

VÁLTOZÁSOKRA REAGÁLÓ –
VÁLTOZÁSOKAT INDUKÁLÓ –
VÁROSI KÖZLEKEDÉS

City Rail 2025

Szakmai Konferencia



Balatonfenyves
2025. szeptember 10-11.

City Rail 2025
Szakmai konferencia

Elektronikus változat

**„VÁLTOZÁSOKRA REAGÁLÓ – VÁLTOZÁSOKAT INDUKÁLÓ –
VÁROSI KÖZLEKEDÉS”**

**CITY RAIL 2025
SZAKMAI KONFERENCIA**

**EGYÜTTMŰKÖDÉSBEN
A XXV. VÁROSI KÖZLEKEDÉS AKTUÁLIS KÉRDÉSEI
KONFERENCIÁVAL**

Balatonfenyves

2025. szeptember 10-11.

**CITY RAIL 2025 SZAKMAI KONFERENCIA
EGYÜTTMŰKÖDÉSSEN
A XXV. VÁROSI KÖZLEKEDÉS AKTUÁLIS KÉRDÉSEI KONFERENCIÁVAL**

Első nap (2025. szeptember 10. szerda)

	Főépület (üdülői étterem)	Szekció terem („A” épületi rendezvényterem valamint a Csónakház épülete)
8:30 – 9:30	Regisztráció	
9:30 – 10:00	Köszöntők	
10:00 – 11:40	Plenáris előadások	
11:40 – 12:00	Szünet	
12:00 – 13:00	Plenáris előadások	
13:00 – 14:10	Ebéd a Főépületben	
13:20 – 14:10		Magyar Közlekedési Szövetség elnökségi ülése (zártkörű rendezvény a "Csónakház" épületében)
14:10 – 15:10	Kerekasztal beszélgetés Közlekedésbiztonság a városi közlekedésben	
15:10 – 15:50	Plenáris előadások	
15:50 – 16:10	Szünet	
16:10 – 17:10	I. szekciós előadások Felmerült kérdések megválaszolása	II. és III. szekciós előadások Felmerült kérdések megválaszolása
17:10 – 19:45	Program lehetőség: Szakmai látogatás a Hévíz-Balaton Airport (Sármellék) Nemzetközi Repülőtéren	Egyéb program lehetőség: szabadidő, felkészülés a Gálavacsorára
19:45 – 20:30	Felkészülés a Gálavacsorára	
20:30 – 22:00	Gálavacsora a Főépületben	
22:00 – 22:30	Kvíz játék a jubileumi Városi Közlekedési Konferenciához köthetően	Kötetlen beszélgetési lehetőség a Söröző épületében
22:30 – 23:59		

Második nap (2025. szeptember 11. csütörtök)

	Főépület (üdülői étterem)
8:00 – 9:00	Reggeli a Főépületben
9:00 – 11:30	Plenáris előadások
11:30 – 11:50	Szünet
11:50 – 13:55	Plenáris előadások, felmerült kérdések megválaszolása
13:55 – 14:00	Konferencia zárása, elköszönés
14:00 – 15:00	Ebéd a Főépületben

A programváltozás jogát a szervezők fenntartják!



BUDAPESTI
KÖZLEKEDÉSI
KÖZPONT

„VÁLTOZÁSOKRA REAGÁLÓ – VÁLTOZÁSOKAT INDUKÁLÓ – VÁROSI KÖZLEKEDÉS”

a XXV. Városi Közlekedés aktuális kérdései és a CITY RAIL 2025 Szakmai Konferencia résztvevőinek köszöntése

Nagy örömmel és tisztelettel köszöntöm Önöket a XXV. Városi Közlekedés aktuális kérdései és a CITY RAIL 2025 Szakmai Konferencián. Engedjék meg, hogy a konferencia szervezői és saját nevemben is üdvözljem mindazokat, akik érdeklődnek a konferenciánkon elhangzó témák iránt, azaz Önöket, számomra kedves olvasókat. A konferencia mottója – „VÁLTOZÁSOKRA REAGÁLÓ – VÁLTOZÁSOKAT INDUKÁLÓ – VÁROSI KÖZLEKEDÉS” – nemcsak frappáns, hanem mély és időszerű üzenetet is hordoz. Olyan korszakban élünk, amikor a városi közlekedésnek egyszerre kell alkalmazkodnia a hozzá szervesen kapcsolódó társadalmi, gazdasági, környezeti változásokhoz, miközben maga is az egyik formálója ezeknek a változásoknak. Alkalmazkodni kell a klímaváltozás, a megjelenő új technológiák és a digitális forradalom kihívásaihoz, az utazási szokások átalakulásához. Egy város akkor lehet sikeres, ha a közlekedési rendszere képes rugalmasan, hatékonyan és fenntartható módon reagálni ezekre az új igényekre.

A közlekedésnek nem pusztán követnie kell a városfejlődést, hanem aktívan alakítania is azt. Egy új villamos-vasúti metróvonal, egy korszerű közösségi közlekedési csomópont, egy új szemléletű forgalomszervezés nemcsak a szükséges mobilitást biztosítja, hanem életminőséget javít, közösségeket formál, gazdasági fejlődést generál. E kettősség felismerésében rejlik a közlekedési szakma izgalma és szépsége, a felelőssége pedig az ezt követő helyes cselekvésben. Nekünk, iparági szakembereknek, várostervezőknek, a szolgáltatást megrendelőknek és üzemeltetőknek, valamint a döntéshozóknak az a dolgunk, hogy ezt a kettős küldetést megfelelően összehangoljuk. Feladatunk tehát egyrészt jó válaszokat adni a környezetünk változásaira, másrészt bölcs előrelátással, hosszú távon gondolkodva bátran kezdeményezni is a változásokat. Üzemeltetői szinten gyakran kell szembenézni számos olyan ránk nehezedő kihívással, mint pl. a beruházási- és működés finanszírozás ágon évek óta fennálló gazdasági nehézségek, a humán erőforrás-utánpótlási kérdéseket is felvető generációváltás kapcsán az új informatikai környezetben felnövekvő generáció megismerése, megszólítása, a közlekedési társaságokhoz bevonása, képzése, megtartása, meglévő munkaerő megbecsülése, munkakörülmények javítása, a szomszédban élő fegyveres konfliktus kapcsán átrendeződő alapanyagellátási utak kialakítása, továbbá a versenypiacról beszerzett termékek és szolgáltatások árának emelkedése.

Az immár 6 éve közösen megrendezett, a hagyományokat ápoló „Városi Közlekedés” és az üzemeltetői nézőpontot előtérbe helyező „CITY RAIL” konferencia szorosan összefonódott, egymást kiegészítő programjai alkalmas kereteket nyújtanak az év folyamán más-más munkahelyen dolgozó szakemberek találkozására és a városi közösségi közlekedés fejlesztésével, működtetésével kapcsolatos gondolatok, tapasztalatok, javaslatok megosztására. Az elhangzó előadások és az elektronikus formátumban elérhető konferencia kiadványban összegyűjtött cikkek számos műszaki és tudományos fejlesztést is bemutatnak.

Szeretnék köszönetet mondani az előadóknak a megtartott előadásaiért, külön is kiemelve a jelen kiadványban megjelenő magas színvonalú szakmai cikkeket publikáló előadóinkat, akik időt és energiát szántak szakmai ismereteik, tapasztalataik ilyen módon is történő megosztására. Köszönet illeti továbbá a BKV Zrt., a Közlekedéstudományi Egyesület és a BKK Zrt. azon munkatársait, akik a szervezésben és megvalósításban egyaránt aktív szerepet vállalva járultak hozzá a konferencia sikeréhez.

Mindannyiunkat arra biztatom, hogy tudásunkat, tapasztalatainkat, jó gyakorlatainkat megosztva egymással tanuljunk, vitatkozzunk, inspirálódjunk, s közösen gondolkodjunk arról, merre tart a városi közlekedés, és merre is kellene tartania.

Köszönöm, hogy itt vannak, s kívánok tartalmas eszmecseréket, új szakmai impulzusokat és további eredményes együttműködést!

Balatonfenyves, 2025. szeptember 10-11.

Héri József
vezérigazgató-helyettes
BKV Zrt.

*A Konferenciát követően a szakmai anyagok elérhetők lesznek a BKV Zrt.
(<https://www.bkv.hu>) és a KTE (<https://ktenet.hu>) honlapján.*

“RESPONDING TO CHANGE – INDUCING CHANGE – URBAN TRANSPORT”

Welcoming Participants to Current Issues in Urban Transport XXV and CITY RAIL 2025 Conference

It is a great pleasure and honour for me to welcome you to the 25th Conference on Current Issues in Urban Transport and CITY RAIL 2025. On behalf of the conference organizers and myself, let me welcome all those who are interested in the topics discussed at our Conference, namely you, dear Readers.

The motto of the Conference – ‘RESPONDING TO CHANGE - INDUCING CHANGE – URBAN TRANSPORT’ - is not only catchy, but it conveys a profound and timely message, too. We live in an era when urban transport must adapt to the societal, economic, and environmental changes to which urban transport is an integral part itself while being one of the factors which shape the same changes. It is necessary to adapt to the climate change, to the emerging new technologies, the challenges of the digital revolution, the transformation of travel habits. A city can be successful only if its transportation system can respond to these new demands resiliently, effectively and in a sustainable way.

Transport must not merely follow but also actively shape urban development. A new tram or metro line, an up-to-date public transport hub, a new concept in organizing transport ensure not only the necessary mobility but improve quality of life, forms communities, generates economic development, too.

The excitement and beauty of transport as a trade is hidden in understanding this duality, and our responsibility, respectively, is to act in an appropriate way following this. For us, experts of our trade, urban designers, transport organizers, service providers and decision makers, the task is to harmonize this double mission. On the one hand, it is our task to give good answers for the changes of our environment, on the other hand, with wise foresight and long-run thinking, also to initiate boldly the changes. On the operational level, we often face a great number of challenges, such as the economic difficulties which have been burdening us for years in the field of investment and operational financing, or the generational change raising also the question of human resource replenishment, how to get to know, to address and attract the upcoming generation raised in a new IT environment to the transport companies, how to train and retain them, while valuing the existing workforce, improving working conditions, at the same time developing new supply routes as there is an armed conflict raging in a neighbouring country or, furthermore, the raising prices of products and services purchased from the competitive market.

The two conferences, i.e. „Urban Transport”, preserving tradition and „CITY RAIL”, focusing on operational perspective, have been jointly organized for six years, their programs have been closely intertwined and complementing each other, this way providing a suitable framework for professionals working in different fields throughout the year to meet and share their thoughts, experiences and suggestions concerning the development and operation of urban public transport. The presentations and the articles collected in the conference publication, available in electronic format, also showcase several technical and scientific developments.

I would like to thank for the speakers for their presentations, with special mention to those who publish their high-standard professional articles in this publication, who devoted their time and energy to sharing their professional knowledge and experience in this way. I would also like to thank the staff of BKV Zrt., KTE Transport Science Association, and BKK Zrt., who played an active role in both the organization and implementation of the conference and contributed to its success.

I urge all of us to learn, discuss, get inspired by sharing our knowledge, experiences and best practices with each other and to think together about the direction where urban transport is heading and where it should be heading.

Thank you for being here, and I wish you fruitful discussions, new professional inspiration and continued successful cooperation.

10-11 September 2025, Balatonfenyves

József Héri
Deputy CEO, BKV Zrt.

Following the conference, the professional materials will be available at the websites of BKV Zrt. and KTE (<https://www.bkv.hu> and <https://ktenet.hu>)

City Rail 2025 Konferencia

Balatonfenyves

2025. szeptember 10-11.

Tartalom

Bevezető gondolatok	3
Introductory Thoughts	4
Tartalomjegyzék	5
Konferencia program	7
Cikkek – Kivonatok	
Fenntartható a városi közösségi közlekedés? – a fenntarthatósági törvény és ami mögötte van <i>Jangel Mátyás, Kovács Márton, Mészáros-Pintér Szilvia</i>	12
A közösségi közlekedés hozzáadott értéke a gazdasághoz. Fékező, vagy sokszorozó hatás? <i>Dr. Káposzta József – Dr. Tóth Tamás</i>	30
A budapesti nosztalgia villamos közlekedés fejlődése, és üzemeltetői javaslatok a további népszerűsítési lehetőségekre <i>Regula Dániel</i>	46
Tapasztalatok a közúti vasúti képzések egyszerűsítését követően <i>Bagosi Attila Ferenc</i>	63
A mérővillamos mérőrendszerei és helyazonosítási fejlesztések <i>Ágh Csaba PhD</i>	74

Kerékbroncs-élettartam maximalizálása <i>Szepcsik Péter</i>	87
Állapotfüggő karbantartási stratégiák bevezetésének lehetőségei a vasúti üzemeltetésben <i>Csuti Péter Rudolf – Dr. Hartványi Tamás</i>	94
A debreceni közösségi közlekedés előtt álló kihívások <i>Dr. Tóth Szabolcs</i>	112

Támogatóink



B+N

ÉLHETŐBB VILÁGÉRT
DOLGOZUNK

DELLTechnologies

CHS

EXCELLENCE IN DISTRIBUTION

Ventus-953
since 1983

KONFERENCIA PROGRAM

szeptember 10., szerda

Levezető elnök: Dr. Horváth Balázs főtitkár (KTE)

8³⁰ Regisztráció

9³⁰ Megnyitó

Köszöntő (KTE)

Dr. Fónagy János

KTE elnök

Köszöntő (BKV)

Dr. Takács Péter

vezérigazgató, BKV Zrt.

A Szervezőbizottság köszöntője (KTE)

Eur. Ing. Bősze Sándor

KTE főtitkárhelyettes

10⁰⁰ Mit jelent az új KRESZ szemléletünkben és a városi életmódban

Dr. Kerékgyártó János

helyettes államtitkár (ÉKM)

10²⁵ Fenntartható közlekedésfejlesztés Budapesten – stratégia célok és intézkedések

Bodor Ádám

vezérigazgató-helyettes (BKK Zrt.)

10⁵⁰ A változások hatása a vasúti üzemeltetés mindennapjaira – Az üzemeltetéshez kapcsolódó kockázatok bemutatása és az objektív kezelésük lehetséges módja

Héri József

vezérigazgató-helyettes (BKV Zrt.)

11¹⁵ A hidrogénhajtás lehetőségei és realitásai

Buzinkay Tamás

fejlesztési és koordinációs igazgató (BKV Zrt.)

11⁴⁰ – 12⁰⁰ Szünet

12⁰⁰ Forgalomszervezési kihívások, utaskiszolgálat központú megoldások, együtt működés a tervezett karbantartások és rendkívüli helyzetek esetén

Dr. Kormányos László

vezérigazgató (MÁV Személyszállítási Zrt.)

12²⁰ Fenntartható a városi közösségi közlekedés? – a fenntarthatósági törvény és ami mögötte van

Jangel Mátyás

kabinet irodavezető (BKV Zrt.)

Mészáros-Pintér Szilvia

osztályvezető (BKV Zrt.)

Kovács Márton

osztályvezető (BKV Zrt.)

12⁴⁰ Szokások, generációk és technológiák
a városi közlekedésben

Dr. Horváth Balázs
főtitkár (KTE)

13⁰⁰ Ebédszünet

13²⁰ Magyar Közlekedési Szövetség (MKSZ) elnökségi ülése (Zártkörű rendezvény a „Csónakház” épületében)

14¹⁰ Kerekasztal beszélgetés (KTE)

Témája:

**Közlekedésbiztonság a városi
közlekedésben**

Szekcióvezető:

Dr. Tóth János
társelnök (KTE)

Berta Tamás

igazgató-helyettes (KTI NKft.)

Berhidi Zsolt

osztályvezető (BKV Zrt.)

Válóczi Dénes

*közlekedésbiztonság és hozzáférhetőség
vezető (BKK Zrt.)*

15¹⁰ A közösségi közlekedés hozzáadott
értéke a gazdasághoz. Fékező, vagy
sokszorozó hatás?

Dr. Tóth Tamás és

Dr. Káposzta József

stratégiai szakértők (BKV Zrt.)

15³⁰ A budapesti közösségi közlekedés
új hálózatfejlesztési megfontolásai

Kofrán Gergely

*mobilitásstratégia és -tervezés vezető
(BKK Zrt.)*

15⁵⁰ – 16¹⁰ Szünet



I. szekció

Moderátor: Tarsoly András igazgató (BKK)

(helyben, az Étterem épületében kialakított teremben)

16¹⁰ Budapest gyalogos stratégiája – kihí-
vások és lehetőségek a gyaloglás,
mint közlekedési mód támogatásában

Rab Judit

*közterület- és közlekedési infrastruktúra-
fejlesztési vezető (BKK Zrt.)*

16²⁵ Szegélyzóna (curbside) management
a világban és Budapesten

Strang Tamás

közterület üzemeltetési szakértő (BKK Zrt.)

16⁴⁰ Adataalapú alkalmazkodás –
gépi tanulás a közlekedésben

Tóth Patrik

*adatelemzés és modellezés vezető
(BKK Zrt.)*

16⁵⁵ Felmerülő kérdések megbeszélése

Opcionális szakmai programlehetőség

17¹⁰ – 19⁴⁵

Hévíz-Balaton Airport (Sármellék) bemutatása

Házigazda: Benkő Attila ügyvezető

Utazás autóbusszal, kb. 40 perc

II. szekció

(az „A” épület rendezvénytermében)

Moderátor: Nagy László (BKV Zrt.)

16¹⁰ A budapesti nosztalgiavillamos-közelkedés fejlődése, és üzemeltetői javaslatok a további népszerűsítési lehetőségekre

Regula Dániel

forgalmi üzemviteli mérnök (BKV Zrt.)

16²⁵ LED-es világítási rendszer kialakítása villamos járműveken

Zadravecz Ádám

villamos járműfejlesztési- és technológiai csoportvezető (BKV Zrt.)

16⁴⁰ Tapasztalatok a közúti vasúti képzések egyszerűsítését követően

Bagosi Attila Ferenc

villamos forgalmi üzemviteli csoportvezető (BKV Zrt.)

16⁵⁵ Innovatív módszerek a villamosvezetők kognitív terhelésének vizsgálatára

Nagy Márton

egyetemi gyakornok (BKV Zrt.)

16⁵⁵ Felmerülő kérdések megbeszélése

Opcionális szakmai programlehetőség

17¹⁰ – 19⁴⁵

Hévíz-Balaton Airport (Sármellék) bemutatása

Házigazda: Benkő Attila ügyvezető

Utazás autóbusszal, kb. 40 perc

III. szekció

Moderátor: Tóth Csaba (BKV Zrt.)

(a Csónakház épületében kialakított teremben)

16¹⁰ A mérővillamos mérőrendszerei és helyazonosítási fejlesztések

Ágh Csaba

pályafenntartási mérnök (BKV Zrt.)

16²⁵ Dinamikus áramszedő vizsgálat

Illés Tibor

járműtechnológiai mérnök (BKV Zrt.)

16⁴⁰ Kerékabroncs-élettartam maximalizálása

Szepcsik Péter

járműtechnológiai mérnök (BKV Zrt.)

16⁵⁵ Állapotfüggő karbantartási stratégiák bevezetésének lehetőségei a vasúti üzemeltetésben

Dr. Hartványi Tamás

egyetemi docens

(Széchenyi István Egyetem)

Opcionális szakmai programlehetőség

17¹⁰ – 19⁴⁵

Hévíz-Balaton Airport (Sármellék) bemutatása

Házigazda: Benkő Attila ügyvezető

Utazás autóbusszal, kb. 40 perc



20³⁰ – 22⁰⁰ Gálavacsora (Étterem épületében)

22⁰⁰ – 22³⁰ Kvíz játék (Étterem épületében)

22⁰⁰ – 23⁵⁹ Kötetlen beszélgetés (Söröző épületében)

Szeptember 11., csütörtök

Levezető elnök: Eur. Ing. Bősze Sándor főtitkárhelyettes (KTE)

8⁰⁰ – 9⁰⁰ Reggeli

9⁰⁰ Zürich város villamosvonal-hálózata és tarifarendszere, avagy mi a közös a városi tömegközlekedésben és a Buddhista filozófiában?

Majoros László

AS/GS Spezialist előadó, Team Coach, Sicherheitsbeauftragter Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ)

9²⁵ Debreceni közösségi közlekedés előtt álló kihívások

Dr. Tóth Szabolcs

vezérigazgató (DKV Zrt.)

9⁵⁰ Kandó Kálmán téri pályaudvar
átalakítási terve

10¹⁵ Aktuális kérdések a Szegedi
Közlekedési Kft. villamos- és
trolibusz üzemében

10⁴⁰ A magyar vasúti járműgyártás
eredményei és lehetőségei a városi
vasúti rendszerek megújításában

11⁰⁵ Közlekedési infrastruktúra komplex
fejlesztése a Városliget környezetében

11²⁰ Felmerülő kérdések megbeszélése

11³⁰ Szünet

11⁵⁰ Közlekedési tévhitek

12¹⁰ Forgalomcsillapítás a Belvárosban, amely
mindenki számára előnyöket hordoz

12³⁰ Mobilitás változás hatása az életminő-
ségre városainkban és a vonzaskörzetben

13⁰⁰ Közlekedésszervezés és beruházási
lehetőségek a fővárosi mobilitásban

13⁴⁵ Felmerülő kérdések megbeszélése

Mándy Gábor

villamosforgalmi és fenntartási
üzemvezető (MVK Zrt.)

Németh Zoltán Ádám

közösségi közlekedési és vasút-
biztonsági vezető (SZKT Kft.)

Tóth-Maros Dániel, értékesítési igazgató

(Magyar Vagon Befektetési
Vagyonkezelő Zrt.)

Marczingós Tamás, tervező

(Speciálterv Kft.)

Lukács András

elnök (Levegő Munkacsoport)

Várady Tamás, ügyvezető igazgató

(KÖZLEKEDÉS Kft.)

Molnár László

(KTE)

Vitézy Dávid, elnök (Fővárosi Közgyűlés

Klímavédelmi, Közlekedési és Város-
fejlesztési Bizottság)

13⁵⁵ Konferencia összefoglalása, zárása, elköszönés

*Eur. Ing. Bősze Sándor KTE főtitkárhelyettes és Dr. Döbrei István a BKV Zrt.
stratégiai és beszerzési igazgatója*

Ebéd 14⁰⁰-tól 15⁰⁰-ig



Jelen program változtatásának a jogát a szervezők fenntartják!

Fenntartható a városi közösségi közlekedés? – a fenntarthatósági törvény és ami mögötte van

Jangel Mátvás¹
Kovács Márton²
Mészáros-Pintér Szilvia³

¹ BKV Zrt. Szolgáltatás Támogató Igazgatóság, kabinet irodavezető
telefon: +36/20-459-9116
e-mail: jangelma@bkv.hu

² BKV Zrt. Stratégiai és Fenntarthatósági Főosztály, környezetvédelmi osztályvezető
telefon: +36/20-499-8058
e-mail: kovacs3@bkv.hu

³ BKV Zrt. Stratégiai és Fenntarthatósági Főosztály, stratégiai és szervezettefejlesztési osztályvezető
telefon: +36/70-390-8644
e-mail: mpintersz@bkv.hu

Abstract

A fenntarthatóság kulcsfontosságú egy város életében, mert hosszú távon biztosítja az ott élők egészségét, jólétét és a természeti erőforrások megőrzését. Budapesten a közlekedés ma a második legnagyobb CO₂-kibocsátó az épületek energiafelhasználása után, részesedése a teljes kibocsátáson belül 30%-os, addig a közösségi közlekedés a fővárosi üvegházhatású gáz kibocsátás mindössze 3%-áért felelős (SECAP Monitoring 2024). Éppen ezért kulcskérdés, hogy fenntartható-e a városi közlekedés. A klímaváltozás elleni küzdelem és a világ fenntartható pályára állításának egyik legújabb eszköze az ESG törvény, mely célja ösztönözni a vállalkozásokat egy környezetileg fenntartható (E), munkavállalóikról gondoskodó és a társadalom iránt felelős (S), etikus (G) működésre. A hazai törvényi előírás szerint a BKV Zrt.-nek első alkalommal a 2025-ös üzleti évről kell jelentést készítenie a fenntarthatósághoz köthető tevékenységéről. Cikkünkben megvizsgáljuk, hogy a BKV Zrt. fenntarthatósági jelentésének összeállítása milyen kihívások elé állítja a vállalatot, jelenleg hol tart elkészítésének folyamata és milyen feladatok megoldása áll még a Társaság előtt. [1]

Kulcsszavak: BKV, ESG, ESRS, etikus működés, fenntarthatóság, környezetvédelem, közösségi közlekedés, társadalmi felelősségvállalás

Bevezetés

Hajlamosak vagyunk azt gondolni, hogy a fenntarthatóság egyet jelent a környezet védelmével, a környezeti erőforrások felhasználásának csökkentésével. Azonban a fenntartható fejlődés alapelve, hogy komplexen, „egymással összefüggő és egymást erősítő pilléreként” veszi figyelembe a gazdasági fejlődést, a társadalmi fejlődést és a környezetvédelmet. Ezen elemek nem egyenrangúak, hanem egymásba ágyazódva vannak jelen: a gazdaság a társadalom alrendszere, a társadalom pedig az ökoszisztéma alrendszere. Az ökológiai fenntarthatóság a döntő, mert ez határozza meg a társadalmat, s azon keresztül a gazdaságot.

Az ENSZ 2015-ben 17 Fenntartható Fejlődési Célt határozott meg (mindemellett 169 alcélt), annak érdekében, hogy a világ fejlődését egy fenntartható pályára állítsa. Nagyon fontos, hogy a fenntarthatóság fejlődést és nem növekedést jelent. A kitűzött célok egyszerre fedik le a társadalmi, a természeti és a gazdasági jellegű feladatokat, mert az alapgézet az, hogy maguk a problémák is összefonódnak.

A környezetvédelmi szempontokat előtérbe helyező stratégiák, direktívák és előírások egyre szigorúbb kritériumokat támasztanak a vállalatokkal szemben, amelyek jelentősen befolyásolják a működésüket. Az Európai Unió tagjaként Magyarországra is vonatkoznak az Unió előírásai, mint például a „Fit for 55” intézkedéscsomag, mely az uniós zöld átállási terv részeként felülvizsgálja az éghajlat-, energia és közlekedéspolitikai jogszabályait annak érdekében, hogy a hatályos jogszabályokat összhangba hozza 2030-ra, illetve a 2050-re vonatkozó célkitűzésekkel. A tervek szerint 2030-ig (az 1990-es referencia értékhez képest) legalább 55%-kal kell csökkenteni a kibocsátásokat, majd 2050-re el kell érni a klímaseglegességet.

