-2004. Kronosz Kiadó – Virágmandula Kft., Pécs.

Pécsi Hírek, 2003. szeptember 2. 2. o.: 130 éves (lenne) a szabolcsi bányavasút.

Pilkhoffer M. (2008): Bányászat és építészet Pécsen a 19-20. században. Pécsi Bányástörténeti Alapítvány – Pro Pannonia Kiadói Alapítvány, Pécs.

Pintér É. (2010): Időrendi áttekintés. In: Romics I. (főszerk.): Magyarország története 24. Kossuth Kiadó, Budapest.

Rosz A. (szerk.) (2008) Pécs és Baranya 1956-ban. Bocz Nyomdaipari Kft., Pécs.

Sütő I. (1993) A kiszolgáló rendszerek fejlődése. In: Szirtes B. (szerk.): A mecseki kőszénbányászat. 1945-1991. II. kötet. Kútforrás Kft., Pécs, 1993. 311-378. o.

Dr. Svoboda V. (2007) Requiem Pécsbányatelepért. Magánkiadás.

Szabad Nép, 1950. december 22. 1-3. o.: Harcolj, dolgozz pécsi munkás! Rákosi elvtárs üzenete a nagy Szovjetunió által viszszaadott pécsi bányavidék élharcos dolgozóinak.

Szabad Nép, 1952. március 18. 1-3. o.: Rákosi elvtárs Pécsen.

Szabad Nép, 1955. május 10. 1-3. o.: Szárnyalás. Rákosi elvtárs forradalmi beszéde a pécsi Hősök terén.

T. Hámosi F. (2011) Táblázatok. In: Dácsiák a síneken. In: Indóház Extra. Vasúti Magazin, 3:(6) 61-63.

Tiszai L. (1993) A bányaművelési technológiák fejlődése 1945-1991 között. In: Szirtes B. (szerk.): A mecseki kőszénbányászat. 1945-1991. II. kötet. Kútforrás Kft., Pécs, 1993. 227-278. o.

Traj F. (2009) Volt egyszer egy Szénmosó. Kézirat.

FORRÁSANYAGOK

Magyar Államvasutak Központi Irattár: *Magyarországon megőrzött mozdonyok jegyzéke 1868-2003.*

Magyar Államvasutak Központi Irattár, Utasítások Gyűjteménye: *Gróf Széchenyi István-akna – Pécsújhegy közötti iparvágány menetlevelei (1988-2004).*

Magyar Államvasutak Központi Irattár, Üzletvezetőségi iratok, Gépészet és karbantartás, Pécs: *Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között (1988-1989).*

Magyar Államvasutak Központi Irattár, Üzletvezetőségi iratok, szénzállítás, Pécs: *Bérleti szerződések a Mecseki Szénbányák és a Magyar Államvasutak között (1988-1989).*

Magyar Nemzeti Levéltár Baranya Vármegyei Levéltára, L 5672: Mecseki Szénbányák/1.cso-mó 1950-1991/4. tétel.: *Vállalati Levelezések.*

Sárközi Z. – Tóth R. (szerk.) (1985) *Bányászati Fondok. Repertórium.* In: *Levéltári Leltárak 83.* Magyar Országos Levéltár, Budapest.

STATISZTIKAI ADATOK

Központi Statisztikai Hivatal: *A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1943 és 1952 között.*

Központi Statisztikai Hivatal: *A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1953 és 1961 között.*

Központi Statisztikai Hivatal: *A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1953 és 1961 között.*

Központi Statisztikai Hivatal: *A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1962 és 1971 között.*

Központi Statisztikai Hivatal: *A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1972 és 1981 között.*

Központi Statisztikai Hivatal: *A mecseki szénmedence termelési szerkezetének változása 1982 és 1991 között.*

EGYÉB, KIEGÉSZÍTŐ JELLEGŰ FORRÁS

Janus Pannonius Múzeum Pécsi Városteréti Múzeum: *Pécs Szabad Királyi Város térképei (1703-1946)*.

Janus Pannonius Múzeum Pécsi Városteréti Múzeum: *Pécs Megyei Jogú Város térképei (1946-2026)*.

DOKUMENTUMFILMEK

Az utolsó szénvonat Pécsbányatelepre. (Készítette: Uherkovich P., 2004.)

Egy csepp Pécs: Az Első Dunagőzhajózási Társaság pécsi emlékhelyei. (Rend.-Szerk.: Szijjártó I. Történész szakértő, Narrátor: Huszár Z. Pécs Tv, 2006.)

ORAL HISTORY

Id. Békés Lajos, a Mecseki Szénbányák nyugdíjas bányamérnökének szóbeli közlése. Interjúkészítés: 2006. szeptember 16.

Márfi Attila, a Magyar Nemzeti Levéltár Bács-Kiskun Megyei Levéltárának (MNL BaVL) nyugdíjasa, a Mecseki Szénbányák Pécsújhegyi üzemének volt alkalmazottja, egykori pécsbányatelepi lakos. Interjúkészítés: 2013. október 10., 2017. március 31., 2017. június 3.

Traj Ferenc, a Mecseki Szénbányák nyugalmazott energetikusa, a Bányász Emlékekért Egyesület (BEE) alapító tagja és tiszteletbeli elnöke, meszesi lakos. Interjúkészítés: 2014. szeptember 2., 2014. szeptember 9.



The economic role of the Pécs Mining Railways in the history of the industrial region between 1944 and 1989

Keywords: economic history, coal mining, coal mining, Pécs Mining Railways

The purpose of this article is to examine the Pécs Mining Railways, which were built by the First Danube Steamship Company (hereinafter: DGT) as branch lines of the Mohács–Pécs Railway (hereinafter: MPV), which was built as the first industrial railway network in historic Hungary. In most of the specialized literature and documentary films, these lines are mentioned only in passing, even though they played an indispensable role in the operation of the Pécs mining region by transporting coal shipments to their destinations.

E számunk lektorai

Hesz Máttyás

Krizsik Nóra

Dr. Lakatos András Rudolf

Dr. Majdán János

Szatmári Csaba Ferenc

Dr. Török Ádám

Hazai bitumenek melegviselkedésének teljesítményalapú osztályozása BTSV módszerrel

Rosta Szabolcs¹ – Dr. Gáspár László² – Káli Rebeka³

¹ doktorandusz, Széchenyi István Egyetem

² professzor emeritus, Széchenyi István Egyetem, Magyar Közút Nonprofit Zrt.,

³ technológiai mérnök, Duna Technológia Kft.

e-mail: rosta.szabolcs@dunaaszfalt.hu, gaspar.laszlo@kozut.hu, kali.rebeka@dunaaszfalt.hu

Kézirat benyújtva: 2026.03.29.

Kézirat elfogadva: 2026.04.19.



© Rosta Sz., Gáspár L., Káli R.

Absztrakt

Az európai bitumenkategORIZÁLÁS hagyományosan empirikus vizsgálatokon alapul, amelyek a modern, módosított kötőanyagok értékelésére korlátozottan alkalmasak. Kutatásunkban elsőként Magyarországon alkalmaztuk átfogóan a BTSV reológiai módszert öt bitumentípuson (B50/70, B70/100, GmB 45/80-55, PmB 25/55-65, PmB 45/80-65). Összesen 137 üzemi mintán határoztuk meg a T_{BTSV} és δ_{BTSV} értékeket, és összevetettük a gyűrűs-golyós lágyulásponttal. Az eredmények szerint a BTSV módszer megbízhatóbban jellemzi a módosított kötőanyagok teljesítményét, és egyértelműbb különbségeket mutat a vizsgált típusok között.

Kulcsszavak: BTSV- Bitumen Typisierung Schnell Verfahren, SBS modifikált bitumen, kémiailag stabilizált gumival modifikált bitumen, Soxhlet-extrakció

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2026.4.2>

1. BEVEZETÉS

A bitumenek, bitumenes kötőanyagok követelményeit elsősorban a különböző hőmérsékleti tartományokban megfigyelhető fizikai tulajdonságok alapján határozzák meg. Világosra került, hogy a legelterjedtebb bitumenosztályozási rendszerek úgynevezett empirikus vizsgálatokra épülnek, melyek olyan mérési módszerek, amelyek közvetlen tapasztalaton, megfigyelésen vagy kísérleteken alapulnak, mint például a tűpenetráció (MSZ EN 1426, 2016), amely a pályaszerkezet közepes hőmérsékleti tartományán elvégzett

vizsgálat és a gyűrűs-golyós lágyuláspont (MSZ EN 1427, 2016) mérés, amely a magas használati hőmérsékletet jellemzi.

Az európai uniós keretszabályozás az egyes bitumenkategóriákra nem ír elő konkrét tulajdonsági határértékeket. Ehelyett a tagállamok saját hatáskörükben határozhatják meg a bitumenosztályokhoz tartozó tulajdonsági követelményeket, figyelembe véve a helyi éghajlati és forgalmi viszonyokat (MSZ EN 12591, 2009), (MSZ EN 14023, 2010).

Az uniós tagállamok esetében, az útépitési bitumeneknél az egyes penetrációs osztályokhoz rendelt gyűrűs-golyós lágyuláspont értékek között általában nincs jelentős különbség. Ezzel szemben a modifikált bitumeneknél érdemes eltérések figyelhetők meg: például, az ugyanazon penetrációfokozatú, magyar (PmB 45/80-65) és német (PmB 45/80-50 A) PmB-típusoknál eltérő lágyuláspont-követelményeket írtak elő (e-UT 05.01.26, 2018), (TL Bitumen-StB 25, 2025).

Eredetileg ezeket az empirikus mérési módszereket egyszerű, módosítatlan bitumenek vizsgálatára fejlesztették ki. Az elmúlt időszakban végzett kutatások számos hiányosságra és pontatlan eredményre mutattak rá, különösen az anyagok növekvő komplexitása és módosítási technikái miatt. Ezek a vizsgálatípusok, többek között, sem a polimerrel módosított bitumenek, sem pedig a visszanyert aszfaltburkolatból származó, öregedett kötőanyagok jellemzésére nem bizonyulnak megfelelőnek (Guericke, 2010; Mattischek et al., 1996; Radenberg et al., 2014).

Az Egyesült Államokban az útépitési bitumenek minősítésében már nem alkalmazzák a hagyományos empirikus vizsgálatokat, mint például a penetráció vagy a gyűrűs-golyós lágyuláspont meghatározása. Ezeket a módszereket az 1987 és 1992 között megvalósított Stratégiai Autópálya-kutatási Program (Strategic High-way Research Program – SHRP) eredményeként bevezetett Superpave teljesítményosztályozási rendszer (PG) váltotta fel (Roberts et al., 1996), amely a kötőanyagok viselkedését reológiai paraméterek alapján értékeli (AASHTO M320, 2023).

A rendszerben a kötőanyag magas hőmérsékleti teljesítményének meghatározására dinamikus nyíróreométert (DSR) alkalmaznak (AASHTO T315, 2024). A magas hőmérsékleti PG-osztályt a komplex nyírási modulus (G^*) és a fázisszög (δ) kapcsolatából számított $G/\sin\delta^*$ paraméter segítségével határozzák meg. A kritikus hőmérsékletet a nem öregített kötőanyagon mért $G/\sin\delta \geq 1,00 \text{ kPa}^*$ (1,59 Hz/s frekvencián), valamint az öregített kötőanyagon mért $G/\sin\delta \geq 2,20 \text{ kPa}^*$ határértékek alapján állapítják meg, ahol az öregítést Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT) eljárással végzik (AASHTO T 240, 2023). A δ a DSR-vizsgálat

során meghatározott fázisszöget jelöli. A meghatározott határértékek célja annak biztosítása, hogy a kiválasztott kötőanyag megfelelő ellenállást mutasson a magas hőmérsékleten fellépő, maradó deformációval szemben.

Számos kutatás azonban rámutatott arra, hogy a $G/\sin\delta^*$ barázdálódási paraméter nem minden esetben képes megfelelően előre jelezni a polimerrel módosított kötőanyagok teljesítményét, és gyakran gyenge korrelációt mutat az aszfaltkeverékek viselkedésével (Bahia et al., 2001; Biro et al., 2009; Shenoy, 2002). Ennek következtében az Egyesült Államokban 2015-ben a módosított kötőanyagok magas hőmérsékleti teljesítményének meghatározására a többszörös feszültségű kúszás- és helyreállási vizsgálatot (MSCR) is bevezették a szabványos vizsgálati eljárások közé (ASTM D7405-15, 2021).

Ugyanakkor az MSCR-vizsgálat alkalmazása során is jelentkezhetnek bizonyos korlátok. Egyes kutatók szerint a DSR-vizsgálat bizonyos esetekben nem képes teljesen késleltetésmentesen alkalmazni a blokkyszerű feszültségelet rövid kúszási periódusok esetén. Amennyiben a kúszási periódus elméleti vége és a feszültség tényleges nullára csökkenése között időbeli eltérés lép fel, a feszültség rövid ideig az elméleti kúszási perióduson túl is növekedhet. Ilyen esetben a helyreállási fázis végén mért alakváltozás nagyobb lehet, mint a kúszási szakasz végén rögzített érték, ami a helyreállási paraméter (R) negatív értékét eredményezheti (Paez-Dueñas et al., 2016; Soenen et al., 2013). Ezért olyan korszerűbb vizsgálati módszerek bevezetése válik szükségessé, amelyek a reológia tudományára épülnek, és a modern kötőanyagok viszkoelasztikus viselkedésének jobb megértését teszik lehetővé.

2. HÁTTÉR-ELŐZMÉNYEK

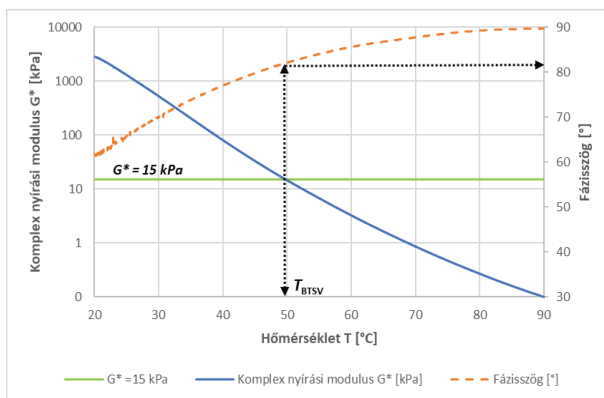
Különböző szerzők a módosítatlan kötőanyagok lágyulási pontját viszkozitás alapján, illetve oszcillációs mérésekkel, gyűrűs és golyós lágyuláspont hőmérsékletükön már korábban meghatározták (Radenberg et al., 2016; Radenberg et al., 2014). Mindazonáltal, a módosított kötőanyagok vizsgálatakor a reológiai paraméterek és az empirikus lágyulási pont között megbízható korreláció nem volt megfigyelhető. Alisov

(2017) kimutatta, hogy a lágyuláspont hőmérsékletén a polimerrel módosított kötőanyagok lényegesen alacsonyabb komplex nyírási modulusúak (akár $G^* = 2563$ Pa), míg a legmagasabb értéket 50/70 jelű normál kötőanyagnál mérték ($G^* = 15\,682$ Pa). Mintegy 13 kPa-os különbség hozzávetőleg 12,5 °C-nyi hőmérséklet-eltérésnek felel meg. Ez a tartomány a lágyuláspont hőmérsékletén fennálló anyagállapot közelítő reológiai egyenértékűségét szemlélteti. Ami pedig azt jelenti, hogy a lágyuláspont az egyenértékű reológiai anyagállapotot csak nagyon közelítően képes jellemezni.

A DSR berendezés és vizsgálati módszer a kötőanyag lágyulási állapotának meghatározására megbízható kísérleti alternatívát kínál. A modifikálatlan kötőanyag mérési eredményei alapján, a lágyuláspont hőmérséklete olyan anyagállapotot képvisel, amelyet $G^* = 15$ kPa komplex nyírási modulus jellemez, amit Radenberg et al. (2016) feltáró vizsgálatai is megerősítettek. A modifikált kötőanyagok esetében azonban a lágyulási állapot meghatározása az empirikus lágyuláspont alapján nem elegendő (Alisov, 2017). Ehelyett a $G^* = 15$ kPa küszöbértéket a polimerrel modifikált bitumenekre is alkalmazzák annak érdekében, hogy a különböző kötőanyagokat egyenértékű reológiai tulajdonságok alapján lehessen jellemezni. A DSR alkalmazásának előnyei közé tartozik a reológiai adatok előállítása, a kis anyagszükséglet, valamint a vizsgálati eljárás egyszerűsége és gyorsasága. Ezért a 15 kPa-os nyírási modulushoz tartozó izomodulus-hőmérséklet meghatározásával, a kötőanyag magas hőmérsékleten mutatott anyagviselkedése jól jellemezhető.

A bitumenes kötőanyagok jellemzésére, a fenti következtetések alapján, a német Braunschweigi Egyetemen egy egyszerű módszert, a Bitumen Typisierung Schnell Verfahren (BTSV) (DIN 52050, 2018), másnéven a gyors bitumenkategorizáló eljárást dolgoztak ki. A BTSV módszer a lágyuláspont koncepcióját a dinamikai nyíró reométerre (DSR) helyezi át. A szokásos 25 mm-es átmérőjű, párhuzamos lemezes geometriájú kötőanyagmintára állandó oszcillációs nyírófeszültséget (500 Pa) és frekvenciát

(1,59 Hz/s) alkalmaznak, miközben a hőmérsékletet fokozatosan emelik (20 °C-tól 90 °C-ig, $\Delta T = 1,2$ °C/perc) mintegy 60 perces időtartamon keresztül. Az új német eljárással a lágyulási állapotot két fő paraméterrel jellemzik: a lágyulási hőmérséklettel (T_{BTSV}), és a fázisszöggel (δ_{BTSV}), amelyeket a komplex nyíró modulus ($G^* = 15,0$ kPa) értéknél vesznek fel (1. ábra).



1. ábra: A komplex nyírási modulus és a fázisszög tipikus görbéi, a vizsgálati hőmérséklet függvényében

(Forrás: saját szerkesztés)

2025. év elején Németországban hatályba lépett (TL Bitumen, 2025) a német útügyi szabályozási rendszer (FGSV) keretében kiadott nemzeti előírás, amely az útépitési bitumenek és a polimer-módosított bitumenek minőségi és vizsgálati követelményeit határozza meg. A dokumentum az (EN 12591, 2009) és (EN 14023, 2010) európai bitumenes keretszabványokra épül, azonban azokat kiegészítve részletesebb fizikai, reológiai és öregedési paramétereket határoz meg, különös tekintettel a hőmérséklet- és terhelésfüggő viselkedésre. A szabályozás a hagyományos konzisztencia-jellemzők (pl. penetráció, lágyuláspont) mellett tartalmazza a BTSV eljárással végzett paramétereket is: T_{BTSV} és δ_{BTSV} . Ezzel Németország az első európai ország, ahol a nemzeti követelményrendszerben már határértékekkel megjelentek ezen paraméterek.

Viszont a BTSV vizsgálati eljárás még nem került be az európai szabványosítási keretrendszerbe. A szabályozó testület a 2010-es évek óta foglalkozik a teljesítményalapú bitumenosztályozás meghatározásával. 2020-ban ez a testület még csak a modifikált bitumenekre képzelte el a teljesítményalapú osztályozást (prEN

14023, 2020), keretelőírásban még öregítés nélkül T_0 és δ_0 került be a viszkoelasztikus viselkedés magas hőmérsékletének meghatározására a két paraméter. A legutolsó munkapéldányban „Bitumens and bituminous binders – Complementary performance-related specification framework” (CEN/TC 336, 2025) T_1 és δ_1 paraméterként szerepel RTFOT – rövidtávú öregedés után mért értéként (EN 12607-1, 2025).

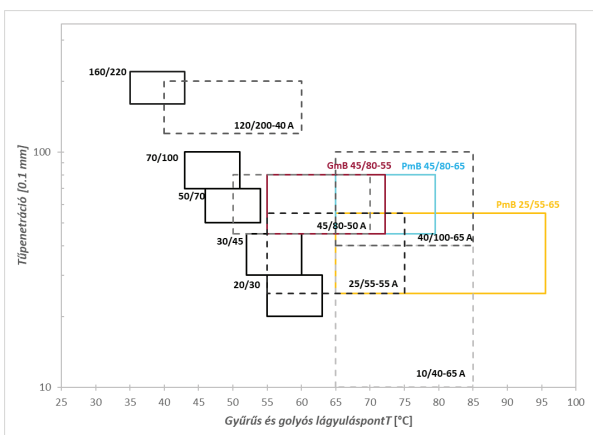
Az erre vonatkozó harmonizált szabályozás hiányában, a BTSV alkalmazása a magyar műszaki előírásokban vizsgálendő paraméterként sem jelent meg. Ennek következtében a Magyarországon alkalmazott bitumenek BTSV szerinti kategorizálását mindeddig nem végezték el; a jelen cikk ennek megfelelően az első olyan átfogó jellegű tanulmány, amely e kérdéskört rendszerezett módon tárgyalja.

3. MÓDSZERTAN

3. 1. Magyar és német modifikált bitumenek különbségei

A 2. ábrán látható, hogy az empirikus jellemzők tekintetében, a hazai (színes vonal) és a német polimerrel modifikált bitumenek (szürke szaggatott vonal) követelményrendszer között kimutatható eltérések tapasztalhatók. Például, a német PmB 25/55-55 típusnál a magyar előírás a gyűrűs-golyós lágyulásponthoz magasabb, mintegy 65 °C-os minimum követelményt rögzít, erre a német szabályozás 55 °C-os értéket ír elő. Ez a különbség abból adódik, hogy az európai keretszabvány (MSZ EN 14023, 2010) lehetőséget ad a tagállamok számára, hogy nemzeti előírásaikban a bitumenosztályokhoz tartozó tulajdonsági határértékeket – a helyi klimatikus adottságok, forgalmi terhelések és pályaszerkezeti gyakorlat figyelembevételével – megválasszák. A német PmB bitumenek lágyuláspont felső határértékét a ZTV Asphalt-StB 07/13 (2013) előírás által meghatározott, az aszfaltból visszanyert bitumen maximálisan megengedett értékei alapján határozták meg. Magyarországon nincs ilyen jellegű felső korlátozás az empirikus lágyuláspont tekintetében, ezért mi az összehasonlíthatóság végett az egyes bitumen típusok számtani átlagához hozzáadtunk

két szórás értéket ($\bar{X} + 2SD$) vettük alapul, normál eloszlást feltételezve ez az eredmények kb. 95%-át lefedi, a kiugró szélsőértékek nélkül. Ellenben a folytonos fekete vonallal lehatárolt, utépítési bitumenek (EN 12591 szerinti penetrációs osztályok) esetében, a hazai és a német előírások között nincs különbség, mivel ezeknél az osztályoknál a harmonizált európai szabványrendszer követelményei egységesen érvényesülnek, így a penetráció és a gyűrűs-golyós lágyuláspont határértékei egyformán alulról és fentről is korlátozottak.



2. ábra: Magyar és német bitumenek lágyuláspont és penetráció határértékei
(Forrás: saját szerkesztés)

3. 2. Alapanyagok bemutatása

A kutatás tárgya 5 különböző, a hazai aszfalt-utépítésben leggyakrabban használt bitumen típusok mintavételezése a Duna Csoport egyes aszfaltkeverő telephelyein, 2022 és 2023 között, kb. 100 tonna felhasznált bitumenen mennyiségként történt. Összesen 139 db bitumenminta állt rendelkezésünkre: két normál utépítési bitumennel - B50/70 és B70/100 -, valamint három modifikált bitumenes kötőanyaggal – 2 db SBS-modifikált (PmB 25/55-65, és PmB45/80-65) bitumen, és egy speciális, kémiaiilag stabilizált gumival modifikált GmB 45/80-55 bitumen – kategóriákkal foglalkoztunk. Meghatároztuk a konvencionális, empirikus tulajdonságok (tűpenetrációs, és gyűrűs-golyós lágyuláspont érték) mellett a BTSV eljárással mért, két paramétert, azaz a lágyulási hőmérsékletet (T_{BTSV}) és az ehhez tartozó fázisszöveget (δ_{BTSV}). Nem

részletezzük az összes minta eredményét, hanem az 1. táblázatban a vizsgált tulajdonságokat összesítettük, meghatároztuk az egyes paraméterek átlagát, maximum és minimum értékeit.

alakját, és adott terhelés hatására elfolyik. Az eddigi kutatások alapján, a nem módosított bitumeneknél az empirikus lágyuláspont hőmérséklete közelítőleg megegyezik azzal a hőmér-

Minta típusa	Darabszám	Vizsgált paraméter	Átlag	Max	Min
B 50/70	20	LP [°C]	50.77	53.40	49.00
		Penetráció [0,1 mm]	58.15	69.00	52.00
		T_{BTSV} [°C]	51.01	54.20	48.70
		Fázisszög, δ [°]	81.48	83.50	79.20
B70/100	20	LP [°C]	46.25	48.60	43.50
		Penetráció [0,1 mm]	84.00	93.00	73.00
		T_{BTSV} [°C]	46.57	49.40	44.50
		Fázisszög, δ [°]	82.95	84.10	78.80
GmB 45/80-55	29	LP [°C]	61.22	70.40	55.50
		Penetráció [0,1 mm]	45.13	49.20	39.10
		T_{BTSV} [°C]	59.64	68.40	54.80
		Fázisszög, δ [°]	57.03	66.20	40.30
PmB 25/55-65	38	LP [°C]	84.28	91.05	65.60
		Penetráció [0,1 mm]	42.21	52.00	29.50
		T_{BTSV} [°C]	56.57	64.40	51.90
		Fázisszög, δ [°]	59.46	64.40	55.05
PmB45/80-65	30	LP [°C]	70.75	78.90	63.35
		Penetráció [0,1 mm]	52.24	59.00	40.85
		T_{BTSV} [°C]	52.72	54.90	49.50
		Fázisszög, δ [°]	58.29	61.60	55.70

1. táblázat: Bitumentípusok vizsgálati darabszáma és paraméterértékeinek statisztikai jellemzői

(Forrás: saját szerkesztés)

4. EREDMÉNYEK

4. 1. A T_{BTSV} hőmérséklet és a gyűrűsgolyós lágyuláspont közötti kapcsolat vizsgálata

A bitumenes kötőanyagok magas használati hőmérséklete az aszfaltkeverékben való alkalmazási hőmérséklettartomány felső határa, amelynél a bitumen a jelentős alakváltozásnak, például a keréknyomvályú-képződésnek még ellenáll. Ez a jellemző különösen fontos nyáron, intenzív forgalmi terhelés esetében, mivel a bitumen konzisztenciája (állaga) egy adott hőmérséklet felett már nem képes megtartani az

séklettel, ahol a komplex nyírási modulus $G^* = 15 \text{ kPa}$ (T_{BTSV}). A modifikált bitumeneknél ez az összefüggés nem mindig áll fenn, mivel ezek az anyagok elasztikusabbak, azaz jobban visszanyerik alakjukat deformáció után. Ez az elasztikus viselkedés alacsonyabb fázisszöggel (δ_{BTSV}) jelenik meg – tehát a viselkedésük kevésbé viszkózus, inkább rugalmas. Emiatt a $G^* = 15 \text{ kPa}$ értéket nem azon a hőmérsékleten érik el, mint amit az empirikus gyűrűsgolyós lágyuláspont mutat (Alisov, et al., 2018).