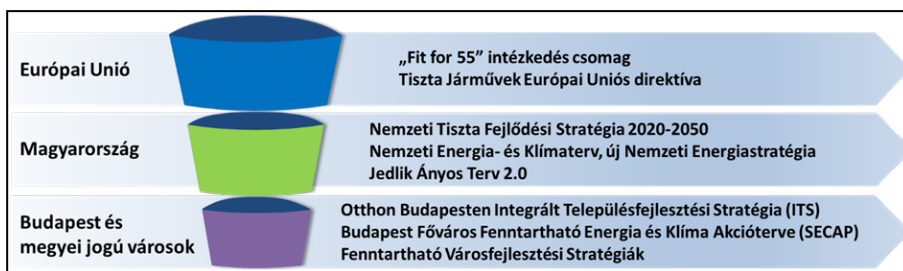
1. táblázat

Az EU fenntarthatósági céljai – saját szerkesztés

Terület	Fő célok	Kapcsolódó programok / stratégiák
Környezet-védelem	Klímaseglegesség 2050-re 55% kibocsátáscsökkentés 2030-ig Zöld energia terjesztése Körforgásos gazdaság Biodiverzitás védelme	Európai Zöld Megállapodás Fit for 55 csomag Klímatörvény Természet helyreállítási törvény EU Biodiverzitás Stratégia
Társadalom	Méltányos zöld átmenet Zöld munkahelyek teremtése Társadalmi egyenlőség Egészséges környezet biztosítása	Just Transition Mechanism Farm to Fork stratégia Szociális Klímaalap
Gazdaság / Irányítás	Fenntartható finanszírozás (EU Taxonómia) ESG jelentéstétel kötelezővé tétele Innováció támogatása Vállalati felelősségvállalás	CSRD (Fenntarthatósági jelentési irányelv) ESG szabályozások EU Zöld Finanszírozási Stratégia

A Tiszta Járművek Európai Uniósi direktíva ezzel összhangban kötelező jellegű zöld közbeszerzési szabályokat vezetett be, valamint előírja, hogy 2025. december 31-ig a beszerzendő új városi autóbuszok legalább 37%-nak, illetve 2030. december 31-ig minimum 53%-nak „tisztá” üzem-módnak (gáz- vagy áramüzemű) kell lennie.

1. Hazai fenntarthatósági célok



1. ábra

*A környezetvédelmi szempontokat előtérbe helyező stratégiák, direktívák és előírások
/Forrás: BKV Zrt., saját szerkesztés/*

Hazánk több stratégiával rendelkezik a klímasemlegességhez és a fenntartható pályára álláshoz kapcsolódóan. A Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia 2020-2050-ig vázolja fel a 2050-es hazai klímasemlegesség elérésének útvonalt. Ebben a 2021 őszi közzétett dokumentumban megtalálható, hogy 2018-ra a közlekedés nem csak az energiaszektoron belül, hanem az összes alszektor közül a legnagyobb kibocsátóvá vált, a magyar kibocsátás 22%-áért felelős. [2] A közúti közlekedés dominálja a közlekedésen belül a kibocsátásokat, amelyek az anyag szerint az elmúlt években közel 40%-kal emelkedtek. A stratégia ezért egy fenntarthatóbb, zöldőbb, biztonságosabb és jobb összeköttetésű közlekedés megvalósítását tűzte ki célul, a CO₂ kibocsátás szempontjából előnyös utazási módok ösztönzésével. Ezenfelül megszületett a 2030-ig szóló Nemzeti Energia- és Klímaterv, illetve az új Nemzeti Energiastratégia is, amiben Magyarország vállalata, hogy 2030-ra villamosenergia-termelését 90%-ban karbonmentessé teszi, a megújuló energiaforrások aránya pedig eléri a 21%-ot. Az ÜHG kibocsátási szintjének további csökkentése mellett kiemelt törekvés az energiabiztonság, a klímavédelem és a gazdaságfejlesztés.

Az ITS-ben megfogalmazottakkal összhangban Budapest Főváros Fenntartható Energia és Klíma Akcióterve (SECAP) tovább nyomatékosítja a város dekarbonizációs célját: 2030-ig legalább 40%-kal csökkentik az üvegházhatású gázok levegőbe jutását. [1]

A stratégiai célkitűzések mind egy irányba mutatnak, ezeket kell figyelembe vennünk a fenntartható közösségi közlekedés víziójának megalkotása során. A fenntarthatóságot rendszerszinten kell értelmezni; egyik legsürgetőbb feladat a klímaváltozás elleni küzdelem ezért a „zöld” ágazati cél az elsődleges. A közlekedés társadalmi hatásaira és jelentőségére a torlódások növekedése, valamint a vasúti közlekedés problémái is rávilágítanak, így a kérdés komplex megközelítése nem megkerülhető.

A fenntarthatóság kulcsfontosságú egy város életében, mert hosszú távon biztosítja az ott élők egészségét, jólétét és a természeti erőforrások megőrzését. Az alábbiakban összefoglaljuk, miért különösen fontos a városok számára:

- Környezeti terhelés csökkentése
 - a városok fogyasztják el az energiák és erőforrások jelentős részét (pl. víz, villamos energia, élelmiszer),
 - a fenntartható város csökkenti a szennyezést (levegő, víz, zaj) és óvja a természetet (pl. zöldterületek, biodiverzitás),
 - hatékony közlekedés, energiahasználat és hulladékkezelés mérsékli az ökológiai lábnyomot.

- Az életminőség javítása
 - több zöldterület, tiszta levegő és biztonságos közlekedés egészségesebb és élhetőbb városi környezetet biztosít,
 - a fenntartható város előnyben részesíti a gyalogos és kerékpáros közlekedést, közösségi tereket és inkluzív fejlesztést,
 - javulhat a társadalmi egyenlőség is, ha az alacsonyabb jövedelmű lakosság is hozzáfér a szolgáltatásokhoz.
- Gazdasági előnyök
 - az energiahatékonyság, zöld infrastruktúra hosszú távon költséghatékonyabb,
 - vonzza a zöld innovációt, a fenntartható vállalkozásokat és munkahelyeket teremt,
 - a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás csökkenti az éghajlatváltozás, végső soron a természeti katasztrófák (pl. hőhullámok, villámárvizek, áradások) okozta gazdasági károkat.
- Alkalmazkodás a jövő kihívásaihoz
 - a klímaváltozás, népességnövekedés, vízhiány és más problémák fenntartható megközelítést igényelnek,
 - a reziliens (ellenálló és rugalmas) város képes kezelni a krízishelyzeteket (járványok, energiaár-váltság stb.).

A 2023. év végén megjelent a fenntartható finanszírozás és az egységes vállalati felelősségvállalás ösztönzését szolgáló környezettudatos, társadalmi és szociális szempontokat is figyelembe vevő, vállalati társadalmi felelősségvállalás szabályairól szóló CVIII. törvény (a továbbiakban: ESG törvény) célja, hogy a vállalatok működése átláthatóbbá váljon a befektetők, hatóságok, fogyasztók és más érintettek számára. Az ESG szabályozás kulcsszerepet játszik az átláthatóság biztosításában.

Az új jogszabály elsődleges célja, hogy ösztönözze a gazdálkodó szervezeteket arra, hogy tevékenységük során egyre hangsúlyosabban vegyék figyelembe a környezeti, társadalmi, szociális és vállalatirányítási szempontokat. Ezáltal az ESG törvény hozzájárul az Európai Unió fenntarthatósági célkitűzéseinek megvalósításához és egyben elősegíti, a gazdálkodó szervezetek tevékenysége fenntarthatósági szempontok alapján is objektíven értékelhető legyen.

Az ESG törvény céljai:

- Átláthatóság növelése
 - kötelezővé tenni a fenntarthatóságról szóló jelentéstételt a nagyobb vállalatok számára,
 - a befektetők, fogyasztók és hatóságok számára egyértelmű képet adni a vállalat nem pénzügyi teljesítményéről.
- Fenntartható működés ösztönzése
 - környezetbarát, társadalmilag felelős és etikus működésre motiválja a cégeket.
- Zöld gazdaság és társadalmi felelősség előmozdítása
 - a gazdaságot olyan irányba tereli, amely hosszú távon is életképes, és figyelembe veszi az ökológiai és társadalmi korlátokat.

Az ESG törvény előírja, hogy a vállalatoknak nyilvánosságra kell hozniuk a tevékenységük során felmerülő fenntarthatósági kockázatokat, valamint az emberekre és a környezetre gyakorolt hatásukat. Ez lehetővé teszi a gazdasági szereplők számára, hogy átfogó és valós információkkal rendelkezzenek a fenntarthatóság és az egységes vállalati felelősségvállalás helyzetéről és jövőbeli irányairól.

A jogszabály célja továbbá elősegíteni, hogy a vállalatok proaktívabban járuljanak hozzá a társadalom és a környezet jólétéhez, miközben összhangban maradnak az európai és nemzetközi sza-

bályozási keretekkel. Első alkalommal a 2025-ös üzleti évről törvényi előírás a BKV Zrt. számára, hogy jelentést készítsen a fenntarthatósághoz köthető tevékenységéről.

Cikkünkben megvizsgáljuk, hogy a BKV Zrt. fenntarthatósági jelentésének összeállítása milyen kihívások elé állítja a vállalatot, jelenleg hol tart elkészítésének folyamata és milyen feladatok megoldása áll még a Társaság előtt.

2. „E”, mint környezeti szempontokból fenntartható

A fenntarthatósági jelentéskészítés fontos lépése a kettős lényegességi vizsgálat, amely alapot nyújt a fenntarthatósági irányok és -stratégia kialakításához is. A kettős lényegesség a pénzügyi lényegességnak és a hatás lényegességnak az egyesítése. Egy ESG-ügy akkor lényeges, ha akár környezeti, társadalmi vagy társaságirányítási hatás szempontjából, akár pénzügyi szempontból vagy mindkettő szempontjából lényeges. Pénzügyileg lényegesek azok az ESG kockázatok és lehetőségek, amelyek pozitívan vagy negatívan befolyásolhatják a jelentéstevő gazdálkodó egység pénzügyi teljesítményét. Egy esemény vagy ügy akkor rendelkezik hatás lényegességgel, ha rövid-, közép- vagy hosszútávon tényleges vagy nagy valószínűséggel jelentős hatást gyakorol a környezetre vagy a társadalomra. A cégek számára egy téma akkor bír lényeges hatással, ha az a szervezet saját működéséhez, termékeihez, szolgáltatásaihoz, vagy értékláncához kapcsolódik. Az elvégzett kettős lényegességi vizsgálatunk eredményeként összeállítottuk azokat a környezetvédelmi témaköröket, amelyekkel a Társaságunk fenntarthatósági jelentésében részletesen foglalkoznunk kell.

A fenntarthatósági jelentést az ún. ESRS (European Sustainability Reporting Standards) szabvány előírásai szerint kell elkészíteni. A szabvány által megjelölt témakörökhöz hozzátársítottuk a vállalatunknál az adott témakörökben releváns vizsgálandó témákat, amiket az alábbiakban bemutatunk.

2.1. E1-Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás

A Jelentésben az alábbi éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodással kapcsolatos témákat kell bemutatni:

- **Éghajlatváltozási kockázatok és lehetőségek azonosítása:** a vállalatnak azonosítania kell az éghajlatváltozásból eredő fizikai kockázatokat (időjárási szélsőségek, hosszú távú éghajlati változások).
- **Alkalmazkodási stratégiák:** a vállalatnak be kell mutatnia, hogy milyen intézkedéseket tervez vagy hajt végre az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás érdekében. Ide tartozik például az infrastruktúra ellenállóbbá tétele, ellátási lánc rugalmasságának növelése, biztosítási stratégiák módosítása stb.
- **Célok és teljesítménymutatók:** a vállalatnak meg kell határoznia alkalmazkodási célokat, ha ilyenek relevánsak, illetve be kell mutatni, hogy milyen fő teljesítménymutatókat (KPI, Key Performance Indicator) használnak az alkalmazkodás hatékonyságának mérésére.
- **Kapcsolódás az éghajlati átállási tervhez:** az alkalmazkodási intézkedéseknek összhangban kell állniuk a vállalat hosszú távú éghajlati céljaival (pl. nettó zero kibocsátás) és a jelentésben bemutatott alkalmazkodási tevékenységeket alá kell támasztani üzleti modellre és stratégiára vonatkozó információkkal is.

2.1.1. Elvégzett feladatok

A már elvégzett feladatok közé tartoznak a kockázatok azonosítása és részben az alkalmazkodási stratégia kialakítása.

2.1.2. Kockázatok azonosítása

A BKV Zrt. esetében a kockázatok a városi közlekedésre közvetlenül ható extrém éghajlati jelenségek. A klímaváltozás miatt gyakoribbra és hosszabb időtartamúra prognosztizált **hőhullámok és extrém magas hőmérsékletek** jelentik a legnagyobb kihívást Társaságunk részére. Az utazási komfort megfelelő szinten tartása érdekében a tartós hőhullámok szükségessé teszik valamilyen közlekedési eszközünk légkondicionálását, ami komoly anyagi ráfordítást igényel. A légkondicionálás üzemeltetése ráadásul nem csak egyszeri, igen magas beszerzési költséggel jár, annak energiaigényén felül a karbantartása, javítása is jelentős összegbe kerül. Nem megkerülhető a magas környezeti hőmérséklet munkavállalókra gyakorolt hatása sem; mind a fizikai igénybevételnek, mind a fokozott koncentrációnak kitett munkatársainkat védeni szükséges. További gondot okoz az extrém magas hőmérséklet vasúti sínekre és az aszfaltburkolatra gyakorolt hatása, mely a vágányok hőkitörődését és az úttest minőségének jelentős romlását (felgyűrődés, hosszvályú kialakulása) okozhatja.

A **heves esőzések, áradások és az extrém csapadék hullása**, különösen a jégeső akadályozzák a közlekedési infrastruktúra működését. Itt a hirtelen kialakuló villámárvizek okozhatnak fennakadást aluljárók (közúti, gyalogos, metró) elöntésével. További gondot okozhat a heves jégesők által esetlegesen okozott sérülések járműveinkben.

Ritkán, de akkor jelentős működési problémát okozhatnak a **dunai árvizek**, amik járatok leállítást, illetve a metró és a rakparti villamosok tekintetében jelentős árvízi védekezési és helyreállítási feladatokkal járnak.

A viharok intenzitásának növekedése – bár jelenleg jelentős gondot nem okoz – a **széllökések** erősödésével telephelyeink és felsővezeteki hálózatunkban kárt tehet, elsősorban fa kidőlések által.

2.1.3. Alkalmazkodási stratégia

Részben rendelkezésre áll a Társaság alkalmazkodási stratégiája. Elfogadásra került az árvízvédelmi stratégiánk. Az elkészítendő **Átállási tervnek** tartalmaznia kell majd a többi, fent részletezett extrém időjárási körülményekre való fesszkészülési terveket. A szabvány által előírt további követelményeknek való megfelelést az átállási terv elkészítése során kell kidolgozni.

2.2. E1-Az éghajlatváltozás mérséklése

A ESRS kiemelt figyelmet fordít az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának mérésére és csökkentésére. Egy tömegközlekedési vállalat számára ez alapvetően a járműpark emissziójának monitorozását jelenti, különösen a belsőégésű motorral szerelt (benzin, dízel, CNG) autóbuszok esetében. Az ESRS elvárja a kibocsátások részletes jelentését, amely magában foglalja a közvetlen kibocsátásokat (Scope 1), az energiafelhasználásból eredő közvetett kibocsátásokat (Scope 2), valamint az ellátási láncban, például járműbeszerzés vagy karbantartás során keletkező további kibocsátásokat (Scope 3). Ennek érdekében a cégnek pontos adatgyűjtési és riportálási rendszereket kell kialakítania és működtetnie.

Az éghajlatváltozás mérséklése vonatkozásában a szabvány legfontosabb előírása, hogy „a vállalatnak ismertetnie kell a kibocsátáscsökkentési célokat, az ezek elérésére irányuló intézkedéseket, a várható hatásokat és a célkitűzések teljesítésének nyomon követésére szolgáló mechanizmusokat.”

Ebben a fejezetben a **vállalat üvegházhatásúgáz-kibocsátását (ÜHG) kibocsátását kell ismertetni** a három kategóriában:

- **Scope 1:** közvetlen kibocsátások (pl. saját erőművek, járművek).

- **Scope 2:** közvetett kibocsátások vásárolt energiából.
- **Scope 3:** ellátási lánc és termékhasználat (pl. beszállítók, ügyfelek használata utáni kibocsátás) – ha jelentős.

A Scope 1 és Scope 2 kibocsátási adatok rendelkezésünkre állnak, ezeket folyamatosan számítjuk és értékeljük. A Scope 3 kibocsátási adatok összegyűjtése és számítása egy rendkívül munkaigényes feladat, azonban erre 3 év haladékot ad a jogszabály, ez idő alatt kell kidolgozni a mérés-számítás módszertanát.

További feladat az ÜHG gázok csökkentésére vonatkozó ütemterv kidolgozása, valamint a célok kijelölése az ahhoz szükséges intézkedésekkel és határidőkkel. Ennek előkészítése csak a **BKK-val együttműködve** lehetséges, aminek érdekében rendszeres egyeztetésekre kerül sor a BKV és a BKK illetékes munkatársai részvételével. Hosszútávon lehetségesnek látjuk a vontatási tevékenységünkéből származó Scope 1 kibocsátásunk nullára csökkentését. A jelenlegi fenntarthatósági jelentésünk ennek céldátumát 2050-ben jelöli meg.

2.3. E1-Energia

A szabvány hangsúlyozza az energiahatékonyság és megújuló energiaforrások alkalmazását. Egy tömegközlekedési cég esetében ez a járművek üzemanyag-felhasználásának optimalizálását, az elektromos vagy hibrid járművek arányának növelését, valamint a telephelyeken, például járműtelepen megújuló energiaforrások (nap-, szél és geotermikus energia) integrálását jelenti. Az ESRS elvárja ezen lépések dokumentálását, ami hozzájárulhat az energiafelhasználás csökkentéséhez és a fenntartható működéshez.

2.3.1. Energiafogyasztás teljes mennyisége

Az alábbi energiafogyasztási adatokat kell bemutatni:

- Teljes bruttó energiafogyasztás MWh-ban vagy GJ-ban.
- Bontásban:
 - Megújuló energiaforrásból származó energia,
 - Nem megújuló energiaforrásból származó energia,
 - Hő és hűtési energia,
 - Villamosenergia.

2.3.2. Energiaforrás szerinti bontás

Az energiafogyasztást típusonként kell lebontani:

- Elektromos áram,
- Gáz,
- Olajtermékek,
- Megújuló energia (a BKV Zrt. esetében: nap, geotermikus),
- Vásárolt távhő.

2.3.3. Energiaintenzitás

Az energiaintenzitás számítása a következőképp:

- Energiafogyasztás / pénzügyi mutató (pl. árbevétel),
- Energiafogyasztás / termelési egység (a BKV Zrt. esetében MWh/férőhelykm).

2.3.4. Energiahatékonysági intézkedések

Az energiahatékonyság növelésére tett lépések, azok hatása, és hogy ezek milyen mértékben csökkentik az üvegházhatású gázkibocsátást.

Energiafogyasztásunk bemutatása nem igényel jelentős változtatásokat, tekintve, hogy jelenleg is részletesen mérve és dokumentálva vannak fogyasztásaink. A hűtési energia külön mérése jelenleg nem megoldott, de hasonlóan a klímavédelmi átállási tervhez, ez sem kötelező vállalatunk számára. A későbbiekben megvizsgálhatjuk ennek lehetőségét, vagy megadhatjuk becslés formájában is.

Fontos része a fenntarthatósági jelentésnek a megújuló energiaforrások arányának bővítésére tett intézkedések bemutatása, illetve az ezek növelésére kitűzött célok ismertetése. Ez azonban csak hosszútávú fejlesztési terv ismeretében készíthető el, aminek kidolgozásához elengedhetetlen lenne a kiszámíthatóan rendelkezésre álló fejlesztési források ismerete.

2.4. E-2 Szennyezés

A BKV Zrt. működéséből adódóan valamennyi környezeti elemre hatással van:

- Légszennyezés
 - autóbuszok, hajók légszennyező anyag kibocsátása
 - telephelyek légszennyező anyag kibocsátása,
- Vízszennyezés
 - élővízbe, csatornába jutó szennyezések,
- Talajszennyezés
 - felszín alatti vízbe, talajba jutó szennyezések.

A kibocsátott szennyezések esetében jelenleg kétféle célunk van. Élővízbe, felszín alatti vízbe és talajba jutó szennyezésekkel kapcsolatban egyedül a zero kibocsátás elfogadható, míg a levegőbe és csatornába való kibocsátások esetében a kijutó anyagok mennyiségének minimalizálása lehet a célkitűzés.

2.4.1. Légszennyezés

Levegőszennyezés esetében a járműveink kibocsátása esetében hosszútávon elérhető a nulla elsődleges kibocsátás, amennyiben valamennyi járművünk elektromos meghajtású lesz, de az elektromos áram előállításához kapcsolódó szennyezések továbbra is megmaradnak. Ezt figyelembe véve reálisan a Scope 1 kibocsátásunk nullára való csökkentése célozható meg 2050-re. Az ehhez szükséges intézkedések tervezése azonban a finanszírozási helyzet bizonytalansága miatt meglehetősen nehéz feladatnak látszik.

Telephelyeink fűtéséből adódó, gázkazánjainkhoz kapcsolódó levegőterhelés esetén feltétlenül biztosítani kell a határértékek betartását. A folyamatos emisszió mérések eredményei alapján ez eddig sem okozott problémát. A készülékek rendszeres karbantartásával, az elavult eszközök folyamatos cseréjével elérhető a kibocsátások csökkentése. Az elsődleges kibocsátásunk nullára való redukálása a távfűtés bevezetésével vagy geotermikus energia használatával lenne megoldható, mely fűtési módok bevezetésének lehetőségét folyamatosan vizsgálni kell.

2.4.2. Vízszennyezés

Vízszennyezés témakörében kétféle terhelésre gondolhatunk. Kevésbé jellemző, de bizonyos telephelyeinken előfordul a területen összegyűlő csapadékvizek élővízbe vezetése. Az esetek többségében csatornahálózatba jutnak ezek a vizek, de ebben az esetben is gondoskodni kell a kijutó vizek szennyezettség határértékeknek megfelelő minőségéről.

2.4.3. Talajszennyezés

A felszín alatti vízbe, illetve talajba jutó szennyezések esetében a zéró tolerancia elvét kell alkalmazni, minden intézkedést meg kell hozni, hogy ilyen szennyezések ne fordulhassanak elő, még havária helyzetben sem. Az ilyen típusú szennyezések okozta károk a legnehezebben orvosolhatók és ha bekövetkeznek az elhárításuk a legköltségesebb. Jelenleg 2 kármentesítési eljárás van folyamatban a társaságunknál, amikre 100 milliós nagyságrendben költöttünk az elmúlt években.

Az ilyen szennyezések megelőzésének nehézsége, hogy látszólag azonnali haszon nélküli költségigényes beruházásokkal szüntethető meg a kockázatuk. A jelenlegi forráshiányos helyzetben az ilyen beruházások megvalósítása nem prioritás, tekintve, hogy működésünk folyamatosságát elmaradásuk nem veszélyezteti.

Legfontosabb teendőink és megvalósítandó beruházásaink ebben a témakörben telephelyeink burkolatának rendbehozása, felújítása és burkolt felületen tetővel ellátott tárolóhelyek létesítése. Ezek teljes körű megvalósításáig fokozott körületekintéssel és technológiai fegyelemmel kell eljárni minden veszélyes anyag és olajjal szennyezett alkatrész tárolása, mozgatása és használata során.

2.5. E3-Víz és tengeri erőforrások

Ez a szabványpont azt célozza, hogy a vállalatok **jelentsenek a vízfelhasználásuk, vízszenyezésük és az ezekhez kapcsolódó kockázataik** kezeléséről, illetve arról, milyen hatással vannak a vízkörnyezetre.

A vállalatnak kvantitatív adatokat kell szolgáltatnia többek között a következőkről:

- Vízhasználat
 - teljes mennyiség (m³),
 - forrásonként: vezetékes víz, felszín alatti víz.
- Vízkibocsátás
 - mennyi víz kerül vissza természetes környezetbe.
- Vízszennyezés
 - főbb szennyező anyagok (pl. tápanyagok, nehézfémek, szerves anyagok),
 - a szennyvízkezelés típusa (pl. primer, szekunder, tercier).
- Újrahasznosított/újrafelhasznált víz aránya
 - arány a teljes vízhasználathoz képest.

A jelenlegi klimatikus és gazdasági változások eredményeképpen egyre jelentősebb kockázatot jelent a megbízható ivóvízellátás folyamatos biztosítása. Ezt jelzik a nyári hónapokban egyre szaporodó vízfogyasztás-korlátozások, illetve a klímamodellekben megjelenő aszályos időszakok hosszabbodása. Ennek megfelelően egyre nő a jelentősége a vállalatok vízgazdálkodásának is, ami alatt nem csak az ivóvízzel történő takarékoskodás, de a lehulló csapadékvízzel való gazdálkodás is értendő.

A klímaváltozás hatására megnő a gyakorisága a hirtelen, rövid idő alatt lehulló nagy mennyiségű csapadéknak. A csapadékvizeket Budapesten jellemzően a csatornahálózatba vezetik, ahol egy ilyen heves zápor esetén annyi víz gyűlik össze, ami túlterheli a szennyvíztisztókat és a szennyvízzel keveredett csapadékvíz tisztítatlanul jut az élővízbe. Ennek megoldása a csapadékvizek, helyben tartása, lefolyásának késleltetése, legjobb esetben helyben való egyéb célra történő felhasználása. Ez azon túlmenően, hogy mentesíti a terhelés alól a csatornahálózatot, javítja a talaj vízháztartását és akár kedvező mikro klimatikus következményei is lehetnek. A

csapadékvizek ilyen módon történő felhasználásának lehetőségét, minden új építési tevékenységünk tervezésekor meg kell vizsgálni!

2.6. E-5 Körforgásos gazdaság

A körforgásos gazdaság fogalma talán a legismeretlenebb az átlagemberek számára, ezért ennek lényegi pontjait röviden ismertetjük.

2.6.1. A körforgásos gazdaság elve

A körforgásos gazdaság alapelve a környezeti erőforrások túlhasználatainak csökkentése az anyag- és energiaáram körforgásban tartásával. A körforgásosság eléréséhez többek között az alábbi intézkedések alkalmazása nyújt segítséget:

- **Termékek élettartamának meghosszabbítása:** tartósabb, javítható termékek tervezése, gyártása, használata
- **Újrahasználat és javítás:** a termékek és alkatrészek többszöri használata
- **Újrahasznosítás:** az anyagok visszaforgatása az ipari körforgásba
- **Hulladék minimalizálása:** már a tervezési fázisban csökkenteni a hulladékot
- **Megújuló erőforrások használata:** fenntartható nyersanyag- és energiahasználat.

Az alábbi ábrán a körforgásos gazdaság egyszerűsített modellje látható.



2. ábra

A körforgásos gazdaság egyszerűsített modellje

2.6.2. Körforgásos gazdaság alkalmazása a BKV Zrt. működésében

A körforgásos gazdasági modell elemeinek alkalmazása nemcsak környezeti, hanem gazdasági szempontból is indokolt és előnyös a BKV Zrt. szempontjából.