A 3. ábrán a bitumenek lágyuláspontja (gyűrűsgolyós módszerrel mért érték, °C-ban) és a BTSV-módszerrel meghatározott jellemző

hőmérséklet (T_{BTSV} , °C) közötti összefüggés látható, a vizsgált modifikált és normál bitumenek esetében. Az útépitési bitumenek (B 50/70 és B 70/100) vizsgálata során a T_{BTSV} és az empirikus lágyuláspont között szignifikáns, közel lineáris kapcsolat figyelhető meg. A determinációs együttható, $R^2 = 0,81$, ami erős lineáris korrelációt jelez a két paraméter között. Ez arra enged következtetni, hogy az útépitési bitumenek esetében a magasabb lágyulásponttal rendelkező anyagok T_{BTSV} -értéke is arányosan növekszik. A jelenség hátterében az állhat, hogy e bitumenek reológiai viselkedését döntően az alapbitumen szerkezete és hőmérsékletfüggő, viszkoelasztikus tulajdonságai határozzák meg, így a hőérzékenységet jellemző paraméterek egymással összefüggő módon változnak.

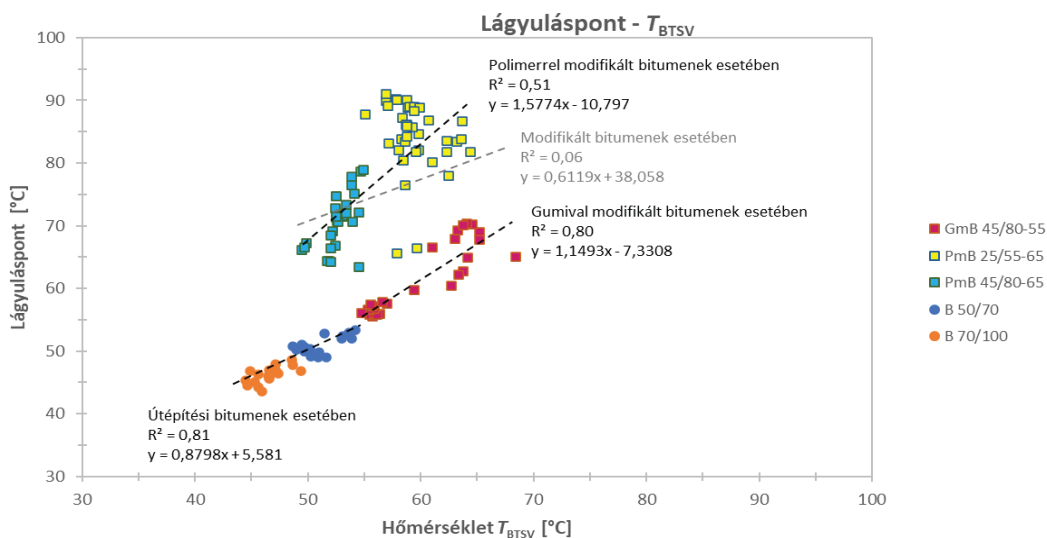
Ezzel szemben a modifikált bitumenek (PmB és GmB) esetében (3. ábra), a T_{BTSV} és a gyűrűs-golyós lágyuláspont között nem mutatható ki érdemi lineáris kapcsolat ($R^2 = 0,06$), ami statisztikailag nagyon gyenge, tulajdonképpen elhanyagolható korrelációt jelent. Ebben az esetben a lágyuláspont már nem kizárólag az alapbitumen tulajdonságait tükrözi, hanem azt a modifikálószerkek jelenléte is jelentős mértékben befolyásolja. A GmB 45/80-55 kategóriába tartozó minták eredményei a T_{BTSV} -lágyuláspont összefüggés vizsgálata során közel párhuzamosan, illetve gyakorlatilag a normál útépitési bitumenek regressziós egyenesét követve

helyezkedtek el. Ennek alapján, indokoltta vált a polimerrel modifikált bitumenek (PmB) és a gumibitumenek (GmB) statisztikai szétválasztása, mivel az együttes értékelés az egyes kötőanyagtípusok eltérő viselkedését elfedte.

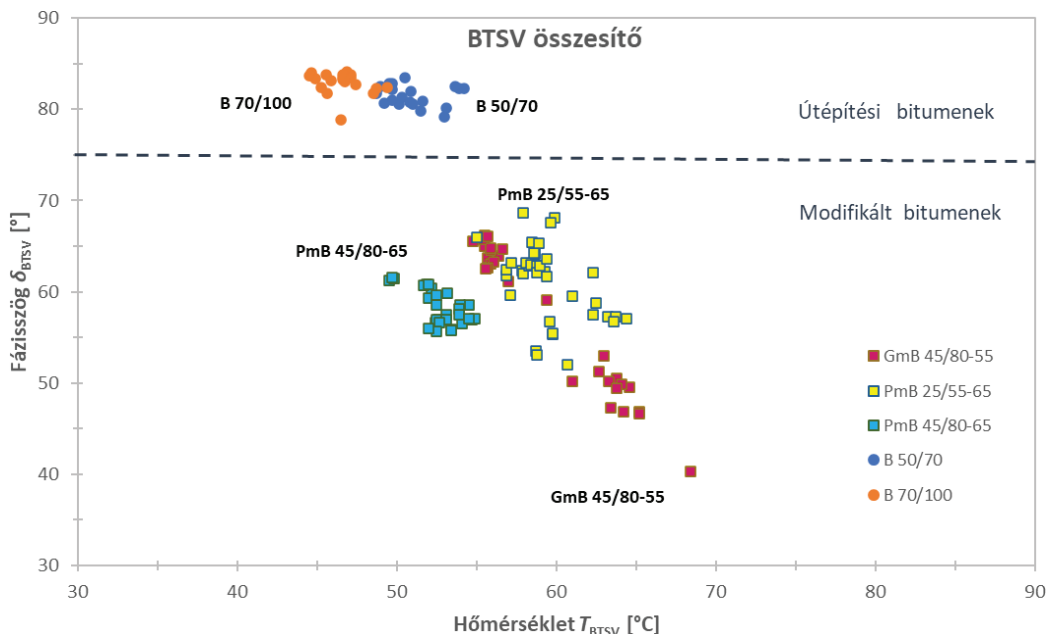
A GmB 45/80-55 kötőanyag esetében, a determinációs együttható, $R^2 = 0,80$ értékre adódott, ami a nem modifikált bitumeneknél tapasztalt értékkel gyakorlatilag megegyezik. Ebben az esetben a polimerrel modifikált bitumeneknél (PmB) ugyan növekedett a determinációs együttható értéke, azonban az R^2 mindössze 0,5 körüli értékre adódott. Ez közepes erősségű kapcsolatot jelez, amely már nem tekinthető megbízhatóan lineárisnak. Tehát itt is bizonyosodott, hogy PmB típusú kötőanyagoknál, a lágyuláspont hőmérséklete és a reológiai viselkedés ($G^* \approx 15$ kPa, δ) közti összefüggés nem lineáris és nem egyértelmű, mert a polimerrek elasztikus tulajdonságai a két mérés közti megfelelést „eltolhatják”. Így elmondható, hogy a klasszikus empirikus paraméterek önmagukban a viszkoelasztikus viselkedés pontos előrejelzésére nem elegendőek.

4. 2. BTSV paraméterek bemutatása

Az összes minta BTSV méréseiből származó, $G^*=15$ kPa reológiai küszöbértékhez tartozó T_{BTSV} [°C] hőmérsékletét és δ_{BTSV} [°] fázisszögét



3. ábra: A gyűrűs golyós lágyuláspont és T_{BTSV} közötti összefüggés útépitési SBS modifikált és gumival modifikált bitumenek esetén (Forrás: saját szerkesztés)



4. ábra: A BTSV eredmények összesítő ábrája, a $G^*=15$ kPa értéknél mért δ_{BTSV} fázisszög és T_{BTSV} hőmérséklet függvényében (Forrás: saját szerkesztés)

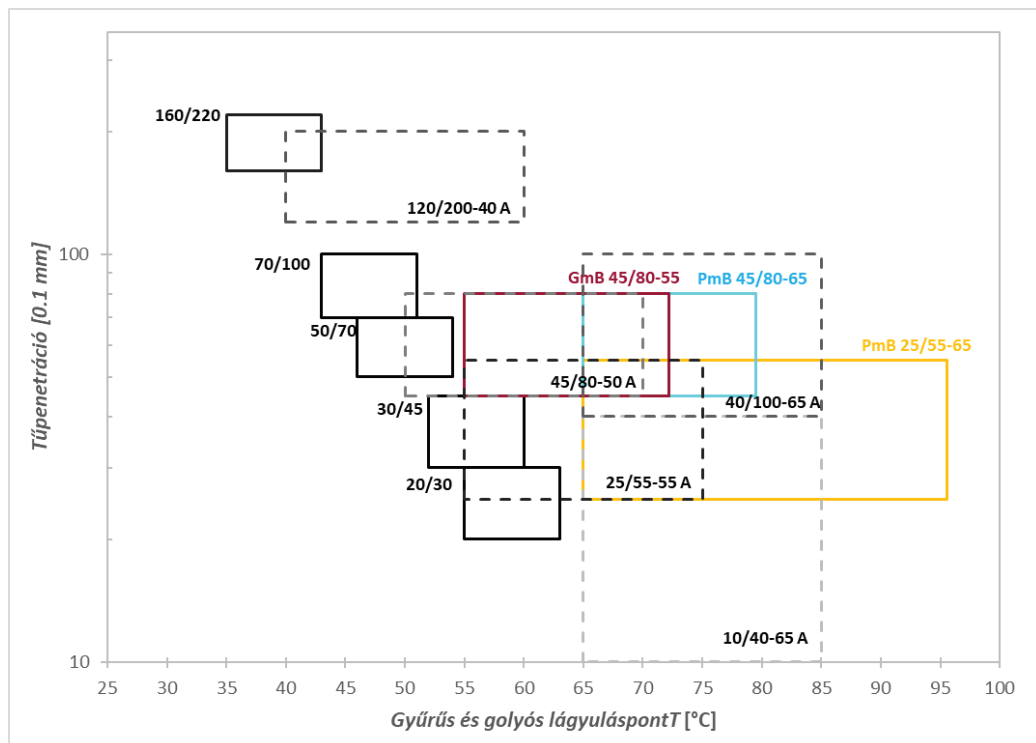
a 4. ábrán ábrázoltuk. A mérési eredmények grafikus ábrázolásából az útépítési bitumenek és a modifikált bitumenek két nagy csoportja világosan megkülönböztethető.

A módosítás elsősorban a bitumen viszkoelasztikus viselkedésének elasztikus komponensére van hatással. Az elasztikus rész mértékét a fázisszög fejezi ki. Minél nagyobb a modifikáció mértéke, annál alacsonyabb δ_{BTSV} érték várható (Alisov, 2017). Az eredmények alapján a hazai vizsgálati adatok esetében is jól meghatározható, a német szakirodalomban közölt eredményekkel összhangban álló határérték állapítható meg, amely a $\delta_{\text{BTSV}} = 75^\circ$ fázisszög értéknél definiálható. Ennek megfelelően azok a bitumenek, amelyek $\delta_{\text{BTSV}} > 75^\circ$ értékkel rendelkeznek, reológiai viselkedésük alapján túlnyomórészt viszkózus karakterűek, normál útépítési bitumeneknek tekinthetők. A $\delta_{\text{BTSV}} \leq 75^\circ$ értékű kötőanyagok viszont már jelentős elasztikus komponenssel bírnak, valamilyen modifikáció jelenlétére utalva.

A további elemzés során az egyes bitumentípusok jellemző tartományait is meghatároztuk, és az 5. ábrán téglalapokkal jelöltük a szélsőértékeket annak érdekében, hogy az egyes kategóriák vizuálisan is elkülöníthetők legyenek. A T_{BTSV} -hez

tartozó karakterisztikus értékek összehasonlítása rámutatott arra, hogy a szomszédos bitumentípusok között részleges átfedések figyelhetők meg. Ez az átfedés arra utalhat, hogy bizonyos hőmérsékleti és terhelési feltételek mellett, a különböző típusú kötőanyagok – különösen az átfedési zónákban – a magas használati hőmérséklet-tartományban hasonló, deformációs tulajdonságokat mutathatnak.

Az öt vizsgált bitumenkategória összehasonlító értékelése alapján megállapítható, hogy a két útépítési bitumen (B 50/70 és B 70/100), valamint a két polimerrel modifikált kötőanyag (PmB 25/55-65 és PmB 45/80-65) reológiai paramétereik alapján jól elkülönülő, statisztikailag is differenciálható csoportokat alkotnak. Ennek megfelelően e négy bitumentípus önálló, homogén csoportként kezelhető a magas hőmérsékleti teljesítmény szempontjából. A gumibitumen (GmB 45/80-55) azonban a vizsgált típusok között kivételt képez. Mind a fázisszög, mind pedig a lágyulási hőmérséklet tekintetében jelentős értékszórás figyelhető meg. A BTSV vizsgálatot itt is, a többihez hasonlóan, az előírásnak megfelelően végeztük el, tehát feltehetőleg nem a mérési körülmények okozhatták ezt a jelentős mértékű



5. ábra: A BTSV eredmények összesítő ábrája, $G^*=15$ kPa értéknél mért δ_{BTSV} fázisszög és T_{BTSV} hőmérséklet függvényében, a szélsőértékek lehatárolásával (Forrás: saját szerkesztés)

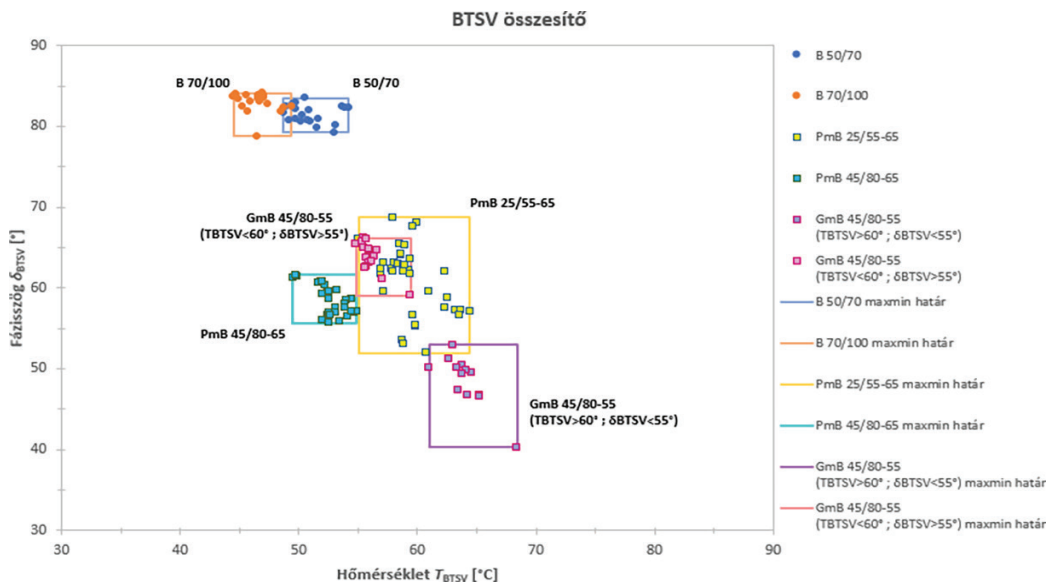
szóródást. A jelenség egyik lehetséges magyarázata a gumibitumen sajátos, többfázisú szerkezetében keresendő. Az aszfaltgyártás során végzett mintavételezéskor fennáll annak a lehetősége, hogy a levett kötőanyagminta nem volt teljes mértékben homogén. Ebből adódhattak a vizsgált minták heterogén reológiai tulajdonságai. Korábbi kutatások bizonyították már, hogy a modifikáló anyag típusa, valamint annak mennyisége a BTSV eredményre jelentős hatást gyakorol.

Tehát a modifikáció a T_{BTSV} értékének enyhe növekedését, valamint a δ_{BTSV} értékének csökkenését eredményezi. Nagyobb mértékű módosítás hatására, a fázisszög jóval alacsonyabb értéket vesz fel (Alisov, 2017).

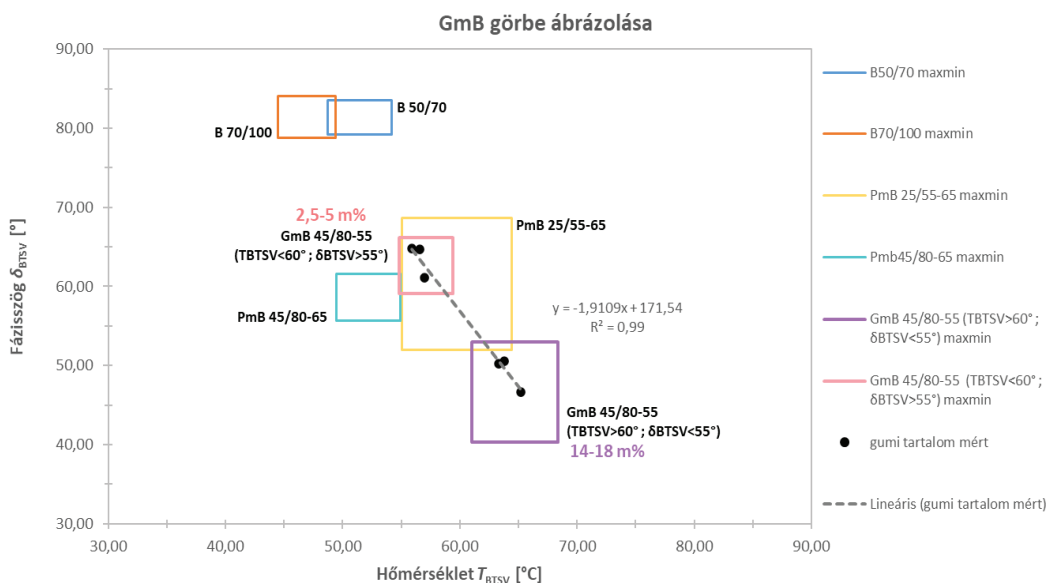
A vizsgált gumibitumen-minták eredményei alapján (6. ábra) a GmB 45/80-55 kategória két, egymástól jól elkülöníthető alcsoportba sorolható, amelyek eltérő karakterisztikával rendelkeznek. Az első alcsoport alacsonyabb lágyulási hőmérséklettel ($T_{BTSV} < 60$ °C) és ezzel

párhuzamosan magasabb fázisszöggel ($\delta_{BTSV} > 55^\circ$) jellemezhető. Ez a viselkedés nagyobb viszkozus komponensre utal, vagyis az anyag deformációval szembeni ellenállása, a vizsgált hőmérsékleti tartományban kisebb mértékben rugalmas jellegű. A második alcsoport ezzel szemben magasabb lágyulási hőmérsékletet mutat ($T_{BTSV} > 60$ °C), illetve alacsonyabb fázisszöggel rendelkezik ($\delta_{BTSV} < 55^\circ$). A kisebb δ_{BTSV} érték az elasztikus komponens erőteljesebb jelenlétét jelzi. E reológiai jellemzők alapján valószínűsíthető, hogy ebben a mintacsoportban a gumiőrlemény részaránya magasabb lehetett.

A fenti feltételezés igazolása érdekében, az AGTP 142-2020 ausztrál vizsgálati szabvány alapján, a vizsgált gumibitumen mindkét csoportjából kiválasztott mintáknál, Soxhlet-extrakciós eljárással a visszanyerhető, oldhatatlan gumitartalmat meghatároztuk. A vizsgálati eredmények alátámasztották feltételezésünket, miszerint a magasabb fázisszögű kategóriánál 2,5-5 tömeg%-nyi gumitartalom, míg az alacsonyabbnál 14-18 tömeg% körüli értékek adódtak (7. ábra).



6. ábra: A BTSV eredmények összesítő ábrája, a GmB 45/80-55 bitumennek $T_{BTSV} = 60^\circ\text{C}$ értéknél ketté osztott alcsoportjával (Forrás: saját szerkesztés)



7. ábra: A visszanyerhető gumiőrlemény-tartalom növekedésének hatása a T_{BTSV} (Forrás: saját szerkesztés)

Az eredmények egyértelműen igazolják, hogy a gumitartalom növekedése a reológiai viselkedés módosulásával szoros összefüggésben ($R^2 = 0,99$) áll: a nagyobb mennyiségű gumiőrlemény jelenléte fokozott elasztikus hozzájárulást eredményez, amely a fázisszög

csökkenésében és a magasabb T_{BTSV} -értékekben is megnyilvánul. Ez pedig megerősíti, hogy a gumibitumenek magas hőmérsékleti viskoelasztikus tulajdonságainak alakulásában a gumitartalom mennyisége meghatározó paraméter.

4. 3. A vizsgált bitumenek BTSV szerinti kategorizálása

A bitumenek tipizálásához ismételten a $T_{BTSV} - \delta_{BTSV}$ paraméterpár grafikus ábrázolását alkalmaztuk. A korábbiakhoz hasonlóan, a 8. ábrán az egyes bitumenkategóriák mérési eredményeinek szélsőértékeit feltüntettük fel, ugyanakkor az egyes típusokat egy-egy reprezentatív átlagponttal ($\bar{x}$) is jelöltük az ábrán. Az adatok pontosabb összehasonlíthatósága érdekében a kiugró szélsőértékeket statisztikai módszerrel szűrtük. A normáeloszlás (Gauss-eloszlás) feltételezésével, az „átlag ± 2 szórás ($\bar{x} \pm 2SD$)” intervallumot alkalmaztuk, az adatok megközelítőleg 95%-át lefedve. Ez a megközelítés lehetővé tette a kiugró szélsőséges értékek kizárását a kategorizálásból, miközben az adathalmaz reprezentatív része megmaradt.

A 8. ábrán feketével jelöltük a Németországban alkalmazott bitumenek BTSV-módszer szerinti kategorizálását, a $G^* = 15$ kPa érték-nél meghatározott lágyulási hőmérséklet (T_{BTSV}) és a hozzá tartozó fázisszög (δ_{BTSV}) függvényében. A körül határolt tartományok a német osztályozási gyakorlat szerinti bitumenes kötéanyag típusmezőket reprezentálják.