A BKV Zrt. tevékenysége során törekszik az erőforrások hatékony felhasználására, valamint a hulladék minimalizálására az erőforrások körforgásban tartásával, amihez precíz tervezés és kitűnő szakértelem szükséges. Járműkarbantartás során rendszeres a használt, felújított és javított alkatrészek, valamint a visszagyűjtött fagyálló folyadék és olajtermékek újbóli alkalmazása, ezzel csökkentve a hulladék keletkezését. A csomagolásból származó és a karbantartás során keletkező hulladékok kategóriánként külön kerülnek gyűjtésre és elszállításra.

A körforgásos gazdaság kialakításának fontos eleme a **megfelelő hulladékgazdálkodási rendszer megszervezése**. A lineáris gazdaságról való átállás egyik alapvető eleme a hulladék keletkezésének csökkentése újrahasználatával vagy anyagában történő újrahasznosítással. Fontos folyamat a hulladékok szelektív gyűjtésének kiterjesztése, aminek segítségével növelhető az újrahasznosításra kerülő hulladékok aránya. A BKV Zrt. méretéből és működéséből adódóan nagy mennyiségű hulladék keletkezik, aminek mennyisége és összetétele különböző beruházások és beszerzések lebonyolítása miatt időben változó. A gyűjtött adatok elemzésével a keletkező hulladék mennyiségének csökkentését segítő módszerek és folyamatok tervezésére van lehetőség. Tovább csökkenthető a hulladék mennyiségének keletkezése a termékek és szolgáltatások környezetközpontú és fenntarthatósági szempontokat figyelembe vevő tervezésével. A beruházások lebonyolítása során fontos a zöld beszerzések előnyben részesítése a felelős nyersanyagforrásból előállított tartós termékek használata érdekében. A zöld közbeszerzések kiírása lehetővé teszi a beszerzések és beruházások alapos tervezését, amely elengedhetetlen az anyagáram optimalizálásához és így a hulladékeletkezés minimalizálásához az értéklánc minden szintjén.

2.7. További feladatok a fenntarthatósági jelentés összeállításához

A fenntarthatósági jelentés jogszabályi követelményeinek teljesítéséhez számos feladat áll előttünk a közeljövőben. A jelentés összeállításához elsősorban a jelenleg rendelkezésünkre álló adatok összegyűjtését és értékelését végezzük. Fontos megjegyezni, hogy a szabvány követelményként nem határoz meg elérendő, teljesítendő mennyiségeket, értékeket, hanem elsősorban a vállalat környezetvédelmi teljesítményének a bemutatása a cél. A fő feladatok abból adódnak, hogy a szabályozás elvárja, hogy a környezeti teljesítmény folyamatos javítása érdekében célokat tűzzünk ki és ezekhez intézkedéseket párosítsunk. Ebből következik, hogy az első (a módosítási tervezet elfogadása után 2027 évről elkészítendő) jelentésünkben már konkrét célkitűzéseknek kell szerepelniük, amelynek megvalósítását a következő jelentésekben igazolni kell. Ehhez hosszútávú szakterületi tervek és stratégiák kidolgozása szükséges.

A mielőbb elkészítendő környezetvédelmi tematikájú dokumentációk a következők:

- Klímavédelmi átállási terv,
- ÜHG gáz kibocsátási terv,
- Megújuló energiaforrások használatának növelésére vonatkozó terv,
- Hulladék csökkentésének, és az újrahasznosítás arányának növelésére vonatkozó terv.

Minden ilyen terv kötelező eleme:

- Kvantitatív célok megadása.

Minden cél esetén:

- Cél időhorizontjának megadása,
- Alapállapot bemutatása,
- Teljesítménymutatók (KPI-k) kiválasztása,

- Intézkedések meghatározása,
- Előrehaladás értékelése.

3. „S”, mint társadalmi felelősségvállalás

Ha azt a szót halljuk, hogy fenntarthatóság, hajlamosak vagyunk egyből a környezetvédelemre asszociálni. Az ESG törvény célja pontosan az, hogy a vállalatok ne csak a környezetvédelemre, hanem teljes működésük környezetének védelmére – a tevékenységükkel érintett társadalomra, beleértve beszállítókat és saját munkavállalóikat is – koncentráljanak. **A törvény egyik kiemelt célja tehát ösztönözni a cégeket a munkavállalóikról gondoskodó és a társadalom iránt felelős (S) működésre.**

A fenntartható fejlődés egy folyamat, ami nem indul el magától, hanem nekünk embereknek kell tennünk érte. Ahhoz, hogy a világ egy fenntartható pályára álljon a törvényi előírás önmagában nem elég, társadalmi igény is szükséges hozzá. Szerencsére társadalmunk egyre érzékenyebb a környezetvédelem iránt és a szociális szempontok is egyre fontosabbá válnak. **Az embereket érdekli a vállalatok működése,** azok környezetre gyakorolt hatása, elvárás lett az átláthatóság. Ami kezdetben a részvényesek és befektetők számára volt fontos – a vállalatok működési hatékonyságának és hatásának mérhetősége – az mára a fogyasztók, a munkavállalók és az érintett közösségek számára is kiemelt érdeklődésre tart számot.

A fenntarthatósági törvény S (Social) lába **a vállalatok társadalomra gyakorolt hatását vizsgálja,** azt, hogy az adott vállalat mennyire viselkedik felelősen az egyes társadalmi csoportokkal szemben, legyen szó munkavállalókról, beszállítókról, ügyfelekről vagy a tevékenység által érintett helyi közösségekről.

Az ESG törvénynek való megfelelés érdekében a BKV Zrt.-nek el kell készítenie fenntarthatósági jelentését, ehhez pedig azonosítania kell a lényeges fenntarthatósági témákat az ESRS szabvány követelményei szerint. Az úgynevezett kettős lényegességi elemzéssel kötelezően értékelendő témák köre adott, ezek az ESRS szabványban találhatók. A társadalom tematikus szabvány (ESRS S) négy altémára oszlik: Saját munkaerő (S1), Munkaerő az értékláncban (S2), Hatásviselő közösségek (S3), valamint Vásárlók és végfelhasználók (S4).

A BKV Zrt. szakértői szinten elvégezte a kettős lényegességi elemzést – azaz a tényleges és a lehetséges (negatív és pozitív) hatások azonosítását és lényegességének vizsgálatát – amihez először azonosításra kerültek a Társaság és tevékenysége által érintettek, azaz a belső és külső érdekelt felek. A társaság által az érintettekre gyakorolt hatások felmérésének végső célja az azonosított negatív hatások eliminálása és a pozitív hatások erősítése.

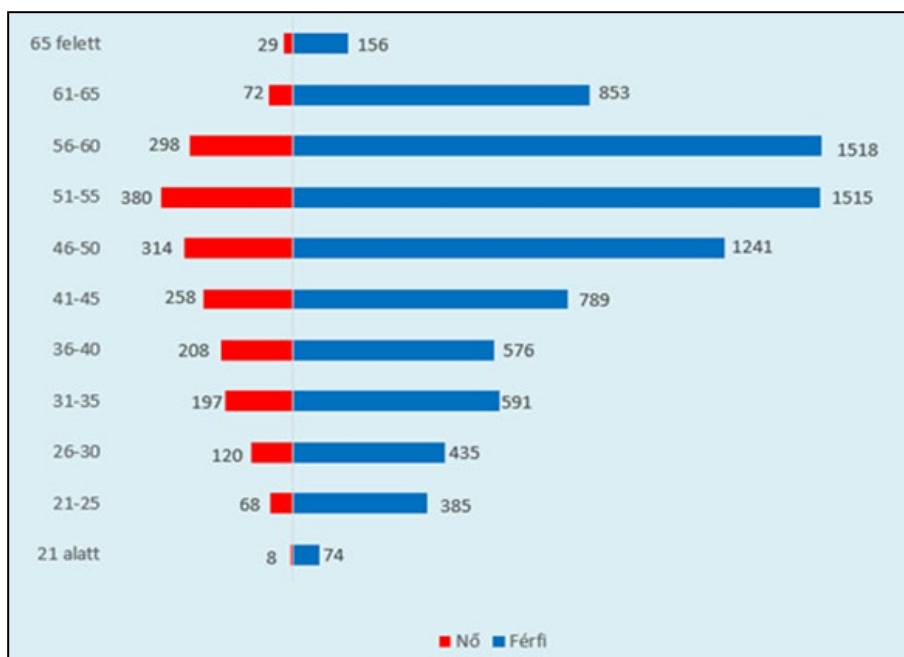
A kettős lényegességi elemzés során azonosításra kerültek azok a kiemelten lényeges témák – pl. saját munkaerő munkafeltételei, esélyegyenlőség, biztonság –, amikkel a Társaság részletesen foglalkozni fog a jövőben. Az ESG törvény előírása alapján **a BKV Zrt.-nek 2025-ben el kell készítenie társadalmi felelősségvállalási stratégiáját,** mely során figyelembe kell vennie az Alaptörvényben rögzített értékeket, különösen a családbarát működést, és a stratégiát úgy kell megalkotnia, hogy az lehetőség szerint támogassa a családokat, a nemzetet és a kultúrát. [3] Jelen fejezetben, a területi korlátok figyelembevételével, a BKV Zrt. – a közösségi közlekedés fenntarthatósága szempontjából nélkülözhetetlen – saját munkaerejét érintő témára összpontosítunk.

3.1. S1 – Saját munkaerő

A társadalmi felelősségvállalás egyik legfontosabb eleme a **munkavállalók jogainak védelme**, mely magába foglalja a megfelelő munkakörülményeket, a méltányos bérezést, valamint a munkahelyi biztonságot, melyet a vállalatoknak biztosítaniuk kell a náluk dolgozóknak. [4]

Amikor a városi közösségi közlekedés fenntarthatóságáról gondolkodunk, nem szabad beleragadnunk abba a helyzetbe, hogy legfőképpen a járműpark és a kapcsolódó infrastruktúra fejlesztésére koncentrálunk, hiszen a **közösségi közlekedés fenntarthatóságának záloga azok az emberek, akik képesek ezt a járműparkot és a kapcsolódó infrastruktúrát magas színvonalon üzemeltetni, magát a közösségi közlekedési szolgáltatást nyújtani**. A BKV Zrt. sem működhetne elkötelezett, kiváló munkatársai, szakemberei nélkül. Kétséget kizáróan a közösségi közlekedés egy emberi erőforrás igényes ágazat, például a BKV Zrt. munkatársainak majd 90%-a személyes jelenlétet igénylő munkakörben dolgozik.

Az ember érték, éppen ezért a BKV Zrt. stratégiailag kiemelt feladatként tekint a humánerőforrás megszerzésére, képzésére és megtartására.



3. ábra

A BKV Zrt. korfája (főállású létszám, fő)

A BKV 9329 fős (a teljes munkaidős átlagos létszám 2024-ben) létszámával Budapest legnagyobb foglalkoztatója (2024. december 31-i teljes munkaidős záró létszám: 9442 fő), szolgáltatásokat igénybe véve, beszállítókon keresztül, további több ezer embernek adva munkát. Az BKV Zrt. munkavállalóinak korfája (3. ábra) egyértelműen azt mutatja, hogy fel kell készülni arra, hogy a nyugdíjtörvények változatlansága esetén az állomány legalább 30%-a 10 éven belül nyugdíjba megy vagy korhatár előtti ellátást vesz igénybe. A Társaság munkavállalóinak átlagéletkora 47,6 év, így a domináns 40 év feletti állomány a munkavállalók 73,6 %-át alkotja, ellenben a 31-40 év közötti lévők 15,6 %-át, a 30 év alattiak pedig csupán 10,8 %-át.

A munkaerőmegoszlás tekintetében a teljes munkaidőben foglalkoztatottak 83%-a fizikai állományban van, a fizikai dolgozók közel fele (48%) pedig járművezető, a szellemi állomány aránya 17%. A BKV Zrt. munkaerő-szükséglete rendkívül változatos, hiszen szüksége van járművezetőkre, szakmunkásokra, technikusokra, speciális szaktudással bíró jármű- és infrastruktúra mérnökökre, közgazdászokra, informatikusokra, jogászokra és még sorolhatnánk.

A járvány miatti relatív „munkaerő bőség” időszaka után 2021. közepétől kezdődően visszatért a 2017-2019. évekre jellemző feszített és komplex munkaerő-piaci verseny, mely uralta a 2023. év után a teljes 2024. évet is. 2024. évben 1006 fő főállású (teljes és nem teljes munkaidőben foglalkoztatott) munkavállaló lépett ki a BKV Zrt.-től, mely a 2023. évi értékhez képest majd 10%-os javulást jelentett. A 2024. évi főállású (teljes és nem teljes munkaidőben foglalkoztatott) belépések száma 1080 fő. A munkaerőpiaci verseny nagyon intenzív, így bizonyos munkakörökben rendkívül nehéz feladat a jelenleg meglévő munkaerő megtartása, valamint a hiányzó munkaerő pótlása. A verseny egyre nagyobb, melyet jól mutat, hogy a pest megyei és budapesti munkanélküliségi adatok tartósan 3% körüli értéken alakulnak (KSH Munkanélküliségi ráta 2025. I. negyedév Budapest: 2,8%, Pest vármegye: 2,7%), azaz nincs elegendő munkaerő tartalék, így egyre gyakoribb, hogy másik cégektől csábítanak át munkaerőt.

Ilyen adottságok mellett – korfa, változatos és speciális munkaerő szükséglet, intenzív munkaerőpiaci verseny – a BKV Zrt. elemi érdeke is az ESG törvénynek való megfelelés, hiszen a társadalmi felelősségvállalás nemcsak etikai kötelezettség, hanem egyben üzleti előnyt is jelenthet. Ugyanis azon vállalatok esetében, amelyek az S pilléren jól teljesítenek:

- nő a munkavállalói elégedettség és ezáltal a munkaerő megtartási képesség,
- nő a vállalat társadalmi elfogadottsága,
- a pozitív társadalmi megítélésnek köszönhetően nő a vállalati reputáció, ami előnyös a munkaerő megszerzési képesség szempontjából,
- nő mind az ügyfelek, mind az esetleges befektetők bizalma,
- nő a beszállítói/álvállalkozói kapcsolatok stabilitása.

Az ESG társadalmi lábát valahogyan mérnünk kell, erre szolgálnak az ESG riportok. A vállalat saját munkavállalóira vonatkozó mutatók bemutatják a vállalatot, mint munkáltatót és mint munkahelyet. Céljuk felmérni a vállalatban belüli eltéréseket, illetve segítenek vállalat által biztosított lehetőségek azonosításában és a vállalatban belüli egyenlőtlenségek feltárásában és megszüntetésében. Egy vállalatnak biztosítani kell a munkavállalói jóllétet, felelősséget kell vállalnia a munkavállalók testi és fizikai egészsége, valamint esélyegyenlősége iránt.

A vállalatnak vizsgálnia kell a **munkafeltételeket** (pl. munkaidő, megfelelő bérek, egészségvédelem és biztonság) **az egyenlő bánásmód és esélyegyenlőséget** (pl. nemek közötti egyenlőség, sokszínűség, képzés és készségfejlesztés), valamint a **munkával kapcsolatos egyéb jogokat**.

BKV Zrt. biztos foglalkoztatást nyújt, a hatályos törvényeknek megfelelően. A 2021. évi bérfejlesztés elmaradását követő 2022. évi 15 %-os, a 2023. évi 16 %-os és a 2024. évi 13,5%-os bérfejlesztés egyértelműen javított a vállalat munkaerőpiaci helyzetén.

A BKV Zrt.-nél 24 szakszervezet, üzemi tanács és munkavédelmi bizottság is működik, így a munkavállalók érdekképviselőhöz való hozzáférése 100%-os. Az Mt., Kollektív Szerződés és együttműködési megállapodások szabályozzák a közös munkát, mely folyamán lehetőségük van a joaik gyakorlására. A Társaságnál ezenkívül ingyenes jogsegélyszolgálat is működik.

A BKV Zrt. elkötelezett a munkavállalók egészségének megőrzése iránt és számos szabadidős sportolási lehetőséget biztosít a BKV ELŐRE SC és a BKV Technikai Tömegsportklubok Egyesülete által működtetett szakosztályok keretein belül.

A szociális juttatások köre is rendkívül széles a Társaságnál:

- segélyek (temetési segély, szülési segély, rendkívüli segély, nyugdíjas segély),
- munkáltatói kölcsön,
- élelátást biztosító eszköz támogatása,
- a Társaság tulajdonában lévő balatonfenyvesi üdülőben nagycsaládosoknak alanyi jogon üdülési támogatás, rászorulóknak jelentkezés és kiválasztás alapján szociális támogatás,
- kedvezményes munkásszállói elhelyezés a Társaság saját tulajdonú munkásszállóin,
- bérlakás elhelyezés.

A BKV Zrt. esetében megkérdőjelezhetetlen a munkahelyi sokszínűség (kor, nem, végzettség stb.) megléte.

2. táblázat

A női munkavállalók aránya a BKV Zrt.-nél (2024.)

	Férfi	Nő
Szellemi	55%	45%
Fizikai	87%	13%
Járművezetők	88%	12%
Ebből:		
Villamos járművezető	75%	25%
Trolibusz járművezető	92%	8%
Autóbusz járművezető	97%	3%
Földalatti járművezető	83%	17%
Metró járművezető	64%	36%
Összesen	82%	18%

Az esetleges diszkriminációval kapcsolatos bejelentéseket a vállalatnál dedikált szervezet kezeli, a részletes intézkedések leírását a mindenkor hatályos Megfelelési Szabályzat tartalmazza. A bejelentések megtételére lehetőség van írásban és szóban is.

A BKV idén is csatlakozott az Amnesty International Magyarország kampányához, amelynek célja a nemek közötti bérszakadék felszámolása. Az Amnesty International Magyarország által használt, nemzetközi számítási módszerek alapján a 2024-es évre vonatkozó adatok azt mutatják, hogy a férfiak és nők közötti bérkülönbségek minimálisak a BKV-nál, sőt egyes szegmensekben a nőkre vonatkozó értékek még némileg kedvezőbbek is: a női munkavállalóknak például 8 százalékkal magasabb az átlag személyi órabére, mint a férfiaké. Pozitívnak értékelhető az is, hogy míg a BKV dolgozóinak közel 20 százaléka nő, a felső fizetési kategóriában a nők aránya ennél jóval magasabb, 30,6 százalék. Az áttekinthető és következetes, úgynevezett HAY-rendszeren alapuló munkaköri- és bértarifarendszert 2018-ban vezette be a BKV, ami lehetővé tette – nemtől függetlenül – minden munkavállaló számára a kiszámítható és piacképes bér elérését.

A nagy-britanniai módszertan alapján számolt értékek („+” értékek esetén a férfiak értéke a kedvezőbb, „-” értékek esetén a nőké):

1. Férfi-nő átlag órabér különbség: -8 %
2. Férfi-nő medián órabér különbség: -7,2 %
3. Bónuszban részesülő nők és férfiak aránya: Férfi: 72,3 %, Nő: 72,2 %
4. Bónusz átlagos különbség: - 2,1 %
5. Bónusz medián különbség: + 16,6 %

6. Fizetési negyedek férfi-nő aránya:

- Felső negyed: Férfi 69,4 % - Nő: 30,6 %
- Felső középső negyed: Férfi 80,6 % - Nő: 19,4 %
- Alsó középső negyed: Férfi 91,2 % - Nő: 8,8 %
- Alsó negyed: Férfi 81,4 % - Nő: 18,6 %

A női munkaerő bevonása a Társaság elemi érdeke, mely azon túl, hogy segít enyhíteni a munkaerő-hiányt hozzájárul a munkahelyi sokszínűség fejlődéséhez is.

A BKV Zrt. kiemelt figyelmet fordít a munkavállalók képzésére, legyen szó iskola rendszerű képzésről, jogszabály által előírt kötelező képzésről, szakmunkásképzésről vagy nyelvi képzés támogatásáról. Igen egyedi helyzetet teremt, hogy a Társaság jelentős számú munkavállalójának munkaköre az üzemeltetés jellegéből adódóan speciális tudást, helyismeretet, gyakorlatot, illetve továbbképzést igényel, például a járművezetőké is.

Evégett 2023. év szeptemberére Társaságunk felkészült és megkezdte a „C”-ről „D”-re mellett az autóbuszvezetők „B”-ről „D”-re képzését. A 2023-ban kezdődött képzés 2024-ben is intenzíven folytatódott. A hatalmas érdeklődést jól szemlélteti, hogy 2023. szeptember 1. és 2023. december 20. között 217 fő lépett be autóbuszvezető tanuló munkakörbe, ebből 156 fő „B”-„D”, 61 fő „C”-„D” kategóriás tanulóként kezdte meg tanulmányait. A 156 fő „B”-„D” képzést megkezdő leendő járművezetőből 136-an, míg a 61 fő „C”-„D” képzést megkezdő kollégából 56-an tettek sikeres vizsgát és fejezték be a tanfolyamot 2023-ban és 2024-ben. 2024. január 1. és december 31. között 218 fő lépett be autóbuszvezető tanuló munkakörbe, ebből 125 fő „B”-„D”, 93 fő „C”-„D” kategóriás tanulóként kezdte meg tanulmányait. A 125 fő „B”-„D” képzést megkezdő járművezető tanulókból 61-en, míg a 93 fő „C”-„D” képzést elkezdőből 66-an tettek sikeres vizsgát és fejezték be a tanfolyamot 2024-ben.

További örömdetes eredmény, hogy 2023. évben 75 fővel, 2024. évben 58 fővel a trolibuszvezető-tanuló tanfolyamok elindultak, ami szintén kimagasló eredménynek számít.

A karrierfejlesztés lehetősége is adott a BKV Zrt.-nél, mely évet óta sikeresen működteti a vezetői utánpótlás programját. A 2024-es év során pedig pénzügyi tudatosság tréning-sorozat került megrendezésre a Társaságnál dolgozók és családtagjai számára.

Úgy véljük, hogy mindennek az alapja és egyben kiindulás pontja egy munkavállalói elégedettségmérés kell, hogy legyen. Szükséges, hogy tudjunk mihez viszonyítani és ezáltal majd a fejlődést is mérni. Nem utolsó sorban a kollégákat, közvetlen bevonásuk által, közelebb tudjuk hozni az ESG-hez, hiszen a téma minden vállalati dolgozót érint. Azt sem szabad elfelejteni, hogy a munkavállalói elégedettség hatással lehet a Társaság által nyújtott szolgáltatás minőségére is, így annak fejlesztése gazdasági szempontból is fontos.

A BKV Zrt. stratégia céljai is mind a fenntartható fejlődés és a társadalmi felelősségvállalás jegyében kerültek megfogalmazásra, hiszen Társaság célja elérni, hogy:

- Az emberek versenyképes alternatívaként tekintenek rá az egyéni motorizált közlekedéssel szemben.
- Az ország működésében stratégiai szerepet betöltő Társaság, akire megbízható partnerként tekintenek az utasaink, a munkavállalóink, a tulajdonosunk és üzleti partnereink egyaránt.
- Olyan innovatív Társaság, ahol jó dolgozni, ahová jó tartozni.
- Olyan Társaság, akire a jövő generációi a fenntartható város kulcsszereplőjeként tekintenek.

A BKV Zrt. társadalmi felelősségvállalási stratégiájában olyan, a **saját munkavállalók jóllétét tovább fejlesztő célok kitűzése** szerepelhet, mint:

- a családbarát munkahely cím megszerzése,
- kismama program kidolgozása, melynek keretében megvalósul az érintett kollégák és vállalat közti kapcsolattartás, szakmai coaching,
- program kidolgozása a megváltozott munkaképességű kollégák továbbfoglalkoztatásának elősegítésére,
- fizikai és mentális egészséget előmozdító programok kidolgozása.

4. „G”, mint etikus működés

A **vállalatirányítási pillér** az ESG keretrendszerben **az etikus, átlátható és felelős vállalati működés jogi garanciáját** biztosítja. Célja, hogy a cég belső struktúrái képesek legyenek kezelni az ESG kockázatokat, biztosítani az elszámoltathatóságot és megfeleljenek a fenntarthatósági elvárásoknak. Be kell mutatni a Társaság döntési mechanizmusát, a tanúsított irányítási rendszereket (ISO 900x; ISO 1400x stb.). Biztosítani szükséges a törvények által is előírt panaszkezelési rendszer működését, be kell számolni a jogszabályoknak való megfelelésről, az esetleges hatósági eljárásokról és azok eredményéről. Ezeket a jellemzőket az ellátási lánc vonatkozásában is szükséges ismerni, hiszen az ESG szemléletű működésnek egyik legfontosabb gondolata, hogy a megfelelést nem csak a saját tevékenységre, hanem a teljes értékláncre vonatkoztatva kell betartani.

Társaságunk a Fővárosi Önkormányzat tulajdonában álló vállalatként a magyar közlekedési közszolgáltatói szektor egyik meghatározó tagjaként fontos céljának tartja, hogy a főváros közlekedéspolitikai, klímavédelmi célkitűzéseinek is megfelelő, hatékony közösségi közlekedési szolgáltatásokat nyújtson, fenntartható fejlődést valósítson meg, így biztosítva a közösségi közlekedés versenyképességét, az átlátható, számonkérhető és korrupciómentes működését. A BKV Zrt. szervezeti felépítését, irányítási rendszereit, tevékenységeit és szolgáltatásait folyamatosan felülvizsgálja és fejleszti, és alapvető kötelességének tekinti a jogszabályok és hatósági előírások betartását az etikus működést. Vezetői és valamennyi munkatársa a korrupciót és annak minden formáját elutasítja, továbbá elkötelezett a korrupció elleni fellépés iránt. Társaságunk vezetőitől és valamennyi munkatársától, valamint üzleti partnereitől elvárja a szervezetre vonatkozó korrupcióellenes jogszabályoknak és belső szabályzatoknak való megfelelést, az etikus viselkedést. Elkötelezett az ezt támogató irányítási rendszer és szervezeti kultúra fejlesztése iránt, valamint ösztönzi a jóhiszemű vagy megalapozott panaszok és közérdekű bejelentések bizalmas, megtorlástól való félelem nélküli kifejezését. Ezen elvárások teljesülésének érdekében a BKV Zrt. szervezeti integritásának folyamatos fejlesztéséhez, antikorrupciós kontrolljainak erősítéséhez, valamint korrupciós kockázatainak csökkentéséhez elérendő célokat tűz ki, azok teljesülését folyamatosan figyelemmel kíséri, méri, elemzi, értékeli, valamint az eredmények alapján fejleszti.

Konklúzió

Az ESG-megfelelés egy közszolgáltató számára azt jelenti, hogy fenntarthatóan, felelősen és átláthatóan működik a környezet, a társadalom és a jó vállalatirányítás elvei szerint. A felelős gondolkodás, az ehhez szükséges erőforrások felkutatása, saját munkavállalóink és a beszállítói lánc ennek megfelelő érzékenyítése, edukálása rövidtávon a működési költségek növekedését okozhatja. Közép- és hosszú távon azonban az externális hatások révén a társadalmi költségek

optimalizálhatók. Gazdasági fenntarthatóság szempontjából, a közösségi közlekedés, mint közszolgáltatás nem tudja eltartani önmagát, nem fog nyereséget termelni, de társadalmi, gazdasági, környezetvédelmi hasznossága megkérdőjelezhetetlen, képzeljük el mi történne, ha egyik pillanatról a másikra megszűnne a közösségi közlekedés. Az ESG törvénynek megfelelő működésre a BKV Zrt.-ben az akarat megvan, már csak a forrás hiányzik hozzá.

Irodalomjegyzék

- [1] SECAP (Budapest Fenntartható Energia- és Klíma Akcióterv) Monitoring jelentés 2024. <https://budapest.hu/api/file/doc/secap-2024-kla-maakcia-terv.pdf> (2025.07.04.)
 - [2] Budapest környezeti állapotértékelése <https://budapest.hu/api/file/doc/m01-bkae-2024-10-21.pdf>
 - [3] ESG törvény – 2023. évi CVIII. törvény a fenntartható finanszírozás és az egységes vállalati felelősségvállalás ösztönzését szolgáló környezettudatos, társadalmi és szociális szempontokat is figyelembe vevő, vállalati társadalmi felelősségvállalás szabályairól és azzal összefüggő egyéb törvények módosításáról – Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye (2025.07.04.)
 - [4] <https://kti.uni-nke.hu/hirek/2024/08/22/az-esg-tarsadalmi-pillere-a-fenntarthato-fejlodes-es-a-tarsadalmi-feelossegvallalas-fontossaga> (2025.07.02.)
-

A közösségi közlekedés hozzáadott értéke a gazdasághoz.

Fékező, vagy sokszorozó hatás?

Dr. Káposzta József¹ – Dr. Tóth Tamás²

^{1,2}BKV Zrt. Stratégiai és Fenntarthatósági Főosztály

¹Telefon: +363036551536

¹kaposztaj@bkv.hu, ²tothta@bkv.hu

Abstract

A közösségi közlekedés egy komplex rendszer, amelynek a gazdaságra gyakorolt hatása túlmutat a közvetlen költségeken és bevételeken. A megnövekedett mobilitás, a munkaerőpiac bővülése, az üzleti tevékenység támogatása, a kiskereskedelem fellendítése és a turizmus ösztönzése mind-mind olyan tényezők, amelyek a gazdasági növekedést generálják. A társadalmi és környezeti előnyök pedig tovább erősítik ezt a pozitív hatást. Ennek ellenére sok településen, különösen a kisebb falvakban és leg eldugottabb régiókban, a közösségi közlekedés szinte teljesen hiányzik vagy nem megfelelően működik. Ez a hiány számos negatív következménnyel jár, amelyek nemcsak az egyének mindennapjait nehezítik meg, hanem hosszú távon társadalmi, gazdasági és környezeti problémákhoz is vezetnek. Tehát a közösségi közlekedésbe történő befektetés egyértelműen sokszorozó hatással van a gazdaságra, hosszú távon megtérülő és stratégiai jelentőségű. A közösségi közlekedés gazdasági hatásainak alapos vizsgálata során arra a következtetésre juthatunk, hogy a közlekedési rendszerek fejlesztése és fenntartása alapvető gazdasági növekedést és társadalmi jólétet indukál. Az elemzések egyértelműen mutatják, hogy a jól tervezett közlekedési hálózatok csökkentik a közlekedési költségeket, javítják az elérhetőséget és fokozzák a munkaerőpiac dinamikáját. A közlekedési szolgáltatásokba való befektetések nemcsak a közvetlen gazdasági előnyöket hoznak, hanem hozzájárulnak a környezeti fenntarthatósághoz, mivel csökkentik a magánautók használatát és ezzel együtt az üvegházhatású gázok kibocsátását. Az ilyen hatások komplex kölcsönhatások sorozataként mutatkoznak meg, amelyek végső soron a társadalmi tőke növekedéséhez vezetnek.

Kulcsszavak: közösségi közlekedés, gazdasági hatások, előnyök, hátrányok, társadalmi hatások

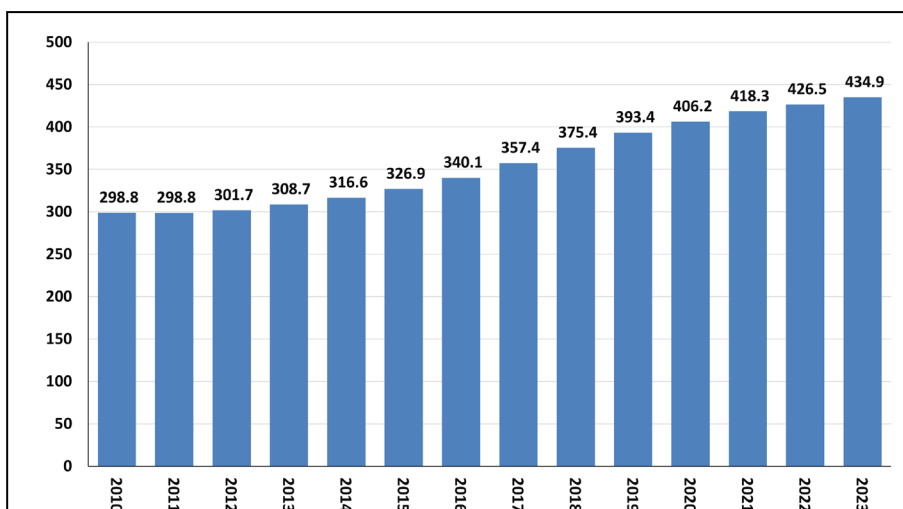
Bevezetés

A közösségi közlekedés gazdasági hatásainak vizsgálata elengedhetetlen a modern városi környezetben, ahol a közlekedési rendszerek működése szoros kapcsolatban áll a gazdasági fejlődéssel, a fenntarthatósággal és a társadalmi jóléttel. Ha figyelembe vesszük a városok folyamatos növekedését és a globális mobilitás fokozódását, akkor nyilvánvaló, hogy a közlekedési infrastruktúra minősége, hozzáférhetősége, valamint egyediségének gazdasági következményei kiemelt fontosságúak. A közösségi közlekedés nem csupán a napi utazás megkönnyítését szolgálja, hanem összefonódik a munkahelyteremtés, a gazdasági versenyképesség és a társadalmi integráció hátterével is. A szakszerű tervezés és a megfelelő finanszírozás képes az állami és magánszektor közötti együttműködés megerősítésére, amely egyaránt fenntartja a szolgáltatá-

sok színvonalát és támogatja a gazdasági növekedést. Ezeken túlmenően a közösségi közlekedés gazdasági hatásai sokrétűek. A közvetlen hatások mellett, mint például a munkaerő mobilizálása és az utazási idő csökkentése, közvetett előnyök is jelentkeznek. Ezek közé tartozik a környezeti hatások minimalizálása, a közlekedési dugók csökkentése, és a városi levegőminőség javítása. Továbbá, a közlekedési hálózatok fejlesztése pozitívan befolyásolja a helyi ingatlanpiacot, amely szoros összefüggésben áll a területek vonzerejével és az ott élők életminőségével. A közösségi közlekedés hatékony működtetésével tehát nem csupán a költséghatékonyság növelhető, hanem a társadalmi egyenlőség is előmozdítható, hiszen a különféle jövedelmű csoportok számára biztosítja az elérhető mobilitást. Mindezek alapján a közösségi közlekedés gazdasági hatásainak elemzése tehát nemcsak a költségvetési források elosztása szempontjából fontos, hanem a hosszú távú tervezés és a fenntartható fejlődésre is meghatározó hatással van. A jövőbeli intézkedések megtervezése előtt elengedhetetlen feladat a közlekedési rendszerek hatásainak vizsgálata, amely a helyi gazdaságra kiemelet szereppel van, így ennek érdekében a közlekedési politikák és gazdasági stratégiák összekapcsolása, a közösségi közlekedés támogatása befolyásolja a társadalmi fejlődést és a gazdasági fellendülést, ezáltal kialakítva egy fenntartható és hatékony városi közlekedési környezetet.

1. A közösségi közlekedés kapcsolati rendszere

A **közösségi közlekedés fogalma** alatt a tömegközlekedési rendszerek összességét értjük, amelyek célja, hogy a lakosság számára elérhetővé tegyék a közlekedési lehetőségeket, mind pénzügyi, mind környezeti szempontból fenntartható módon. A közösségi közlekedés alapfunkciója, hogy a közönség számára kedvező és megfizethető alternatívát nyújtson az egyéni közlekedési formák, mint például az autóhasználattal szemben, miközben hozzájárul a városi közlekedés optimalizálásához és a forgalmas területek zsúfoltságának csökkentéséhez [1, 2, 3]. A közösségi közlekedés fogalmának mélyebb megértéséhez elengedhetetlen vizsgálni, hogy ennek rendszere általában szoros összefüggésben áll a települések tervezésével és fejlődésével. Az ilyen rendszerek nem csupán gazdasági előnyt nyújtanak, hanem a környezet védelmét is szolgálják, hiszen a közlekedési igények kielégítése során csökkenthetők a károsanyag-kibocsátás és a közlekedési zaj mértékének problémái. A közösségi közlekedés fejlesztése egyaránt támogatja a társadalmi összetartozást a lakosság különböző rétegei között és növeli az emberek mobilitását, ezáltal hozzájárul a gazdasági tevékenységek intenzifikációjához. Egy jól megtervezett közlekedési rendszer képes a helyi gazdaságok fellendítésére, hiszen megfelelő közlekedési lehetőségek révén nő az elérhetőség, ami a munkahelyekhez, üzletekhez és szolgáltatásokhoz való hozzáférést segíti elő [4, 5, 6, 7].



1. ábra

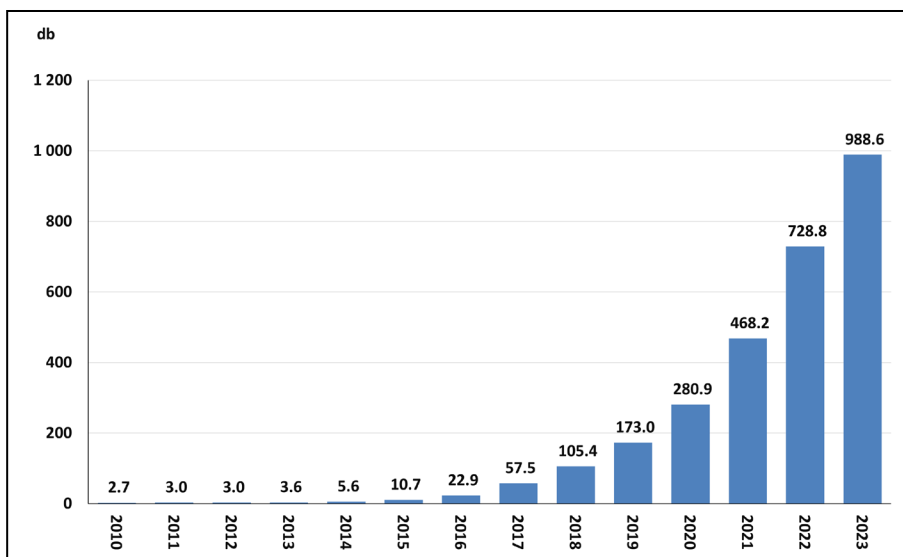
Az ezer lakosra jutó személygépkocsi számának alakulása Magyarországon; 2010-2023 [Forrás: 34]

A közösségi közlekedés dinamikus és folyamatosan fejlődő terület, amely a technológiai újítások és az urbanizációs trendek tükrében folyamatosan alkalmazkodik a változó igényekhez, ezáltal hozzájárul egy fenntarthatóbb és élhetőbb városi környezet kialakításához, így a közlekedés **gazdasági szerepe** sokrétű és alapvetően meghatározó a modern társadalmak működésében. A közlekedési rendszerek, amelyek magukban foglalják az autó-, vasúti, vízi és légi közlekedést, nemcsak az emberek mobilitását biztosítják, hanem kulcsszerepet játszanak a gazdasági növekedés elősegítésében is. A közlekedés révén az áruk, szolgáltatások és információk gyorsabb és hatékonyabb áramlása valósulhat meg, amely elengedhetetlen a vállalkozások versenyképességéhez. Az ilyen rendszerek támogatják a regionális fejlődést és hozzájárulnak a helyi gazdaságok dinamizálódásához, mivel lehetővé teszik a munkaerő szabad mozgását és a gazdasági erőforrások optimalizálását [8, 9, 10]. A közlekedés gazdasági hatásait a **költséghatékonyság**, a **beruházások** és a **foglalkoztatás** szempontjából is vizsgálni érdemes. A jól megtervezett közlekedési infrastrukturális beruházások nemcsak a közvetlen munkahelyteremtés révén támogatják a gazdaságot, hanem hosszú távon is jelentős megtérülést biztosítanak a társadalom számára. Az olyan projektek, mint új autópályák, közlekedési csomópontok fejlesztése, vagy tömegközlekedési rendszerek modernizálása, nemcsak az országos, hanem a helyi szinten is gazdasági fellendülést generálnak. A közlekedés tehát nemcsak eszköz, hanem közvetlenül befolyásolja a gazdasági teljesítményt és a társadalmi jólétet. Ezen összefüggések mellett az új technológiák, mint a digitális térképezés, intelligens közlekedési rendszerek és elektromos járművek megjelenése is átalakítja, fejleszti a közlekedés gazdasági szerepét. Ezek a fejlesztések nemcsak fenntarthatóbb megoldásokat kínálnak, hanem optimalizálják az utazási időt, csökkentik a környezeti terhelést, így hosszú távon ár-érték arányban kedvezőbb alternatívákat nyújtanak [11, 12].

2. A közlekedés hatásainak összefüggései a gazdasági növekedésre

A közlekedés szerepe a gazdasági növekedésben elengedhetetlenül fontos tényező, mivel a közlekedési rendszerek közvetlenül befolyásolják a gazdasági aktivitás intenzitását és a termelési folyamatok hatékonyságát. Hatékony közlekedési hálózatok lehetővé teszik az áruk és szolgál-

tatások gyors mozgását, csökkentik a logisztikai költségeket, és hozzájárulnak a piaci hozzáférhetőség javításához, ezzel ösztönözve a vállalatok befektetéseit. A közlekedési infrastruktúra, mint például utak, vasutak és repülőterek fejlesztése nem csupán a munka helyi elérhetőségét javítja, hanem szoros kapcsolatban áll a régiók közötti szinergiák fokozódásával is, amely gazdasági együttműködést és innovációt eredményez az adott terület és gravitációs zónája között. Mindezeket figyelembe véve a közlekedési szektor fejlődése nemcsak közvetlenül generál munkahelyeket, hanem közvetett módon is hozzájárul a gazdasági növekedéshez, hiszen a mobilitás elősegíti a vándorlást, a munkaerőpiac bővülését és a gazdasági, társadalmi kompetenciák áramlását, hiszen a fenntarthatóbb közlekedési formák csökkentik a környezeti terhelést, ezzel hozzájárulva a hosszú távú gazdasági stabilitáshoz. A városi- és elővárosi közlekedési rendszerek fejlesztése támogatja a városi térségek gazdasági dinamizmusát, növelve ezzel a lakosság életminőségét és az ingatlanpiac fejlődését, bővülését [13, 14].



2. ábra

A százezer személygépkocsira jutó elektromos meghajtású személygépkocsi számának alakulása Magyarországon; 2010-2023 [Forrás: 34]

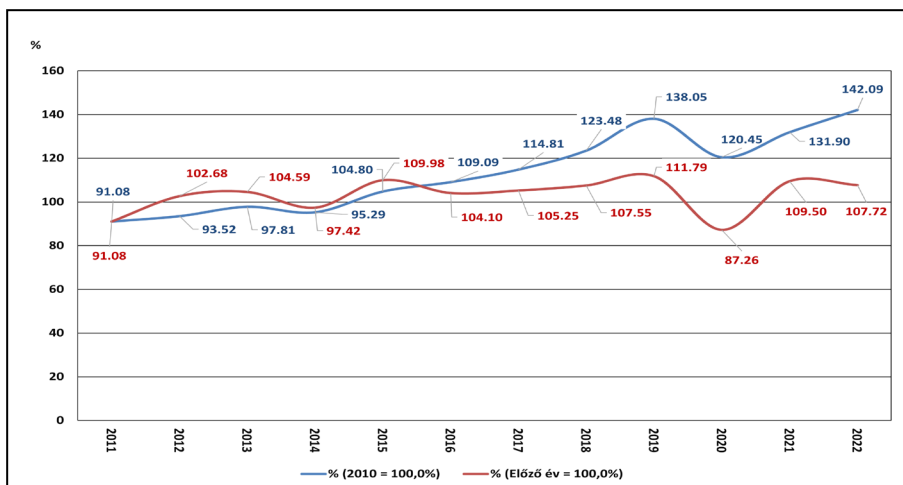
Mindezen hatások mellett megállapítható, hogy a közlekedési ágazat nem csupán a gazdaság növekedésének egy eszköze, hanem önállóan is jelentős gazdasági szektort képvisel, amely a GDP-ben és a nemzetgazdasági teljesítményben is kiemelkedő szerepet játszik. A közlekedés hatása a gazdasági növekedésre tehát kétirányú: amíg a közlekedés javítása ösztönözheti a gazdasági aktivitást, addig a növekvő gazdaság is elősegíti a közlekedési infrastruktúra további fejlesztését, egy folyamatosan bővülő és kölcsönösen támogató rendszert alkotva [15, 16, 17]. A közlekedési Infrastrukturális beruházások ezért nemcsak prioritásként jelennek meg a politikai napirendekben, hanem hosszú távú, fenntartható befektetéseként is, amelyek alapvetően alakíthatják a jövő gazdasági irányait. Ezen összefüggések alapján megállapítható, hogy a közlekedési rendszerek minősége, állapota, térbeli elhelyezkedése egyszerre fékezheti és serkentheti is a gazdasági, társadalmi fejlődést.

2.1. Fékező hatások a közlekedésben

A közlekedés rendszerében a fékező hatások komplex és sokrétű jelenségek, amelyek gazdasági és környezeti következményekkel is járnak. A fogyasztói és vállalati szinten megjelenő fékező hatások legfőbb forrásai közé tartozik a közlekedési dugók, a környezetszennyezés és a költségek ütemezése. A dugók nem csupán az időpazarlást jelentik, hanem az energiahatékonyság és a termelékenység csökkenését is befolyásolják. Számos kutatás bizonyítja, hogy egy átlagos városi dugóban eltöltött idő évente több milliárd forintnyi költséget okoz, amely a munkavállalók és a vállalkozások produktivitásának csökkenéséből adódik. A közlekedési rendszerek működése így a gazdasági növekedés gátjává is válhatnak.

A **környezetvédelmi hatások** szintén szoros összefüggésben állnak a közlekedési rendszer működésével. A fosszilis energiahordozók használata során keletkező káros anyagok, mint a szén-dioxid, táplálják a globális felmelegedést, míg a városi környezetben keletkező finom por-szemcsék és gázok jelentős egészségügyi kockázatokat hordoznak. A közlekedési rendszerek fenntarthatósága tehát közvetlenül összefügg a környezetvédelmi szabályozásokkal és az állami beavatkozások szükségességével.

Ezen fékező hatások hatékony kezelése érdekében helyi és nemzeti szinten intézkedéseket kell tenni a tisztább és fenntarthatóbb közlekedési módszerek ösztönzésére. A közlekedési rendszerek átfogó környezeti hatásai nem csupán a kibocsátási szintekre korlátozódnak. A közlekedésből adódó szennyezés nemcsak a levegő minőségére, hanem a víztestekre és a talajra is hatással van. Az infrastruktúra fejlesztésekor gyakran előfordul, hogy a közlekedési hálózatok terjeszkedése során természetes területek átalakulnak, amely további ökológiai problémákhoz vezethet, mint például az élőhelyek elvesztése és a biodiverzitás csökkenése [18, 19, 20. 21].

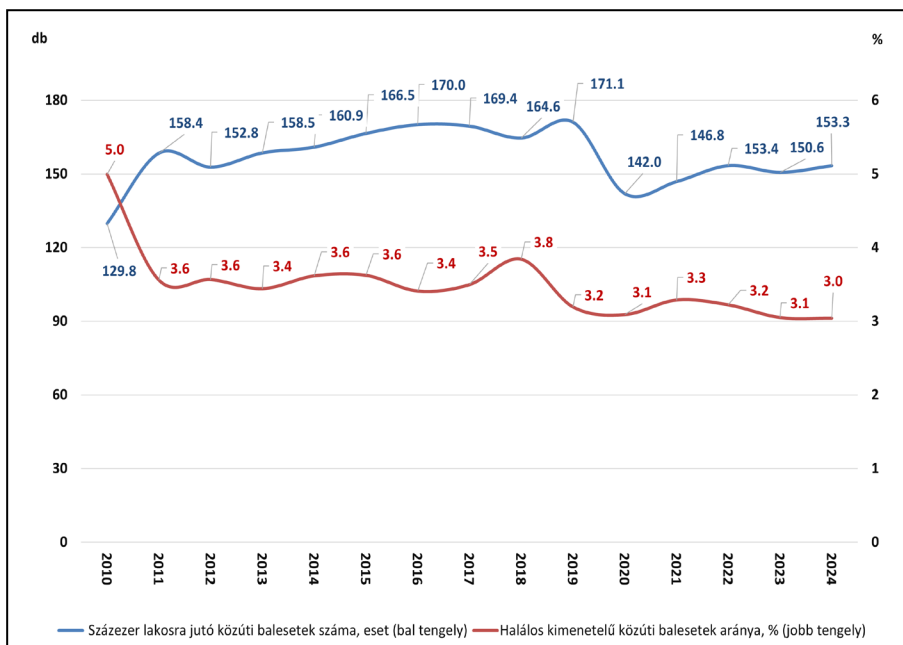


3. ábra

A személygépkocsik széndioxid (CO₂) kibocsátásának alakulása Magyarországon; 2011-2022
[Forrás: 34]

E környezeti megfontolások vezetnek a zöld közlekedési politikák kidolgozásához is, mint például a közösségi közlekedés elektromosításának elősegítéséhez, vagy a gyaloglás és kerékpározás népszerűsítéséhez. A környezetvédelmi szempontok figyelembevételével a városi közlekedési rendszerek nemcsak fenntarthatóbbá válhatnak, hanem hozzájárulhatnak a közlekedési infrastruktúra hosszú távú fenntartásához és a városok élhetőségének javításához is.

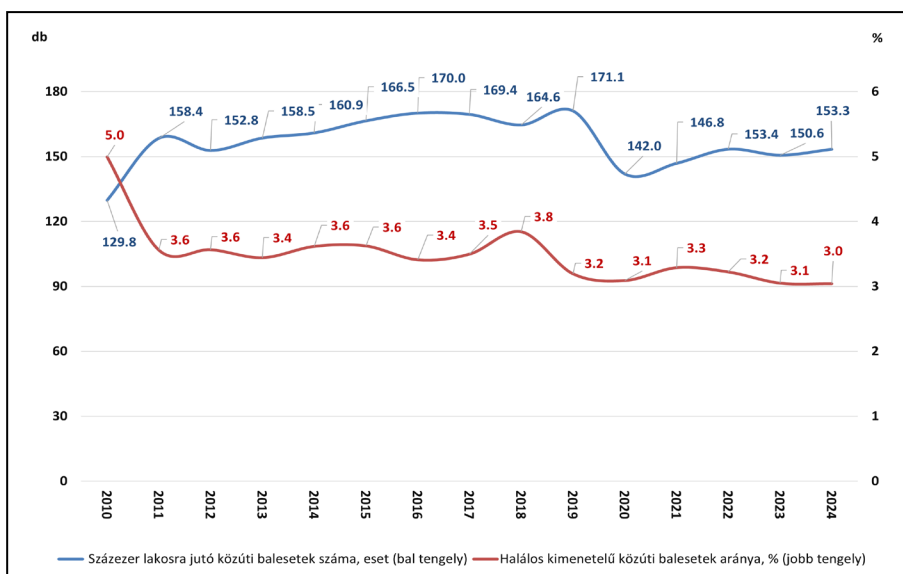
A **közlekedési dugók**, amelyek a városi közlekedés egyik legfőbb problémáját képezik, számos gazdasági és társadalmi hatással bírnak. A dugók kialakulása gyakran több tényező interakciójának következménye, beleértve a túlnépesedést, az infrastrukturális hiányosságokat, valamint a közlekedési szokások változásait. A városokba irányuló migráció és a gépjárművek számának növekedése a közlekedési rendszerek túlterheltségéhez vezet, és ennek következményeként a dugók gyakorisága és hossza is növekszik. A közlekedési dugók nem csupán a közlekedőket érintik, hanem szélesebb társadalmi következményekkel is járnak, beleértve a levegőszennyezés növekedését, a zajszint fokozódását, valamint a közlekedési balesetek valószínűségének emelkedését [22].



4. ábra

A közúti balesetek száma ezer lakosra vetítve Magyarország járásaiban; 2024 [Forrás: 34]

Ma már a megoldási lehetőségek között szerepel a közlekedési infrastruktúra fejlesztése mellett a közösségi közlekedés népszerűsítése, valamint a rugalmas munkarend és távolsági munkavégzés ösztönzése mellett az intelligens közlekedési rendszerek (ITS) integrálása, a forgalomirányító rendszerek hatékonyabb működtetése, a multimodális közlekedési opciók kihasználása mellett a gyaloglás és a kerékpározás előmozdítása is.



5. ábra

A közúti balesetek számának, illetve a halálos kimenetelű közúti balesetek arányának alakulása Magyarországon; 2010-2024 [Forrás: 34]

A **költségek és finanszírozás** kérdése szintén kulcsfontosságú a közlekedési fékező hatások megértésében. A közlekedési infrastruktúrák fenntartásához, fejlesztéséhez elengedhetetlen a megfelelő finanszírozási háttér, amely az állami és a magánforrások bevonását nem mellőzheti, hiszen a rendszeres és fenntartható közlekedéshez szükséges beruházások gyakran magas költségekkel járnak. Mindezek alátámasztják, hogy az optimális forrásallokáció és a költségek átláthatósága erősen befolyásolja a közlekedési rendszerek fenntartható fejlődését. A közlekedési szolgáltatások üzemeltetése összetett gazdasági tényezők bénító hatásainak van kitéve. A közvetlen költségek, mint a járműkarbantartás, üzemanyagköltség, személyzeti juttatások, valamint az infrastruktúra fenntartása, jelentős terhet róhatnak a szolgáltatókra [23, 24, 25]. A közlekedési hálózatok finanszírozási forrásai gyakran sokrétűek. A közpénzek és a fenntartói támogatások mellett, a közlekedési vállalatok jövedelmük egy részét tarifákból és egyéb szolgáltatásokból generálják. Emellett egyre inkább megjelennek a versenyszféra vállalatai is, amelyek a piaci verseny megteremtésével lehetővé teszik a magánszféra szerepének növekedését a közszolgáltatások hatékony működtetésében. A költségek és a finanszírozás összefonódása a közösségi közlekedés terén tehát nem csupán a gazdasági fenntarthatóságot befolyásolja, hanem a társadalmi igazságosságot és a környezeti felelősséget is. A megfelelő finanszírozási modellek segíthetnek a közlekedési rendszerek véges erőforrásainak hatékonyabb kihasználásában, miközben a felhasználók igényeire is reagálnak [26].