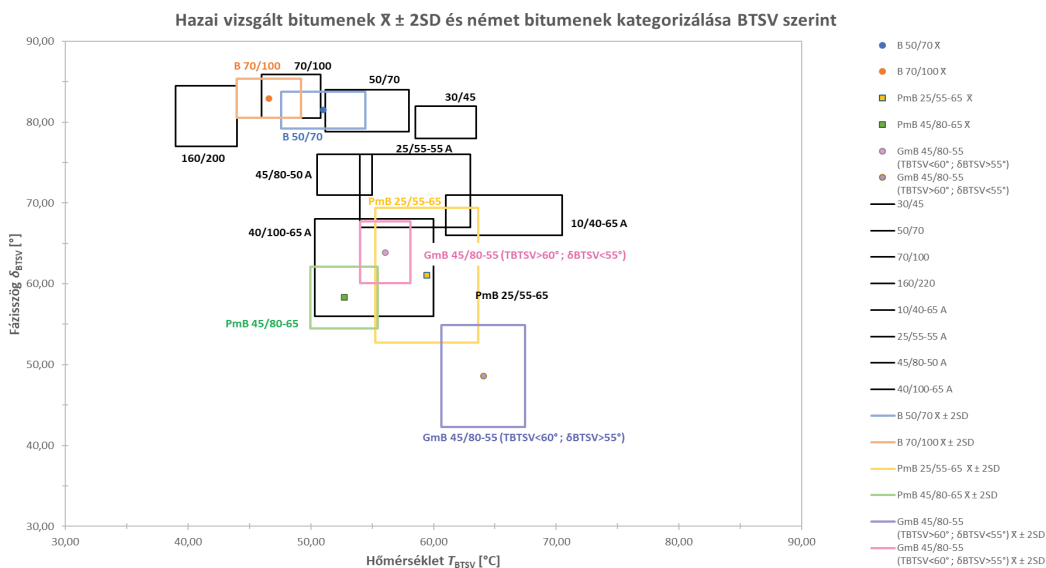
Az így meghatározott, $\bar{x} \pm 2SD$ határoló vonalakkal körülvett tartományok a magyarországi

mérések alapján definiált kategóriákat szemléltetik, amelyeket a német osztálymezőkkel együttesen ábrázoltunk, lehetővé téve a két rendszer közvetlen összevetését.

Megállapítható, hogy a vizsgált bitumentípusok mindkét ország esetében hasonló T_{BTSV} -tartományban helyezkednek el, ami arra utal, hogy a magas hőmérsékleti merevségi kritérium ($G^* = 15$ kPa) szerinti besorolás összhangot mutat.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A B 70/100 és a B 50/70 típusú hazai útépitési bitumenek átlagos $G^* = 15$ kPa értékhez tartozó hőmérséklete a hazai minták esetében alacsonyabb tartományban jelentkezik. Ennek következtében a magyar bitumenekhez tartozó kategóriahatárok a $T_{BTSV} - \delta_{BTSV}$ diagramon, a német bitumenek mezőjéhez képest balra tolódnak. Az útépitési bitumenek esetében, a fázisszög-tartományok az azonos penetrációs osztályba tartozó német bitumenekhez tartozó tartományokkal nagy mértékű átfedést mutatnak. Ez arra utal, hogy a δ_{BTSV} paraméter tekintetében, a hazai és a német útépitési bitumenek reológiai viselkedése hasonló jellegű, vagyis a viszkoelasztikus karakterben az azonos kategóriájú kötőanyagok között nem mutatkozik számottevő különbség.



8. ábra: Magyar bitumenek és német bitumenek BTSV szerinti kategorizálása

(Forrás: saját szerkesztés)

Ugyanakkor a polimerrel modifikált bitumenek (PmB) esetében, a fázisszög-értékekben markáns eltérés figyelhető meg. Az ugyanolyan penetrációs kategóriába tartozó német típusok (pl. 45/80-50 A és 25/55-55 A) jellemzően 65° feletti, inkább 70° körüli δ_{BTSV} -tartományban helyezkednek el, ezért ezeknél mérsékeltbb modifikáció feltételezhető. Ezzel szemben a vizsgált hazai típusok (PmB 25/55-65 és PmB 45/80-55) átlagosan 65° alatti fázisszöget mutatnak. Mivel az alacsonyabb δ_{BTSV} érték nagyobb rugalmas komponensre utal, valószínűsíthető, hogy a vizsgált magyar gyártású PmB kötőanyagok magasabb SBS-polimer tartalommal, illetve intenzívebb modifikációval készültek.

Érdemes külön megvizsgálni a GmB 45/80-55 gumibitumen viselkedését. A minták egyik alcsoportja ($T_{\text{BTSV}} < 60^\circ\text{C}$; $\delta_{\text{BTSV}} > 55^\circ$) reológiai paraméterei alapján, hasonló tulajdonságokat mutatott, mint a német 40/100-65 A típusú bitumen. Ezzel szemben a másik alcsoport ($T_{\text{BTSV}} > 60^\circ\text{C}$; $\delta_{\text{BTSV}} < 55^\circ$) teljes mértékben elkülönül a többi kötőanyagcsoporttól mind a hazai, mind pedig a német bitumenekhez viszonyítva. Ez az elkülönülés a magasabb T_{BTSV} hőmérséklettel és alacsonyabb fázisszöggel jellemezhető, ami a gumitartalomnak köszönhetően, jelentősebb elasztikus viselkedésre és intenzívebb modifikációs hatásra utal.

A BTSV módszernél bebizonyosodott, hogy egyetlen gyors mérési eljárással kiváltható a két hagyományos vizsgálat (tűpenetráció, gyűrűs és golyós lágyuláspont). A DSR készüléknek köszönhetően csökken a szükséges mérési minta mennyisége, sokkal pontosabb eredmények nyerhetők. Ezekon felül pedig sokkal részletesebb leírás kapható az egyes kötőanyagtípusok teljesítményéről.

A BTSV paraméterek közül a fázisszög bevezetése okozta a nagy áttörést a bitumenes kötőanyagok vizsgálatában, mivel ennek köszönhetően mérhető elemzés készíthető az ugyanolyan lágyulásponttal rendelkező bitumenek eltérő viselkedéséről. A δ_{BTSV} értéke hiánypótló kiegészítő információt nyújt az anyag rugalmas komponenséről, amit az empirikus vizsgálatok nem tudnak megmutatni. Segítségével számszerűen megállapítható, hogy a kötőanyag módosítása milyen mértékű, hogyan változtatja annak viskoelasztikus tulajdonságait, és milyen mértékben lesz a hőmérséklet-változásra érzékeny.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- AASHTO M320-23-UL (2023) Standard method of test for performance graded asphalt binder. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO T 240-23-UL (2023) Standard method of test for effect of heat and air on a moving film of asphalt binder (Rolling Thin-Film Oven Test). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO T 315-12-UL (2024) Standard method of test for determining the rheological properties of asphalt binder using a dynamic shear rheometer (DSR). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AGPT/T142 (2020) AUSTROADS TEST METHOD – Rubber Content of Crumb Rubber Modified Bitumen: Soxhlet Method
- AL BTSV (DSR) (2018) Arbeitsanleitung zur Bestimmung des Verformungsverhaltens von Bitumen und bitumenhaltigen Bindemitteln im Dyna-mischen Scherrheometer (DSR) – Durchführung des BTSV (Bitumen-Typisierung-Schnell-Verfahren). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)
- Alisov, A. (2017) Typisierung von Bitumen mit tels instationärer Oszillations-rheometrie. Braunschweig: TU Braun-schweig (ISBS). 114 p.
- Alisov, A., Riccardi, C., Schrader, J., Falchetto, A. C. Wistuba, M. P. (2018) A novel method to characterise asphalt binder at high temperature. Road Materials and Pavement Design, 21(1), pp. 143-155. DOI: <https://doi.org/10.1080/14680629.2018.1483258>
- ASTM D7405-21 (2021) Standard test method for multiple stress creep and recovery (MSCR) of asphalt binder using a dynamic shear rheometer. West Conshohocken: ASTM International.
- Biro, S., Gandhi, T., Amirkhanian, S. (2009) Determination of zero shear viscosity of warm asphalt binders. Construction and Building Materials, 23, pp. 2080–2086. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.08.015>
- DIN 52050 (2018) Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – BTSV-Prüfung. Bitumen and bituminous binders – BTSV test. Berlin: German Standard.

- e-UT 05.01.26 (2018) Bitumenes kötőanyagok az útpályaszerkezetek aszfaltburkolati keverékeinek gyártásához
- Guericke, R. (2010) 100 Jahre Erweichungspunkt Ring und Kugel – Was kommt danach? Straße und Autobahn, 61(7), pp. 481–491.
- Mattischek, H.-P., Sobczak, R., Bleier, J. (1996) Der Einsatz eines neuen Meßgerätes in der Bitumenprüfung – Korrelation der Nullviskosität mit dem Erweichungspunkt Ring und Kugel. Bitumen, 1996(1), pp. 8–12.
- MSZ EN 12591 (2009) Bitumen és bitumenes kötőanyagok. Az útépítési bitumenek minőségi követelményei.
- MSZ EN 12607-1 (2025) Bitumen és bitumenes kötőanyagok. Hő és levegő hatására bekövetkező keményedéssel szembeni ellenálló képesség meghatározása. 1. rész: RTFOT-módszer.
- MSZ EN 14023 (2010) Bitumen és bitumenes kötőanyagok. Polimerrel modifikált bitumenek minőségének keretelőírása.
- MSZ EN 1426 (2016) Bitumen és bitumenes kötőanyagok. A tüpenetráció meghatározása.
- MSZ EN 1427 (2016) Bitumen és bitumenes kötőanyagok. A Lágyuláspont meghatározása. Gyűrűs-golyós módszer.
- Paez-Dueñas, A., Cabanillas, P., Carrera, V., Cerny, R., De Visscher, J., Durand, G., Lancaster, I. (2016) European round robin tests for the Multiple Stress Creep Recovery Test and contribution to the development of the European standard test method. Proceedings of the 6th Eurasphalt & Eurobitume Congress. DOI: <https://doi.org/10.14311/EE.2016.059>
- prEN 14023 (2020) Bitumen és bitumenes kötőanyagok. Polimerrel modifikált bitumenek minőségének keretelőírása. CEN
- CEN/TC 336 (2025) Bitumens and bituminous binders – Complementary performance-related specification framework. prEN XXXX:2025. Brussels: European Committee for Standardization.
- Radenberg, M., Gehrke, M. (2016) Assessing bitumen in the whole service-temperature-range with the dynamic shear rheometer. Prague, Czech Republic, E&E Congress, pp. 8-10. DOI: [dx.doi.org/10.14311/EE.2016.259](https://doi.org/10.14311/EE.2016.259)
- Radenberg, M., Nytus, N., Gehrke, M. (2014) Chemische und physikalische Eigenschaften der in Deutschland verwendeten Straßenbaubitumen. Straße und Autobahn, 65(11), pp. 851–860.
- Roberts, F. L., Kandhal, P. S., Brown, E. R., Lee, D. Y., Kennedy, T. W. (1996) Hot mix asphalt materials, mixture design, and construction. Lanham, MD: National Asphalt Pavement Association Education Foundation.
- Soenen, H., Blomberg, T., Pellinen, T., Laukkanen, O. (2013) The multiple stress creep-recovery test: A detailed analysis of repeatability and reproducibility. Road Materials and Pavement Design, 14, pp. 2–11. DOI: <https://doi.org/10.1080/14680629.2013.774742>
- TL Bitumen-StB 25 (2025) Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige. Polymermodifizierte Bitumen. FGSV-Verlag
- Wistuba, M. P., Alisov, A., Büchner, J. (2018) Das Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren. Straße und Autobahn, 8, pp. 645–652.
- ZTV Asphalt-StB 07/13 (2013) Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, FGSV-Verlag



Performance-based classification of hot behavior of domestic bitumens using the BTSV method

Keywords: BTSV- Bitumen Typisierungs Schnell Verfahren; SBS modified bitumen; chemically stabilized rubber modified bitumen; Soxhlet extraction

The European bitumen categorization is traditionally based on empirical tests, which are of limited suitability for the evaluation of modern, modified binders. In our research, we were the first to comprehensively apply the BTSV rheological method in Hungary on five bitumen types (B50/70, B70/100, GmB 45/80-55, PmB 25/55-65, PmB 45/80-65). We determined the T_{BTSV} and δ_{BTSV} values on a total of 137 industrial samples and compared them with the ring-ball softening point. According to the results, the BTSV method characterizes the performance of modified binders more reliably and shows clearer differences between the types tested.

Az elektromos személygépjárművek megtérülési sajátosságai és infrastruktúra-függő terjedési korlátai Budapest és agglomerációja térségében

Göntér Ábel^{1,*} – Dr. Lovas László³ – Dr. Sipos Tibor^{1,2}

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdaságtani Tanszék

²Közlekedéstudományi és Építésügyi Minőségellenőrző Intézet

³Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vasúti Járművek és Járműrendszeranalízis Tanszék

*felelős szerző

e-mail: gontar.abel@edu.bme.hu, lovas.laszlo@kjk.bme.hu, tibor.sipos@kjk.bme.hu

Kézirat benyújtva: 2026.05.27.

Kézirat elfogadva: 2026.06.23.



© Göntér Á., Lovas L., Sipos T.

Absztrakt

A tanulmány Budapest és a budapesti agglomeráció elektromobilitási folyamatait vizsgálja gazdasági és közlekedési szempontból. Az elemzés célja az elektromos és belső égésű motorral szerelt személygépjárművek üzemeltetési költségeinek összehasonlítása, valamint az elektromos hajtás gazdasági megtérülésének értékelése volt. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a gazdasági előnyök mértékét a felhasználási körülmények és a területi sajátosságok jelentősen befolyásolják.

Kulcsszavak: elektromobilitás, gazdasági megtérülés, ingázás, felhasználási körülmények

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2026.4.3>

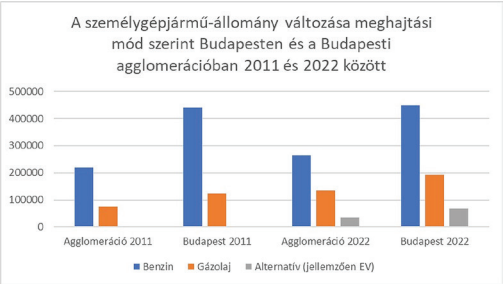
1. BEVEZETÉS

Az elektromobilitás fejlődése az elmúlt évtized egyik legjelentősebb közlekedési és energetikai átalakulási folyamatává vált Európában. A személygépjármű-állomány elektrifikációja szoros kapcsolatban áll az energiahatékonysági és klímavédelmi célkitűzésekkel, miközben az alternatív hajtásláncok terjedését gazdasági és infrastrukturális tényezők egyaránt befolyásolják (Alatawneh et. al, 2026).

Budapest és a budapesti agglomeráció Magyarország legnagyobb közlekedési és gazdasági

koncentrációját alkotja, ahol az ingázási folyamatok kiemelt szerepet töltenek be. A főváros munkaerőpiaci vonzáskörzetének folyamatos bővülése jelentősen növelte a napi közlekedési igényeket és a személygépjármű-használat szerepét. Ezzel párhuzamosan az elektromos és plug-in hibrid járművek száma is dinamikus emelkedik, azonban elterjedésük intenzitása területileg eltérő képet mutat. Budapest és agglomerációja ezért alkalmas az elektromos hajtás gazdasági megtérülésének és terjedési sajátosságainak vizsgálatára.

A személygépjármű-állomány változásának dinamikáját az 1. ábra mutatja be.



1. ábra: A személygépjármű-állomány változása meghajtási mód szerint Budapesten és a Budapesti agglomerációban 2011 és 2022 között (Forrás: TEIR(2026) alapján saját szerkesztés, <https://www.oeny.hu/oeny/teir>)

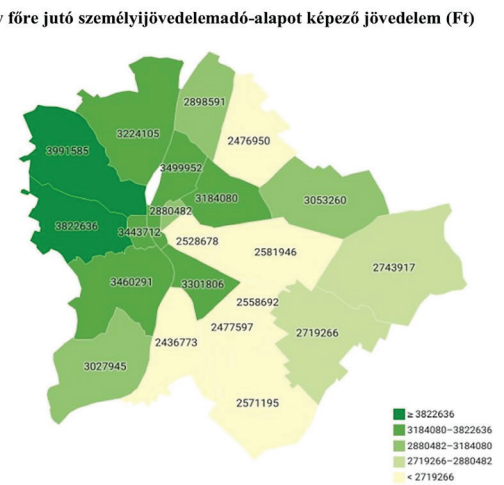
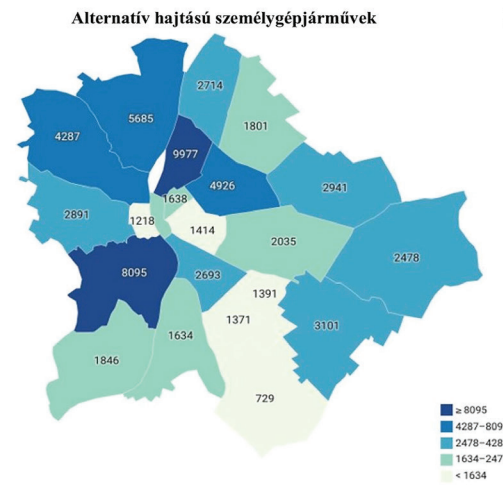
2. TERÜLETI LEHATÁROLÁS ÉS TÁRSADALMI HÁTTER

Az ingázási folyamatok alakulása szoros kapcsolatban áll Budapest központi gazdasági és társadalmi szerepével. A főváros koncentrálna az ország magasabb hozzáadott értékű munkahelyeinek jelentős részét, amely hosszú idő óta erős munkaerővonzó hatást eredményez. Ennek következtében a Budapestre irányuló napi mobilitás folyamatos növekedést mutat, különösen az agglomerációs települések esetében. Az 1. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy 2011 és 2022 között számottevően emelkedett a Budapestre ingázó foglalkoztatottak

	2011	2022
Bács-Kiskun vármegye	3 224	7 790
Baranya vármegye	741	2 968
Békés vármegye	857	3 943
Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye	2 629	8 874
Csongrád-Csanád vármegye	1 207	3 836
Fejér vármegye	11 556	18 525
Győr-Moson-Sopron vármegye	1 398	3 936
Hajdú-Bihar vármegye	1 399	5 322
Heves vármegye	4 738	8 815
Jász-Nagykun-Szolnok vármegye	3 774	8 340
Komárom-Esztergom vármegye	5 780	9 052
Nógrád vármegye	4 023	7 623
Pest vármegye	178 352	229 187
Somogy vármegye	1 131	4 206
Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye	1 180	7 591
Tolna vármegye	877	2 450
Vas vármegye	405	1 838
Veszprém vármegye	1 644	4 765
Zala vármegye	603	2 957

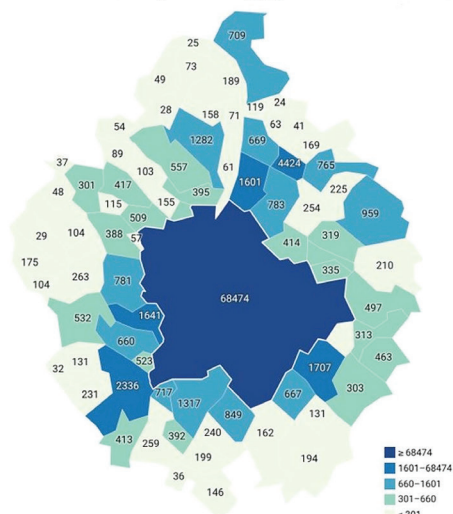
1. táblázat: A foglalkoztatott népesség Budapestre irányuló ingázási jellemzői vármegyenként 2011-ben és 2022-ben, fő mértékegységben kifejezve (Forrás: TEIR (2026) alapján saját szerkesztés, <https://www.oeny.hu/oeny/teir>)

száma, elsősorban Pest vármegyéből, ugyanakkor a távolabbi vármegyeiből érkezők aránya is növekedett. A folyamat a közlekedési igények erősödése mellett a társadalmi és gazdasági kapcsolatok térbeli kiterjedésére is utal, amely a személygépjármű-használat és az energiafelhasználás növekedésében egyaránt megjelenik.

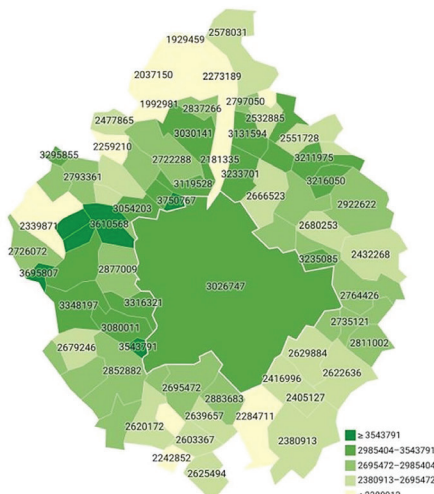


2. ábra: Az alternatív hajtású járművek és a jövedelmi viszonyok kapcsolata Budapesten (2022) (Forrás: TEIR (2026) alapján saját szerkesztés, <https://www.oeny.hu/oeny/teir>)

Alternatív hajtású személygépjárművek



Egy főre jutó személyijövedelemadó-alapot képező jövedelem (Ft)



3. ábra: Az alternatív hajtású járművek és a jövedelmi viszonyok kapcsolata a budapesti agglomerációban (2022) (Forrás: TEIR (2026) alapján saját szerkesztés, <https://www.oeny.hu/oeny/teir>)

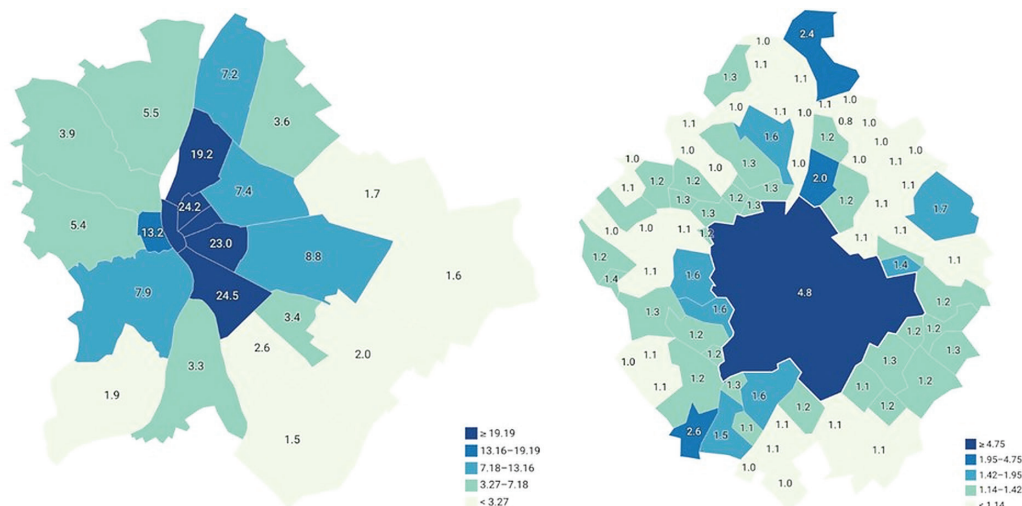
A 2. és 3. ábrák a jövedelmi viszonyok, valamint az alternatív hajtású személygépkocsik elterjedtsége közötti összefüggéseket szemléltetik. A megfigyelhető korreláció elsődlegesen azzal magyarázható, hogy a belső égésű motorral szerelt és az elektromos hajtású járművek között továbbra is számottevő árkülönbség áll fenn, amely nemcsak az újautó-, hanem a használtautó-piacon is érzékelhető. További meghatározó tényező, hogy az elektromos járművek elterjedésének kezdeti időszakában a piacon elérhető modellek jellemzően korlátozott hatótávolsággal rendelkeztek, ezért a háztartásokban elsősorban második járműként jelentek meg. Bár az akkumulátortechnológia fejlődésével párhuzamosan a hatótávolság jelentősen növekedett, a járművásárlás során továbbra is meghatározó szempont, hogy a háztartások többsége multifunkcionális felhasználásra alkalmas közlekedési eszközt keres. Ennek következtében az elektromos személygépkocsik egyes felhasználói megítélések szerint továbbra sem képesek minden esetben maradéktalanul kielégíteni ezeket az elvárásokat.

A 2. ábra arra is rámutat, hogy az elektromos járművek vásárlói jellemzően nem feltétlenül a legmagasabb jövedelmi kategóriából kerülnek ki, hanem abból a társadalmi rétegből, amely számára az üzemeltetési költségek gazdaságossága még releváns szempont, ugyanakkor már

rendelkezik az elektromos hajtású járművek magasabb kezdeti beruházási költségének finanszírozásához szükséges anyagi háttérrel.

A 3. ábra a jövedelmi tényezők mellett az agglomerációs térségek közlekedési sajátosságainak szerepére is rámutat. Azokon a területeken, ahol a helyi közösségi közlekedés színvonala alacsonyabb, vagy a reggeli és délutáni időszakokban rendszeres torlódások alakulnak ki, kedvezőbb alternatívát jelenthet egy elektromos jármű fenntartása a rövidebb távolságú, napi ingázási igények kielégítésére.

Az urbanizációs szerkezet szintén meghatározó tényezőként jelentkezik. A 4. ábrán látható térképek Budapest kerületeinek, illetve a budapesti agglomerációnak kettős karakterét rajzolják meg: a magas értékekkel jellemezhető belvárosi zónát és az azt körülvevő, alacsonyabb intenzitású, szuburbán övezetet. A belső fővárosi kerületekben az átlagos lakásszám 13–25 közötti, ami a sűrűn beépített, több lakásos társasházi szerkezetet jelzi. Ezzel szemben a külső városrészekben, valamint az agglomerációs településeken az értékek 1 közelébe csökkennek, ami az egy lakásos, családi házas beépítés túlsúlyára utal. Az otthoni töltetőség egyszerűen családi házas vagy társasház környezetben alakítható ki.



4. ábra: A lakó- és üdülőépületek átlagos lakásszáma (db/épület), 2011
(Forrás: TEIR (2026) alapján saját szerkesztés <https://www.oeny.hu/oeny/teir>)

3. MÓDSZERTAN

A kutatás során szekunder statisztikai adatbázisok, közlekedési mutatók és fogyasztási becslések kerültek felhasználásra. Az elemzés keretében meghatároztuk a személygépjárművek üzemeltetéséhez kapcsolódó energiafelhasználási jellemzők, különös tekintettel az egyes hajtáslánc-típusok közötti eltéréseket. A bemutatott módszertani megközelítés egységes szemléleti keretben vizsgálja a belső égésű motorral, valamint az elektromos hajtáslánccal rendelkező személygépjárművek üzemeltetéséhez kapcsolódó tüzelőanyag-, illetve villamosenergia-felhasználási összetevőket.

Magyarországon a legnépszerűbb kategória a B és C szegmensbe tartozó személyautók. Elektromos járművek tekintetében a jelenleg elérhető új autó kínálatból a 2. táblázat tartalmazza a főbb népszerű típusokat.

Jelen cikkben a vizsgálatok csak a tüzelőanyag-felhasználás, ill. energiafelhasználás költségére vonatkoznak. Egy jármű teljes üzemeltetési költségének ez csak egy része, azonban a bemutatott vizsgálatokhoz és módszerekhez kielégítő csak ezen információ ismerete. A számítások során a belső égésű motorral szerelt személygépjárművekre jellemző 5-10 liter/100 km fogyasztásértékek lettek figyelembe véve. A számítások során alkalmazott árakat a 3. táblázat

mutatja be. A nyilvános AC és DC töltők esetében az elérhető adatok átlaga került feltüntetésre. A töltések ára jelentősen eltérhet időszakról és egyéb kedvezményektől, ill. előfizetésektől függően.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A benzin- és a gázolajfogyasztásból, valamint az átlagos elektromos energiafelhasználásból származó kilométerre vetített költségeket mutatja be az 5. ábra.

Az ábrán jól látszik, hogy a benzin- és a gázolajfogyasztás költségei között nem mutatkozik szignifikáns különbség. Az elektromos árammal töltők esetében azonban a nyilvános töltőn vett energia ára már összemérhető nagyságrendű a kisebb benzin- és gázolajfogyasztással, míg otthoni töltés esetén (lakossági árammárral) ez az arány jóval kedvezőbb a felhasználó javára. Az utóbbi lehetőségének hiánya tehát az elektromosjármű-használók számára jelentős költséghátrányt eredményezhet. Az elektromos járművek további terjedésének – figyelembe véve a gazdasági racionalitást – ott van tere, ahol ez a kisebb költséggel történő töltés megvalósulhat. Jellemzően ezek az ingatlanok családi házak vagy társasházak. Ez a különbség ugyanakkor torzíthatja az elektromobilitás hozzáférhetőségét, és társadalmi egyenlőtlenségi kérdést is felvet.

Márka	Modell	Akkumulátor kapacitás (kWh)	Ár (Mill. HUF)	Gyorstöltési telj. (kW)	WLTP hatótáv	Fogyasztás (Wh/km)
Citroën	ë-C3 Long Range	44	9,9	100	326	13,497
Fiat	Grande Panda	44	10,2	100	322	13,665
BYD	Dolphin Surf Boost	43,2	9,8	85	322	13,416
Hyundai	Instan 49 kWh	49	10,7	85	370	13,243
Opel	Corsa Electric 54 kWh	54	12,7	100	429	12,587
Renault	552 kWh	55	12,9	100	412	13,350
Opel	Corsa Electric	50	12,2	100	357	14,006
Hyundai	Instan 42 kWh	42	10	73	325	12,923
BYD	Dolphin Surf Active	30	8	65	220	13,636
BYD	Dolphin	62	12,6	88	427	14,520
Peugeot	E-208 54 kWh	54	14,1	100	429	12,587
Peugeot	E-208	50	13,3	100	362	13,812
Dongfeng	Box	40	9,2	61	310	12,903
Renault	540kWh	40	11	80	310	12,903
Mini	Cooper SE	49,2	13,3	95	385	12,779
Leapmotor	T.03	37,3	7,5	45	265	14,075
Mini	Cooper E	36,6	11,8	75	295	12,407
Dacia	Spring	28,3	8,4	33	230	12,304
Fiat	500E	23,8	11	50	190	12,526
Citroën	ë-C3 Comfort Range	30	9	7,4	212	14,151
Volvo	EX30 Extended Range	69	16,6	175	476	14,496
Citroën	ë-C3 Aircross Long Range	54	11	100	400	13,500
Citroën	ë-C3 Aircross	44	10,2	100	306	14,379
Volvo	EX30	51	14	150	337	15,134
Opel	Frontera	44	10,9	100	310	14,194
Opel	Frontera Long Range	54	11,8	100	408	13,235
Ford	Puma Gen-E	53	12	100	376	14,096
Renault	452 kWh	55	13,6	100	409	13,447
Hyundai	Kona 65,4 kWh	68,5	15	105	514	13,327
BYD	Atto 3	62	15	110	420	14,762
Fiat	600E	54	14	100	408	13,235
Opel	Mokka	54	14	100	403	13,400
Renault	440 kWh	43	11,7	80	322	13,354
Jeep	Avenger	54	14,7	100	404	13,366
Peugeot	E-2008	50	14,4	100	340	14,706
BYD	Atto 2	45,1	11,4	65	312	14,455
Hyundai	Kona 48,6 kWh	51	13,3	75	377	13,528
Kia	Niro EV	68	16,5	80	460	14,783
				Átlag:		13,597

2. táblázat: A B és C-szegmensbe tartozó új elektromos személygépjárművek főbb műszaki jellemzői és energiafelhasználási adatai

(Forrás: Totalcar (2025) alapján saját szerkesztés, <https://totalcar.hu/magazin/2025/11/05/meglepo-eredmeny-a-legjobb-ar-ertek-aranyu-villanyauto-europai/>)

Tüzelőanyag és energia árak	
Benzin	580 Ft/l
Gázolaj	615 Ft/l
Lakossági rezsicsökkentett villamos energia	36,9 Ft/kWh
Lakossági villamos energia	70,1 Ft/kWh
Nyilvános DC töltő	232 Ft/kWh
Nyilvános AC töltő	225 Ft/kWh

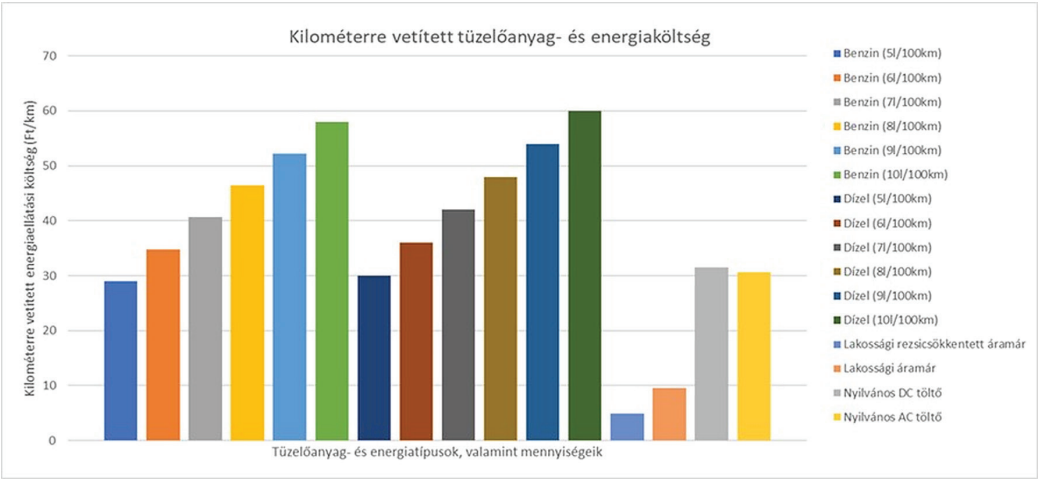
3. táblázat: Tüzelőanyag- és energiaárak

(Forrás: Villanyautósok (2026) alapján saját szerkesztés, <https://villanyautosok.hu/elektromos-auto-toltes-arak/#gid=1&pid=1>)

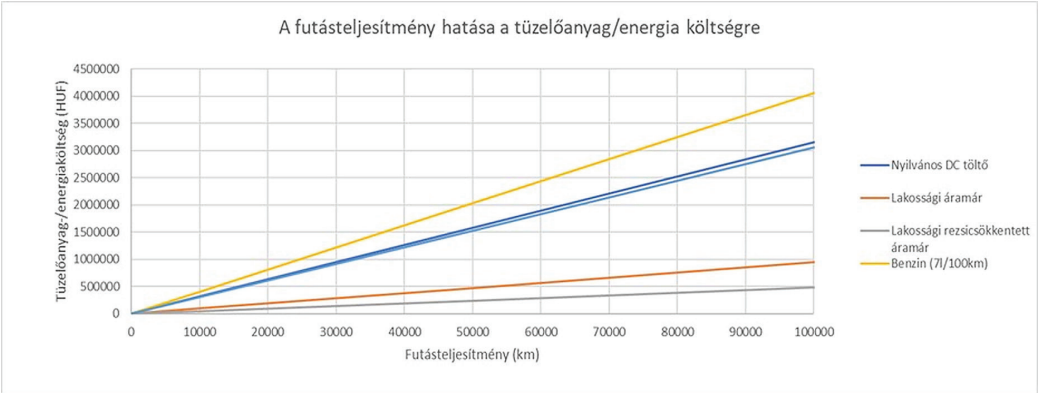
Az elektromos modellek jellemzően 30-50%-kal drágábbak a belső égésű motoros járművekhez képest. A többletköltséget kompenzálja az

elektromos járművek alacsonyabb üzemeltetési költsége. A futásteljesítmény és a tüzelőanyag-költség viszonyát mutatja be a 6. ábra.

Ugyanakkor, a magasabb vételi árat is figyelembe kell venni. Az elektromos felárat a következőkben 50%-nak definiáljuk. Ez a korábban említett B és C szegmensű elektromos autók átlagárához (kb. 12 M Ft) képest 8 M Ft átlagárat feltételez belső égésű motoros járműveket tekintve. Mindkét szám becslés, de a valóságot közelíti, valamint a járműválasztás preferenciáit és a realitást figyelembe vevő számok. A járművek bekerülési költségét és a kilométerre vetített tüzelőanyag-költség alakulását mutatja be a 7. ábra.



5. ábra: Kilométerre vetített tüzelőanyag- és energiaköltség (Forrás: saját szerkesztés)



6. ábra: A futásteljesítmény hatása a tüzelőanyag ill. energia költségre (Forrás: saját szerkesztés)

A 7. ábrán a B és C szegmensre jellemző tapasztalati 7 literes benzinfogyasztás (Göntér et al., 2026), valamint a korábban megadott 13,597 Wh/km energiafelhasználási átlaggal készült egyenesek láthatók. A legkedvezőbb esetben a megtérülés nagyságrendileg 110.000 km megtétele után következik be.

A beruházás megtérülése tovább javítható abban az esetben, ha az elektromos jármű töltése háztartási kiserőműből történik. Ilyenkor a jármű és a háztartási energiatermelő rendszer beruházási költségeinek amortizációja kedvezően erősítheti egymás gazdaságossági hatását, amelynek eredményeként az üzemeltetési költségek egyenértékűsége megközelítőleg 1–2 liter/100 km benzinfogyasztás költség szintjének feleltethető meg.

A megtérülési idő meghatározásakor az ingázási távolságok figyelembevétele is indokolt. Az agglomerációs települések esetében az átlagos közúti távolság került alkalmazásra az ingázási távolság meghatározásához, míg Budapest területén egységesen 10 km-rel számoltunk, amely a városközpont és a külső kerületek közötti átlagos távolságnak tekinthető. Ennek alapján a fővárost és agglomerációját magában foglaló régióra számított, lakosságszámmal súlyozott átlagos napi ingázási távolság 29,24 km-nek adódott.

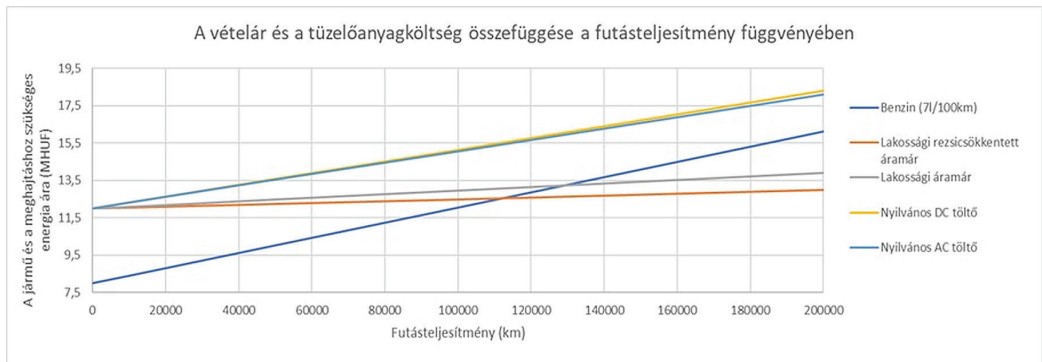
Éves szinten, 250 munkanapot feltételezve, ez 7310 km megtételt jelent kizárólag a munkába járáshoz kapcsolódó közlekedési igények figyelembevételével. Ugyanakkor a teljes éves futásteljesítmény jellemzően meghaladja ezt az értéket, és általában 10.000–20.000

km közötti tartományban alakul. A 4. táblázat részletesen bemutatja a megtérülési idő alakulását a különböző, jellemző futásteljesítmények figyelembevételével.

Éves futásteljesítmény	Megtérülési idő (hónap)	Megtérülési idő (év)
5000 km	264	22
7310 km	180,6	15
10000 km	132	11
15000 km	88	7,3
20000 km	66	5,5

4. táblázat: Az elektromos hajtáslánc felárának megtérülési ideje (Forrás: saját szerkesztés)

mindennapi használhatóság határozza meg. A legkeresettebb modellek jellemzően kompakt vagy kis méretű szabadidőjárművek, amelyek egyszerre alkalmasak városi közlekedésre és családi használatra. Egyre nagyobb az érdeklődés a hibrid és elektromos hajtás iránt, azonban a magasabb vételár és a töltőinfrastruktúra korlátai miatt ezek még nem váltak tömegmegoldássá. A használtpiacon továbbra is az alacsony fenntartási költségű, megbízható típusok dominálnak. Összességében a magyar vásárlók pragmatikusak: olyan járművet keresnek, amely hosszú távon gazdaságos, praktikus és lehetőség szerint környezetkímélő.



7. ábra: A vételár és a tüzelőanyag-költség összefüggése a futásteljesítmény függvényében (Forrás: saját szerkesztés)

5. ÖSSZEFOGLALÁS, ÉRTÉKELÉS

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az elektromobilitás gazdasági és környezeti előnyei jelentős mértékben függenek a felhasználási körülményektől és az infrastruktúrához való hozzáféréstől.

Az üzemeltetési költségek elemzése rámutatott arra, hogy az elektromos hajtás a jelenlegi energiaár-viszonyok mellett is kedvezőbb fajlagos energiafelhasználást biztosít a belső égésű hajtásláncokhoz képest, ugyanakkor az elérhető gazdasági előny mértéke érzékenyen függ a felhasználási körülményektől és a töltési lehetőségekhez való hozzáféréstől.

Fontos emellett kiemelni, hogy Magyarországon az autóvásárlási döntéseket elsősorban a költséghatékonyság, a megbízhatóság és a

Nemzetközi kutatási eredmények arra is rámutatnak, hogy a gazdasági fejlődés és a közlekedési eredetű kibocsátások kapcsolata hosszú távon nem feltétlenül lineáris. A gazdasági növekedés kezdeti szakaszában a mobilitási igények erősödésével párhuzamosan a közlekedés környezeti terhelése is növekedhet, azonban a technológiai fejlődés, az energiahatékonysági intézkedések és az alternatív hajtásláncok elterjedése kedvező irányú változásokat eredményezhet. Az elektromobilitás fejlődése és a közlekedési infrastruktúra korszerűsítése ezért nem kizárólag közlekedéstechnológiai kérdésként értelmezhető, hanem a fenntartható gazdasági fejlődés egyik meghatározó eszközeként is. (Al-lami et al., 2026)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A Doktoranduszi Kiválósági Ösztöndíj Program (DKÖP) által támogatott projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott, valamint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem támogatása alapján valósult meg.

A kutatást az OTKA – K21 – 138053 számú „Közúti közlekedési technológiák és beavatkozások fenntarthatósági szempontú életciklus-értékelése” című projekt támogatta, vezetője Szalmáné Dr. Csete Mária

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Lechner Tudásközpont (2026) Területi Információs Rendszer (TEIR). URL: <https://www.oeny.hu/oeny/teir> (Letöltve: 2026. május 20.).
- Totalcar (2025) Meglepő eredmény: a legjobb ár-érték arányú villanyautó Európai... URL: <https://totalcar.hu/magazin/2025/11/05/meglepo-eredmeny-a-legjobb-ar-ertek-aranyu-villanyauto-europai/> (Letöltve: 2026. május 20.).
- Villanyautósok (2026) Elektromos autó töltés árak. URL: <https://villanyautosok.hu/elektromos-auto-toltes-arak/#gid=18pid=1> (Letöltve: 2026. május 20.).
- Göntér, Á., Sipos, T. (2026) A hajtáslánc és a járműkialakítás szerepe a közúti közlekedés energiafelhasználásának csökkentésében. Közlekedéstudományi Szemle, 76(2), 37–42. DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2026.2.4>.
- Alatawneh, A., Al-lami, A., Török, Á. (2026) Long-term spatial and temporal projections of road transport emissions: The case study of Budapest. Cities, 175, 107132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2026.107132>.
- Al-lami, A., Török, Á. (2026) Economic Growth and Transport Emissions: Testing the Environmental Kuznets Curve in Austria and the Netherlands. Transportation Research Procedia, 93, pp. 71–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.11.011>



The Economic Viability Characteristics of Electric Passenger Vehicles and Their Infrastructure-Dependent Limitations on Adoption in the Budapest Metropolitan Area

Keywords: electric mobility, return on investment, commuting, usage conditions

This study examines the trends in electromobility in Budapest and its metropolitan area from economic and transportation perspectives. The aim of the analysis was to compare the operating costs of passenger vehicles equipped with electric and internal combustion engines, as well as to evaluate the economic return on investment of electric propulsion. Based on the results, it can be concluded that the extent of the economic benefits is significantly influenced by usage conditions and regional characteristics.





Emlékeztető az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről

Török Ádám¹, Horváth Balázs²

¹ egyetemi tanár, KJTБ elnök, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

² egyetemi tanár, KJTБ titkár, Széchenyi István Egyetem

e-mail: torok.adam@kjk.bme.hu, hbalazs@sze.hu

Kézirat benyújtva: 2026.05.22.

Kézirat elfogadva: 2026.06.17.



© Török Á., Horváth B.

Absztrakt

A dokumentum az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának 2026. március 18-i üléséről készült emlékeztetőt tartalmazza. Az ülés Dr. Katona András emlékének felidézésével indult, kiemelve sokoldalú pályafutását a sport, a közlekedési szakma és a tudományszervezés területén. Ezt követően három szakmai előadás hangzott el. Az első előadás a Közlekedéstudományi Szemle helyzetét és jövőjét tárgyalta, külön hangsúlyt fektetve a digitalizációra, az online publikációs rendszer bevezetésére és a nemzetközi indexálás (Scopus) felé tett lépésekre. A második előadás az útépitési laborvizsgálatok digitalizációját mutatta be, rámutatva az analóg, gyakran szubjektív módszerek korlátaira, valamint a digitális mérési és modellezési eljárások – például a fotogrammetria, a 3D-modelllezés és a mérőjárműves technológiák – előnyeire az objektivitás, a reprodukálhatóság és a hatékonyság szempontjából. A harmadik előadás a budapesti Duna-hidak történetét és szerkezeti fejlődését tekintette át, bemutatva a különböző hídtypusok mérnöki megoldásait, valamint a jövőbeli fejlesztési és rekonstrukciós kihívásokat. Az ülés összességében rámutatott a közlekedéstudomány hagyományainak és a digitalizáció által vezérelt innovációk együttes szerepére a tudományterület fejlődésében.

Kulcsszavak: MTA; közlekedéstudomány; digitalizáció; útépitési laborvizsgálat; hidak; Közlekedéstudományi Szemle

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2026.4.4>

Dr. Török Ádám, a bizottság elnöke köszöntötte a megjelenteket, a 2026. évi második tudományos ülésen 2026. március 18-án, majd ismertette a tervezett programot, mely szerint az ülés megemlékezéssel kezdődik, majd három szakmai előadásra kerül sor:

- Dr. Lakatos András (KTE): Közlekedéstudományi Szemle jövője.
- Dr. Nagy Richárd (SZE): Analóg vagy digitális? Tapasztalatok a közlekedésépítési laborvizsgálatok elvégzésének és kiértékelésének digitalizációjáról.
- Horváth Adrián (BME EMK HSZ): Dunahidak.

Dr. Török Ádám, a bizottság elnöke, felkérte Dr. Horváth Balázst, a Közlekedéstudományi Egyesület főtitkárát, hogy a közelmúltban elhunyt Dr. Katona Andrásra emlékezve, ossza meg gondolatait.

Dr. Horváth Balázs a megemlékezés során Dr. Katona András sokszínű életútját öt fő állomásra bontotta. Bemutatta a sportolót, a sportvezetőt, a szakembert, a tudóst és a tudományszervezőt.

Dr. Katona András fiatalon úszott, majd vízilabdázott, ennek köszönhetően a római olimpián 1960-ban tagja volt az ezüstérmes csapatnak. Aktív pályafutása után edzőként és sportvezetőként is tevékenykedett. Sportolói pályafutásával párhuzamosan indult el szakmai életútja. A Műegyetemen közlekedésmérnök, később a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetemen ipari szakközgazdász oklevelet szerzett, majd a MÁV-nál különböző beosztásokban dolgozott, végül a Közlekedési és Postaügyi Minisztériumban folytatta pályáját. 1990-től a Közlekedési Múzeum főigazgatója, közben a Műegyetemen meghívott előadóként is oktatott. 1991-ben a győri Széchenyi István Műszaki Főiskolán (korábban Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola) megalapította és vezette a Közlekedéstörténeti Tanszéket, ahol később címzetes főiskolai docensi címet kapott. 1997-ben doktori címet szerzett a Budapesti Műszaki Egyetemen.

1995-től 16 éven át volt a Közlekedéstudományi Egyesület főtitkára, majd tiszteletbeli főtitkára. 2007-től haláláig a Közlekedéstudományi Szemle főszerkesztője volt. Vezetése alatt a folyóirat elindult a SCOPUS-besorolás megszerzése felé, miközben megmaradt az egyetlen

magyar nyelvű közlekedési folyóiratnak, amelyet az MTA lektorált szakfolyóiratnak ismer el.

A megemlékezést követően Dr. Lakatos András, a Közlekedéstudományi Szemle megbízott főszerkesztője bemutatta a lap helyzetét és jövőképét. Elmondta, hogy a lap helyzete stabil, az elmúlt évben elindult elektronikus felület (OJS) segítségével a lap ismertsége és népszerűsége megnőtt, a korábbi évekre jellemző cikkhiány megszűnt. Jó úton halad a folyóirat SCOPUS-regisztrációs folyamata is (Lakatos et al., 2024).

Dr. Török Ádám megköszönte a tájékoztatást. A Szemle kapcsán Dr. Horváth Balázs kért szót, aki megköszönte Dr. Török Ádám és Dr. Lakatos András munkáját, hiszen a folyóirat korábbi lapszámait digitalizálták, és életre keltették az elektronikus felületet, amely mérföldkő a lap életében.

Dr. Török Ádám, a Bizottság elnöke, méltatta Dr. Lakatos András munkáját és felkérte a jelenlevőket is a megbízott főszerkesztő támogatására, munkájának segítésére. Kifejtette, reméli, hogy Dr. Lakatos András mihamarabb megkapja főszerkesztői kinevezését.

Ezt követően Dr. Török Ádám felkérte Dr. Nagy Richárdot előadásának megtartására.

Dr. Nagy Richárd bemutatta a Széchenyi István Egyetem Útépítési Laboratóriumát. Az útépítési laboratóriumok világa az elmúlt évtizedekben látszólag stabil alapokon állt, valójában azonban egy olyan terület, ahol a hagyomány és a korszerűség sajátos feszültségben létezik egymás mellett. A győri Útépítési Laboratórium példája jól mutatja ezt az átmeneti állapotot. Egy olyan intézményről van szó, amely egy időszakban háttérbe szorult, majd az elmúlt években új lendületet kapott és tudatos fejlesztési irányba fordult (Fahad et al., 2022a). Az esz-közpark bővítése és az új módszerek bevezetése mögött valójában egy mélyebb kérdés húzódik meg: hogyan lehet a hagyományosan analóg, sokszor szubjektív mérési eljárásokat objektív, digitális alapokra helyezni?