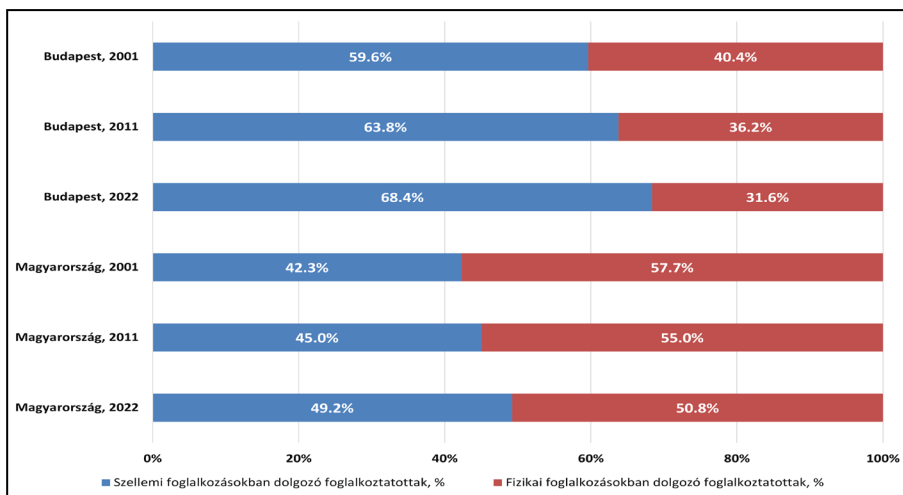
2.2. Sokszorozó hatások a közlekedésben

A közlekedés szerepe a gazdasági dinamika sokszorozódásában nem csupán a közvetlen hatásokban nyilvánul meg, hanem a rendszer szintjén, a munkavállalás, a turizmus és az infrastrukturális fejlesztések összefonódásán keresztül is. Az infrastruktúra bővítése és modernizálása nemcsak a közlekedési ágazatban jelent előnyöket. E változások közvetett módon más iparágakat, például a vendéglátást vagy a kereskedelmet is erősítik. Amikor a városok **közlekedési háttere**

javul, a munkalehetőségek számának növekedése szintén várható, hiszen egy megbízhatóbb közlekedési rendszer lehetővé teszi, hogy az emberek könnyebben találjanak munkát, valamint a munkáltatók is szívesebben elhelyezik központjaikat utazási szempontból kedvező helyeken. A közlekedési infrastrukturális fejlesztések révén keletkező új munkahelyek tehát közvetett módon hozzájárulhatnak a helyi gazdaságok erősödéséhez is, amire különösen fontos figyelmet fordítani a vidéki területeken [27, 28]. Ezen túlmenően megállapítható, hogy a **közlekedés és a turizmus** szoros kapcsolatban áll egymással, hiszen a megfizethető és kényelmes közlekedési lehetőségek gyakran bátorítják a turisták érkezését egy adott helyszínre. Fejlettebb közlekedési hálózatok segíthetnek a látogatók gyorsabb eljutásában a helyi nevezetességekhez, így támogatva a turizmus fejlődését. Az olyan szolgáltatások, mint a helyi közlekedési eszközök, autóbusz- és vonatszolgáltatások nem csupán a turizmus fellendítésében játszanak kulcsszerepet, hanem a lakosság mobilitásának javításában is. A turisták által generált költségek pedig tovább erősítik a helyi gazdaságot, ezzel ösztönözve a közlekedési és turisztikai vállalkozások fejlődését, ezzel erősítve az infrastruktúra fejlesztését is [29].

Ennek értelmében az **infrastrukturális fejlesztések**, mint például új vasútvonalak, autópályák vagy repülőtéri bővítések, szintén sokszorozó hatásokat generálnak a térség gazdaságában. Ezek a projektek nemcsak munkahelyeket teremtenek a kivitelezés ideje alatt, hanem hozzájárulnak a regionális összeköttetések javításához is, ezáltal elérhetőbbé téve a városok gravitációs zónáiban lévő településeket. A közlekedésben megjelenő sokszorozó hatások, amelyeket a fenti tényezők táplálnak, alapvetően formálják a gazdaság struktúráját, erősítve a különböző ágazatok közötti interakciókat. Az optimalizált közlekedési rendszer tehát nem csupán a közlekedést javítja, hanem a gazdasági teljesítményhez is jelentősen hozzájárul. Emellett a **közszolgáltatások** bővítése, mint például az autóbusz- és villamoshálózatok modernizálása, szintén hozzájárul a munkahelyek számának növeléséhez. Az ilyenfajta infrastrukturális beruházások nemcsak közvetlen munkahelyeket teremtenek a kivitelezés során, hanem lökést adnak a helyi gazdaság egészének, mivel vonzóbbá teszik a térséget a vállalkozások számára. A közlekedési ágazat bővítése által generált közvetett munkaalkalmak – mint például az éttermek, kereskedelmi egységek, vagy szórakozóhelyek megjelenése – a közösségi közlekedés gazdasági hatásainak széles spektrumát tükrözik [30].

Mindezek alapján jól látható, hogy a közösségi közlekedés gazdasági hatásai között a **munkahelyteremtés** kiemelt szerepet játszik, hiszen a közlekedési rendszerek fejlődése közvetlenül befolyásolja a munkaerőpiac dinamikáját. Az erős, jól működő közlekedési hálózatok nemcsak a munkahelyek elérhetőségét növelik, hanem új álláslehetőségek teremtésére is ösztönzik a gazdasági aktivitást. Az érintett iparágak, például a közlekedési szolgáltatók, az infrastruktúra-fejlesztő vállalatok, valamint a kapcsolódó szolgáltatások, mint a logisztika és a turizmus, közvetlen munkahelyeket teremtenek. Az ilyen munkahelyek gyakran a helyi gazdaságok centrumai, amelyek dominálnak a régiók fejlesztésében [31]. A munkahelyteremtés mértéke szorosan összefügg a közlekedési hálózatok fejlesztésének ütemével. A nagyvárosi agglomerációkban a tömegközlekedési rendszerek bővítése növeli a munkaerő mobilitását és csökkenti az utazási időket, ezáltal a munkavállalók képesek távolabbi munkahelyeket választani. Ezen túlmenően, a jobb közlekedési kapcsolatok elősegítik a különböző iparágak közötti együttműködést, amellyel a munkahelyek kvalifikációja és a szakmai fejlődése is kiemeltté válik. Ezáltal a közlekedés fejlesztése a helyi identitás erősödését is elősegíti, mivel új gazdasági tevékenységek válnak lehetővé a különböző területeken, így az adott térségek speciális fejlődése is megindulhat.



6. ábra

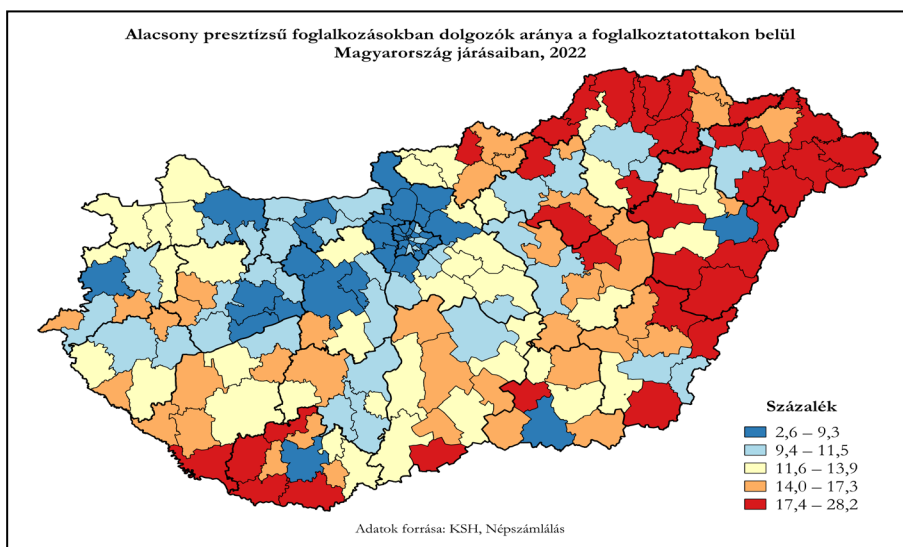
A szellemi és fizikai foglalkozásokban dolgozó foglalkoztatottak aránya Budapesten és Magyarországon; 2001, 2011, 2022. [Forrás: 34]

A **turizmus és közlekedés** dinamikus kölcsönhatása jelentős gazdasági, társadalmi és környezeti hatásokkal bír, amelyek nem csupán a helyi közösségek életminőségére, hanem a globális turizmuspiacra is kihatnak. A közlekedési infrastruktúra, beleértve a légitársaságokat, vonat- és buszjáratokat, valamint az alternatív közlekedési módokat, mint a kerékpár és az autómegosztás, kulcsszerepet játszik a turisták mobilitásának elősegítésében. A hatékony közlekedési hálózatok kiépítése nem csupán megkönnyíti az utazást, hanem hozzájárul a célterületek elérhetőségéhez, ezzel növelve a turizmus vonzerejét. Ezen kívül a közlekedési rendszerek folyamatos fejlesztése – mint például a nagysebességű vasutak vagy a környezetbarát közlekedési megoldások – elősegíti a fenntartható turizmust, amely minimalizálja a környezeti lábnyomot. A turizmus által generált kereslet közvetlenül befolyásolja a közlekedési szektor fejlődését: a turisták által támasztott igények új járatok, szolgáltatások és infrastrukturális beruházások létrejöttét ösztönzik. A közlekedési szolgáltatók, szem előtt tartva a turisták elvárásait, innovatív megoldásokat kínálnak, minőségi élményeket nyújtva, mint például a digitális jegyvásárlási lehetőségek, a valós idejű járatinformációk, vagy a helyi közlekedési applikációk. Mindezek alapján a turisták utazási szokásainak alapos elemzése lehetőséget nyújt arra, hogy a közlekedési szereplők jobban megértsék a szezonalitást, és optimalizálják szolgáltatásaikat. A közlekedés és turizmus közötti kölcsönhatások nem csupán gazdasági természetűek, hanem a társadalmi és kulturális aspektusokat is magukban foglalnak. A turisták helyi közlekedési lehetőségekkel való interakciója hozzájárulhat a kultúrák közötti kapcsolatok kialakulásához, ezáltal erősítve a helyi identitásokat.

2.3. A közlekedés társadalmi hatásai az egyenlőtlenségek kialakulására

A közlekedés társadalmi hatásai rendkívül összetett és sokrétű jelenségek, amelyek számos aspektust érintenek, beleértve a hozzáférhetőséget, a mobilitást és a társadalmi egyenlőtlenségeket. A közlekedési rendszer fejlettsége közvetlenül befolyásolja az egyének és közösségek életminőségét, elsősorban azért, hogy lehetőséget biztosít számukra a munkához, az oktatáshoz és a társadalmi interakciókhoz való hozzáférésre. Az alacsonyabb szintű közlekedési infrastruktúra – például hiányzó tömegközlekedési vonalak, vagy a gyenge minőségű szolgáltatások – nem-

csak a mobilitást korlátozza, hanem számos társadalmi problémához vezethet. Ez különösen érvényes a hátrányos helyzetű csoportokra, akikkel szemben a lakhatás, a munkaerőpiaci lehetőségek és a szociális szolgáltatások elérhetősége is további akadályokat jelenthet. A mobilitás fogalma szorosan összekapcsolódik a közlekedési rendszerek társadalmi hatásaival. A jól kidolgozott és megbízható közlekedési hálózat elősegíti a lakosok közötti interakciót, ezáltal erősíti a közösségi összetartást és a gazdasági aktivitást. Mindezek által a **társadalmi egyenlőtlenségek** kialakulásának kérdése központi elemévé vált a közlekedési hálózatok fejlettségének elemzésében [32]. A közlekedési rendszerek tervezésekor figyelembe kell venni, hogy a különböző társadalmi rétegek eltérő igényeinek megfelelően alakuljon. Azokban a közösségekben, ahol a közlekedés nem kellően fejlett, gyakran tapasztalható a jövedelmi különbségekből adódó mobilitási szakadék, ami további gazdasági és társadalmi hátrányokat eredményez. A közlekedés tehát nem csupán a fizikai mozgást jelenti, hanem a társadalmi integráció és a gazdasági lehetőségek terjedésének alapvető feltétele is. A közlekedési rendszerek általános fejlődése, amely a társadalmi esélyegyenlőség növelésére irányul, így elengedhetetlen ahhoz, hogy egy dinamikusabb, inkluzívabb társadalmat építhessünk.

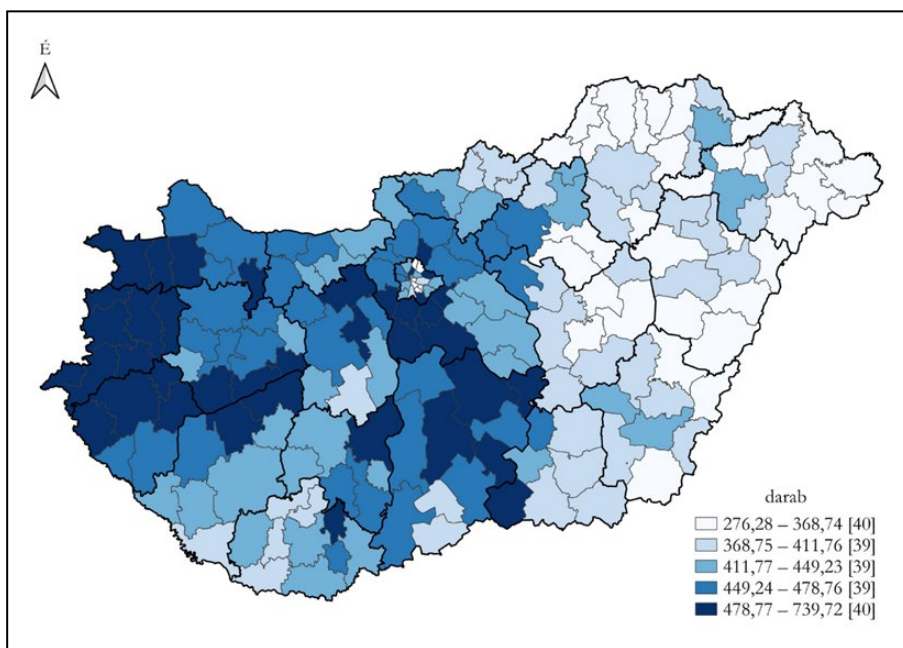


7. ábra

Alacsony presztízsű foglalkozásokban dolgozók aránya a foglalkoztatottakon belül Magyarország járásaiban, 2022
[Forrás: 34]

Tehát a közösségi közlekedés **hozzáférhetősége** kulcsfontosságú tényező a társadalmi mobilitás fenntartásában és a gazdasági fejlődés elősegítésében. Elengedhetetlen, hogy a közlekedési hálózatok integráltak és jól kapcsolódjanak a városi és vidéki területekhez, ezáltal biztosítva a lakosság számára a szükséges mobilitást. A közlekedéshez való hozzáférés hiánya hátrányos helyzeteket generálhat, amelyek hatással vannak például a munkalehetőségekre, az oktatásra és az egészségügyi ellátásra. A közlekedési rendszerek tervezésénél figyelembe kell venni a lakosság különböző igényeit, mint például az alacsony jövedelmű csoportokat, a fogyatékkal élőket vagy az időseket. Az akadálymentesítési intézkedések, beleértve a fizikai akadályok csökkentését és az információk könnyen hozzáférhető formában történő megjelenítését, elengedhetetlenek ahhoz, hogy a közlekedési lehetőségek a legszélesebb körben elérhetőek legyenek. A közlekedési

politika célja kellene, hogy legyen a társadalmi kohézió erősítése, amely szoros összefüggést mutat a gazdasági teljesítménnyel. Az innovatív megoldások, mint például a digitális platformok és a fenntartható közlekedési opciók figyelembevételével a hozzáférhetőség nem csupán a közlekedési rendszerek vonzerőjét fokozza, hanem a társadalmi esélyegyenlőséget is elősegíti. Mindezek által a mobilitás, a modern társadalmakban elengedhetetlen tényezővé válik, amely nemcsak a gazdaság működését, hanem a társadalmi kohéziót is képes elősegíteni. A közösségi közlekedés és a **társadalmi egyenlőtlenségek** közötti összefüggések mély és többrétű elemzést igényel [32, 33]. A közlekedési rendszer nem csupán a fizikai mozgás lehetőségét biztosítja, hanem alapvetően befolyásolja a társadalmi struktúrákat is. Az elérhetőség és a mobilitás közötti különbségek lenyomata gyakran a jövedelmi és szociális státusz mentén bontakozik ki. Az alacsonyabb jövedelmű csoportok számára gyakran hiányoznak a megfelelő közlekedési lehetőségek, így a munkahelyekhez, oktatási intézményekhez és szolgáltatásokhoz való hozzáférésük jelentősen korlátozott.



8. ábra

Ezer lakosra jutó gépkocsik száma Magyarország járásaiban, 2023. [Forrás: 34]

Az ilyen feltételek fenntartják a marginalizációt és az egyenlőtlenséget, amit a közlekedési politikák és az infrastruktúra elosztásának egyenlőtlensége tovább súlyosbít. A közlekedési eszközök elégtelen száma és minősége a vidéki és alacsony jövedelmű városi területek lakóinak mobilitását gyengíti. E helyzet következményeként a társadalmi mobilitás és a gazdasági fejlődés nemcsak stagnál, hanem a szociális tőke is csökken. A közlekedési rendszerben fennálló egyenlőtlenségek a szegénység, az alacsony iskolai végzettség és a munkanélküliség körforgásához vezetnek. A társadalmi egyenlőtlenségek csökkentésének egyik fontos módja a közlekedési politika reformja, amely képes lenne a hátrányos helyzetű csoportok mozgástereit növelni. E reformok során figyelembe kell venni a közlekedési infrastruktúra fejlesztését, a kedvezményes tarifák bevezetését, valamint a közösségi közlekedés népszerűsítését. A cél nem csupán a mo-

bilitás elősegítése, hanem a társadalmi integráció előmozdítása is, amely hozzájárul a közösségek összetartásához, ami kiemelt hatással van a gazdasági fejlődésre. A közlekedés társadalmi hatásainak mélyebb megértése és az ezen alapuló intézkedések kidolgozása kulcsfontosságú a jövőbeni fenntartható társadalmi struktúrák kialakításában.

A közlekedési szektor **innovációi** napjainkban kulcsszerepet játszanak a fenntarthatóság, a hatékonyság és a gazdasági fejlődés előmozdításában. Az új technológiák és megoldások bevezetése nemcsak a közlekedési infrastruktúra átalakításához, hanem a közösségi közlekedés élményének javításához is hozzájárul. A digitális megoldások, mint például az okostelefon-alkalmazások, lehetővé teszik a valós idejű tájékoztatást, amely érdekében az utasok könnyebben tervezhetik meg útjaikat. Ezenkívül egyre több város alkalmaz intelligens közlekedési rendszereket, mint például a forgalomirányító algoritmusokat, amelyek optimalizálják a közlekedési lámpák működését és csökkentik a torlódásokat. Az ilyen SMART innovációk nemcsak a közlekedési hatékonyságot növelik, hanem hozzájárulnak a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez is. A közlekedési innovációk másik jelentős területe az elektromos és hibrid járművek elterjedése [32, 33]. Az elektromobilitás nemcsak a fosszilis üzemanyagok csökkentését célozza, hanem a közlekedés költségeinek mérséklésére is kedvezően hat. Az elektromos töltőállomások hirtelen növekvő hálózatának kiépítése segíti ezen járművek mindennapi használatának elterjedését, továbbá a kormányok által bevezetett támogatások is ösztönzik a vásárlásukat. Ezen túlmenően, a megosztott mobilitási szolgáltatások, mint például a car-sharing és bike-sharing rendszerek, új üzleti modellek megjelenéséhez vezettek, amelyek segítik a közlekedési igények csökkentését, és elősegítik a városi közlekedési rendszerek átalakulását. Mindezen SMART fejlesztések a **közlekedési rendszerek automatizálásán keresztül** a mesterséges intelligencia integrálásával az útvonaltervezés és a járműkezelés területén is forradalmasítja a közlekedést. Az autonóm járművek kifejlesztése, beleértve a buszokat és egyéb közösségi közlekedési eszközöket, lehetőséget biztosít a közlekedési balesetek számának csökkentésére, valamint a munkaerő költségeinek mérséklésére. Ahogy e technológiák folyamatosan fejlődnek és terjednek, a közlekedés nemcsak hatékonyabbá válik, hanem a környezetvédelmi és társadalmi hatások figyelembevételével a közös jövőt is jobban szolgálja [33].

3. Következtetések, javaslatok

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a közlekedés jövője egyaránt magában foglalja a digitális megoldások elterjedését és a zöld közlekedés irányvonalát. Az első aspektus, a digitális technológiák integrálása, alapvetően formálja át a közlekedési rendszerek működését. Az okos városok koncepciója, amely a digitális infrastruktúrára, mint például a szenzorokra és az IoT (Internet of Things) eszközökre épít, új lehetőségeket teremt az intelligens közlekedési rendszerek kialakításában. Ezek a rendszerek valós idejű adatokat gyűjtenek a közlekedési áramlásról, lehetővé téve a forgalom optimalizálását, a késések minimalizálását és a közlekedési balesetek megelőzését. Az előre jelző algoritmusok segítségével a hatóságok jobban tervezhetik a jövőbeli infrastrukturális fejlesztéseket, ezáltal csökkentve a költségeket.

A zöld közlekedés másik alappillére a fenntarthatóságra összpontosít, vagyis a környezetbarát megoldások keresésére. A fosszilis tüzelőanyagokra való csökkentett támaszkodás, az elektromos közlekedési eszközök elterjedése és a kerékpáros infrastruktúra fejlesztése mind kulcsfontosságú tényezők a fenntartható közlekedés jövőjében. Az elektromos járművek, például a személyautók és a városi közlekedési eszközök, jelentősen csökkenthetik a légszennyezést és a szén-dioxid-kibocsátást, miközben a megújuló energiaforrásokra való áttérés még hangsúlyo-

sabbá válik. A közlekedési jövő tehát a digitális átalakulás és a fenntarthatóság határvonalán áll, ahol a technológiai fejlődés és a környezeti tudatosság egyaránt szerepet játszik. Az új mobilitási megoldások nemcsak a közlekedési rendszerek hatékonyságát növelik, hanem hozzájárulnak a társadalmi egyenlőséghez is, lehetővé téve a szélesebb rétegek számára a hozzáférést a közlekedési szolgáltatásokhoz. A városok jövője szoros összefüggésben áll a közlekedési paradigmák megváltoztatásával, ahol a technológiai újítások és a környezeti felelősség együttesen formálják a globális közlekedési rendszereket. Mindezek alapján kijelenthető, hogy a **digitális megoldások** szerepe a közösségi közlekedés modernizálásában és gazdasági hatásainak optimalizálásában rendkívül fontos tényezővé vált az utóbbi években. A technológiai fejlődés lehetővé tette a közlekedési szolgáltatók számára, hogy hatékonyabban irányítsák és működtessék a járműflottákat, így javítva a szolgáltatás minőségét és elérhetőségét. A valós idejű adatok feldolgozása és elemzése segít a településeknek abban, hogy jobban megértsék a közlekedési igényeket, és ennek megfelelően alakítsák a járatokat és a menetrendeket. Az ilyen típusú digitális megoldások, mint például az okostelefon-alkalmazások, lehetővé teszik az utasok számára, hogy nyomon követhessék a járművek érkezési időpontját és kapacitását, így csökkentve a várakozási időt és növelve a felhasználói élményt. A digitális technológiák bevezetése hozzájárul a közlekedési rendszer hatékonyságának növeléséhez és a fenntarthatóság erősítéséhez is. Az intelligens közlekedésirányító rendszerek (ITS) révén képesek vagyunk optimalizálni a forgalomirányítást és csökkenteni a dugókat, ami nemcsak az utasok számára kedvező, hanem a környezeti hatásokat is mérsékli. Ezen kívül a digitális megoldások, mint a mobilfizetési rendszerek, elősegítik a közlekedési eszközök integrálását, lehetővé téve az átláthatóbb és egyszerűbb utazást az utasok számára. A közlekedési adatok nyílt hozzáférése ösztönzi az innovációt és a versenyt, amely új szolgáltatások és modellek kialakításához vezet, így hozzájárulva a gazdasági növekedéshez. Mindemellett a digitális megoldások implementálása nem mentes a kihívásoktól. Bizonyos problémák alakultak ki technológiai fejlesztés és az adatvédelem területén, mivel a közösségi közlekedés átalakulása során az utasok biztonsága és adatintegritása kulcsfontosságú szempontokká váltak. Az oktatás és a tudatosság növelése, a felhasználói élmény folyamatos javítása érdekében véleményünk szerint elengedhetetlen, hogy a közlekedési szolgáltatók és a városvezetők együttesen dolgozzanak a digitális áttérés zökkenőmentessé tételén.

A **zöld közlekedés** koncepciója az utóbbi években rendkívüli figyelmet kapott, mivel a fenntarthatóság és a környezetvédelmi szempontok egyre fontosabbá válnak a közlekedési politikákban. A zöld közlekedési formák közé sorolhatók a gyalogos, kerékpáros és tömegközlekedési megoldások, amelyek minimalizálják a fosszilis üzemanyagok használatát és csökkentik a szén-dioxid-kibocsátást. A városi közlekedőrendszerek átalakítása során figyelembe kell venni a közlekedési módok integrálását, valamint az alternatív hajtási technológiák, mint az elektromos járművek elterjedését. Az ilyen megoldások nem csupán a környezet védelmét szolgálják, hanem a városi levegő minőségének javításához is hozzájárulnak, ezáltal fokozva az életminőséget. A zöld közlekedés gazdasági hatásai széles spektrumon mozognak. A közlekedési rendszerek zöldítése nemcsak a működési költségek csökkentéséhez vezethet, hanem új munkahelyeket is teremt a zöld technológiai ágazatokban. Az elektromos tömegközlekedési eszközök, mint a villamosok és elektromos buszok, működtetése és karbantartása esetén költséghatékony alternatívákat kínálnak a hagyományos dízel üzemű járművekkel szemben. Mindezek alapján kijelenthetjük, hogy a zöld közlekedés nem csupán egy trend, hanem alapvető szükségszerűség a fenntartható városi fejlesztések szempontjából és gazdasági hatásai elengedhetetlenek a jövő közlekedési rendszereinek tervezéséhez.

Megfogalmazhatjuk, hogy a **közlekedési politikák** kialakításakor elengedhetetlen a közlekedési lehetőségek integrált tervezése, amely figyelembe veszi a városi és vidéki területek eltérő igényeit. A közlekedési rendszerek digitalizálása és az intelligens közlekedési megoldások alkalmazása kritikus fontosságú, mivel nő a hatékonyság, és lehetővé teszi a valós idejű adatok felhasználását a közlekedési zavarok minimalizálására. Fontos szempontként kerül előtérbe a közlekedési szolgáltatások szegmentálása is, amely lehetővé teszi, hogy a különböző társadalmi csoportok, mint például a diákok, idősek vagy alacsony jövedelműek, hozzáférést kapjanak a közlekedési lehetőségekhez, ezáltal csökkentve a társadalmi egyenlőtlenségeket. Végül, a közlekedési politikának figyelembe kell vennie a közösségi közlekedés fenntarthatóságát szolgáló források sokféleségét, hiszen a helyi önkormányzatok, a vállalkozások és a polgárok közötti együttműködés elősegíti a fenntartható fejlődést. Az ilyen partnerségek lehetővé teszik, hogy a forráshiányos területek is részesüljenek a közlekedési fejlesztésekből, így hozzájárulva a régiók közötti egyenlőtlenségek csökkentéséhez.

Összefoglalva, a tömegközlekedés gazdasági hatásainak átfogó megértése jól szemlélteti a tömegközlekedés alapvető szerepét nemcsak a közlekedési rendszerek, hanem a városi élet szerkezetének alakításában is. A közlekedési tervezés integrálása a szélesebb körű gazdasági, környezetvédelmi és szociális politikákkal elengedhetetlen ahhoz, hogy ezeket az előnyöket teljes mértékben kiaknázzuk. **Véleményünk szerint a jövőbeli várospolitikáknak prioritásként kell kezelniük a tömegközlekedési infrastruktúra fejlesztését és fenntartását, mint a fenntartható városi jövőbe való befektetést.** Miközben a városok a növekedés és a környezeti fenntarthatóság kihívásaival küzdenek, az ezen elemzéseinkből származó meglátásoknak a hatékony és méltányos közlekedési stratégiák alapjául kell szolgálni, biztosítva ezzel, hogy a tömegközlekedés továbbra is a várostervezési stratégiák sarokköve maradjon.

Irodalomjegyzék

- [1] Abenoza, R.F., Cats, O., Susilo, Y.O. How does travel satisfaction sum up? An exploratory analysis in decomposing the door-to-door experience for multimodal trips. *Transportation* 46, 1615–1642 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9860-0>
- [2] Allen, J., Muñoz, J.C., Ortúzar, J. de D. (2018b): Modelling service-specific and global transit satisfaction under travel and user heterogeneity. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 113, 509–528. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.05.009>
- [3] Barua, U., Tay, R. (2010). Severity of Urban Transit Bus Crashes in Bangladesh. *Journal of Advanced Transportation*, 44(1), 34–41.
- [4] Borbás P. (2023): Lokális terekben működő közösségi közlekedési szolgáltatók értékelése, a nyújtott szolgáltatások környezeti hatásai, illetve egyéb objektív tényezők alapján. Doktori disszertáció. MATE Gazdaság és Regionális Tudományi Doktori Iskola. Gödöllő
- [5] Carteni, A.; Di Francesco, L.; Henke, I.; Marino, T.V.; Falanga, A. (2021): The Role of Public Transport during the Second COVID-19 Wave in Italy. *Sustainability* 2021, 13, 11905. <https://doi.org/10.3390/su132111905>
- [6] Cohen, B. (2004) Urban Growth in Developing Countries: A Review of Current Trends and a Caution Regarding Existing Forecasts, *World Development*, Volume 32, Issue 1,
- [7] Egedy T. (2009): Városrehabilitációs programok hatása a nagyvárosi népesség életminőségére Magyarországon http://real.mtak.hu/11805/1/63637_ZJ1.pdf

- [8] Ehleiter J. (2007) Urbanisztika és regionalitás. HVG-Orac Kiadó, Budapest, 272.
- [9] Erdősi F. (2002): Gondolatok a közlekedés szerepéről a régiók/városok versenyképességének alakulásában; Tér és Társadalom 16. évfolyam 2002/1. 135-159.p
<https://tet.rkk.hu/index.php/TeT/article/view/840/1677>
- [10] Friman, M., Felleson, M. (2009): Service supply and customer satisfaction in public transportation: the quality paradox. J. Public Transport. 12 (4), 4.
- [11] Hansson, J., Pettersson, F., Svensson, H. et al. (2019): Preferences in regional public transport: a literature review. Eur. Transp. Res. Rev. 11, 38 (2019).
<https://doi.org/10.1186/s12544-019-0374-4>
- [12] Káposzta J, Tóth T. (2023.): A közösségi közlekedés szerepe a térgazdaság versenyképességében. (In „Ember a városi közlekedésben” City Rail 2023. konferenciakiadvány, p. 31-46., ISBN 978-615-82294-1-8)
- [13] Kecskésné Völgyi Á. (2012): A városi közforgalmú közlekedés kialakulása és jelenlegi helyzete a debreceni közösségi közlekedés példáján, Doktori (PhD) értekezés, Debreceni Egyetem, Természettudományi Doktori Tanács, Földtudományok Doktori Iskola
- [14] Keszérű I. (2004): A szuburbanizáció közlekedési vonatkozásai a Budapest környéki szuburbanizálódó települések példáján. In: Kovács F. (szerk): II. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged, 2004. Szegedi Tudományegyetem, Szeged
http://geography.hu/mfk2004/mfk2004/cikkek/keseru_imre.pdf
- [15] Mándoki P.(szerk.) (2011): Közlekedés és Társadalom. Typotex Kiadó, 164 p., 105-108.p.
- [16] Munkácsy A., Jászberényi M. (szerk.) (2022): Fenntarthatóság és reziliencia a mobilitásban. Budapest: Akadémiai Kiadó.
<https://doi.org/10.1556/9789634547938>
- [17] Nazem,M.,Lomone,A.,Chu,A.,Spurr,T.(2018):Analysisoftravelpatternchangesduetoamediumterm disruption on public transit networks using smart card data. Transp. Res. Procedia 32, 585–596.
<https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2018.10.019>
- [18] Nyikos Gy., Soós G. G. (2018): A közszolgáltatás-szervezés, a közfeladat-ellátás stratégiai szervezési ismeretei. Kormányzati Tanulmányok. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Vezető- és Továbbképzési Központ, 72 p., ISBN 978-615-587-014-9
- [19] Parks, M (2020): History of Buses in Public Transportation.
<https://gogocharters.com/blog/history-of-public-bus-transportation/>
- [20] Potóczki Gy. (2017): Közlekedéspolitikai. Budapest, Dialóg Campus kiadó, 46 p.
- [21] Proske, B. (2016): Transit Service Contract Design, Tender and Monitoring Case of Frankfurt, Local public transport authority for the City of Frankfurt am Main. In: *Training on Transit Alliance and Contract-based Transit Service*, Foshan, China,
https://changing-transport.org/wp-content/uploads/2016_Contracting_Fundamentals_Frankfurt_Germany.pdf.
- [22] Ricz, J.: Urbanizáció a fejlődő országokban: trendek, dimenziók és kihívások; Tér és Társadalom 21. évf. 2007/3. 167-186. p)
- [23] Seco, Á., Gonçalves, J.H. (2007): The quality of public transport: Relative importance of different performance indicators and their potential to explain modal choice. In: *Urban Transport and the Environment in the 21st Century – Urban Transport 2007 Conference*, (96), Coimbra, DOI:10.2495/UT070301

- [24] Somlyódiné P. E. (2019): A városok szerepe a területi kormányzásban (A közszolgáltatás-szervezéstől a várospolitikáig). Nemzeti Közszerzői Egyetem, Közigazgatási Továbbképzési Intézet, Budapest, 156 p., ISBN 978-963-498-080-3
- [25] Steg, L.: Can public transport compete with the private car? IATSS Research, Volume 27 (2), p. 27-35.
- [26] Szabó Sz. (2009): A szociál-közlekedéstudraj vizsgálati lehetőségei Magyarországon, Doktori értekezés, ELTE TTK FFI Társadalom- és Gazdaságtudrajzi Tanszék, Földtudományi Doktori Iskola
- [27] Szalmáné Cs. M., Bíró K. (2022): A fenntartható közlekedés klímainnovációs vonatkozásai. In: *Logisztikai Évkönyv 2022*, Budapest, 273-285 p.
- [28] Takács P. (2020): A villamos szerepe Budapesten regionális szemléletben. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Gazdaság- és Regionális Tudományi Doktori Iskola, Gödöllő, p. 17-20.
- [29] The National Academies (2013): Transit Capacity and Quality of Service Manual. The National Academies Press, Washington, DC, Third Edition, 4/1-32. p., ISBN 978-0-309-28344-1
- [30] Tosics I. (2006): Élhető, vagy működő város? In: *Városi Közlekedés*, 46 (5) 244-251 p.
- [31] UITP (2021): Better Urban Mobility, Playbook. Kiadvány, Brüsszel.
- [32] Watkins, K. E., Ferris, B., Borning, A., Rutherford, G. S., & Layton, D. (2011). Where Is My Bus? Impact of mobile real-time information on the perceived and actual wait time of transit riders. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(8), 839-848.
- [33] Winkler, A., Henezi, D. (2023). The role of public transport in transport safety and public safe. *The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM)*, 23, 505-512
- [34] KSH adatbázis, népszámlálási adatok, 2001, 2011, 2022, 2024.
-

A budapesti nosztalgiavillamos közlekedés fejlődése, és üzemeltetői javaslatok a további népszerűsítési lehetőségekre

Regula Dániel

Budapesti Közlekedési Zrt.,
Villamos Forgalmi Előkészítő csoport
telefon: +36/70-390-86-98
e-mail: regulad@bkv.hu

Abstract

A nosztalgia közlekedés értékteremtő, hagyományőrző és imázs-növelő tevékenység, melyben még sok lehetőség rejlik, amik csak a kiaknázásukra várnak. Az érdeklődés egyre nő, a BKK-BKV párosától független megjelenés (termékeken, online „shortsokban”, „reels-ekben”) egyre gyakoribb. Egyes városok és a villamospályák már-már elválaszthatatlanul összenőtt egymással és a villamosok sok helyen reneszánszukat élik. A nosztalgia villamos exkluzív jellegét különjárat formájában külön érdemes kihasználni.

Kulcsszavak: nosztalgia, villamos, különjárat, marketing, imázs, megjelenés, teljesítmény, üzemóra

Bevezetés

Budapesten és a világban is dinamikusan növekvő ágazat a turizmus, melyre a különböző városok több oldalról is igyekeznek reagálni, bővíteni a szolgáltatásaikat új területeket is bevonva. Ennek egyre komolyabb részét jelenti több nagyvárosban is a nosztalgia villamos közlekedés, bizonyítva, hogy egy jármű nem csak statikus műszaki történeti darab lehet, hanem a velünk élő történelem, ebből kifolyólag marketing célokat is szolgál. A legtöbb városban egyesületek hozták létre és üzemeltetik ezeket, kevés az a hely, ahol ez közszolgáltatás keretében történik. Budapest egy ilyen hely, bár maga a nosztalgia közlekedés már a 80-as években megjelent alapjait még nem ez teremtette meg. Az első fecske a 1714-1715-ös pályaszámú „S” típusú kocsiból kialakított iker szerelvény volt. Mivel kéttengelyes acélvázás villamosok egészen 1984. szeptember 1-ig forgalomban voltak az 1000-esekkel, az utolsó favázás kocsik pedig még mindenki emlékeiben aktívan éltek, nem volt olyan sikeres, hogy fennmaradjon.

A fordulópont 1987 volt, a villamos közlekedés 100. évfordulója, amikor két eredeti és működőképes állapotára helyreállított kocsival rendeztek kis ünnepséget. Ebből az egyik a korábbi iker szerelvény 1715-ös pályaszámú kocsija volt, mely visszakapta eredeti 611-es pályaszámát, illetve BKVT-s fényezését is. A másik a 436-os pályaszámú „L” típusú BVVV eredetű kocsi volt. 1991-ben a 1074-es pályaszámú „V” típusú BFZ kapcsolós eredeti állapotra helyreállított 1000-es is csatlakozott a flottához.

A rendszeres közlekedés sajnos még ezt követően sem indult be, inkább csak jelentősebb évfordulók vagy kibérlés esetén koptatták a telephelyen kívüli vágányokat. A rendszeres nosztalgia

közlekedés most már jóval több, mint 10 éve, hogy megindult, kezdetben főleg az UV és egy-egy jelebb alkalommal a 611-es és 436-os kocsikkal. A flotta mára jelentősen bővült, külföldről, más városból, roncstelepről, illetve kültéri tárolótérrel megmentett, hazahozott járművekkel. Változás talán az 50 éves UV közlekedéssel indult el, majd az UV-k kivonását követő pár év szünet után indult meg. Kezdeti alkalmi vonalak, fotószenetek, villamos napok után rendszeresített vonal lett a 2-es, ami a legnagyobb elérését biztosítja a nosztalgiáknak. Később egyre több vonal indult, ami a különleges összeállítások futását is lehetővé tette. Ma pedig ismét igyekszünk nyitni a külvárosi vonalak felé is. Az egyre emelkedő utasszámok, jegyeladások, illetve tapasztalatok is alátámasztják ennek szükségességét. A nagyobb elérés további igényeket is generál. Egyre hosszabb, sűrűbb szezon, egy-egy jeles napon akár több vonalat is kell üzemeltetni egyszerre, ennek jelentős személyzetigénye van, ami ahhoz, hogy tervezhető legyen jelentősebb típusvizsgálattal rendelkező létszámot igényel.

Az aktív, közlekedésben is résztvevő nosztalgia flotta a kezdetek óta jelentősen bővült. Amszterdamból hazakerült a „G” típusú 2624-es pályaszámú kocsis, mely jelenleg a flotta legidősebb tagja 1906-ból. A BKV 50 éves ünnepségére elkészült 2806-os pályaszámú „K” és 1820-as pályaszámú „S” típusú kocsis, valamint már üzemképes lett a 3720-as egyirányú különleges fényezésű Bengáli is. Az „F1A” típusú, 1522-es pályaszámú kocsival és a két készülő járművel, pótkocsikkal együtt az UV-kat is ideszámolva az üzemképes flotta már több, mint 10 típusnál és 20 db járműnél tart! (1. táblázat) Ez viszont pluralizálta az állományt, így a szezon nem két jármű között oszlik meg, kíméletesebb üzem vált lehetővé. Az egyes kocsik különböző korszakokat is jelenítenek meg, lásd 611 eredeti állapot, 1820 „Beszkártos”, 2806 korai BKV, 2624 „füzesi kasztnis” és így tovább.

Mára egy élő, lélegző interaktív „múzeum” jött létre, mely utánozhatatlan élményt, időutazást nyújt jelképes összegért.

1. táblázat

A BKV üzemképes és hamarosan üzemképes nosztalgia állománya

	Pályaszám	Típus	Egyéb
1.	2624	G	Amszterdamból haza hozott
2.	2806	K	Egykor Töfflinger féle áramviszanyerő (rekuperációs) berendezés, légfék-szelepbe beépített sínfékapcsoló
3.	436	L	1987-es centenáriumi, eredeti állapotra helyreállítva
4.	611	S	82-ig ikerszerelvénnyel (1715-1716), 1987-es centenáriumi, eredeti állapotra helyreállítva
5.	1820	S	82-ig ikerszerelvénnyel (1715-1716), 2018-ban BSZKRT. Korabeli állapotra helyreállítva
6.	1522	F1A	
7.	1233	FVV	Kétirányú Bengáli – Debrecenben 492
8.	3720	FVV	Egyirányú Bengáli, eredeti egyedi fényezéssel
9.	1074	V	1000-es
10.	3430	MUV	Modernizált UV

	Pá- lya- szám	Típus	Egyéb
11.	3873	UV5	
12.	3885	UV5	
13.	3888	UV5	
14.	3898	UV5	
15.	6010	FP	Pótkocsi
16.	5869	EP	Pótkocsi
17.	5884	EP	Pótkocsi
18.	5005	O	Pótkocsi
19.	1531	F1A	Felújítás alatt áll, "Füzesi kasztni"
20.	2576- 2577	H	Felújítás alatt áll, ikerkocsi

Az egyes típusok eltérő vezetéstechnikai sajátosságokkal rendelkeznek, ezért nem opció egyetlen vizsga az összes nosztalgia típusra, átjárás csak a hasonló kezelésű, szerkezetű kocsik között van. A hétvégi szezonális üzem lebonyolításához, tervezéséhez éppen ezért nagyobb létszámú járművezetőre van szükség, hogy a különböző eltérések kezelhetőek legyenek, személyzethiány ne alakuljon ki, vizsga hiány miatt ne legyen nem tervezett típuscsere. Mára olyan nagyra nőtt a nosztalgia népszerűsége, annyira szem előtt van, hogy marketing szempontból egy kisebb hiba is negatív lehet a cég megítélésében. A képzéseket viszont megnehezíti, hogy minden kocsiból csak egy van, így a 3 napos gyakorlást is összhangba kell hozni a szezonális kocsikiadással, jelentős együttműködést igényel az oktatással. És természetesen az időjárás is szempont ma már.

1. A nosztalgia közlekedés költségei

Jelenleg a nosztalgia járműveinket mind költség, mind forgalom szempontjából pár nagyobb csoportba foglalva kezeljük. Mivel az egyes kocsik által biztosított férőhely is jelentősen eltérhet, ezért szoktunk beszélni kisnosztalgiairól és emellett határozzuk meg a többi karakteres járművet, mint önálló csoportot, mely egy vagy több járművet foglal magába. Ennek megfelelően a kisnosztalgiaik között megkülönböztetünk favázás és acélvázás jármű csoportokat, ha pedig pótkocsit is vontathatnak, akkor ezen felül képviselhetnek egy kategóriát.

Nézzük az egyes csoportokat, kezdve a kisnosztalgiaikkal. Ebbe a kategóriába jelenleg 7 járművet sorolhatunk, ezek a „G” (2624), „K” (2806), „L” (436), „S” (611, 1820) és „F1A” (1522, 1531) típusok. Megemlítsésképpen oktatási szempontból a kisnosztalgia elnevezés kizárólag az első 5-re vonatkozik, mert hasonló vezetéstechnikát igényelnek és egy képzés alatt futnak.

Ezt a 7 járművet jellegük szerint pedig fa- és acélvázás kategóriákba soroljuk, a költségeket is erre a két kategóriára vetítjük. A favázásokat NVFAP kóddal jelezzük, ebbe tartoznak a „K, L, S” kocsik, míg az acélvázásokat NVACV kóddal jelezzük, jelenleg ebbe a „G, V” és „F1A” kocsik tartoznak.

Ezekén kívül még megkülönböztetjük NVBEN kód alatt a két házicsuklós villamosunkat, a 1233-as pályaszámú, kétirányú, valamint a 3720-as pályaszámú egyirányú járműveket. NVMUV kód

alatt pedig az egyetlen megmaradt 90-es években modernizált UV-t. További kódok érdekességként NVUVM (4 db UV motor), NVUVP (UV pótok), NFFAV (nosztalgia fogas). Ezek közül most csak a legjelentősebb kocsikat nézzük meg. (2. táblázat)

2. táblázat

Közvetlenül elszámolt változó költségek és ráfordítások alakulása járműjelleg szerint

Közvetlenül elszámolt változó költségek és ráfordítások összesen		NVFAP (436, 611, 1820, 2806)	NVACV (2624, 1522, 1531)	NVBEN (1233, 3720)
2018	Ft/hkkm	21 588,73	2 326,33	953,81
	Ft/küő	241 145,25	26 783,21	14 599,08
2019	Ft/hkkm	12 600,65	4 309,16	11 445,50
	Ft/küő	165 410,87	61 998,93	121 163,20
2020	Ft/hkkm	87 480,16	0,00	0,00
	Ft/küő	1 227 590,46	0,00	0,00
2021	Ft/hkkm	24 881,02	72 053,24	3 634,84
	Ft/küő	311 872,71	888 327,68	45 278,28
2022	Ft/hkkm	6 301,63	33 858,44	5 818,04
	Ft/küő	94 252,17	484 782,76	70 090,00
2023	Ft/hkkm	6 030,51	4 807,80	138 015,19
	Ft/küő	84 898,01	66 965,95	1 743 768,90
2024	Ft/hkkm	23 529,98	7 120,39	8 701,95
	Ft/küő	289 206,19	86 997,50	106 830,92

**hkkm=hasznos kocsi kilométer, küő=kocsi üzemóra*

Az jól látható, hogy a költségek nem egyenletesen változnak. Ez függ a kocsik futásteljesítményétől, illetve az esetlegesen felmerülő javítási költségektől, mely a kocsik egyediségénél fogva jelentősebb tételeket adhatnak hozzá (például légtartály, légsűrítő, stb.). A 2020-as pandémia nagyon érződik itt is, a kocsik java része egyáltalán nem, míg a kis nosztalgia is csak 2 nap erejéig közlekedett. Ezek később csak próba és tanulójáratként mozogtak pár alkalommal.

A kiugró adatokat egy-egy komolyabb javítás okozta, speciális egyedi alkatrészek, melyeket sokszor külön le kell gyártatni. Amíg egy-egy jármű állt, javításokat végeztek rajtuk, kevés futással kiugró értékeket eredményezett, de ezt követően már nem volt jellemző ilyen durva ár. Acélváz esetében ez jól látszik a 2020-as pandémiás évben és az azt követő két évben, Bengálira 2023-ban volt láthatóan több költségre.

Összességében, ha megnézzük ezt a 7 évet, a BKV beszámolója szerint, figyelembe véve a 7 év inflációs növekedését, az alábbi összköltség változásokról beszélhetünk típuscsoportokra bontva, melyeken látható, hogy csoportonként más és más nagyságrendeket kapunk, inflációt követő és infláció nélküli értéken, ami számos tényezőtől függ. (3. táblázat)

Az infláció jelentős mértékben változott 2018 és 2024 között, összesen 53,6% volt a KSH adatai alapján [4], mely kihatott minden kiegészítő szolgáltatásra, alkatrész gyártásra, energiaárakra.

Így ezt, ha figyelembe vesszük, illetve a növekményeket ezzel korrigáljuk akkor a tényleges költségek növekedése alacsonyabb mértékű.

Favázás esetén az inflációval csökkentett adatok alapján azt mondhatjuk, hogy az üzemeltetési összköltsége nem növekedett, annak ellenére, hogy egyre több üzemórát megy, érdemes tehát többet futtatni a kocsikat. 2018 óta a favázás állomány két kocsival bővült.

Az acélvázás és a Bengáli villamosoknál közel azonos növekedés történt. Az acélvázásoknál 1 kocsi helyett az időszak végére 3 kocsiról kellett gondoskodni, melyből kettő az elmúlt 3 évben lett az állomány tagja, és egy még próbafutásokat végez. A Bengáli villamosoknál a költséget emelte egy egyedi alkatrészt igénylő nagyjavítás, illetve légtartály, továbbá ezek a kocsik aránylag keveset futnak a favázásokhoz képest. Ezek mind költségnövelő tényezőként jelennek meg, de még így is elfogadható értékek, ha figyelembe vesszük egyediségüket, és a vállalat imázs építő szerepét is, valamint, hogy kétszeres futásteljesítmény nem eredményez kétszer akkora amortizációt sem, ezek nem egyenesen arányosak nosztalgia esetén.

3. táblázat

A költségek változása járműjelleg szerint 2018-2024 között

Típus csoport	Közvetlenül elszámolt változó költségek és ráfordítások összesen növekedése	7 éves inflációval korrigált növekedési ráta
NVFAP	1,2	0,8
NVACV	3,2	2,1
NVBEN	7,3	4,8
NVUVM	3,4	2,2

2. A nosztalgia járművek futása

A BKV Zrt. nosztalgia flottája 2018 óta a 2025-ös év szezonjának végéig tervezetten közel 400 napot futott. Ez a szám, ha nincs a Covid-járvány és az azt követő bizonytalan időszak még ennél is jelentősebb lenne. Mivel szezonális közlekedésről van szó, mely jellemzően – főként forgalmi és műszaki okokból (menetdinamika, vezetéstechnika, forgalom sűrűsége) – hétvégi és ünnepnapokra korlátozódik. A szezon eleje és vége nem állandó, az évek során többször változott, egy-egy közlekedési esemény vagy évforduló befolyásolta, de mára májustól október végéig tartó időszak az, amellyel az éves tervezés során, mint üzemeltető számolunk.

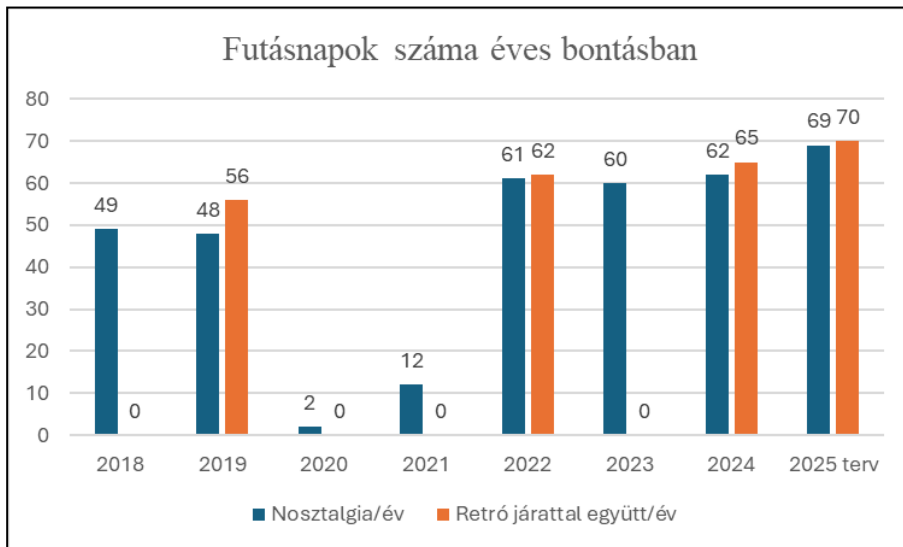
A Covid járvány 2020-ban pont a szezon kezdéskor robbant be és eredményezett korlátozásokat, lezárásokat, emiatt a mindössze két alkalommal közlekedtünk. 2021-ben a szezon végén, ősszel indulhattunk el újra a korlátozások enyhülésével.

Az egyértelműen látszik, hogy szerencsére nem csak a flotta bővül új járművekkel, hanem a futásnapok száma is emelkedik. 2018-ban még 49 nap, 2025-ben a terv már 70. (1. ábra)

Jelenlegi közlekedtetési kultúrában kétféle járat típusról beszélhetünk, ha régi járművekről van szó. Van a klasszikus értelemben vett nosztalgia, mely a forgalomból már régen kivont járműveket takar, legyen az egy fapados vagy műbőr üléses, de légfékés vagy bármely közvetlenkapcsolású jármű. És van a nem rég forgalomból kivont vagy esetleg idősebb, sokszor már csak adott vonalon csúcsidőben felbukkanó jármű. Utóbbiak tartoznak az úgynevezett retro kategóriába. A retro járat 2019-ben került bevezetésre a Budafoki bornapokhoz kapcsolódva. Eredeti célja, hogy a közelmúltban forgalomból kivont típusok, illetve az egyébként fényvillamosként is közlekedő, normál díjszabással igénybe vehető UV díjszabásilag is elkülönülhessen. Eleinte a MUV

is ide tartozott, majd egy hibrid állapotot vett fel. (Rendezvényeknél, mint ráhordó járat főleg népszerűsítési célból még mindig a retro kategóriát képviseli.)