A közlekedésépítésben ma is számos vizsgálat olyan módszerekkel történik, amelyek az emberi megfigyelésre és tapasztalatokra támaszkodnak. Ezek a módszerek kétségtelenül működnek, azonban korlátaik egyre nyilvánvalóbbak

(Fahad et al., 2022b). Az eredmények gyakran operátorfüggők, a mérések időigényesek és sok esetben jelentős forgalomkorlátozással járnak. Eközben a digitális technológiák fejlődése lehetővé tette volna, hogy ezeknek a vizsgálatoknak egy jelentős része gyorsabban, pontosabban és reprodukálható módon történjen. A kérdés tehát nem az, hogy lehetséges-e a digitalizáció, hanem az, hogy miként és milyen mértékben valósítható meg.

A makroérdesség vizsgálata jól példázza ezt az átmenetet. A hagyományos homokmélység-mérés során egy ismert térfogatú anyagot szórunk a burkolat felületére, majd egyenletesen szétterítjük, és a kialakuló folt méreteiből következtetünk a felület érdességére. Ez a módszer egyszerű és régóta bevált, ugyanakkor rendkívül időigényes és nagyban függ attól, hogy a mérést végző személy mennyire precízen hajtja végre az egyes lépéseket. Ráadásul a teljes útpálya vizsgálatához a mérést sokszor, szinte monoton ismétlésekkel kell elvégezni, ami nemcsak lassítja a munkát, hanem a forgalmat is jelentősen zavarja.

Ezzel szemben a digitális megközelítés teljesen más szemléletet képvisel. A kézi szkennelrel végzett mérések során a burkolat felületéről nagy felbontású képsorozat készül, amelyből fotogrammetriai eljárással háromdimenziós modell állítható elő. Ez a modell nem csupán egyetlen értéket ad vissza, hanem a teljes felület geometriai leképezését is biztosítja. A pontfelhő sűrűsége olyan mértékű, hogy a felület mikroszerkezete is jól vizsgálhatóvá válik (Imoh et al., 2025). A feldolgozás során ugyan jelentős számítási kapacitásra van szükség, azonban az eredmény egy olyan digitális reprezentáció, amelyből különböző statisztikai és geometriai jellemzők is kinyerhetők.

A legfontosabb kérdés természetesen az, hogy ezek a digitális módszerek mennyire feleltethetők meg a hagyományos vizsgálatoknak. A tapasztalatok azt mutatják, hogy megfelelő feldolgozás mellett igen jó egyezés érhető el. A homokmélység és a digital twin alapú meghatározás közötti magas korreláció arra utal, hogy a digitális módszer nemcsak alternatíva, hanem hosszú távon akár kiváltó megoldás is lehet. Ez különösen fontos abból a szempontból, hogy a digitális modellek nemcsak mérésre, hanem további elemzésekre és szimulációkra is alkalmasak.

A mérőjárműves technológiák megjelenése újabb lépést jelent ebbe az irányba. A modern profilozó rendszerek képesek menet közben felmérni a burkolat állapotát és olyan paramétereket meghatározni, mint az IRI (International Roughness Index) vagy az MPD (Mean Profile Depth). Az IRI különösen érdekes mutató, hiszen nem egyszerű geometriai mérés, hanem egy dinamikai modell eredménye. A burkolat profilját egy virtuális járművel „járjuk végig”, és a jármű mozgásából következtetünk a burkolat egyenetlenségére. Ez a megközelítés jól tükrözi a valós közlekedési viszonyokat, hiszen nem csupán a felület alakját, hanem annak dinamikai hatását is figyelembe veszi.

A hálózati szintű vizsgálatok esetében a digitalizáció további előnyöket kínál. A mérési eredmények térinformatikai rendszerben való megjelenítése lehetővé teszi, hogy egy teljes úthálózat állapotát egyetlen áttekinthető felületen vizsgáljuk. A különböző paraméterek színezett térképi ábrázolása gyors döntéshozatalt tesz lehetővé és segít az erőforrások hatékony elosztásában.

A digitális technológiák alkalmazása azonban nem korlátozódik a felületi mérésekre. A fúrt magminták vizsgálata során például lehetőség nyílik arra, hogy a minták teljes felületét háromdimenziós modellként elemezzük. Ez új megközelítést tesz lehetővé a makroérdesség meghatározásában, hiszen nem a kiöntött anyag viselkedéséből következtetünk, hanem közvetlenül a felület geometriáját vizsgáljuk. Ez a szemléletváltás jól mutatja, hogy a digitalizáció nem csupán technológiai, hanem gondolkodásbeli változást is jelent (Fahad et al., 2022c).

Érdekes tapasztalat, hogy a burkolat tisztítása nem feltétlenül eredményez nagyobb makroérdességet. Elsőre logikusnak tűnne, hogy a szennyeződések eltávolításával a felület „érdeesebbé” válik, azonban a mérések azt mutatják, hogy bizonyos esetekben éppen az ellenkező hatás figyelhető meg. Ennek oka, hogy a finom szemcsék a felület pórusaiba mosódhatnak, és ezzel csökkentik a tényleges érdességet. Az ilyen jelenségek feltárása jól mutatja, hogy a digitális módszerek nemcsak mérésre, hanem a fizikai folyamatok mélyebb megértésére is alkalmasak.

A modellezés területén is jelentős változások figyelhetők meg. A hagyományos végecselmem-modellek egyszerűsített anyagjellemzőkkel

dolgoznak, amelyek nem tükrözik az aszfalt valós szerkezetét. A diszkrét elemes módszerek ezzel szemben lehetővé teszik, hogy a kőanyag valós geometriáját és kapcsolatrendszerét vegyük figyelembe. Ez sokkal realisztikusabb modellezést tesz lehetővé és új kutatási irányokat nyit meg a burkolatok viselkedésének megértésében.

A bitumen és a kőanyag kapcsolatának vizsgálata szintén jól példázza a digitalizáció előnyeit. A hagyományos módszerek vizuális becslésen alapulnak, ami elkerülhetetlenül szubjektív. A digitális képfeldolgozás ezzel szemben lehetővé teszi, hogy pixel szinten különítsük el a bitument és a kőanyagot, így pontos, reprodukálható eredményeket kapjunk. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a mérési bizonytalanság jelentős része nem az eljárásból, hanem a mintavételből ered, ami tovább erősíti az objektív módszerek szükségességét.

Összességében elmondható, hogy az útépitési laborvizsgálatok területén a digitalizáció nem csupán egy lehetőség, hanem egy szükségszerű fejlődési irány. A hagyományos módszerek értékei megmaradnak, azonban egyre inkább kiegészülnek, majd bizonyos esetekben digitális megoldásokkal is kiváltnak. A győri Útépitési Laboratórium ebben az átmenetben aktív szerepet vállal, és célja, hogy a jövő mérési és modellezési módszereit már ma a gyakorlatba ültesse.

Dr. Török Ádám megköszönte a bemutatást, majd felkérte Horváth Adriánt az előadásának megtartására.

Horváth Adrián ismertette a budapesti közúti Duna-hidak történetét, kifejtette, hogy az állandó hidak a hídépítés történetének bemutatására is kiváló lehetőséget nyújtanak. Magyar mérnökként büszkén vallhatjuk, hogy ezek a hidak a legmesszebbmenőkig igazodnak a környezeti adottságokhoz, szerkezetük és építéstechnológiájuk az adott kor színvonalát tükrözi, esztétikai értékük pedig méltó Budapest páratlan szépségéhez (Kövesdi et al., 2022).

A budapesti Duna-hidak teljes választékban és kivételes szépségben demonstrálják a hidak szerkezeti rendszereit. A széles Dunát áthidaló nagy nyílások jellemző terhelése a megoszló teher, amelynek hatása a hajlítónyomaték,

amelyet az adott kor technológiai színvonalán, illetve a különböző mérettartományokban három jellemző szerkezeti rendszerrel lehet felvenni: gerendával, ívvel és húzott kötélszerkezettel. Az előadás az adott helyen elsőként a Duna-hidak építésének sorrendjében mutatja be ezeket a szerkezeti rendszereket, valamint azok kiválasztásának okait. Ahol az külön érdekes, az előadás kitér a megvalósítás módjára, a hidak átépítése esetén pedig az építéstechnológiák változására is (Simon et al., 2015). Az előadás nagyon rövid kitekintést ad a jövőre is két konkrét példán keresztül: a legközelebb építeni tervezett Galvani úti Duna-híd és a kényszerűen majdan átépítendő műemlék Lánchíd ismertetésével.

Az első Széchenyi Lánchíd még a hídtervezés erőtani számítási lehetőségeinek fizikai és matematikai alapjainak megteremtéséhez közeli, valamint az építőanyagipar fejlődésének korai időszakában épült. Mindezek együttesen eredményezték, hogy – az építést megelőző rendkívül alapos előkészítés ellenére – átadása után 20–25 évvel már komoly problémák jelentkeztek a szerkezeten, s 1913-ban le kellett bontani. A második Lánchíd erőtan-számításában már a láncok és a merevítő tartó együttes viselkedését is figyelembe tudták venni, valamint az acélanyag is sokkal jobb volt, mint az előzőnél. A ma álló híd láncanyagának 76 %-a még az 1915-ben átadott hídból származik (Dunai et al., 2019).

A Margit hidat a Lánchíd tehermentesítése érdekében építették – kétsuklós ívek sorozatából álló szerkezeti rendszerrel. A pillérek elhelyezését a Duna áramlási viszonyaihoz igazították, mindenképpen elkerülendő a folyón jeges ár kialakulása.

A Szabadság híd rácsos gerincű gerendahíd a két pillérre támaszkodó konzolos szerkezetek közé befüggesztett gerendaszerkezettel. A gerenda felső öve rendkívül merész vonalú, szinte függőhíd formál. Az alsópályás szerkezet pályaszintje a bal és a jobb partra majdnem szintben tud csatlakozni.

Az első Erzsébet híd a Lánchíddal hasonlóan láncokon függő híd volt. A felszerkezet számítási eljárását ehhez a híddal Kherndl Antal dolgozta ki. A második Erzsébet hídban már kábeleket alkalmaztak a láncok helyett.

A Petőfi híd, az Árpád híd, a Rákóczi híd és a Deák Ferenc híd mind gerendahíd. Az acélnyag minősége és az építéstechnológiák fejlődése lehetővé tette, hogy viszonylag nagy nyílásokat gerendaszerkezettel gazdaságosan hidaljanak át.

A Megyeri híd ferdekábeles híd, amelynek attraktív építéstechnológiája az állványzatot fölöslegessé teszi, a tartószerkezet pedig gazdaságossága mellett látványos is.

Budapesten még legalább három Duna-hídra van szükség a közúti személy- és tömegközlekedés megfelelő kiszolgálásához. Ezeket a Duna-hidakat elődjeikhez méltó gondossággal kell megtervezni az adott helyszínre minden tekintetben a legjobban illeszkedő módon. Fel kell sajnos készülnünk gyönyörű történelmi emléktől Duna-hídjaink kényszerű átépítésére is, ami a műemléki környezetben komoly kihívást jelent. Erre példa a harmadik Lánchíd koncepciója.

Dr. Török Ádám megköszönte az előadást.

Ezt követően Orosz Csaba és Fleischer Tamás tisztázó kérdéseket tett fel Dr. Lakatos Andrásnak a Közlekedéstudományi Szemle jövőjével kapcsolatban, amelyekre az előadó megnyugtató választ adott.

Végül Dr. Török Ádám lezárta a bizottsági ülést.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Dunai, L., Horváth, A. (2019) Rehabilitation of historical bridges over the Danube in Budapest. *International Journal of Architectural Heritage*, 13(1), pp. 2-14. DOI: <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1497223>
- Fahad, M., Nagy, R. (2022a) Fatigue damage analysis of pavements under autonomous truck tyre passes. *Pollack Periodica*, 17(3), pp. 59-64. DOI: <https://doi.org/10.1556/606.2022.00588>
- Fahad, M., Nagy, R., Fuleki, P. (2022b) Creep model to determine rut development by autonomous truck axles on pavement. *Pollack Periodica*, 17(1), pp. 66-71. DOI: <https://doi.org/10.1556/606.2021.00328>
- Fahad, M., Nagy, R., Gosztola, D. (2022c) Pavement sensing systems: literature review. *Civil and Environmental Engineering*, 18(2), pp. 603-630. DOI: <https://doi.org/10.2478/cee-2022-0057>
- Imoh, U. U., Nagy, R., Rad, M. M. (2025) Micro-mechanical characterisation of polymer-modified asphalt mixtures using discrete element modelling with soft-bond and linear contact bond models. *Construction and Building Materials*, 501, 144325. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.144325>
- Kövesdi, B., Kollár, D., Dunai, L., Horváth, A. (2022) Reliability analysis-based investigation of the historical Széchenyi Chain Bridge deck system. *Results in Engineering*, 15, 100555. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100555>
- Lakatos, A., Török, Á. (2024) A Közlekedéstudományi Szemle nemzetközi elérhetőségének erősítése informatikai rendszer segítségével. *Közlekedéstudományi Szemle*, 74(1), pp. 4-10. DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.1.1>
- Simon, J., Vigh, L. G., Horváth, A., Pusztai, P. (2015) Application and assessment of equivalent linear analysis method for conceptual seismic retrofit design of Háros M0 highway bridge. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 59(2), pp. 109-122. DOI: <http://dx.doi.org/10.3311/PPci.7860>



**Reminder about the
meeting of the Hungarian
Academy of Sciences'
Transportation and Vehicle
Science Committee**

*Keywords: HAS; transport science;
digitalisation; road laboratory testing;
bridges; Scientific Review of Transport*

This document summarises the meeting of the Transport and Vehicle Engineering Committee of the Hungarian Academy of Sciences held on 18 March 2026. The session opened with a commemorative reflection on the life and career of Dr András Katona, highlighting his multifaceted contributions to sports, transport engineering, and scientific organisation. Three professional presentations followed. The first addressed the current status and prospects of the journal *Scientific Review of Transport*, emphasising digital transformation, the introduction of an online, open journal system, and ongoing efforts toward international indexing (SCOPUS). The second presentation focused on the digitalisation of road construction laboratory testing, contrasting traditional, often subjective methods with modern digital approaches such as photogrammetry, 3D modelling, and vehicle-based measurement systems, which offer greater objectivity, reproducibility, and efficiency. The third presentation reviewed the historical development and structural diversity of the Danube bridges in Budapest, illustrating engineering solutions across different eras and highlighting future challenges related to infrastructure expansion and heritage reconstruction. Overall, the meeting highlighted the interplay between established traditions and emerging digital innovations in advancing transport science.

Közlekedésbiztonság – Közlekedési környezetvédelem

A biztonsági kultúra vizsgálata a vasúti közlekedésben: a szervezeti interfészek szerepe és a safetrack módszer alkalmazása

Szabó András

MÁV Zrt. nyugdíjas forgalmi igazgató
vasútbiztonsági igazságügyi szakértő

e-mail: szabo.band49@gmail.com

Kézirat benyújtva: 2026.06.12.
Kézirat elfogadva: 2026.07.10.



© Szabó A.

Absztrakt

Az európai vasúti közlekedés liberalizációja és az interoperabilitás erősödése új kihívásokat teremtett a biztonság fenntartása terén, különösen a különböző szervezetek közötti kapcsolódási pontokon (interfészeknél). A tanulmány célja a biztonsági kultúra szerepének vizsgálata a vasúti rendszerekben, kiemelt figyelemmel a szervezeti és nemzetközi együttműködési felületekre.

A kutatás a biztonsági kultúra elméleti kereteinek áttekintésére, valamint a UIC és a SINTEF által kidolgozott safetrack módszer bemutatására és értékelésére épül. A módszer kérdőíves felmérést, forgatókönyv-alapú elemzést és STEP-alapú balesetvizsgálati megközelítést alkalmaz a biztonsági kultúra mérésére és fejlesztésére.

A vizsgálat rámutat arra, hogy a biztonsági kockázatok jelentős része a szervezeti kultúrák eltéréseiből és a kommunikációs hiányosságokból fakad, különösen a határon átnyúló működés során. A kidolgozott pilot alkalmazás tapasztalatai szerint a szervezetek többsége a kalkulatív és proaktív biztonsági kultúra közötti átmeneti szinten helyezkedik el, ahol a tanulási folyamatok és a visszacsatolási mechanizmusok fejlesztése kulcsfontosságú.

A tanulmány hozzájárul a vasúti biztonsági kultúra interfész-alapú értelmezéséhez, valamint bemutat egy olyan módszertani keretet, amely támogatja a biztonsági irányítás fejlesztését és a nemzetközi együttműködés erősítését.

Kulcsszavak: vasút közlekedés, biztonság, biztonsági kultúra, safetrack módszer, balesetvizsgálat, kockázat, interfész, nemzetközi együttműködés, ERA

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2026.4.5>

1. A BIZTONSÁGI KULTÚRA FOGALMA, ÉRTELMEZÉSE

A biztonsági kultúra fogalma a magas kockázatú iparágak kutatásában az 1980-as évektől kezdve került a figyelem középpontjába, különösen a csernobili nukleáris balesetet követően. Azóta a koncepció a közlekedési rendszerek – így a vasúti közlekedés – biztonságának meghatározó, nem-technikai tényezőjévé vált. Az egyik klasszikus meghatározás szerint a biztonsági kultúra „az egyéni és csoportos értékek, attitűdök, percepciók és viselkedési minták összessége, amelyek meghatározzák az adott szervezet biztonságához való viszonyát és elkötelezettségét”. Reason (1998) értelmezésében a biztonsági kultúra egy „tájékozott kultúra”, amelyben minden szervezeti szereplő tisztában van a kockázatokkal és saját felelősségével.

A vasúti közlekedésben a biztonsági kultúra jelentősége különösen hangsúlyos, mivel a rendszer komplex, erősen szabályozott. A modern kutatások egyértelműen rámutatnak arra, hogy a balesetek jelentős része nem pusztán technikai hibákból, hanem az emberi és szervezeti tényezők kölcsönhatásából ered. A humán faktor domináns szerepét több empirikus vizsgálat is alátámasztja, amelyek szerint a vasúti események nagy részében közvetett vagy közvetlen módon emberi tényezők játszanak szerepet (Kalem et al., 2021).

A biztonsági kultúra és a biztonságirányítási rendszer (Safety Management System – SMS) közötti kapcsolat a szakirodalom egyik kulcskérdése. Az Európai Unió Vasúti Ügynöksége (ERA) szerint a biztonság tényleges szintjét a formális (strukturális) SMS-elemek és a szervezeti kultúra közötti illeszkedés határozza meg. A pusztán szabályalapú megközelítések hatékonysága korlátozott, ha nem társul hozzájuk megfelelő attitűd-, érték- és viselkedéssbeli támogatás. Ezt támasztja alá az a megközelítés is, amely szerint a biztonsági kultúra a szervezet „láthatatlan működési logikája”, amely meghatározza a szabályok gyakorlati alkalmazását (Reiman et al., 2021).

Az Európai Unió szabályozási környezete egyre nagyobb hangsúlyt helyez a biztonsági kultúra fejlesztésére. A (EU) 2018/762 rendelet előírja, hogy a vasúti szervezeteknek stratégiát kell kialakítaniuk a biztonsági kultúra folyamatos fejlesztésére. Ezzel párhuzamosan a 2016/798/EU irányelv kiterjeszti az EU Vasúti Ügynökség feladatkörét a biztonsági kultúra értékelésére és fejlesztésére. A szabályozás célja, hogy a vasúti rendszer a technikai megfelelésen túl egy tanuló, adaptív és proaktív biztonsági rendszerré váljon (Graboń-Chałupczak et al., 2025).

E törekvések eredményeként jött létre az Európai Vasúti Biztonsági Kultúra Modell (ERA Safety Culture Model), amely egy integrált értékelési és fejlesztési keretrendszert kínál. A modell három fő pillérre épül: kulturális ösztönzők, viselkedési mintázatok és alapvető biztonsági elvek. A modell hangsúlyozza többek között a kockázattudatosságot, a jelentési hajlandóságot, a tanulási képességet és a vezetői elkötelezettség szerepét. A kutatások azt is kimutatták, hogy a pozitív biztonsági kultúrával rendelkező szervezetek hatékonyabban képesek kezelni a váratlan helyzeteket és jobban teljesítenek biztonsági szempontból.

A biztonsági kultúra mérésének és értékelésének módszertana szintén jelentős fejlődésen ment keresztül. A szakirodalomban egyre több olyan kutatás jelenik meg, amely indikátorrendszereket dolgoz ki a kultúra számszerűsítésére. Egy átfogó vizsgálat például több mint 150 potenciális indikátort azonosított, amelyek közül szakértői értékelés alapján mintegy 27 tekinthető relevánsnak és alkalmazhatónak a vasúti gyakorlatban. Ez is jelzi, hogy a biztonsági kultúra mérése komplex feladat, amely kvalitatív és kvantitatív módszerek kombinációját igényli (Fleming et al., 2024).

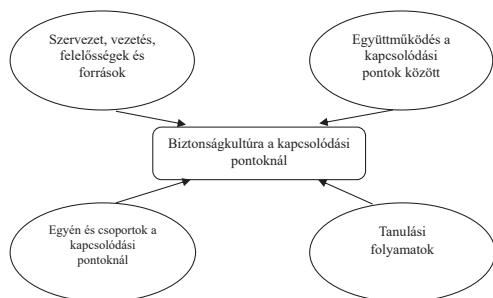
A nemzetközi kutatások hangsúlyozzák továbbá, hogy a biztonsági kultúra fejlesztése szorosan összefügg a folyamatos fejlesztési módszerek (pl. Kaizen, Six Sigma) és a tanuló szervezet koncepciójával. A vasúti szervezetek esetében a biztonsági kultúra a szervezeti reziliencia kulcs-eleme, amely lehetővé teszi a rendszer számára, hogy alkalmazkodjon az új típusú kockázatokhoz, például a digitalizációból vagy a kiberbiztonságból fakadó kihívásokhoz.

Végül kiemelendő, hogy a technológiai fejlesztések – például az ETCS rendszer – önmagukban nem garantálják a biztonság növekedését. A kutatások szerint a technológiai innovációk csak akkor eredményeznek tényleges biztonsági javulást, ha azokat megfelelő szervezeti és kulturális környezet támogatja. Ez aláhúzza a biztonsági kultúra szerepét, mint a vasúti biztonság „puha”, de kritikus tényezőjét (Schuitemaker, 2017).

Összességében a nemzetközi szakirodalom egyetemes abban, hogy a biztonsági kultúra a vasúti közlekedés biztonságának meghatározó eleme, amely túlmutat a technikai és szabályozási megközelítésen. A jövő kutatási irányai között szerepel a kultúra és a teljesítmény közötti oksági kapcsolatok mélyebb feltárása, valamint az egységes mérési és értékelési módszertanok fejlesztése.

Az irodalomkutatás során megállapítható, hogy hiányzik egy validált, operatív mérési keretrendszer, amely alkalmas különböző vasúti szervezetek összehasonlítására.

2. A KÉRDŐÍV STRUKTÚRÁJA – MÓDSZERTAN



1. ábra: A biztonságkultúrát érintő négy fontos terület (forrás: saját szerkesztés)

Az 1. ábra bemutatja a kérdőív struktúráját. Eszerint négy lényeges tényező hat a biztonságkultúrára. A kérdések ezek szerint csoportosíthatók. A szervezeti, vezetési felelősségek és források azok a formai részei a szervezetnek, amelyek befolyásolják a munkát és így a biztonságkultúrát is. A fenti tényezőkből következtetni

lehet arra, hogy a szervezet mennyire tartja fontosnak a kommunikációt és a biztonságot, és ez hogyan befolyásolja a biztonságkultúra szintjét.

Az együttműködéshez való viszonyulást és annak mértékét határozza meg a kapcsolódási pontok közötti kooperáció, valamint azokhoz a kívánalmakhoz való alkalmazkodást, amelyek a nemzetközi működéshez szükségesek. Kapcsolódási pontok létrejöhetnek különböző vállalatok és különböző országok között.

A tanulási folyamat, azaz a szakmai tréningek és az elsajátított ismeretek a biztonsággal szemben tanúsított magatartást befolyásolják. A szervezet – mint egész – a tapasztalatok visszacsatolásán keresztül és a jelentésekből tanul.

Továbbá az egyének egymáshoz való viszonya és hozzáállásuk egy versenyző szervezethez befolyásolja a biztonságkultúrát a kapcsolódási pontoknál.

3. KÜLÖNBÖZŐ BIZTONSÁGKULTÚRÁK

A biztonságkultúra eltérő szintjei az alábbiakban kerülnek bemutatásra. Ez megkönnyíti a kérdőív megértését és használatát:

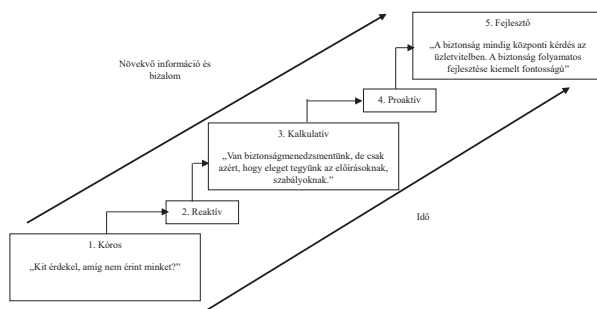
A tagadó vagy más néven kóros kultúra esetében a szervezet célja a jelenlegi helyzet fenntartása: figyelmeztető jelek figyelmen kívül hagyása, a változást sürgető személyek megbüntetése, a HSE specialisták szakértelmének megkérdőjelezése, a jelentéstétel elkerülése, „nem az én dologom – nem foglalkozom vele” magatartás. Nincs visszacsatolási rendszer a szervezeten belül.

A reaktív kultúrára jellemző magatartás: „a biztonság fontos és ezt hangsúlyozzuk is minden baleset után”. A szervezet csak egy balesetet követően foglalkozik a biztonsággal. Kis idő elmúltával a biztonságot javító intézkedések elveszítik fontosságukat, és ahhoz, hogy újra foglalkozzanak vele, egy újabb baleset szükséges.

A kalkulatív, azaz a bürokratikus, szigorú szabályokon alapuló kultúra szerint működő szervezet megfontolt szabályok alapján operál, és korlátozott számban javító intézkedéseket fogatosít.

A proaktív kultúrát követő szervezetek megpróbálják feltérképezni a kihívásokat és kockázatokat azzal a céllal, hogy potenciális veszélyeket és baleseteket előzzenek meg.

A fejlesztő, tanuló kultúrán alapuló szervezetet egyrészt alapvető szabályok, másrészt célok, értékek és folyamatos tanulás jellemzi. Odafigylenek a figyelmeztető jelekre, továbbadják azokat, és pozitívan állnak hozzá a változásokhoz. Magasabb rendű a visszacsatolás, folyamatos a szervezeti tanulás.



2. ábra: Kapcsolat a különböző biztonságkultúrák között
(forrás: saját szerkesztés)

Az ismertetett biztonságkultúrák közötti kapcsolatot a növekvő információ és bizalom, valamint az idő függvényében a 2. ábra mutatja be.

4. ÚT A BIZTONSÁGKULTÚRÁHOZ (SAFETRACK)

Az előzőekben bemutatottak alapján az UIC a SINTEF-et (SINTEF 2004) bízta meg azzal, hogy olyan módszertant dolgozzon ki, amellyel feltárhatók és megelőzhetők azok a biztonsági problémák, amelyek a határon átnyúló vasút-forgalomban a kulturális kapcsolódási pontoknál jelentkeznek.

A SINTEF a módszertant (3. ábra) „Út a biztonságkultúrához” (safetrack) projekt keretében dolgozta ki. A projekt fő összetevői:

- kérdőív, ami segíti a biztonságkultúra jellemzését, megértését és fejleszti annak interakcióit a kapcsolódási pontokon,
- a forgatókönyvek, mint eszközök vizsgálják a kritikus eseteket,

- számos ellenőrzőlista, értékelőlap és STEP-elemzés segíti a módszer kidolgozását.

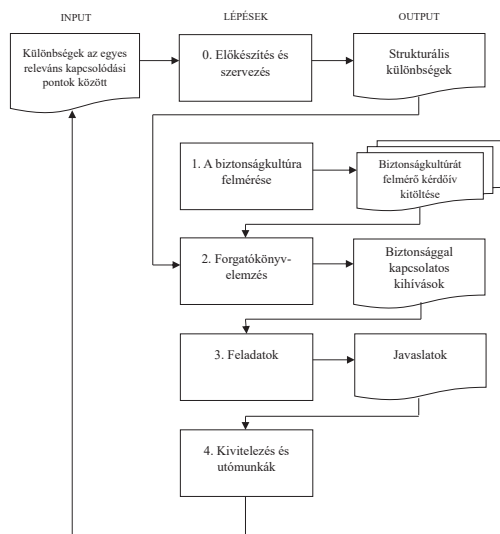
Jelen vizsgálat keretein belül a biztonsági kultúrát felfedező kérdőív (1. lépés), valamint a forgatókönyv-elemzés (2. lépés) kerülnek részletesen bemutatásra, mint a módszertan legfontosabb elemei.

4. 1. A biztonsági kultúrát felfedező kérdőív

A kérdőív célja segíteni a szervezeteket annak megértésében, miként lehet a biztonságkultúrát fejleszteni az egyes vasútállomások közötti kapcsolódási pontoknál.

A biztonságkultúra nehezen megragadható fogalom. A „biztonságkultúra a kapcsolódási pontoknál” fogalom egyik lehetséges megfogalmazása szerint:

A biztonságkultúra a kapcsolódási pontoknál fogalom olyan sajátos interakciós példákra koncentrál, mint pl. hogy az emberek miként működnek együtt és hogyan kommunikálnak egymással a kapcsolódási pontoknál.



3. ábra: A safetrack módszer
(forrás: saját szerkesztés)

Az Európa-szerte megnőtt kereslet a közlekedés iránt előtérbe helyezte a biztonságkultúrával kapcsolatos kérdéseket a vasútvállalatok körében mind az országon belüli kapcsolódási pontokkal, mind a határátmenettel összefüggésben. A dereguláció és a kiszervezések (outsourcing) következményeként egyre több vasútvállalat jön létre. Ez új kihívásokat jelent az egyes szervezetek és nemzeti vállalatok együttműködése és kommunikációja szempontjából.

A kérdőív célja a biztonság javítása a biztonságkultúra fejlesztése által. Ennek elérését a biztonságkultúrával összefüggő kulcskérdések megvitatása és értékelése teszi lehetővé.

A kérdőív négy, a kapcsolódási pontok biztonságkultúrája szempontjából igen fontos kérdés-csoportból áll.

A kérdőívet fejlesztési eszközként használva, a kérdéseket egy workshop keretén belül kell megvitatni azon szereplők között, amelyeknek biztonságkultúrája javításra szorul. A szervezetnek csapatmunka keretében kell megvitatni az eredményeket, közös célokat meghatározva és megegyezve a fejlesztendő területekről.

Kérdőív témakörök csoportosítása:

01-08.: A szervezettel, vezetéssel, felelősségi viszonyokkal és a forrásokkal összefüggő kérdések (1. táblázat)

09-12.: A kapcsolódó pontok közötti együttműködésre vonatkozó kérdések

13-17.: A tanulási módszereket felmérő kérdések

18-19.: Egyén és csoport viszonya

	Kóros kultúra #1	Reaktív kultúra #2	Szabályokon alapuló vagy bürokratikus kultúra (Kalkulatív kultúra) #3	Proaktív kultúra #4	Ideális kultúra (fejlesztő, generatív kultúra) #5
Milyen a menedzsment hozzáállása azokhoz a biztonsági kérdésekhez, amelyek kihatással vannak a mindennapi munkára?	A biztonsággal összefüggő szerepek és felelősségek nem tisztázottak. A vezetés szerint a biztonsággal összefüggő problémák elkerülhetetlenek. Baleset vagy váratlan esemény bekövetkeztekor a vezetés keres egy felelőst, akit elbocsát. A pénzügyi szempontok és a pontosság fontosabb, mint a biztonság.		A vezetés tudatában van a kapcsolódó pontok biztonságkultúrájának kihívásaival, és azt állítja, hogy komolyan kezeli azokat. Általános az a nézet, hogy minden baleset megelőzhető, ha az emberek csak azt csinálják, amit mondanak nekik. A szabályok és előírások betartásának ellenőrzése csekély, és a biztonságkultúra javítására nem ösztönzik a dolgozókat.		A menedzsment támogatja a dolgozókat abban, hogy vegyenek részt a biztonsággal kapcsolatos munkában, és meghallgatja a dolgozók véleményét. Összpontosít a jó módszerekre annak érdekében, hogy folyamatosan javítsa a biztonságkultúrát. Biztonsági konferenciákat szervez, ahol a dolgozókat és egyéb érdekeltet szívesen látják, és velük együtt tárgyalják meg a biztonsági kérdéseket. Kéthurkos tanulási modell jellemző, amelynek értelmében a megbeszélések eredményeit alkalmazni lehet a szervezetben.

1. táblázat: Kérdőív minta (forrás: saját szerkesztés)

4. 2. Forgatókönyv elemzés

A forgatókönyv elemzés az „Út a biztonságkultúrához” módszer második lépcsője. A forgatókönyv elemzés célja a szóba jöhető események/nehézségek megtárgyalása a kapcsolódási pontok kulcsszereplői között. A biztonsággal összefüggő problémákat a „biztonságkritikus funkciók” értelmében csoportosították..

A forgatókönyv-elemzés lehetővé teszi a biztonságkultúra felmérését és a váratlan események kihívására adandó válaszok értékelését. A forgatókönyvek ismert baleseteket, váratlan eseményeket írnak le, vagy olyan problémákon alapulnak, amelyeket a biztonságkultúrára vonatkozó kérdőív tárt fel.

A strukturális különbségek ellenőrző listája segít azonosítani az érdekesebb lehetséges interfész „forgatókönyveket”, úgy mint:

- Infrastruktúra
- Szervezet
- Szokások, eljárások
- Környezet
- Egyén és csoport

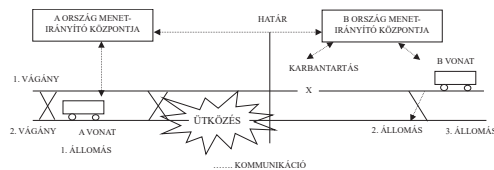
Tipizált vázlatos leírású forgatókönyvek lehetnek:

- Vonat vészmegállításának kezdeményezése
- Vasúti kereszteződés megközelítése
- Események a „Megállj” állású jelző meghaladása előtt és után
- Hibák észlelése a menetirányításnál
- Indulás az állomásról
- Vontatóerő miatti meghibásodás
- Balesettel és váratlan eseményekkel kapcsolatos magatartás
- Különböző balesetek az infrastruktúrán

Meghatározott kritikus biztonsági funkciók:

- Normál működés
- Rendszeres forgalmi zavar
- Műszaki hiba az infrastruktúrában
- Munkavégzés vasúti pályán
- Járművek hiányosságai
- Határon átnyúló tevékenység

A 4. ábra egy lehetséges ütközési szituáció STEP elemzéssel készített vázlatát mutatja.



4. ábra: Interakciók határon átmenő vasútforgalomban (forrás: saját szerkesztés)

A STEP módszer a váratlan események és balesetek részletes elemzését szolgálja. A STEP diagram megfelelő elkészítése az események teljes és szabványos ábrázolását teszi lehetővé (mi történt és miért?).

5. ÉRTÉKELŐLAP

A 2. táblázat az eredmények összesítésére alkalmazott értékelő lapot mutatja, amelyekre adott válaszok kiértékelése során válasz kapható a kultúra jelenlegi jellemzőjével a kultúrák közötti különbségek megértéséhez.

6. A MÓDSZER MAGYARORSZÁGI ALKALMAZÁSA

A pilot projekt a MÁV Zrt.-nél került kidolgozásra. A kidolgozásában a szomszéd vasutak (Ausztria ÖBB vasút Hegyeshalom határártmenetben, Szlovákia ZSR vasút Somoskőújfalu határártmenetben) is részt vettek, a projekt keretében kidolgozott módszer további hazai alkalmazásáról nem áll rendelkezésre információ. A hegyeshalmi határártmenetben elvégzett vizsgálat eredménye 3,5-ös értéket mutatott, amely előrevetítette, hogy a vasút üzemserű, egyúttal biztonságos működése érdekében fejlesztéseket kell eszközölni.

Lényeges, hogy a pontszám alapján határérték nem definiálható a megfelelőségre vagy az elfogadható biztonsági szintre vonatkozóan. A pontérték elsősorban a biztonsági kultúra szintjéről ad átfogó képet, a 2. táblázatban szereplő szempontok, valamint értékek pedig a továbbfejlesztés irányát jelölik ki.

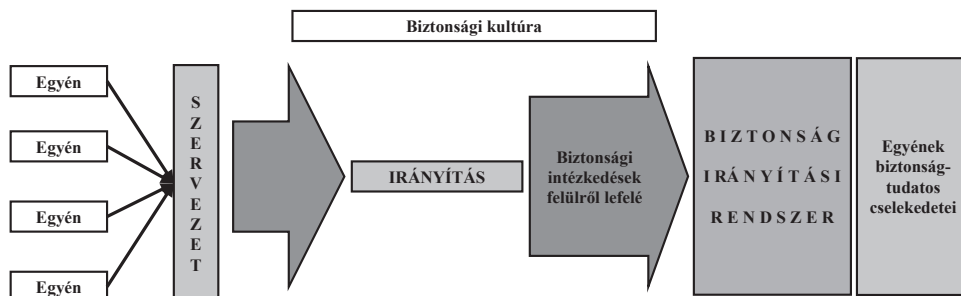
ÉRTÉKELŐLAP		1	2	3	4	5
		Tagadó	Reaktív	Kalkulatív	Proaktív	Ideális
1	A menedzsment hozzáállása a biztonsági kérdésekhez					
2	Ki a balesetek okozója a menedzsment szemében?					
3	A biztonság rangsorolása más ügyekkel szemben					
4	A szerződések átláthatósága és pontossága					
5	Alkalmazkodás új kapcsolódási pontokhoz és határon átnyúló együttműködéshez					
6	Érdekltség a biztonsági kérdések hangoztatásában					
7	Szabályok és előírások					
8	Felkészülés vészhelyzetre					
9	Hogyan használják a benchmarkingot, a trendeket és a statisztikákat?					
10	Az egyének hozzáállása a versenyző szervezetekhez					
11	Együttműködés a menedzsment és a szakszervezetek között					
12	Hajlandóság a határátmenetben közreműködő szervezetekkel való együttműködésre					
13	Történtek-e intézkedések a kapcsolódási pontokkal való együttműködésre?					
14	Együttműködés a hatóságokkal					
15	A határon átnyúló szabványosításhoz való hozzáállás					
16	Hogyan alkalmazkodik a vállalati struktúra a kulturális különbségek kezeléséhez? A: Szervezetben belül: B: Szervezetek között:					
17	A továbbképzés biztosítása					
18	Jelentés a váratlan eseményekről és balesetekről A: Nemzeti szinten: B: Nemzetközi szinten:					
19	Milyen a visszacsatolás a szervezetben belül?					
20	Milyen az elkötelezettség a szervezetben belül a szabályzatok és előírások iránt?					
21	Hogyan hajtják végre az ellenőrzéseket, felülvizsgálatokat?					
	Összes válasz oszloponként a					
	Súlyozási együttható b	1	2	3	4	5
	A válaszok száma oszloponként (a) × Súlyozási együttható (b) A súlyozott végösszeg: Összeg = (a) × (b)					Össz=
A biztonságkultúra-eredmény átlaga: Össz (Σ (a × b))/23 =		/23 =				

2. táblázat: Értékelőlapp (forrás: saját szerkesztés)

A vasútvállalatok biztonságirányítási rendszere azonban tartalmazza a biztonsági kultúra számos elemét (5. ábra). A biztonságirányítási rendszer a vasúttársaságok által az üzemeltetés biztonságos irányítására létrehozott szervezeti egység és az általa meghatározott intézkedések összessége.

A biztonságirányítási rendszer alapelemei és a kultúra elemei között hasonlóság és számos területen egyezés van (pl. képzés, szervezetek közötti kapcsolat, ellenőrzés).

A biztonsági irányelv számtalan módosítása során előírásra került, hogy a balesetvizsgálat alkalmával a biztonságirányítási rendszert is értékelni kell. A rendelkezésre álló információk alapján a balesetvizsgálatoknál és a biztonságirányítási rendszernél előírt külső és belső auditok során a biztonsági kultúra elemei csak formális értékelést kaptak.



5. ábra: A biztonságirányítási rendszer és a biztonsági kultúra közötti viszony
 (forrás: saját szerkesztés)

7. KONKLÚZIÓ

A projekt számos nehézséget tárt fel a vasúti rendszerek kapcsolódási pontjainál, és egyben javaslatokat is megfogalmazott a biztonság fejlesztésére. Megállapítható, hogy jelenleg viszonylag kevés olyan egységes európai szabályozás létezik, amely hatékonyan támogatná a kommunikáció és a közös értelmezési keretek kialakítását a különböző országok, vasúti szolgáltatók és infrastruktúra-kezelők között. Emellett a vasúti iparág és a vasúti rendszerek üzemeltetőinek nagyobb hangsúlyt kellene fektetniük a humán tényezők vizsgálatára és a kapcsolódási pontokon jelentkező problémák kezelésére.

A vizsgálatok rámutattak arra is, hogy az ideális biztonsági kultúra alapvető elveinek megerősítése elengedhetetlen, különös tekintettel a közös normák és értékek következetes érvényesítésére. Ezzel összefüggésben kiemelt jelentőségű a szakmai alkalmasság színvonalának növelése, amely hozzájárul a biztonságtudatos működés erősítéséhez. Végül hangsúlyozni kell, hogy a biztonságirányítási rendszer alapvető elemeinek – különösen az ellenőrzési és balesetvizsgálati folyamatoknak – a biztonsági kultúrával összhangban történő, hatékonyabb gyakorlati alkalmazása alapvető feltétele a biztonsági teljesítmény további javításának.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- SINTEF Út a biztonsághoz (safetrack) 2004
- Reason, J. (1998) Achieving a Safe Culture: Theory and Practice. *Work & Stress*, 12(3), 293–306. DOI: <https://doi.org/10.1080/02678379808256868>
- Kalem, A., Lindov, O., Šimić, E. (2021) Safety Culture in the Function of Optimization of Railway Safety Management System. In: Karabegović, I. (eds) *New Technologies, Development and Application IV*. NT 2021. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 233. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_77
- Reiman, T., Pajunen, K. (2021) Safety Culture and Safety Management Systems – An Authority Perspective. *International Railway Safety Council*. URL: https://international-railway-safety-council.com/wp-content/uploads/2024/11/10_Kirsi-Pajunen_Full-Paper.pdf
- Gрабоń-Chałupczak, M., Chruzik, K. (2025) A Conceptual Model of Safety Culture Indicators for Railway Transport: Integrating Continuous Improvement and Sustainability. *Sustainability*, 17(24), 11169. DOI: <https://doi.org/10.3390/su172411169>

Fleming, M., Cairns, R. (2024) Safety Culture Indicators - For Improvement Not Assessment. In: Gesa Praetorius, Charlott Sellberg and Riccardo Patriarca (eds) Advances in Human Factors of Transportation. AHFE (2024) International Conference. AHFE Open Access, 148. AHFE International, USA. DOI: <https://doi.org/10.54941/ahfe1005241>

Schuitemaker, K., Rajabalinejad, M. (2017) ERTMS challenges for a safe and interoperable European railway system. In Proceedings of the International Conference on Performance, Safety and Robustness in Complex Systems and Applications (PESARO), pp. 17-22. URL: https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/40150083/pesaro_2017_2_20_68003.pdf



An Analysis of Safety Culture in Rail Transportation: The Role of Organizational Interfaces and the Application of the Safetrack Method

Keywords: railway system, safety, safety culture, safetrack method, accident investigation, risk, interface, international cooperation, ERA

The liberalization of European rail transport and the increasing interoperability have created new challenges in maintaining safety, particularly at the points of connection (interfaces) between different organizations. The aim of this study is to examine the role of safety culture in rail systems, with a particular focus on organizational and international cooperation.

The research is based on a review of the theoretical frameworks of safety culture, as well as the presentation and evaluation of the Safetrack method developed by the UIC and SINTEF. The method employs a questionnaire-based survey, scenario-based analysis, and a STEP-based accident investigation approach to measure and improve safety culture.

The study highlights that a significant portion of safety risks stems from differences in organizational cultures and communication gaps, particularly during cross-border operations. Based on the experiences from the pilot application developed, most organizations are at an intermediate level between a calculative and a proactive safety culture, where the development of learning processes and feedback mechanisms is crucial.

This study contributes to an interface-based interpretation of railway safety culture and presents a methodological framework that supports the development of safety management and the strengthening of international cooperation.

A közlekedésbiztonság színvonalának emelése a vasúti alágazati elemek oktatásnak kiterjesztésével

Dr. Lévai Zsolt¹ – Dr. Fábos Róbert² – Dr. Szászi Gábor Sándor²

¹Közlekedéstudományi és Építésügyi Minőségellenőrző Intézet

²Nemzeti Közszolgálati Egyetem

e-mail: levai.zsolt@kti.hu, fabos.robert@uni-nke.hu, szaszi.gabor@uni-nke.hu

Kézirat benyújtva: 2026.02.25.

Kézirat elfogadva: 2026.06.23.



© Lévai Zs., Fábos R., Szászi G. S.

Absztrakt

A közlekedésbiztonság színvonalemelésének egyik meghatározó eleme az edukáció. Iskolai keretek között elsősorban a közúttal kapcsolatosan vannak képzési kurzusok, ugyanakkor a többi alágazat tekintetében csak alig történik oktatás. A cikk a vasúti alágazattal kapcsolatban vizsgálja az egyes képzési szinteken levő közlekedésbiztonsággal kapcsolatos tananyagokat. Az elemzés kiterjed arra is, hogy a tananyagok és a vasúti alaputasítások alapján szükséges-e külön, vasúti közlekedésbiztonsággal kapcsolatos kurzust létrehozni. A kutatás eredményeként meghatározásra kerülnek az egyes képzési szintek vasúti közlekedésbiztonsággal kapcsolatos témakörei.

Kulcsszavak: közlekedésbiztonság, vasúti alágazat, közlekedésbiztonsági oktatás, vasúti utasítások, közlekedési magatartási szabályok

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2026.4.6>

1. BEVEZETÉS

A közlekedésbiztonság színvonala jelentős hatással van egy ország gazdasági és társadalmi folyamataira egyaránt, mert a közlekedési kultúra a társadalmi kultúra részének is tekinthető. A mindennapi élet alapvető része a helyváltoztatási igények kielégítése. Azonban az nem mindegy, hogy ez a folyamat mennyire veszélyes, illetve, hogy a közlekedési rendszerben érintettek (használók, működtetők, tervezők,

jogszabályalkotók stb.) mennyire vannak tisztában az esetleges veszélyekkel és mennyire tudják azokat minimalizálni vagy elkerülni.

Egy korábbi kutatás rámutatott arra, hogy a közlekedési rendszer működését meghatározó legfontosabb területek közé tartozik a fenntartható és többmódú mobilitási megoldások előtérbe helyezése mellett a közlekedésbiztonság növelése is (Ötvös et al., 2026).

A közlekedési veszélyek a rendszer szereplőiből adódnak: az ember, a maga különbségével és ezáltal ezernyi viselkedési attitűdjével, illetve a jármű, mint technikai eszköz a maga hibáival, valamint a környezet a maga által nem mindenre kiterjedő kialakításával és felügyeletével. Érdemes megjegyezni, hogy a második két tényező is az emberen múlik, mert jelen pillanatban ő alakítja (építi) a járműveket és a közlekedési környezetet is.

A veszélyek elkerülését – miután azok legtöbb esetben az ember miatt alakulnak ki (kivéve a természeti csapásokat) – szükséges tanulni annak érdekében, hogy magunkat, valamint a közlekedés többi szereplőjét is megóvjuk a veszélyektől, illetve csökkentjük azok bekövetkezésekor az esetleges károkat.

A közlekedésre nevelést és oktatást már kisgyermekkorban el kell kezdeni. Az óvodában is vannak már ilyen foglalkozások és a közoktatási rendszeren végig követhető ezen ismeretek valamilyen szintű közvetítése a diákok felé. A felsőoktatásban azonban már csak speciális, leginkább közlekedés- vagy gépészmérnöki szakokon találhatunk közlekedésbiztonsággal összefüggő kurzusokat, azok is elsősorban a közúti közlekedés biztonságával foglalkoznak.

Felmerül a kérdés, hogy a többi ágazat, a vasút, a légi és a vízi közlekedés biztonsági kérdéseivel kell-e foglalkozni, és ha igen, akkor milyen keretek között. Ebben a cikkben a vasúti közlekedés biztonsági kérdéseinek oktatását járjuk körül, olyan tekintetben, hogy megvizsgáljuk, szükséges-e külön vasúti közlekedésbiztonsági tantárgyat létrehozni, vagy ez a kérdéskör megmaradhat a vasúti szaktárgyak keretein belül.

2. A VASÚTI KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGRÓL ÁLTALÁBAN

A vasúti közlekedésben részt vevő valamennyi személy és eszköz jellegéből egymással, valamint a környezettel való kapcsolatából adódóan veszélyforrásként értelmezhető. A közlekedésbiztonság értelmezése három szinten lehetséges:

- egyrészt értelmezhető az üzem működése szempontjából, azaz a vasúti közlekedés üzemi folyamatai milyen veszélyeket hordoznak magukban és ezek hogyan kerülhetők el;
- másrészt a vasutat igénybe vevők (leginkább utasok) mennyire vannak kitéve veszélyeknek, illetve magatartásuk mennyire sodorhatja őket veszélybe, és ezek a veszélyek hogyan kerülhetők el;
- harmadrészt pedig a vasút-közút keresztezéséből adódó veszélyek hogyan csökkenthetők, illetve szüntethetők meg.

Az ágazat üzemi közlekedési biztonsága, azaz balesetek elleni védelme és a közlekedési folyamatok tervszerű lebonyolítása a veszélyforrások által előidézett veszélyhelyzetek, konfliktusok elleni védelmet jelenti. A védelmet az alábbi megoldásokkal érhetjük el (Lévai, 2019):

- utasítások, szabályzatok rendszerének kialakításával,
- különböző biztonsági szabványok alkalmazásával,
- technológiai előírások alkalmazásával,
- biztosítóberendezések működtetésével,
- biztonsági berendezések (például: FI-relék, SPD – Surge Protective Device (túltesztelés-védelmi készülék, T1, T2, T3)) alkalmazásával.