A két járatípus közlekedését az alábbi diagram szemlélteti. (1. ábra) A bal oldali oszlopok csak a nosztalgia kategóriába tartozó közlekedési alkalmat, míg a jobb oldali a nosztalgia retró alkalmakkal növelt számát mutatja. A kettő különbsége a retro közlekedési alkalmak száma. Ez 2019-ben 8 (többnyire a rendszeres Budafoki bornapokra közlekedő R47 által), majd évekig 0 alkalmat jelentett, aztán egy-egy nyílt nap, vagy emléknapi keretében pár alkalom. Például 2022-ben a MUV Kíspesti 42-es vonalon közlekedése egy TW6000 típusú jármű napközben végrehajtott cseréje által. 2024-ben két nyílt napunk is volt, melyre ráhordó jelleggel közlekedett MUV és egy szóló T5C5 típusú jármű.



1. ábra

Nosztalgia és retró járatok futásnapjainak száma éves bontásban

A különböző kocsik megoszlása az évek során szintén változatos volt. A 1074-es „V” típusú BKVT eredetű kocsi 2018-ban közlekedett utoljára, jelenleg felújításra vár. A 4. táblázatban szereplő számok 2025 kivételével tény adatokat tartalmaznak, ezért sem teljesen egyenletes. Előfordult, hogy egy-egy kocsi műszaki ok miatt többször, akár egy egész szezonon át alig vagy egyáltalán nem közlekedett, például 2023-ban a 436-os „S” típus légsűrítő hiba miatt, egyedi alkatrésze várva. Ennek a kocsinak az ezt megelőző pár éve sem volt szerencsés műszaki szempontból, sajnos csak 1-1 alkalommal futott ki a telephelyről. Tervezés során azonban mindig igyekszünk, mint üzemeltető a kocsik futását kiegyenlíteni, ezzel is reprezentálva a színes járműállományt. Persze ezt számos infrastrukturális tényező is befolyásolja. Például vannak olyan kocsik, melyek csak meghatározott útvonalakon közlekedhetnek, (tengelytáv, ívsugár, kerékátmérő, rövidzárfék, sínfék, stb. miatt) így a Bengáli és a nagytengetytávú kocsik nem közlekedhetnek a Lánchíd budai alagútjában, vagy a nem hegyipályás kocsik 59-es, 56-61-es vonal hűvösvölgyi szakaszán. Ebből is kifolyólag a legtöbbet futtatott kocsi a 611-es pályaszámú „S” típusú kismosztalgia kocsi.

A következő, 4. számú táblázat az egyes csoportok, kocsik éves BKK által megrendelt közforgalmú közlekedésben töltött futásnapját szemlélteti pályaszám és típuscsoport szerint.

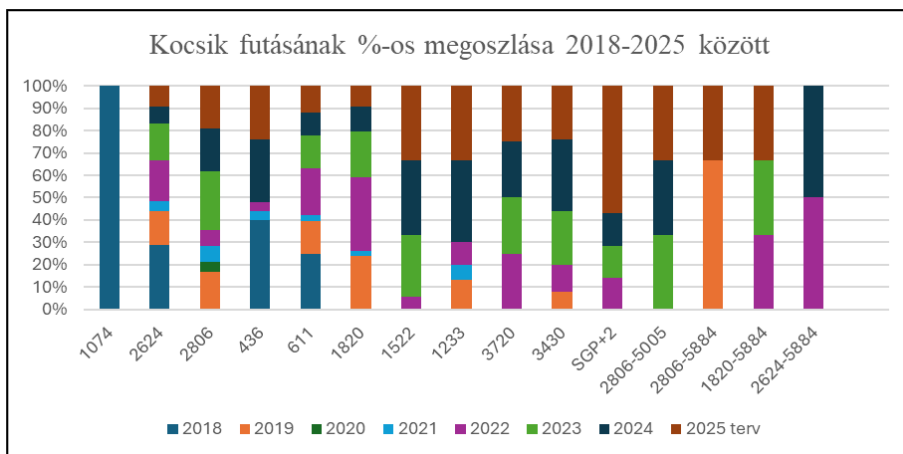
4. táblázat

Egyes kocsik futásnapjai tanuló, külön és próbajáratok nélkül 2018-2025 között

Csoport	Pályaszáma	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 terv	Össz.	Össz./ csoport
NVFAP	1074	1	0	0	0	0	0	0	0	1	198
	2806	0	7	2	3	3	11	8	8	42	
	436	10	0	0	1	1	0	7	6	25	
	611	19	11	0	2	16	11	8	9	76	
	1820	0	13	0	1	18	11	6	5	54	
NVACV	2624	19	10	0	3	12	11	5	6	66	84
	1522	0	0	0	0	1	5	6	6	18	
NVBEN	1233	0	4	0	2	3	0	11	10	30	38
	3720	0	0	0	0	2	2	2	2	8	
NVMUV	3430	0	2	0	0	3	6	8	6	25	25
NFFAV	SGP+2	0	0	0	0	1	1	1	4	7	7
NVFP	2806-5005	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
NVKP	2806-5884	0	2	0	0	0	0	0	1	3	4
	1820-5884	0	0	0	0	1	1	0	1	1	
NVACP	2624-5884	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2

A 1074-est, valamint a pótkocsis összeállításokat nem tekintve a legkevesebb futást a jelenleg legújabb kocsí a 1522-es pályaszámú, „F1A” típusú, nagytengetyű kocsí tudhatja magáénak. Ahogy elkészültek a pótkocsik, hadrafogható lett az egyirányú, különleges fényezésű Bengáli is, így szükség volt egy vonalra, ahol rendszeresen közlekedhetnek is, hiszen kialakításuknál fogva igen korlátozott vagy kompromisszumokat kötve volt csak lehetőség. Ennek megoldására született meg 2022-ben az üzemeltető javaslatára az N18-as vonal, mely jelenleg minden szezonban havi egy alkalommal közlekedik, mindig más járműösszeállítással. Ez magyarázza az alacsony éves számokat is az alábbi táblázatban a 2806-5005, 2806-5884, 1820-5884 és 2624-5884, összeállításoknál, valamint a 3720-as szerelvényeknél.

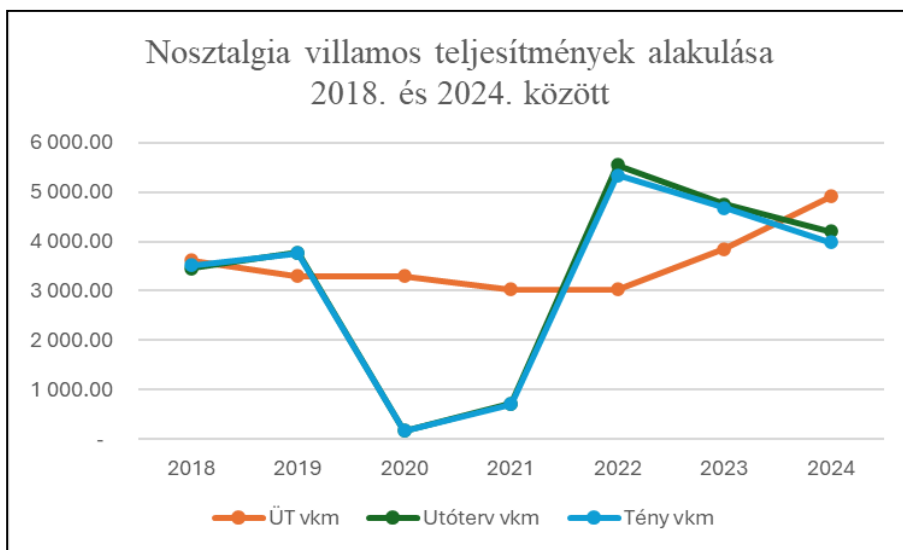
Az SGP+2 a favázás nosztalgia fogas összeállítást takarja. Itt is a megrendelt teljesítmény szerepel a táblázatban. 2024-ben a fogas 150-es évfordulójára teljesítmény bővítés szerepelt, azonban időközben kialakult pályahiba miatt az üzemeltető annak javításáig nem javasolta végül a közlekedést, ezért az elmaradt. Ezt a többlet közlekedést 2025-ös tervben ismét előirányoztuk.



2. ábra

Kocsik futásának %-os megoszlása 2018-2025 között

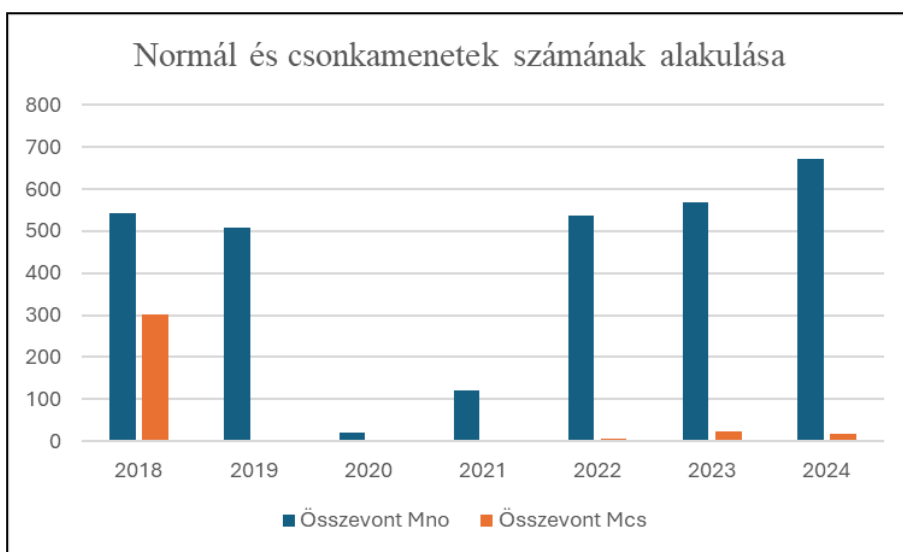
A fentebbi 2. számú diagram a 2018 és 2024 közötti tény, valamint 2025 terv futás, százalékos megoszlását szemlélteti, az egyes kocsikat és szerelvényösszeállításokat külön-külön mutatva. Így látszik egy-egy szezonnak mekkora részét tette ki az adott szerelvény. Mivel egyirányú Bengálival, illetve póttal a jelenlegi hálózaton körülményes a közlekedés, ezért jellemzően egy szezonban 1-2 alkalom adódik a közlekedtetésre. A legegyszerűsebb eloszlásúnak a 611, 2624, 1522 kocsik mondhatók. Ennek oka, hogy utóbbi a legfiatalabb, előbbi pedig a legrégebben futó kocsi, melynek volt ideje „bekopni”. A 2624-es titka pedig talán a menetkapcsolóban keresendő.



3. ábra

*Nosztalgia villamos teljesítmények alakulása 2018. és 2024. között
a BKK üzleti tervének és a teljesült megrendelés tekintetében*

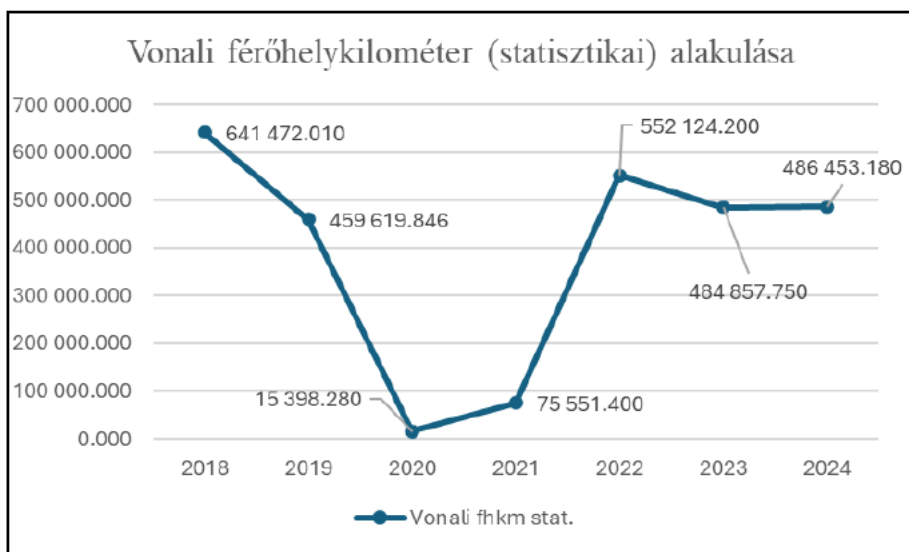
Alapvetően a nosztalgia közlekedés határait a BKK üzleti terve határozza meg, de hagyományosan a BKV, mint üzemeltető a jármű, személyzet, infrastruktúra korlátai miatt jelentős segítséget nyújt a BKK, mint megrendelő számára. (3. ábra) Az egyes típusok nem közlekedhetnek akárhol, akárhogy, eltérő díjszabás és a jelenlegi kalauz rendszer egymástól függővé teszik a működést. Az üzemeltető a járművek felkészültségi állapotától függően a BKK közlekedési igényeinek beépítésével (alap, turisztikailag kiemelkedő vonalak) összeállít egy éves közlekedési tervet, mely tartalmazza az egyes vonalak teljesítményét, kezdetben üzemórában mára vonalkilométer alapon. Javaslatot teszünk a kocsikiadásra, ügyelve az egyes típusok kiegyenlített futására, így 2022-ben a már említett N18-as vonalra, mely a speciális kocsiösszeállítások, egyirányú járművek közlekedésére szolgál, jelenleg havi 1 alkalommal. 2025-re megkezdjük a vonalkilométer alapú teljesítménytervezés által a teljesítmények racionalizálását is, ezáltal elérhetővé vált a bővítés is és vele megkezdődhetett a nosztalgia közlekedés külvárosi vonalakra kiterjesztése.



4. ábra

Normál és csonkamenetek számának alakulása

A fentebbi 4. számú diagram az egyes szezonok normál és csonkameneteinek számát jeleníti meg. A normál menet a két végállomás közötti folyamatos útvonalat jelenti, míg a csonkamenet a két végállomás között egy ponton visszafogás, kiegyenlítő idő vagy FUTÁR oldali ok miatt megtört menetet takar. A menetek számában is emelkedő tendencia látható. A csonka menetek csökkenésének oka a vonalak átalakulásával magyarázható. Például 2018-ban még „TH” viszonylatjelzésű járat közlekedett a Szent János kórház és a Szent Lukács gyógyfürdő között a Szent Gellért tér érintésével, ahol meg volt törve a menet két csonakmenetre. Ez a később N19-esként eleinte Katinyi Mártírok parkja majd teljesítmény racionalizálás keretében Batthyány tér M és a Deák Ferenc tér M közlekedő vonalnál teljesen elhagyásra került. A pár csonka menet a tervezett lezárások, terelések okán jelennek csak meg. A menetek száma így évenként 600-700 körül van, és az elmúlt 7 évben pedig összesen több mint 3100 menetet teljesítettünk. Nem tűnik soknak, de nosztalgia szintjén komolynak nevezhető, a több futás pedig költség optimalizálás szempontjából is fontos.



5. ábra

Vonali férőhelykilométer / statisztikai / alakulása 2018-2024 között

A férőhelyek számában jelentős eltérés a pandémia és azt követő lassú helyreállítás során látszik, de a 2018-as magas értéket még nem értük utol, hanem durván 485 ezer férőhelykilométer körül állandósultunk. (5. ábra) Ez némileg azzal is magyarázható, hogy a szezon 2018-ban már március 15-ei ünnepség sorozattal elindult és aránylag hosszú volt, és még októberben is volt hagyományosan egy nap, a vonalak pedig jóval hosszabbak voltak. Jelenleg a hatékonyság érdekében rövidebb vonalakon több forduló érhető el, így több utast tudunk megszólítani, kisebb fordulóidővel pedig „láthatóbbá” tehetjük a nosztalgiát. Ugyanezt szemléltetik a vonali kilométer és üzemóra éves adatok is. 2025-re kezdjük ismét elérni ezen a téren is a korábbi szintet, több rövidebb közlekedési alkalommal, jobb szélesebb körű eléréssel. 2025-ben a szezont megelőző egyeztetéseken még a korábbi forgalmi adatokkal több, mint 5000 vonal kilométerrel kalkuláltunk, de a tapasztalatok figyelembevételével menetrend módosításokkal korrigálva további tartalék keletkezett a teljesítményben, miközben egyre több helyen jelenik meg a nosztalgia. A teljes 8 évet nézve (2025-ös tervadatokkal együtt) közel 2500 vonali üzemóra, 29500 vonali kilométer és 2715500 férőhelykilométert mozgattunk meg. (5. táblázat)

5. táblázat

Nosztalgia vonalak éves vonali km és vonali üzemóra teljesítményei

Vkm	Vűóra	Év
4 847,892	442:28:01	2018
4 291,072	366:31:59	2019
171,092	12:58:59	2020
719,550	63:09:00	2021

Vkm	Vűóra	Év
5 593,900	400:37:59	2022
4 755,359	373:13:59	2023
4 248,458	379:04:59	2024
4768,842*	439:05:00	2025 terv
29 396,165	2477:09:55	Össz.

*2025-ös évközben változások figyelembevételével már korrigált érték.

Egy kis kitekintés erejéig alább megnézve a munkaórák alakulása is, leköveti az említett változásokat egy évben közel 1000 munkaórát tesz ki a nosztalgiavillamosozás is csak járművezetői oldalról, ami éves szinten nagyjából 120 főt jelent. 7 év alatt több, mint 5000 munkaórát jelent mindez. (6. táblázat)

6. táblázat

Nosztalgia szolgálatra beosztott összes járművezető létszáma és munkaórája évenként

JVszám	Munkaóra	Nettó munkaóra	Pihenőidő	Év
147	1111:18:00	1062:18:00	62:31:01	2018
109	921:16:01	884:55:59	25:33:00	2019
4	33:24:00	32:04:01	0:43:01	2020
24	182:18:00	174:18:00	11:00:00	2021
120	1095:19:59	1055:19:59	32:01:59	2022
127	1007:18:00	964:58:01	35:40:01	2023
130	1022:46:59	980:07:01	33:55:01	2024
661	5373:40:59	5154:01:01	201:24:04	Össz.

3. Különjárat közlekedés

Sokszor előfordul, hogy egyes nagyobb létszámú csoportok mozgatása normál forgalmi járaton körülményes az azt szervezők számára, ezért a BKV is lehetőséget biztosít különjáratok bérlésére. Az egyedi utazási élmények pedig mindig is nagy jelentőséggel bírtak. Nosztalgia villamoson utazni, érzni a faburkolat, a kenőanyagok illatát, hallgatni a járművek zörejét, a légfék szisszenését különleges, nem mindennapi élmény. Ezért a bérlési lehetőség a nosztalgia járművekre is él. Jelenlegi szabályozás szerint a megrendelő megkeresi a BKV különjárat csoportját a bérlési igénytel, megadva a dátumot, intervallumot, létszámot és más igényeket, melyekről a csoport utána egyeztet a villamos forgalommal a lehetőségekről, korlátokról, illetve a különjárat időigényéről. A háttérben pedig a forgalom egyeztet a jármű műszakkal, a szerelvény biztosításával, felkészítésével kapcsolatban. Ha mind a jármű, mind a személyzet biztosítható, akkor a

különjárat csoport számára történik visszajelzés, aki a megrendelővel elsősorban kommunikál. Különleges kérések, forgatások, bonyolultabb útvonalak esetén a forgalom kezd közvetlen kommunikációba a megrendelővel a lehetőségek / kérések megvitatása céljából.

A megrendelések a vizsgált időszakból 2018-ban voltak a csúcson, a már több témában ismertett okok itt is jól lekövethetők, az áremelkedések függvényében pedig látszik, hogy a terület még nem alkalmazkodott ehhez. A megkeresések száma már eléri a 2018-as szintet, de még mindig sok a visszamondás, amikor összeállításra kerül menetrend és így az ajánlati ár.

7. táblázat

Teljesített villamos különjárat megrendelések alakulása 2018-2024 között

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Megrendelések	65	46	6	11	17	26	26
Ebből nosztalgia	23	15	0	4	7	13	15
Ebből UV	4	2	0	1	0	2	0

A jármű bérlése függetlenül a valós teljesítménytől minimum órához kötött. Ez jelenleg 2 óra, melyen felül minden megkezdett óra számít. Éjszaka, üzemszünetben további felár fizetendő. Ha megnézzük a KSH éves inflációs adatait, majd összevetjük a különjáratok díjszabásával, akkor 2024-et leszámítva az éves átlagos 10% emelés az infláció mértékéhez viszonyítva vállalható. 2021-ben az emelés el is maradt, remélve, hogy a piac magához tér. Viszont ezt az időszakot követő gazdasági és energia válság okozta visszaesést kompenzálni kellett, ami hátráltatta a különjáratok újbóli fellendülését. A 2024-es 5%-os inflációhoz képest a helyes emelés is 10% lett volna, a 20% helyett, de ezt 2025-re a minimális emelés némileg kompenzálta mára. A megkeresések száma ismét közelít a 2018-as számokhoz, de az árak és feltételek jelen gazdasági környezetben elrettentővé váltak. Sok az árak miatti visszamondás. 2018 óta 110%-os áremelés történt. (8. táblázat)

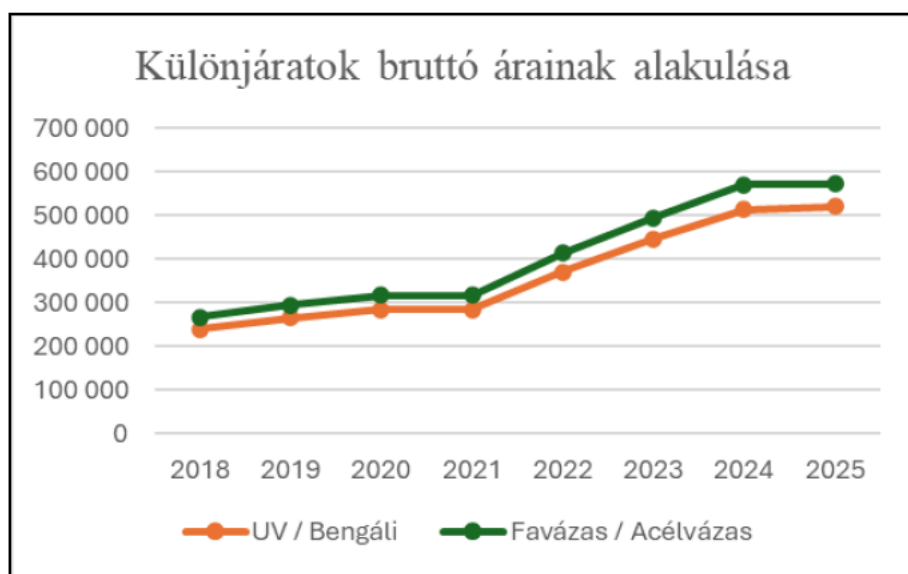
8. táblázat

Éves infláció alakulása és fizetett különjárat díjak emelése

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018 óta
2,8	3,4	3,3	5,1	14,5	19,5	5	53,6
Emelés mértéke	10%	10%	0%	30%	20%	20%	110%

**FKJV – fizetett különjárat villamos*

Jelenleg 2 órára kibérelni egy fa vagy acélváz nosztalgia villamost közel bruttó 600 000 Ft-ba kerül. 2018-ban még 300 000 alatti összeget kellett ugyanezért fizetni. (6. ábra)



6. ábra

Különjáratok bruttó árainak alakulása (2 órás minimum bérlet esetén)

A megrendelések jelenleg egyedileg kerülnek elbírálásra, ami a sok visszamondás árnyékában nem hatékony, és a megrendelő számára is problémákat jelent.

Ennek tükrében kísérleti jelleggel, figyelembe véve a leggyakoribb igényeket, úgynevezett programcsomagokat kínálhatnánk az óránkénti díjszabástól némileg eltérő áron. Minden egyéb extra igény ezt követően a meghatározott üzemóra díj 15 perces bontásában javasolt tovább kezelni. Ezzel is kedvezőbb, jobban hangzó feltételeket biztosítva a megrendelők számára, a barátságosabb árakkal tovább nőhet a megrendelések száma. (9. táblázat)

9. táblázat

Különjárat csomagok és azok ajánlott díjazása

Csomag	Csomag elszámolt ideje, extrák, utasra külön várakozás nélkül			Csomag ára (Ft)	
				bruttó	nettó
I. csomag	Tartalma	Ideje	Jelenlegi értéke	571 500	450 000
	2-es vonal (egyirány vagy oda-vissza)	2 ó	Ajánlott ára	575 000	452 755
II. csomag	Tartalma	Ideje	Jelenlegi értéke	857 250	674 999
	Battyhány tér M – Sz.Gellért tér M	2,5 ó	Ajánlott ára	860 000	677 164
III. csomag	Tartalma	Ideje	Jelenlegi értéke	1 000 125	787 498
	Deák F. tér M – Hűvösvölgy	3,5 ó	Ajánlott ára	1 000 000	787 400
IV. csomag	Tartalma	Ideje	Jelenlegi értéke	857 250	674 999
	Várkert bazár – Margit híd – Vígadó tér	2,5 ó	Ajánlott ára	860 000	677 164
			Extra idő díja 15 percenként	143 750	113 189

Az egyes csomagok két választott megállóhely között egyirányú vagy oda-vissza utat tesznek lehetővé, magába foglalva a kocsiszíni útvonalakat és azok időigényét is. A csomagok viszont nem tartalmaznak egyedi kéréseket, mint adott ponton leszállás és a villamos várakozási célú félreállása vagy külön szolgáltatások, amik akár szakfelügyeletet kívánnak meg.

Első körben a 4 csomag kerülne meghatározásra, ezek közül az első a jelenleg legnépszerűbb és leggyakoribb útvonal a 2-es villamos vonala. Itt a leggyakrabban megrendelt szakasz a Kossuth Lajos tér M és a Fővám tér M közé esik (hol csak az Eötvös tértől hol csak a Vígadó térig, ez nagyon változó). Sokszor kérés a Jászai Mari téren vagy a Kossuth Lajos téren felszállás majd ide visszaérkezés, akár megszakítva az utat (ez utóbbi már egyedi kérésnek minősülne és a csomagáron felül lenne fizetendő). A nosztalgia kocsikat biztosító Baross és Ferencváros kocsiszíneik időben nagyjából azonos távolságra vannak. Útmegszakítás nélküli bármely irányba egyszeri utazással megrendelt csomag esetén csak a kocsit kell kiválasztani és a szakterületek közötti egyeztetést lefolytatni a személyzet és a jármű biztosítására. Külön megbízási szerződéssel létrehozott, rugalmasan kezelt csoport esetén a járművezető szervezése is leegyszerűsödik. Érdemes lehet a csomagot érintő vonalak esetében az éves vágányzári terv vonatkozó része a megrendelők számára is elérhetővé tenni emészthető, egyszerű formában segítve a tervezést. Másik kérés sokszor a budai oldalt érinti, erre három külön csomag is javasolt. Ezek átfedésben is vannak, a különbség közöttük a megrendelői igényeken alapul, mely nem mindig direkt városnézés, hanem exkluzív élmény biztosítása.

Erre építkeznek a II. és III. csomag. A II. csomag a Batthyány tér M (vagy a Bécsi út felől tervezett kiállási útvonalon bárhol kezdve) és a Szent Gellért tér M közötti (vagy Várkert bazár) szakaszt foglalja magába. Ezen belül bármely irányban, bármely megálló között akár oda-vissza út teljesíthető.