A technikai fejlődés jelentős hatással van a vasúti közlekedés biztonságára, az egyre korszerűbb védelmi berendezések nagyobb biztonságot nyújtanak, ugyanakkor az új, nem kiforrott technológiák veszélyhelyzeteket is előidézhetnek. Ezek a veszélyhelyzetek előfordulhatnak a vasúti pályán, valamint a biztosítóberendezések működésekor és a forgalomlebonyolítás alatt.

A vasúti közlekedés utasoldali közlekedési biztonsága olyan műszaki és magatartási szabályok betartására irányuló cselekvések összessége, amely az utasok baleset-elkerülését segíti elő.

Az egyik legnagyobb kihívás a vasúti átjárók közlekedésbiztonságának erősítésére irányuló tevékenységek hatásszerűségének javítása. Az egyik legnagyobb kockázati tényező az útátjárók biztosításának kezelése a költségek és a biztonsági szint megfelelő arányának kialakításával.

A vasúti útátjárók tekintetében magyar kutatók kimutatták, hogy azok baleseti mutatói kedvezőbbek, mint a közúti csomópontoké, ennek ellenére a halálos kimenetelű balesetek bekövetkezésének valószínűsége sokkal nagyobb. Megállapították továbbá azt is, hogy a közúti járművezetők a vasúti átjáróknál óvatosabbak (Ladich et al., 2025). Az Amerikai Egyesült Államokban a vasúti átjárók biztonságosabb használatára már web-alapú képzési programok is működnek, és egy felmérés szerint az ezzel tanuló járművezetők több mint 95%-a jobban megértette a kereszteződések biztonságát (U. S. Department of Transportation, Office of Research and Development, 2014).

A vasútüzemi biztonság egyik legnagyobb kockázata az összeütközés és a siklás. Egy indonéz tanulmány megállapítása szerint Jakartában a legfőbb baleseti tényező a szerelvények kisiklása (Krisma et al., 2018). Maga a cikk is megemlíti, de egy kínai tanulmány specifikusan vizsgálja a humán faktor szerepét a vasúti balesetek kialakulásában, és megállapítja, hogy szükséges a vasúti dolgozók biztonsági képzése, amely biztonsági kulcsfaktorként értelmezhető (Liu et al., 2022). Egy japán tanulmány is deklarálja, hogy a gyorsan fejlődő technológia a vasúti biztonsági kultúra növekedését és értettségét is szükségessé teszi (Bugalia et al., 2022), vagyis biztosítani kell az ember biztonsági tudásának növekedését a technológia fejlődésével egyidejűleg. Ez a megállapítás alapvető fontosságú, és éppen ezért tartjuk kiemelten lényegesnek a vasúti közlekedési biztonság oktatásával külön is foglalkozni. Ehhez fel kell használni a vasúti balesetek elemzésének legújabb módszereit (Leitner, 2017; Hong et al., 2023; Aliza et al., 2025), akár a játékos tanulást is (Kashim et al., 2024). A vasúti üzemi balesetek csökkenő tendenciát mutatnak, amely egy angol szerző szerint a védelmi (biztosító)berendezések egyre szélesebb kiterjedésének is köszönhető (Evans, 2021).

Egy 2022-es tanulmány szerzői megállapítják, hogy a vasúti közlekedésben az üzem biztonságos működési potenciáljában nagy szerepe van az egyetemi szakirányú képzéseknek (Shipunova et al., 2022). Álláspontjuk szerint a

fiatalok fogékonyak a nem hatásos viselkedési minták követésére, ezzel akadályozva magukat a stresszhelyzetek sikeres leküzdésében. Ezért fontos az oktatás folyamatában figyelmet fordítani a személyes potenciál kialakítására, amelyvel megvalósíthatók a kockázati helyzetekben szükséges viselkedés elsajátításának módszerei. Ugyanakkor magyar kutatók megállapították, hogy a vasúti tananyagok még sok esetben a szakemberek számára is nehezen érthetőek, ami akadályozza a megfelelő tudásátadást (Farkas et al., 2023). Ukrán kutatók a vasútbiztonsági vezetők képzését vizsgálva megállapították a vezetői megközelítés fontosságát a biztonsági kihívások kezelésében (Bal et al., 2024). A hatékony biztonsági vezetőknek rendelkezniük kell a műszaki szakértelem, a stratégiai gondolkodás és a biztonsági kultúra előmozdításának képességével minden szervezeti szinten.

3. A VASÚTI KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁG OKTATÁSA

Ahogy a Bevezetésben említettük, külön ilyen témájú tantárgy nem létezik Magyarországon, és a feltérképezett szakirodalom sem említ hasonlót. Ugyanakkor például Finnországban az általános iskolában egy 45 perces órán a tanulók kifejezetten a vasúti közlekedésbiztonsággal foglalkoznak. A kutatók vizsgálták az oktatás hatékonyságát és megállapították, hogy az iskolai vasútbiztonsági oktatásnak pozitív hatása lehet a közlekedés biztonságára, bár a hatás nem feltétlenül nagy (Silla et al., 2016).

3. 1. Alap- és középfokú oktatási intézményekben megjelenő ismeretek

Mindenekelőtt a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendeletet kell megemlíteni, amely a köznevelési intézmények szintjén határoz meg alapvető elvárásokat a közlekedésbiztonsági ismeretek elsajátítása terén¹. A joganyag a „Testi és lelki egészségre nevelés” pontban megfogalmazza, hogy az iskola a családdal együttműködve készítse fel a

1 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról, URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200110.kor> (Megtekintve: 2025.06.10)

tanulókat a közlekedésben meghatározott szabályok betartására. Természetesen itt a közlekedésben részt vevők alapvető kötelezettségeinek tudatosítása a cél, és nem igazán lehet külön kiemelni a vasúti közlekedés biztonsági elemeit. Azonban elhanyagolni sem célszerű, hiszen például az elővárosi közlekedésben egyre nagyobb hangsúlyt kap a vasúti személyszállítás szerepének növelése, ami ezen korosztály utazási szokásaira is hatással lehet. Mindemellett a nevelési-oktatási szakasz végére a tanulóknak el kell sajátítani olyan szokásokat és viselkedésformákat, amelyek a közforgalmú közlekedés, gyalogos vagy kerékpáros közlekedés előnyben részesítését célozzák, ami óhatatlanul igényli a megalapozott közlekedésbiztonsági érzékenyítést. Ebben a folyamatban markáns szerepet vállal ma is a Közlekedéstudományi és Építésügyi Minőségellenőrző Intézet (KTI), ahol a Közlekedésbiztonsági Programsorozat keretében általános iskolás gyermekek számára képzéseket, akcióprogramokat szerveznek, elsősorban a közúti közlekedés biztonságának javítására koncentrálnak.

A középfokú oktatási intézményekben osztályfőnöki órákon a tanulók a következő, közlekedéssel, leginkább az általános közlekedési kultúrával kapcsolatos témákat beszélnek át:

- közlekedési szabályok, helyzetek,
- a helyes közlekedési magatartás,
- veszélyforrások.

A középfokú oktatási intézményekben az általános közlekedésbiztonságra nevelés folytatása elsősorban a „B” kategóriás közúti járművezetői engedély megszerzésének támogatásán keresztül valósulhat meg. Természetesen itt sem célszerű kifejezetten vasúti közlekedéscentrikus ismereteket átadni. Inkább a közlekedésbiztonság iránti elkötelezettséget fejlesztő, speciális képzések, tréningek szervezése szükséges, amibe célszerű ebben az esetben is bevonni a KTI illetékes szakembereit, programjait.

A kifejezetten közlekedési szakemberek felkészítéséért felelős szakképzési programok esetében már van értelme a közlekedésbiztonság részletesebb oktatásának megvalósulását vizsgálni. A Közlekedés és Szállítmányozás ágazathoz

tartozó Közlekedésüzemvitel-ellátó technikus szakmán belül négy szakmairányon (Hajózási, Közúti, Vasúti, Légi) folyik képzés, ahol a közös képzési területen négy tanórán van lehetőség a közlekedésbiztonság alapjait oktatni. Itt arra van alapvetően lehetőség, hogy a vasúti szakmairányon a hangsúlyt a vasúti közlekedés közlekedésbiztonsági sajátosságaira fektessék, de a négy tanóra túl nagy teret nem ad ehhez.

A fent bemutatott képzésekhez szorosan kapcsolódó Logisztikai technikus képzés jelenleg hatályos tanterve szintén tartalmaz közlekedésbiztonsági ismereteket. A szakmai oktatásra a Közlekedési alapok tantárgyon belül hat tanóra áll rendelkezésre, ami magába foglalja a közlekedési ágazatok közlekedésbiztonsági jellemzőinek, a közlekedési infrastruktúra, az időjárás, az emberi tevékenység közlekedésbiztonságra gyakorolt hatásainak bemutatását. Jól látható, hogy jelen esetben már inkább az általános érvényű ismeretátadás a cél, így egyértelműen megjelenhet a vasúti közlekedésbiztonság témakör is. Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy ennek a képzésnek az átalakítása jelenleg folyamatban van, és a rendelkezésünkre álló információk alapján az új tantervben nevesítetten már nem jelenik meg a közlekedésbiztonság témakör. Alapvetően csak a biztonságos munkavégzés feltételrendszerének bemutatására koncentrálnak a jövőben. Megítélésünk szerint azonban egy logisztikai szakembernek még akkor is, ha közvetlenül nem vesz részt a vasúti üzemviteli folyamatokban, célszerű ismernie a vasút közlekedésbiztonsági sajátosságait.

A Vasútforgalmi Szolgáltattevő Technikus képzés esetében szintén fellelhető a közlekedésbiztonság oktatása a Közlekedési alapismeretek tárgyon belül, sőt itt már hét tanórát fordíthatnak az oktatók ezen ismeretkör feldolgozására. Vasúti szakemberek képzéséről lévén szó, természetesen itt célszerű döntően a vasúti témakörrel foglalkozni, bár a tematika tartalmának tantervi felosztása (A közlekedésbiztonságot befolyásoló tényezők, Aktív és passzív biztonság, A közlekedésbiztonság helyzete napjainkban) ezt nem igazán támasztja alá.

Ezeket túlmenően a Gépész ágazathoz tartozó Vasútijármű-szerelő Technikus szakmát érdemes vizsgálni, ahol a Vasúti üzem speciális

védelmi ismeretei témakör keretében van mód néhány óra terjedelemben közlekedésbiztonsági ismereteket oktatni.

Áttekintve ezen képzések esetében a közlekedésbiztonsági témakör belső szakmai tartalmát, úgy ítéljük meg, hogy minden esetben indokolt lehet a vasúti közlekedés sajátos biztonsági elemeinek adott szakterületre vonatkozó ismereteivel bővíteni már az alap- és középfokú oktatási terület szakmai tartalmát.

3. 2. Felsőfokú oktatási intézményekben megjelenő ismeretek

A Kulturális és Innovációs Minisztérium (KIM) felügyelete alatt évente pontosított Képzési és Kimeneti Követelményeket² tanulmányozva megállapítható, hogy egyetlen képzés esetében találkozhatunk nevesítetten a képzési célok között a közlekedésbiztonság ismeretkör elsajátításának igényével. Ez a képzés a Közlekedésmérnöki mesterképzési szak, ahol nevesítetten megjelenik, hogy olyan közlekedésmérnökök képzése a cél, „akik képesek a közlekedési és szállítási folyamatok és rendszerek gazdaságos, rendszerszemléletű, a közlekedésbiztonság, a környezetvédelem, az erőforrás-gazdálkodás és a nemzetközi tendenciák követelményeit figyelembe vevő elemzésére, tervezésére, szervezésére, irányítására”³. Ennek megfelelően a képzés során önálló tantárgy keretében tanulják a hallgatók ezen ismereteket. Azonban a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) honlapján elérhető tantárgyi adatlap alapján kijelenthetjük, hogy itt is a közlekedésbiztonság szintjét leíró elemzési módszerek megismerésén túl elsősorban a közúti közlekedésbiztonságra koncentrálnak a tárgyak. Meggyőződésünk, hogy a közlekedésmérnöki alapképzés során is találkozhatnak a hallgatók a közlekedésbiztonság egyes elemeivel, de azt sem a képzési célok között, sem a tantárgyi struktúrában nevesítetten nem leltük meg.

Hasonlóképpen megvizsgáltuk a közlekedésépítő szakokat és egyedül a BME MSc közlekedésépítő specializáción oktatnak közúti

közlekedésbiztonsággal kapcsolatos ismereteket, azonban a vasúti közlekedésbiztonsággal kapcsolatos tudásanyag nem kerül átadásra, még a vasútépítéssel foglalkozó tantárgyak keretében sem.

A közlekedésmérnök képzéssel (Győr, Nyíregyháza) vagy közlekedési szakemberek (pl. Nemzeti Közzolgálati Egyetem (NKE)) képzésével foglalkozó többi egyetemen is jellemzően fellelhető valamilyen formában a közlekedésbiztonság témakör oktatása, ami kötelező, kötelezően választható, vagy esetenként szabadon választható tárgyként jelenik meg. A Nyíregyházán folyó közlekedésmérnök képzésben például a 2025-ös tanévtől már önálló tárgyként oktatják a közlekedésbiztonság témakört, de ez a tárgy is elsősorban a közúti közlekedésbiztonságra koncentrálnak. Az NKE Rendészettudományi, valamint Hadtudományi és Honvédtisztképző karain folyó közlekedési szakemberképzés tantárgyi struktúrájában is megtalálható a közlekedésbiztonság témaköre vagy önálló tárgyként, vagy egyéb szakmai tárgyakba integrálva. Természetesen a közlekedésrendészet területén tanulók számára elsősorban a közúti közlekedésbiztonság a kiemelt témakör, még a katonai közlekedési tisztek felkészítése jellemzően a polgári közlekedésmérnök képzéssel harmonizál. Azonban a fentiek tekintetében is megállapítható, hogy a vasúti témakör nem tartozik a kiemelten feldolgozandó ismeretek közé.

Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy az alap- és mesterképzéseken túl már néhány doktori iskolában is megjelenik a közlekedésbiztonság témakörének az oktatása. Jó példa erre az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, ahol hatkredites tárgyként szerepel a Közlekedésbiztonság tárgy a meghirdetett tantárgyi struktúrában. Azonban a tantárgy céljaként itt is a közúti közlekedés biztonsági kérdések feldolgozása az elsődleges cél.

Megvizsgálva több egyetem „Közlekedésbiztonság” tantárgyának tartalmát, leszűrhető az a megállapítás, hogy ezek a tárgyak elsősorban a közúti közlekedésbiztonságra koncentrálnak.

² A felsőoktatási szakképzések, az alap- és mesterképzések 2024/25-ös tanévtől alkalmazandó képzési és kimeneti követelményei. URL: <https://kormany.hu/dokumentumtar/kepzesi-es-kimeneti-kovetelmenyek-2> (Megtekintve: 2025. 06. 10.)

³ <https://kormany.hu/application/documents/86cfc276-12cf-43f5-825f-e299fc0d2ce0/download>

A közlekedésbiztonság általános tényezői természetesen kiterjeszthetők a vasútra is, de az alágazat egyik tantárgyi programban sincs nevesítve.

4. A VASÚTI ALAPUTASÍTÁSOK CÉLRENDSZERÉNEK ÉRTELMEZÉSE AZ OKTATÁS SZEMPONTJÁBÓL

Magyarországon az országos közforgalmú vasúti pályahálózat tekintetében a pályavasút által összeállított és a nemzeti közlekedési hatóság által jóváhagyott – EU és törvényi szabályozáson alapuló – utasításokban kell deklarálni a pályavasúti infrastruktúrával, a járművekkel és a forgalomszabályozással kapcsolatos biztonságkritikus végrehajtási szabályokat, eljárásokat (Kondor, 2025).

A vasútüzemi munka végrehajtása alapvetően az F.1. sz. Jelzési Utasítás és az F.2. sz. Forgalmi Utasítás és Függelékei szerint történik, vagyis ezen alaputasítások szabályainak betartása létfontosságú a közlekedésbiztonságot illetően. Az alaputasítások szabályrendszerének vizsgálatakor szükséges megvilágítani azt a célrendszert, amelyre a szabályok épülnek, illetve a célrendszerből levezethető utasításadási és -értelmezési szabályokat, mint a közlekedési biztonság megteremtése érdekében a megfelelő vasúti forgalomlebonyolítás keretrendszerét.

Az alaputasítások célja, hogy megfelelő szabályokat adjanak a balesetmentes közlekedéshez, ezért az egyes tevékenységeket uniformizálják és a különböző típusú biztosítóberendezésekhez rendelik. Az uniformizált folyamatok azonban rendkívüli helyzetekben sebezhetővé teszik a rendszert. Az utasítások ugyanis nem képesek minden rendkívüli helyzetet definiálni és arra követendő eljárást meghatározni. Ugyanakkor egyik fontos alapelvük, hogy eljárási szabályokat adjanak azokra az esetekre, amikor adott biztosítóberendezés használhatatlanná válik. Ez a közlekedési biztonságból levezethető cél képes az üzemképességet fenntartani, azonban az egyes folyamatok időigénye megnőhet, ami az átbocsátóképesség csökkenéséhez vezethet.

Az utasítások további célja, hogy a benne foglalt szabályok egyértelműek legyenek, mindenki számára azonos jelentéstartalmat hordozzanak és ugyanazt a cselekvést váltásák ki. A balesetmentes munkavégzés érdekében a szolgálati magatartás szabályait is taglalja a Forgalmi Utasítás, aminek fontos eleme a közlemények nyugtázása (MÁV Zrt. F.1. sz. Jelzési Utasítás). Erre szintén az egyértelműség miatt van szükség, így a közölt utasítások az adó és a vevő számára is ugyanazzal a jelentéstartalommal bírnak. A közlekedésbiztonság szempontjából a forgalom lebonyolításában résztvevők egyértelmű kommunikációja kiemelkedő jelentőségű.

Ugyancsak alapvető célként határozható meg, hogy nem egyértelmű esetekben a forgalom biztonsága felé történjen az elmozdulás. Az F.1. sz. Jelzési Utasításban meghatározottak szerint ilyen esetekben a biztonság szempontjából fontosabb szabályt kell figyelembe venni, amely általában a megállás irányába hat (MÁV Zrt. F.1. sz. Jelzési Utasítás). A nem várt esetekre vonatkozólag szintén a mozgások beszüntetése és a helyzet tisztázása az előírt alapszabály.

Az utasítások további célja, hogy az általános szabályok mellett az előre látható zavarok fellelésének esetére is eljárási szabályokat adjanak.

A forgalomlebonyolítás folyamán alapvető cél a vonatok balesetmentes és menetrendszerű közlekedésének, valamint a tolatási mozgások szintén balesetmentes végrehajtásának biztosítása. A működőképesség fenntarthatóságának ez alapkövetelménye, mert a balesetek folytán kialakuló rendkívüli események az infrastruktúra elemeinek zavarát okozhatják, ami a működőképességre is kihat. Alapesetben a vasúti munka minden mozzanata előre megtervezett, legyen szó vonatközlekedésről vagy tolatásról, állomások közötti közlekedésről vagy állomási feladatok végrehajtásáról, személyvonatokról vagy tehervonatokról. E megtervezett munka jelentős kötöttséget ró a vasúti személyzetre, ugyanakkor a balesetmentes és menetrendszerű közlekedés egyik záloga is. A technológia ismerete és betartása mellett az esetlegesen előforduló rendkívüli események azonnal észrevehetők és a vasúti személyzet képes reagálni rá. A forgalomlebonyolítás többlepcsős rendszeren

keresztül valósul meg, a forgalmi ténykedéseket minden esetben engedélyezni kell és végrehajtásukról meg kell győződni. Ezen túlmenően az állomási személyzet munkáját felügyelik és irányítják.

Az eddig vizsgált közlekedésbiztonsági célok az utasítások pontjainak betartásából vezethetők le, ugyanakkor az alkalmazottak megfigyelései is megakadályozhatnak rendkívüli cselekményeket. Maga a Forgalmi Utasítás is előír figyelési kötelezettséget a mozdonyon tartózkodók, az állomási dolgozók és a pálya mentén szolgálatot teljesítők számára. Ez azt jelenti, hogy ugyanazt a mozgást vagy műveletet egyszerre többen figyelik meg, így az esetleges rendellenesség könnyebben észrevehető. A figyelési kötelezettség tehát segíthet a hibák és az utasításellenes cselekedetek kiszűrésében, és kiterjedhet a vonatok közlekedésére, a tolatási mozgásokra, valamint a tér megfigyelésére, illetve megteremti az esetlegesen szükséges beavatkozás lehetőségét is (például „Megállj!” jelzés adásával). Hasonlóan belátható, hogy a helyszíni figyelés mellett a berendezések állásának és ellenőrző fényeinek kiértékelése is elősegítheti a vasúti közlekedés biztonságát és védelmét.

Fontos, hogy a megfigyelés mögött valós tudás álljon, hogy észrevehetőek legyenek azok a rendellenességek, amelyek rendkívüli helyzetekre is utalhatnak. Ehhez szükséges az alap- és kiegészítő utasítások szabályainak, a vasúti közlekedés veszélyeinek ismerete, valamint a megfelelő munkatapasztalat és -rutin, amiben kiemelt szerepe van a szakmai képzésnek. A megfelelő felkészültségű dolgozó tisztában van munkájának fontosságával és jelentőségével, ezért nem cselekszik utasításellenesen, a szükséges ellenőrzéseket mindenkor elvégzi, így munkájával védi az alágazatot a káros belső és külső hatásoktól.

Összességében elmondható, hogy a vonatforgalmat és a tolatásokat szabályozó jelzőberendezések jelzései zavarok előfordulásakor kézi és hangjelzésekkel helyettesíthetők, ugyanakkor emiatt a biztonsági szint csökken (a gépi védelem megszűnik), a vonatok csak alacsonyabb sebességgel közlekedhetnek, ami az át-bocsátóképesség és így a szolgáltatási színvonal

csökkenését eredményezheti. Ugyanakkor a szabályok betartása és alkalmazása közlekedésbiztonsági szempontból alapkövetelmény, ugyanis a műszaki és az üzemi biztonság hiánya csak a forgalombiztonsági előírások betartásával küszöbölhető ki. Az utasítások szabályainak megértése, vagyis az előírások bevezetésének okai azonban nem minden esetben egyértelműek, ezért a közlekedés- vagy közlekedéssépítő mérnökök számára hasznos lehet ezek feltárása és oktatása egy vasúti közlekedésbiztonsággal foglalkozó kurzus keretében. A szabályrendszer céljainak megértése segíthet a jelenkori és a jövőbeni mérnöki gondolkodás javításában.

5. A VASÚTI KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI OKTATÁS TÉMAKÖREI

Az általános közlekedésbiztonsági tantárgyak elsősorban csak a közúti átjárók kérdéseivel foglalkoznak, azonban az emberek többsége utas-ként is kapcsolatba kerül a vasúti közlekedéssel, és így vannak olyan szabályok, illetve viselkedési normák, amelyeket a biztonságos közlekedés érdekében szükségesnek tartunk elsajátítani. Az oktatás témáit alap- és közép (óvoda, általános és középiskola, szakképzés), illetve felsőszinten tárgyaljuk. Az ismeretek meghatározása a közlekedésbiztonság 3E rendszere (Education = oktatás, Engineering = mérnöki tevékenység, Enforcement = betartatás) szerint történik.

5. 1. Alapszintű oktatási ismeretek

Az általános és középiskolákban javasoljuk a már említett osztályfőnöki órák általános, közlekedési kultúrával foglalkozó „közlekedési veszélyek” témakört a közúti és a vasúti közlekedés veszélyeire konkretizálni, illetve kiterjeszteni a légi és a vízi közlekedés veszélyeire is.

Alapszinten ilyen témának gondoljuk az állomási peronokon történő viselkedést. Ebbe beletartozik a vonatra várakozás helye, a felfestett jelek ismerete és a peronokon történő közlekedés is. Mindenki szeret minél kevesebbet gyalogni, ezért úgy helyezkedik el, hogy nagy valószínűséggel a leszálláskor a legrövidebb táv alatt érje el a kijáratot, azonban ez bizonyos esetekben a vonat 1-2 ajtajára korlátozódik, emiatt

ott zsúfoltság alakul ki és ez növeli a balesetveszélyt. Érdemes az oktatás során hangsúlyt helyezni arra, hogy 1-2 perc időnyeréséért nem éri meg balesetveszélyes szituációkba bemenni, és érdemes lehet távolabbi ajtókat is használni. A vonatok érkezése, illetve áthaladása jelenthet még különös veszélyt az állomási peronokon várakozóknak. A felfestett jelek és piktogramok ezekre hivatottak felhívni a figyelmet, ezek megfelelő értelmezése is az oktatás célja kell, hogy legyen. A peronon való közlekedés összefügg a megfelelő várakozási hely megtalálásával, különösképpen a kerékpárral és a rollerrel közlekedők esetében. A peronon kerékpárral vagy rollerrel való közlekedés a szűk hely és az esetlegesen sok utas miatt balesetveszélyes, véleményünk szerint erre kiemelt figyelmet kell fordítani az oktatás során. A fiatalok körében egyre népszerűbb mikromobilitási eszközök helyes (vasútállomási) használatának elsajátítása a közlekedésbiztonság területének egyik legfontosabb új kihívása.

A vasúti közlekedésbiztonság másik alapvető kérdése a vágányok keresztezése. Vizsgálatunk tárgyát nem csak az úttjárók képezik, hanem az illegális átkelők is, hiszen ezek nem védett keresztezések, így itt teljes egészében az átkelőkre van bízva a veszély észlelése. Szakmai meggyőződésünk, hogy ezek az illegális átjárók rendkívül veszélyesek, és az oktatás során törekedni kell annak kihangsúlyozására, hogy az emberek ne ilyen átjárókat használjanak. A veszélyt tovább növeli, hogy ezeken a helyeken a vasúti munkavállalók sem számítanak átkelésre, ezért – bár figyelmük a pályára és környezetére irányul – nem elvárható, hogy a megfelelő távolságból (fékúttávolság) észleljék az átkelési szándékot és időben meg tudjanak állni. Az oktatások alkalmával tudatosítani kell, hogy bár a vágányon való átkelés ideje rövid, kb. 2-3 másodperc/vágány, a vonat ennyi idő alatt mekkora távolságot képes megtenni, illetve a fékezési lehetőségeket is taglalni kell, úgymint fékút hossza, fékek hatásossága, fékezés következményei stb. Az illegális átkelés különösen akkor veszélyes, ha a vasúti pálya valamilyen ok miatt (akár növényzet, akár időjárási ok, például köd) nem jól belátható. A modern motorvontok közlekedése egyre halkabb, még az észlelt zajokban sem lehet megbízni.

A vasúti átjárókon történő biztonságos átkelés minden közlekedésbiztonsággal foglalkozó kurzus alapeleme, ezért nem is térünk ki rá nagyobb mértékben. Ami különösen a gyalogosok esetében fontos, hogy a labirint korlátok megfelelő használatára nagyobb figyelmet kell fordítani. Különösen fontosnak ítéljük, hogy az ilyen átjárókat használók valóban körül is nézzenek az átkelés előtt. Krizsik Nóra doktori értekezésében vizsgálta a gyalogosok figyelemelterelő tevékenységeit a közúti gyalogos átkelőhelyek esetében (Krizsik, 2025). Megállapításai véleményünk szerint a vasúti átjárókra is érvényesek. A különbség annyi, hogy itt minden esetben a gyalogosnak kell megadnia az elsőbbséget a haladó vonattal szemben. Ezért még inkább szükséges, hogy a manapság egyre jobban elterjedő fülhallgató-használat miatt a vizuális ingerek alapján eldönthető legyen az átkelés biztonsága. Emiatt az ilyen esetekben kiemelten kell foglalkozni a vizuális kompenzációval. Krizsik Nóra megállapította, hogy ezt a gyalogátkelőhöz közeledő gyalogosok maguktól is megteszik, ugyanakkor ennek rendkívüli fontosságára az oktatás folyamán fel kell hívni a figyelmet. A mérnöki tevékenység feladata ennek kikényszerítése a gyalogosok részéről.

Szintén érdemesnek tartjuk tanítani a vasúti járművek megközelítésének szabályait. Bár egyre több az alacsonypadlós jármű, azonban még sok kocsira lépcsőn kell felszállni. Ebben az esetben sem magával a fel- és leszállással van a probléma, sokkal inkább a türelmetlenséggel. A reteszelt ajtókkal rendelkező vasúti kocsik egy része olyan, hogy a zárás feloldódik vagy még nem működik 5 km/h sebesség alatt. Ez ugyan bár lassú mozgás, de még ilyen sebesség melletti fel- vagy leszállásnál is el lehet esni, és ezáltal balesetet szenvedni. Tanítani kell a fel- és leszállás helyes módszereit, külön kiemelve a türelmes viselkedést. A vasúti kocsik megközelítésének másik kérdése az azokra való (illegális) felmászás. Az átjárót elálló vasúti kocsin való átmászás balesetveszélyes, mert egyrészt nem peron mellett történik, másrészt egyes esetekben a felsővezeték túlzottan közel kerül az emberhez, ami halálos balesetet okozhat. Az oktatásnak tehát ki kell terjednie a vasúti kocsik rendeltetésszerű használatára, illetve a vasúti felsővezeték veszélyeire.

A balesetmegelőzés egyik legfontosabb alapelve a helyes közlekedési viselkedés elsajátítása. Nincs ez másként a vasút esetében sem. A fel- és leszálláson kívül meg kell tanulni a helyes viselkedés alapelveit és a balesetek és káresetek megelőzésének lehetséges módozatait, beleértve a vészfékberendezések szükségességének használatát.

5. 2. Felsőfokú képzés elemei

Felsőbb szinten érdemes külön foglalkozni a vasúti közlekedésbiztonság 3E rendszerének további elemeivel, vagyis a szabályok betartatásával és a mérnöki tevékenységgel.

A peronon való megfelelő elhelyezkedés egyik alapeleme, hogy az utas tudhassa, amennyiben helyjegyet vált, a kocsija hol fog elhelyezkedni a peron mentén, vagyis ne a vonat megérkezésekor derüljön ki számára, hogy a kocsit hol találja. A szektorok kialakítása már több országban is bevett és jól működő gyakorlat, Magyarországon azonban csak a dél-balatoni vasútvonalon alkalmazzák. A jól lehatárolt szektorok megkönnyítik az utasok elhelyezkedését és azon túl, hogy nem eredményeznek állomási vagy megállóhelyi túltartózkodást, csökkentik a felszálláskori balesetek bekövetkezésének kockázatát. Különösen igaz ez a kerékpárral közlekedők esetén.

A mérnöki tevékenység megfontolandó kérdése az utasperonon történő kerékpározás megakadályozása. Amennyiben ezt fizikai akadályokkal tesszük, az a gyalogos utasok kárára is lehet, és lassíthatja a haladásukat, ezáltal a peronok lassabban ürülnek ki, illetve torlódások alakulhatnak ki, amelyek szintén növelik a balesetveszély kialakulását. Ezért ebben az esetben megfontolásra ajánljuk a szabályok betartatására irányuló tevékenységeket. Az teljesen egyértelmű, hogy nem lehet minden peronra őrköt állítani, de a legnagyobb forgalmú peronokra a legfogalmasabb időszakban igen.

A peronok utasbiztonságának egyik fokozó eleme az okosperonok kialakítása. Ezek technológiai lehetőségeit már több szakcikk tárgyalja (például Daniel et al., 2024; Guan et al., 2024), jelen kutatásban nem a technológiai lehetőséget vizsgáljuk, csupán felhívjuk a figyelmet az ilyen lehetőségek oktatására.

A mérnöki tevékenység ki kell, hogy terjedjen az illegális átjárók megszüntetésére, aminek szükségszerűen társulnia kell a betartatással. Egy-egy ilyen átjáró megszüntetése után ideiglenes jelleggel a terület bekamerázható, és így megállapítható, hogy kik bontották el például a védelmi kerítést. Ugyanakkor érdemes arra is figyelmet fordítani, hogy az ilyen útvonal mennyire nagy forgalmú, és esetleg valós és jelentős közlekedési igényt fed le. Érdemes lehet ezeken a helyeken is forgalomszámlálást tartani és a számok alapján dönteni a legális átjáró kialakításának vizsgálatáról. A vizsgálat eredményei alapján pedig meghatározható, hogy ki lehet-e alakítani biztonságos átkelőt az adott útvonal mentén.

A labirintkorlátok esetében a mérnöki tevékenység egyik fejlesztési iránya lehet a korlát fényjelzésekkel való felszerelése, és ezáltal a gyalogosok figyelmének felhívása, illetve vizuális kompenzációjuk aktiválása. Ez villogó led fények telepítésével megoldható. A technika fejlődésével elérhető egy olyan állapot, amikor a közeledő vonat hatására a behatási pont elérésekor ezek a fények pirosra váltanak, így a labirint korlát is kvázi-fénysorompóként működhet. Ebben az esetben ki kell kényszeríteni a korlát használatát olyan eszközökkel, amelyek egyértelműen a korlátok felé terelik a gyalogosokat és megakadályozzák azok kikerülését.

A vasúti átjárók biztonsága tekintetében a közlekedésbiztonsági kurzusok foglalkoznak a biztonság irányába mutató mérnöki tevékenységekkel és a megfelelő használatot kikényszeríteni hivatott eszközökkel. Ma már számtalan módszer ismert az átjáróban rekedt járművek felismerésére és figyelmeztetések küldésére a vasúti dolgozók felé. Ebben a tekintetben ketté kell osztani az átjárókat. A lakott területen található átjárók veszélyeztetettsége kisebb, mint a külterületen találhatóké. Ott a járművezetők hajlamosabbak a szabályszegésre, mondván, nem látja senki. Ezt a magatartásformát mindenképpen meg kell akadályozni, mert rendkívül súlyos balesetek bekövetkezéséhez vezethet. Itt elsősorban a szabályok betartásának kikényszerítése jöhet szóba, ugyanis a fizikai akadályok létesítése és üzemeltetése drága és általában az ilyen helyeken

a forgalomnagyság sem indokolja (például a teljes csapórudas sorompókat). Azonban hatékony közút ellenőrzésekkel, illetve kamerák felszerelésével kiszűrhetők az ilyen szabálytalanságokat elkövetők, és tettük megfelelő mértékben szankcionálható.

A vasúti kocsik illegális használatának megakadályozására megfelelő mérnöki módszer nem létezik. Elsősorban a kényszerítés eszközével lehet élni, ami a kamerák és vasútőrök alkalmazását jelenti. A technológia fejlődésével eljuthatunk arra a pontra, amikor az állomások egyes vágányai fölött külön-külön lehet kapcsolni a felsővezeték, azonban ennek kialakítása költséges és a vasúti forgalom nem indokolja. Közlekedésbiztonsági szempontok azonban előtérbe helyezhetik ezt az igényt, amire ebben az esetben meg kell találni a mérnöki megoldást.

Fontos mérnöki feladat a vasúti közlekedés működőképességének fenntartása és ilyen szempontból a közlekedés biztonságának garantálása. Ez a tevékenység is kapcsolódik a balesetmegelőzéshez, mert a vasútüzem robusztussá tételének eredményeképp jobban reagál az esetlegesen fellépő meghibásodásokra, vagyis a rendszer hibatűrése nagyobb lesz. Ez egyben azt is jelenti, hogy balesetveszélyes szituációk kialakulása is ritkábban fog előfordulni. Szükségesnek tartjuk tehát azon mérnöki tudás elsajátítását, amely lehetővé teszi a vasútüzem védelmi célú felkészítését. Ebben a fogalomkörbe tartozik a vasúti biztosítóberendezések és védelmi alapelveik, valamint a vasúti közlekedésirányítási folyamat megismerése. A mai kornak megfelelően az elektronikus irányító és biztosítóberendezések védelme csak a kibervédelem megfelelő ismerete mellett lehetséges. Továbbá szükségesnek tartjuk a nemzetvédelem és a közlekedésbiztonság összefüggéseinek bemutatását (Lévai, 2023) is annak érdekében, hogy a két védelmi módszer egymást erősítő hatása megismerhető legyen.

A fentiek alapján a különböző szakokon és képzési szinteken az alábbi témakörök oktatását javasoljuk (1-4. táblázatok).

A javasolt felsőfokú ismeretanyag elsajátítása a szabályok betartását ellenőrzők számára is hasznos lehet. A Nemzetközi Vasútegylet (UIC)

2003 óta futó, vasúti közlekedési kultúrával foglalkozó projekt kutatási eredményei is megalapították, hogy szükséges a humán tényezők kérdéseinek alaposabb feltárása és ennek eredményeként az ideális biztonsági kultúra erősítése és a szakmai alkalmasság színvonalának növelése (Szabó, 2025). Ez pedig a szabályok betartatásával foglalkozók alaposabb felkészültségét, illetve a biztonságirányítási rendszer alapelemeinek a biztonsági kultúrával összefüggő hatékonyabb gyakorlati alkalmazását (ellenőrzés, balesetvizsgálat) kell, hogy jelentse.

Szak	Képzési szint	Témakör
Közlekedésmérnök	BSc	Biztonság alapfogalmak Veszélyforrások, a sín-kerék rendszer sajátosságai A közlekedésbiztonság értelmezése a vasúti alágazatban Vasúti biztosítóberendezések fajtái Vasúti közlekedésirányítás Az utasbiztonság kihívásai Állomási és megállóhelyi utasvédelem Vasúti útátjárók közlekedésbiztonsága Viselkedés a vonatokon

**1. táblázat: Vasúti közlekedésbiztonság
Közlekedésmérnök BSc javasolt témakörrei**

Szak	Képzési szint	Témakör
Közlekedésmérnök	MSC	Megbízhatóság a vasúti közlekedésben Mérnöki módszerek a vasúti közlekedésbiztonság fokozására A létfontosságú rendszerek védelmének vasúti elemei Vasúti reziliencia Vasúti kibervédelem Vasúti közlekedésbiztonság és védelmi biztonság Szabályozási rendszerek a vasúti közlekedésbiztonság fokozására

**2. táblázat: Vasúti közlekedésbiztonság
Közlekedésmérnök MSC javasolt témakörrei**

Szak	Képzési szint	Témakör
Közlekedés- építő mérnök	BSc	Biztonság alapfogalmak Veszélyforrások, a sín-kerék rendszer sajátosságai A közlekedésbiztonság értelmezése a vasúti alágazatban Vasúti biztosítóberendezések fajtái A vasúti pálya védelmi létesítményei Vasútállomások védelmi létesítményei Utasvédelmi létesítmények Vasúti úttjárók közlekedésbiztonsága, kialakításuk szabályai

**3. táblázat: Vasúti közlekedésbiztonság
Közlekedésépítő mérnök BSc javasolt témakörei**

Szak	Képzési szint	Témakör
Közlekedés- építő mérnök	MSc	Megbízhatóság a vasúti közlekedésben Mérnöki módszerek a vasúti közlekedésbiztonság fokozására A létfontosságú rendszerek védelmének vasúti elemei Vasúti biztosítóberendezések védelmi tervezése: reziliencia és kibervédelem A vasúti pálya védelmi létesítményeinek tervezése Vasútállomások védelmi létesítményeinek tervezése Utasvédelmi létesítmények tervezése Vasúti úttjárók közlekedésbiztonsági tervezése

**4. táblázat: Vasúti közlekedésbiztonság
Közlekedésépítő mérnök MSc javasolt témakörei**

A témakörök feldolgozásához javasoljuk a hazai és a nemzetközi szakirodalom alapos feltárását és ez alapján egy felsőoktatási tankönyv kidolgozását.

6. KONKLÚZIÓ

A közlekedésbiztonság magas színvonala minden közlekedőnek érdeke. Ahhoz, hogy ez megvalósulhasson, a közlekedésben résztvevőknek megfelelő ismeretekkel kell rendelkezniük. Ezért a közlekedésre nevelés és a közlekedés biztonságának oktatása az egész nevelési-oktatási rendszeren végigvonul. Azonban vannak a közlekedésnek olyan területei, amelyek speciális szaktudást várnak el a rendszer működtetőitől. Ennek ellenére mégis következnek be ezekben az alágazatokban is balesetek, mert a használók és az adott közlekedési ággal kapcsolatba kerülők nem ismerik ezeket a speciális szabályokat. Természetesen nem várható el mindenkitől minden közlekedési ág biztonsági tudásanyagának ismerete, azonban vizsgálható, hogy vannak-e olyan, mindenki számára releváns ismeretek, amelyek megtanulhatók szakmai ismeretek nélkül és birtokukban csökkenhet a közlekedéssel kapcsolatos balesetek száma.

Cikkünkben a vasúti közlekedési alágazatot vizsgáltuk meg ebből a szempontból. Szakirodalmi elemzéssel feltártuk azokat a területeket, ahol érdemes lehet a vasúti közlekedés biztonsági kérdéseit egyes tananyagokba beépíteni. Ezután vizsgáltuk, hogy egyes felsőoktatási, közlekedésbiztonsággal kapcsolatos kurzusok tananyaga mennyire tartalmazza a vasúti közlekedésbiztonság kérdéseit, illetve oktatási szempontból vizsgáltuk a vasúti alaputatisítások célrendszerét. Ezután meghatároztuk azokat a területeket, amelyekre az oktatás során koncentrálni kell. Finn példa alapján kettéválasztottuk az ismereteket alap- és közép-, illetve felsőszintre. A felsőszintű képzésbe szükségesnek tartottuk a közlekedésbiztonság 3E rendszere szerinti vasúti közlekedésbiztonsági ismeretek beillesztését. A felsőfokú képzési szinteknek megfelelően témaköröket állítottunk össze, ami tartalmazza az alapszintű képzés elemeit is. A képzés ilyen szintű tagolását már csak ezért is szükségesnek tartjuk, mert bízva abban, hogy a diákok és hallgatók egyszer szülők lesznek, a kisgyermek közlekedésre nevelésének első mintáit a szülőtől kapják, így az ő közlekedésbiztonsági tudásuk jelentős mértékben hozzájárulhat a

gyermek életének biztonságához. Mindennek megfelelően az ismeretanyag kellő mélységű el-sajátításhoz javaslatot tettünk egy új oktatási se-gédanyag kidolgozására.

Kiemelten fontosnak tartjuk, hogy a jövő ge-neráció, amely szeret önállóan, rugalmasan és gyorsan közlekedni és nyitottabb a környezetu-datos közlekedésre (Horváth, 2025), megfelelő ismeretekkel rendelkezzen a vasúti közlekedés biztonságával kapcsolatban.

Összefoglalásként elmondható, hogy a vasúti balesetek súlyossága miatt szükségesnek látjuk a speciális vasúti közlekedésbiztonsági ismere-tek beépítését a tananyagokba, illetve a műszaki felsőoktatásban, különösen a közlekedésmér-női képzésben ilyen témájú kurzus elindítását, melyhez az általunk meghatározott témakörök oktatása megfelelő alapot adhat, és így a jövő generáció számára a környezetbarátabb vasúti közlekedés igénybevételének esélye növelhető.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Aliza, M. E. M., Yusop, A. F., Hamidi, M. A., Nor, M. A. M. (2025) Optimizing Railway Safe-ty by Analyzing Human Reliability Tech-niques – A review. *Journal of Physics: Con-ference Series*, 2933, 012014. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2933/1/012014>
- Bal, O., Tverdomed, V., Kovalchuk, O. (2024) Innovative approaches to developing na-tional railway safety policy and train-ing safety leaders. *Transport Systems and Technologies*, 43. DOI: <https://doi.org/10.32703/2617-9059-2024-43-10>
- Bugalia, N., Misra, S., Mahalingam, A., Seetha Ram, K. E. (2022) Policy Messages for Planning and Implementing High-Speed Rail in Asia. *Asian Development Bank Institute, Tokyo*. DOI: <https://doi.org/10.56506/PWXS1277>
- Daniel, D. A., Vishaant, R. P., Saravanan, T. K. (2024) Smart Railway Platform with Train Arrival Detection. *International Journal of Microsystems and IoT*, 2(3), pp. 632-639. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10842058>
- Evans, A. W. (2021) Fatal train accidents on Eu-rope's railways: An update to 2019. *Ac-cident Analysis and Prevention*, 158, 106182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106182>
- Hong, W.-T., Clifton, G., Nelson, J. D. (2023) Railway accident causation analysis: Cur-rent approaches, challenges and poten-tial solutions. *Accident Analysis and Pre-vention*, 186, 107049. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107049>
- Horváth, B. (2025) Szokások, generációk és technológiák a városi közlekedésben. XXV. Jubileumi Városi közlekedés aktuális kérdései és City Rail 2025 Konferencia, Balatonfenyves, 2025. szeptember 10-11.
- Kashim, M. A. R. M., Misnan, M. S., Jenuwa, N., Ab Wahid, A. M., Ab Malek, S. N. F. (2024) Railway Safety Education via In-teractive Gamification Learning. *Jor-nal of Computing Research and Innovat-ion*, 9(2), pp. 478-484. DOI: <https://doi.org/10.24191/jcrinn.v9i2.483>
- Kondor, B. (2025) Vasútbiztonság: fókuszban a jelzés. In: Horváth B. – Henézi D. – Döb-rentei B. (szerk.): *Transport Safety Con-ference*, Széchenyi István Egyetem, Ma-gyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedéstudományi Egyesület (KTE), Győr, 2025, pp. 187-196.
- Krisma, P., Wulandari, T., Hidayat, M., Prati-wi, S. W., Wibisono, G. I. (2018) Analysis of The Causes of Train Accidents to Sup-port Railway Safety. *Advances in Trans-portation and Logistics Research*, 1. DOI: <https://doi.org/10.25292/atlr.v1i1.65>
- Krizsik, N. (2025) Gyalogosbalesetek és gyalo-gos interakciók több szempontú vizsgálata az emberi tényezők és döntési mechaniz-musok figyelembevételével, Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Műszaki és Gazda-ságtudományi Egyetem, Közlekedésmér-női és Járműmérnöki Kar, Kandó Kál-mán Doktori Iskola, Budapest.
- Ladich, M., Miletics, D. (2025) Szintbeni vas-úti átjárók és közúti csomópontok ösz-szehasonlítása baleseti adatok és az út-használók által érzékelt veszély mértéke alapján. *Közlekedéstudományi Szemle*, 75(1), pp. 41-52. DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2025.1.4>

- Leitner, B. (2017) A General Model for Railway Systems Risk Assessment with the Use of Railway Accident Scenarios Analysis. *Procedia Engineering*, 187, pp. 150-159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.361>
- Lévai, Zs. (2019) Közlekedésbiztonság. Dialóg Campus Kiadó, Budapest.
- Lévai, Zs. (2023) A vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésének hatása az alágazat közlekedési biztonságára. In: Horváth B. – Henézi D. (szerk.): I. Közlekedésbiztonsági konferencia - Transport Safety Conference, Győr, Széchenyi István Egyetem, Közlekedéstudományi Egyesület (KTE), Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Győr, pp. 42-53.
- Liu, J., Liu, M., Xu, H., Wu, Y., Zhou, Y. (2022) Railway Worker Safety Analysis by the PSO Algorithm in China Railway Bureau. *Proceedings of the 41st Chinese Control Conference*, July 25-27, 2022, Hefei, China. DOI: <https://doi.org/10.23919/CCC55666.2022.9901888>
- MÁV Zrt. F.1. sz. Jelzési Utasítás. URL: https://www.mavcsport.hu/sites/default/files/upload/page/f.1.sz._jelzesi_utasitas_1-4._mod._egyseges_szerkezetben_2023.04.01-tol_hatalyos.pdf
- MÁV Zrt. F.2. sz. Forgalmi Utasítás. URL: https://www.mavcsport.hu/sites/default/files/upload/page/f.2.sz._forgalmi_utasitas_1-6._mod._egyseges_szerkezetben_2023.04.01-tol_hatalyos.pdf
- Ötvös, V., Lévai, Zs., Albert, G., Munkácsy, A. (2026) A jövő generáció magyarországi közlekedési stratégiájának főbb irányai. *Közlekedéstudományi Szemle*, 76(1), pp. 62-70. DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2026.1.5>
- Shipunova, O., Berezovskaya, I., Efremenko, O. (2022) Transport risk factors and personal potential safe behavior of the railway operator. *Transportation Research Procedia*, 63, pp. 1163-1170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.120>
- Silla, A., Kallberg, V-P. (2016) Effect of railway safety education on the safety knowledge and behaviour intention of schoolchildren. *Evaluation and Program Planing*, 55, pp. 9-16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2015.11.006>
- Szabó, A. (2025) Biztonsági kultúra a vasúti közlekedésben. In: Horváth B. – Henézi D. – Döbrentei B. (szerk.): *Transport Safety Conference*, Széchenyi István Egyetem, Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedéstudományi Egyesület (KTE), Győr, pp. 89-97.
- U. S. Department of Transportation, Office of Research and Development (2014) *Evaluation of Education and Outreach Methods and Strategies: A Case Study of a Web-Based Rail Safety Education Initiative*, Federal Railroad Administration, Washington. URL: https://railroads.dot.gov/sites/fra.dot.gov/files/fra_net/125/RR_Eval_of_Educ_and_Outreach_Prog_final.pdf



Improving the Level of Transport Safety by Supporting Education on Railway Elements

Keywords: transport safety, railways, transport safety education, railway instructions, transport behaviour standards

Education is a key factor in raising the standard of transport safety. In schools, training courses are primarily focused on road traffic, while there is very small amount of instructions regarding other sub-sectors. This article examines the transport safety curriculum at various educational levels regarding to the railway sector. The analysis also examines whether, based on the curriculum and basic railway regulations, it is necessary to develop a separate course on railway safety. The research identifies the topics related to railway safety for each level of education.

Támogatóink



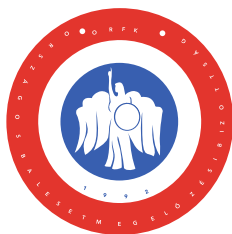
KÖZLEKEDÉSI ÉS BERUHÁZÁSI
MINISZTERIUM



STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.

FÜMTERV



 **HungaroControl**
Magyar Légiforgalmi Szolgálat