A III. számú csomag pedig egy különlegesebb útszakaszt fed le, számos látnivalóval, központi helyeket érintve. Ez a Deák Ferenc tér M – Szabadsághíd – Szent Gellért tér M – Krisztina város – Hűvösvölgy útvonal, mely során a város központjából a Dunán át, a Vár alatt elhaladva a hegyvidéken fejezzük be az utat. Ezen belül azonban csak egyik irányú utazás jöhet szóba, de azon belül bármely két megállóhely között lehetséges az utazás. Ezt a tanácsstalanabb, nem klasszikus útvonalat keresőknek, illetve kiránduló szezonban ajánljuk. Oda-vissza út esetén az alapidő számított fel minden megkezdett 15 percben.

Ezeket a megrendelőnek kiajánlva megelőzhetőek azon kérdések, hogy mi mennyibe kerül, mi az időszükséglete, ezek előre meghatározott kiszámolt útvonalak alapján szereplő értékek. (Természetesen kocsitípusra tovább specializálható az összeg.) A céges megrendelő számára az áfa mentes ár, míg magánszemélyek számára a bruttó ár feltüntetése segíti a folyamatot. Ezek a csomagok akár kiajánlhatók utazási irodák, szállodák számára is fakultatív programok keretében. Utóbbinál 40 főre nézve kevesebb mint 15 ezer Ft/fő (kb. 37 EUR/fő) áron. Ehhez szélesebb megjelenés szükséges, a lehetőséget hirdetni lehetne a járműveken is és szórólap formájában múzeumokban, infopontokon, továbbá utazási irodákat lenne célszerű partnerekként beszerezni.

Utazási irodákkal történő szerződés és évi 6 megrendelés a csomagok közül 2-5%, 12 megrendelés 6-10% kedvezmény biztosítható lenne, a csomag ár amúgyis, némileg emelt összeggel számol.

Minden más egyedi útvonal kezelése továbbra is a megszokott módon a szakterületek közötti egyeztetési folyamatokon menne át, azonban így is lehetővé kellene tenni a típusokra vonatkozó árak 15 perces bontásban való értékesítését. Sokszor az a plusz 1 megkezdett óra a teljes visszamondását eredményezi a leendő ügyfél részéről. Így lehetne egyszerűsíteni a bérlet folyamatát.

A csomag, mint ajánlat, nem egyedi, így működik jelenleg Bécsben egy egyesület (VEF) által üzemeltetett kocsik keretében is, ami Rent a Bim néven fut és ott bevált. A díjazás itt hasonlóképp működik, de nincs minimum bérleti idő, és alkalmaznak tört időt is. [2] Azonban ugyanúgy kocsiszíntől kocsiszínig történik a számlázás. Ami még eltérés az külön állás idő alkalmazása, mely olcsóbb, mint a mozgásban lévő jármű díja. Ezzel is rugalmasabb árazás érhető el. Az árak itt bruttóban kerülnek feltüntetésre, ami, mint említve volt sokkal ügyfélbarátabb megoldás. Sőt az egyesület partneri együttműködéseket tart fenn különböző szolgáltatókkal. Nálunk is gyakori igény zenész, énekes, idegenvezető, hangosítás, stb. kérése plusz szolgáltatásként. Mivel ezek jelenleg nem tartoznak az alapfeladataink közé, a megvalósításhoz a szervezeti struktúra módosítására és új partnerkapcsolatok kiépítésére van szükség!

Régiós összehasonlításban – figyelembe véve, hogy ebből az egyiket nem maga a közlekedési vállalat, hanem egy egyesület működteti – a BKV aránylag drágább. Természetesen az árakat nem lehet ennyire szigorúan egy az egyben összehasonlítani, mert más gazdasági viszonyok vannak a különböző országokban, de a nagyságrendeket tudja szemléltetni. (10. táblázat) Az árakat összehasonlításul 2025.06.15-ei közép árfolyamokon (Prága esetében korona -> forint -> euró konvertálással) az alábbi táblázat tartalmazza. Ezen a napon a deviza középárfolyam: 1 HUF = 402,51, 1 HUF = 16,22 CZK MNB adatai alapján. [1]

10. táblázat

Régiós nagyvárosok különjáratú díjszabásai járműjelleg szerint

Város	Jármű jelleg		Árfolyam 1 EUR	402,51
			Bruttó bérleti díj/óra	
			EUR	HUF
Bécs [2]	1960 előtti gyártás	Szóló motorkocsi	369,60	148 768
		Pótkocsi szerelvény	554,40	223 152
		Háromkocsi szerelvény	739,20	297 535
		Egyéb különleges jármű	369,60	148 768
	1960 utáni gyártás	Szóló motorkocsi	303,60	122 202
		Csuklós jármű	462,00	185 960
		Motorkocsi pótkocsival 1	488,40	196 586
		Motorkocsi pótkocsival 2	646,80	260 343
Budapest	Klasszikus nosztalgia	UV/Bengáli	646,82	260 350
		NVFAP/NVACV	709,92	285 750
	Forgalmi kocsik	Combino	457,50	184 150
		Csatolt ICS	425,95	171 450
		Tatra 3-as szerelvény	425,95	171 450
		Tatra klasszik/korszer	410,18	165 100
		TW6000	410,18	165 100
		ICS/KCSV7	301,32	121 285

Város	Jármű jelleg		Árfolyam 1 EUR	402,51
			Bruttó bérleti díj/óra	
			EUR	HUF
Prága [3]	Klasszikus nosztalgia	Szóló motorkocsi	197,46	79 478
		Pótkocsi szerelvény	298,20	120 028
	Tatra típu- sok	Tatra T1	197,46	79 478
		Tatra T2	197,46	79 478
		Tatra T3	197,46	79 478
		Tatra T3 – Mészék	197,46	79 478

Konklúzió

A nosztalgia egyediségénél fogva, ha műszaki probléma jelentkezik kihívások elé állítja a Vilamos Járműműszaki Főmérnökség munkatársait, ugyanakkor műszaki történeti, marketing, imázs értéke hatalmas, az érdeklődés az utasszám dinamikusan növekszik, melyek miatt nem lehet már felette áttekinteni. A közösségi közlekedéssel kapcsolatban közömbös vagy negatív véleményeket gyengíti, esetenként pozitív irányba változtatja egy-egy utazás, ezért egyfajta befektetésként és a gyakorlati műszaki tudás megőrzőjeként is tekinthetünk rá. Van mire büszkének lenni, van mit a világ elé tárni és van miből építkezni, csak élnünk kell vele. A nosztalgiaavonalak megújítása, a külvárosi területek széleskörű bevonása a teljesítmény racionalizálással még közelebb került és már a 2025-ös évben megkezdjük a kiépítését a megrendelővel hatékony együttműködésben.

Célként kell kitűznünk nemcsak elérni Prága, San Francisco színvonalát, de a Lisszaboni villamos kultuszt megteremteni! Ne felejtsük: a legjobb reklám maga a jelenlét!

A különjáratok terén szükséges komolyabb reklám, árracionizálás, mely a költségek tekintetében talán a javasolt csomagok kikísérletezése mellett jobb megrendelés arány érhető el, továbbá együttműködések keresése szükséges. Az elérhetőséget segíti a szélesebb reklám, a bérlehetőség járműfelületeken belül történő elhelyezése a legszükségesebb információkkal, QR kódos link segítségével pedig a teljes jármű- és árlista, valamint feltételrendszer elérhetővé válna az érdeklődők számára.

Ami még mindenképpen fejlesztésre szorul az pedig a rendszeres, közszolgáltatás keretében történő közlekedés erőteljesebb hirdetése, minél gyakrabban, minél több felületen, minél modernebb, de rövid, emészthető formában megjelenés. Kedvcsináló és oktató jellegű rövid videók, cégen belül a lelkesebb járművezetők, mint „influenster” segítségével készülhetnének. Ez jelenleg rövid posztok formájában a közösségi médiában történő megjelenést jelent a megrendelő és az üzemeltető által, ám ezek kevés információval, nem az érzelmekre hatva jelennek meg, sokszor csak tényközlés. Új utasok eléréséhez új módszerekre, trendek követésére van szükség. Az emberek érzelmeire hatva kell „kedvcsinálókkal” rejtett edukációval hatni – típusok meg- és felismerése, fejleszteni a kommunikációt aktív kapcsolattartással a szakmával, nem csak a fogalommal, de az oktatással, műszakkal is, akik az utolsó csavart is érdekesé tudják varázsolni. Számos facebook oldal foglalkozik az eseményekkel, melyeket érdeklődési körből kifolyólag, szabadidőből üzemeltetik és sokszor a háttérrendszerből nyert információkkal dolgoznak, ami

azt is jelenti, hogy nem képesek lekövetni az aktualitás változásokat, mely ronthatja a megítélést. Előnyük viszont, hogy elsőként akarnak információt szolgáltatni, ami azt is jelenti, hogy egyes eseményekkel megelőzik a megrendelőt és a szolgáltatót is. Ma az emberek ideje drága, sok tervezést igényel a szabadidő beosztása a rohanó világunkban, ezért ez a korai meghirdetés létfontosságú.

Irodalomjegyzék

- [1] <https://www.mnb.hu/arfolyamok> (2025.06.15.)
 - [2] <https://www.rentabim.at/preise/> (2025.06.15.)
 - [3] <https://www.dpp.cz/zabava-a-zazitky/objednavkovy-formular> (2025.06.15.)
 - [4] https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0003.html (2025.06.19.)
-

Tapasztalatok a közúti vasúti képzések egyszerűsítését követően

Bagosi Attila Ferenc

BKV Zrt. Villamos Forgalom Üzemviteli Csoport
bagosia@bkv.hu

Abstract

A 2024-ben elfogadott, módosított vasúti képzési, oktatási, vizsgáztatási szabályok kialakításában a hazai városi vasúti üzemeltetőknek jelentős szerep jutott. Többéves konszenzusos tárgyalások útján nem csupán az országos szintű kapcsolatok és az együttműködés formái erősödtek meg, hanem jelentősen javult a hatósági intézményrendszer szereplőivel közös érdekegyeztetés, nőtt a kapcsolattartás aktivitása is. A módosított vasúti képzési keretrendszer új szabályai kapcsán a 2025. I. féléves időszak képzési teljesítmény- és költség-adatai kerültek összehasonlításra a BKV Zrt. villamos ágazatában a 2024. év hasonló időszakának adataival.

Kulcsszavak: vasútszakmai képzések, felnőttképzés, oktatás, közúti vasút

Bevezetés

A 2011-ben hatályba lépett hazai vasúti képzési rendelet egyik fontos tanulsága volt, hogy az ágazati szereplőket érintő szabályozások kialakításánál célszerű figyelembe venni a nagy üzemeltetők képzőhelyei által felhalmozott sok évtizedes, akár évszázados tudást, tapasztalatot, módszereket. A központosított, egyoldalú szabályrendszerhez kényszerűen, a jogszabályi megfelelés által alkalmazkodtak ugyan a helyi, városi és elővárosi üzemeltetők, azonban közös panaszuk volt, hogy számos elemében hátrányosan érinti őket annak eredménye, hogy nem kerültek kellően bevonásra a szabályalkotás során. A szabályozás alap gondolata volt, hogy az országos pályahálózatából származtatta a többi pályahálózatra vonatkozó előírásokat, amely nyilvánvalóan elnagyolt megvalósítást jelentett. Az üzemeltetők, képzőszervezetek ezért megosztották egymással gondjaikat és jobbító szándékú javaslataikat, amelyből aztán egy új rendeleti szabályozás jött létre, rengeteg közbenső kompromisszum árán, de a végén a szakmai intézményrendszer szereplőivel konszenzusos kapcsolatrendszert kialakítva.

1. Előzmények

1.1. Jogszabályi környezet időbeli alakulása

Közel 15 éve lépett hatályba az a miniszeri rendelet, amely egységesen kívánta szabályozni Magyarország területén – sok minden más mellett – a vasúti szakemberek képzési és vizsgáztatási kritériumait is. Néven nevezve ez a sokak által ismert, sokszor félre- vagy emlékezetből tévesen ismert 19/2011. (V. 10.) NFM rendelet a vasúti közlekedés biztonságával összefüggő munkakört betöltő munkavállalók szakmai képzésének és vizsgáztatásának, a vasúti vizsgaközpont és

képzőszervezetek működésének, a képzési engedély kiadásának, továbbá a vasúti járművezetői gyakorlat szabályairól. [1]

A szabályozás feltételezett egyik célja, hogy egységesítse és központosítsa a hazai vasúti szegmens vasútbiztonság-fókuszú munkaköreit betölteni kívánó szakemberek jogosítási eljárásait, és ilyen módon a jogalkotó igyekezett nagyon nagyot meríteni. Természetesen ez összevág azzal a problémakörrel, hogy a korábbi időszakban, 2004-től, hazánk Uniós csatlakozását követően indult meg Magyarországon a vasúti piac liberalizációja, így szükség volt egységes szabályozásra, közös dokumentációra, az átjárhatóság biztosítására.

Ám amíg az országos pályahálózaton az áruszállításban ez a folyamat hirtelen felpörgött (a személyszállításban csak 2020-tól volt valódi piacnyitás), addig a helyi városi és az elővárosi szolgáltatónál – szakmai értelemben – egy relatív csendes és stabil időszak zajlott. Az 1990-es évek pénzügyi nehézségeit követően kisebb-nagyobb fellélegeztető fejlesztések zajlottak jellemzően EU-forrásokból, mint pl. járműbeszerzések, -korszerűsítések, pályafelújítások, vonalhosszabbítások. Piaci nyitás azonban ezen a területen nem történt.

Az elővárosi HÉV- és autóbusz üzemeltetőket ugyanakkor radikálisan érintette a személyszállításra vonatkozó szabályok megváltoztatása, amellyel a városi önkormányzati szolgáltatókat mintegy kizárták a városhatáron túlnyúló, elővárosi személyszállító szolgáltatás végzéséből, ezzel törvényi erővel piaci nyitást kikényszerítve az autóbusz ágazatban, továbbá a BKV-HÉV-et kiemelve és a MÁV-csoportba integrálva. Szintén változás volt a fővárosi megrendelői és szolgáltatói ágak szétválasztása, a BKK megalakulásával.

Jelen írás felütésében szereplő 19/2011. (V. 10.) NFM Rendelet (továbbiakban Rendelet) azonban rendelkezett még egy markáns jogi alappal is: maga a Rendelet hivatkozik a 33. fejezet 38. §-ban arra, hogy a jogalkotó szándéka az Európai Unió jogának való megfelelés. Ezen belüli is – más hivatkozások mellett – *A közösségi vasúti rendszereken mozdonyokat és vonatokat működtető mozdonyvezetők minősítéséről szóló, 2007. október 23-i 2007/59/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv* (továbbiakban: Irányelv) [2] egyes, ott felsorolt szakaszainak való megfelelést szolgálja a hazai egységes szabályozás kiadása.

Felütve azonban a hivatkozott Irányelvet, a 2. cikkely (3) bekezdése kivételre tesz engedményt. *A metrók, villamosok, más könnyű vágányú vasúti rendszerek, a vasúti rendszer többi részétől elkülönülten működő és kizárólag a helyi, városi vagy elővárosi személy- és áruszállítási hálózatok, továbbá a karbantartás, felújítás vagy korszerűsítés miatt a normál közlekedés elől időszakosan lezárt pályaszakaszok esetén a tagállamok az Irányelv intézkedései köréből kizárhatják a kizárólag a fenti pályaszakaszokon dolgozó mozdonyvezetőket.* Ergo, a vasúti munkavállalók egységes minősítési kritériumai és intézményrendszere nem alkalmazandó az uniós jog alapján kötelezően a helyi, városi és elővárosi pályahálózaton dolgozó vasúti szakemberekre, sőt, megengedőleg alkalmazható saját helyi szabályozás. Ez különösen azért fontos, mert az érintett járművezetői kategóriák nemzeti hatályba esnek, amely a munkavállalók szabad áramlását az itthon megszerzett minősítésük birtokában eleve kizárja. Ugyanezt támasztja alá többek között a Bécsben, Prágában, Varsóban, Münchenben, vagy éppen a Hannoverben tapasztalható képzési rendszer a villamos (és Stadtbahn) járművezetőkre vonatkozóan.

1.2. A központosított szabályrendszer kihívásai üzemeltetői és képzőszervezeti szemmel

Mindezen piaci, jogi, szakmai környezet mellett a Rendelet hatályba lépett, és a napi munkafolyamatokban történő integrálásával – főként a helyi városi és az elővárosi képzési, üzemeltetési területén – hozott jelentős belső átrendeződést, megnövekedett adminisztrációs és költségterheket. 2012 után, a BKV Zrt. korábbi, a Közlekedési Főfelügyelet és a belső ellenőrzések által

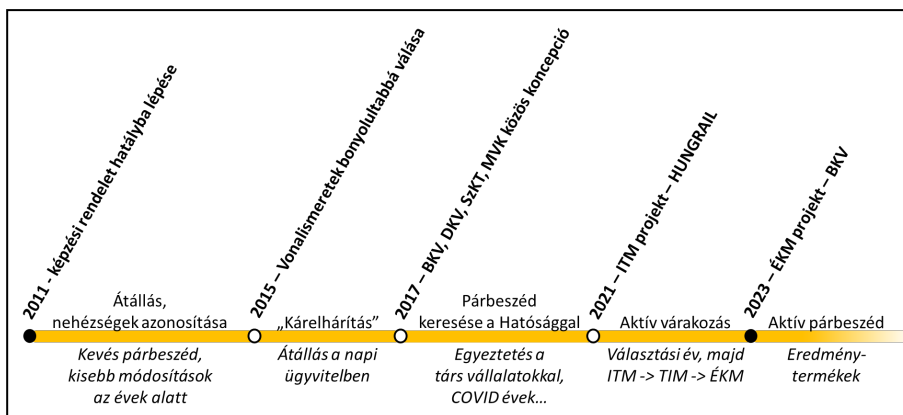
folytatólagosan ellenőrzött és minőségbiztosított gyakorlatától eltérően, az adminisztrációs feladatok (papírmunka, dokumentumok) térfogatban 7-szeresére, míg az alkalmazott oktatói és képzésszervezői humánerőforrás duplájára növekedett. Megemelkedett a tanuló járművezetői gyakorlat hossza, ezáltal a járművek futásának rezsiköltsége, továbbá a korábbi egyszeri eljárási- és vizsgadíj helyett jelentősen növekedett a hatósági vizsgák száma, idősüksége, valamint díja, ezen felül a különböző képzési regisztrációs és akkreditációs költségek. Ezen önkormányzatok által finanszírozott képzőszervezetek tehát jelentős mértékű díjtételeket kezdtek el befizetni (az EU-jogra való hivatkozási alappal készült hazai Rendelet alapján) az Államkincstár részére, miközben maga az EU Irányelv ezt nem írta elő, mentességet adott.

A képzőszervezetek addigra kialakult, több mint 100 éves szakmai képzési, oktatási gyakorlatát egy tollvonással felülírták az új szabályok, mind az oktandó ismeretanyag, az alkalmazott módszertanok, taneszközök, tanóraszámok, a képzés-adminisztrációs gyakorlat, mind pedig a szakmai vizsgáztatás szemszögéből. A képzőszervezetek és alkalmazott szakembereik elvesztették valódi szakmai identitásukat, kompetencia-érzetüket. Az egységesítés és a központosítás szándéka a helyi szinergiákat szabdalta szét és állította kényszerhelyzetbe az akkor már megváltozó munkaerőpiaci környezetben.

A központosító Rendelet hosszú évekre kőbe vésett szabályrendszerre vált, nem vette figyelembe az előzményeket, a képzőszervezetekénél korábban felhalmozott know-how-t, a hatékony módszertanokat és a helyi eltéréseket, nem volt képes rugalmasan kezelni a változó munkaerőpiaci környezeti hatásokat, sem a megváltozó generációs arányokat, amelyekkel addigra más szektorokban már gőzerővel igyekeztek foglalkozni és az új problémákra megoldásokat találni. Elveszni látszott a valódi lehetősége a munkavállalók megfelelő motivációjának, megtartásának. Az ágazatok, munkáltatók közt vélt majdani átjárhatóság oltárán feláldozásra került a munkakörök tevékenységéhez pontosan illeszkedő teljesítményképes tudás nyújtása. Eközben igazolható módon nem csökkent a baleseti mutatók értéke, nem javultak a foglalkoztatási viszonyok, nem volt azonosítható semmilyen pozitív irányú változás, amely utólag igazolta volna a megváltoztatott jogi környezet legitimizálását.

2017. év végén kezdett tárgyalásokat mindezekről a négy hazai helyi városi üzemeltető (képviseelve a villamos, metró, fogaskerekű üzemeket), később pedig bevonva a HÉV képzési szakterületét is, mintegy áttekintve a környezeti változásokat a felmerült problémákat, nehézségeket, illetve felismerve a sorsközösséget. Számos alapelvben megegyezve kidolgoztuk azokat a képzési programokat, tanterveket, módszertanokat, vizsgakérdéseket, amelyek a helyi, városi és az elővárosi pályahálózatokon foglalkoztatott munkatársak előzetesen elvégzett tevékenység-alapú munkaköri felülvizsgálatának eredményeihez illeszkedtek. Ezeket a vizsgálatokat külön-külön az egyes foglalkoztató szervezetek saját maguk részére végezték el, mintegy kiútkeresésként. Formálisan pedig a DKV Zrt. humán szakterülete végzett nagyobb szabású vizsgálatot, amely a későbbi tárgyalások egyik fontos alapját képezte.

2018/19-től kezdve a Hunrail fórumán keresztül csatlakoztunk egy országos deregulációs program előfutárához, amelynek során beterveztettük elképzeléseinket a fennálló, fentebb ismertett problémák javítása céljából.



1. ábra

A szakmai munkacsoport működésének főbb állomásai

2. Jogszabályi változtatások és szakmai előnyei

A Rendelet-módosítási projekt keretében, a Hungrail csatornáján keresztül, kezdetben az ITM, később a TIM, majd az ÉKM irányítása alatt munkacsoportokban végeztük a változás-előkészítő tevékenységünket, melynek során online és személyes egyeztetések, viták révén dolgoztuk ki a minden fél számára elfogadható megoldási javaslatokat (1. ábra). A munkacsoport konszenzusra jutása után minden esetben találkozót szerveztünk a KTI-VKMK, a KAVK, illetve az éppen illetékes Minisztérium kijelölt szakértőivel is, és e szélesebb körben is megvédtük álláspontunkat, befogadtuk az érkező kontroll-jellegű aggályokat, meglátásokat, javaslatokat, és végül e kiterjesztett tárgyalási körben újból konszenzusra jutottunk. Ide tartozott a konkrét rendeleti pontok tételes, szövegszerű módosító javaslatcsomagja, a szakmai indoklások ezekhez, egyes kérdésekben SWOT- és kockázatelemzések, valamint a hatásvizsgálatok előkészítése.

A végső jogi csomagot 2023 decemberében véglegesítette az illetékes ÉKM, majd az igazgatási szinteken történt megkördötetést követően 2024. június 10-i dátummal jelent meg a Magyar Közlönyben, és két lépcsőben még azon a nyáron hatályba lépett. Ezután, az őszi és a téli időszak folyamán, az ÉKM, a KAVK, a KTI-VKMK, továbbá a képző szervezetek – köztük a szerzőt foglalkoztató BKV Zrt. is – előkészítette a jogszabályi változásokhoz igazodó eljárásrendjeit, belső és egymás közötti dokumentum sablonjait, és végül a BKV Zrt. teljeskörűen 2025. január 1. dátummal vezette be a megújult képzési rendet.

2.1. Változások a járművezető tanulók alapképzéseiben

A tanulók alapképzéséből a 60 óra hosszúságú, első „Általános szakmai ismeretek” önálló modul megszűnt. Ezzel a látókörszélesítőnek, megalapozónak szánt, sokszor időszűkében a tanulók által feladott („létszámfelező”) tanulmányi egység, a házi és a hatósági vizsgájával együtt kikerült a rendszerből. Azok számára, akik nehezebben tanultak meg tanulni, így marad még egyszer annyi idő, hogy behozzák a lemaradásukat, és felzárkózzanak a csoport többségéhez. Ettől a sikeres végzési arány növekedését reméljük. Az első modul elvesztése azonban a többi ágazattal közös átjárhatóság hiányát vetette fel. Azonban a HÉV, metró, fogaskerekű, villamos ágazatok közötti munkavállalói átjárás olyan csekély mértékű, hogy a változáscsomag által lecsökkentett teljes képzési óraszámval is rövidebb képzésen tudnak részt venni az esetleges átigazolók, mint korábbi átjárhatóságot biztosító, de hosszabb alapképzéssel.

A Kategória ismeretek korábbi 170 tanóráját 142 órára csökkentettük, és a mélyebb műszaki tartalmak részletes tanítása helyett a felhasználói, szolgáltatói szemlélet erősítését irányoztuk elő, a professzionális járművezető számára szükséges mértékű műszaki, üzemeltetési, vezetés-technikai ismeretek megtartása mellett.

Az Infrastruktúra modulban a KRESZ és az Utasítás ismeret kapcsán a legtöbb ismeretanyag szükséges a hivatásos járművezetők számára, ezért itt lényegi egyszerűsítés csak azokból a témakörökből történt, amelyek még közvetve sem érintik a villamosvezetők munkáját (pl. autópálya közlekedési szabályai). Emellett a szolgáltatói szemlélet erősítése itt is kapcsolódik az ismeretanyaghoz, ezért a korábbi 150 helyett ez az óraszám 158 órára, minimálisan emelkedett.

2.2. Változások minden munkavállaló részére

A Vonalismereti modulok a helyi, városi hálózaton belül, a felszíni, egymással összefonódó villamosvonalak miatt már többé nem voltak kezelhetőek a teljesítményképes tudás megszerzése céljából. Ezért a BKV Zrt. számára elengedhetetlenül fontos, komplex szemléletű Hálózatismeret modul került bevezetésre. Ez a korábban nehézkes, költséges, valós munkafolyamatoktól eltérő módszertant alkalmazó vonalismerethez képest egy átfogó, stabil elméleti alapot ad a fővárosi villamos-üzemeltető egész hálózatáról, melynek részegységeit a Munkamódszer-átadás modulban lehetséges gyakorolni. Ott pedig már olyan módszertan alkalmazásával megy végbe a gyakorlat, amely a valós munkakörülményeknek megfelel.

A munkavállalók időszakos oktatása kapcsán az egyik fontos változás, hogy úgynevezett munkaköri hierarchia jutott érvényre. A több munkakörrel (alapvizsgálóval) rendelkező munkavállalók számára ennek a háromszintű elrendezésnek az előnye, hogy csak a legmagasabb szintű alapvizsgálójának megfelelő időszakos oktatást szükséges látogatnia, ezzel a munkavégzésből történő távolléti napok száma, egyúttal a pótlás költségei is csökkentek.

Ugyanide tartozóan, egyes munkakörökben, az időszakos oktatások korábbi éves kerete csökkent. A megelőző állapot szerinti évi 12 órás keretet évi legalább 8 órában sikerült optimalizálni. Mindez a szigorú foglalkoztatási szabályok mellett, az eddigi évi 2 munkanapnyi távollét helyett 2025-től már csak 1 napos távollétet jelent évente és egy munkavállalóra vetítve, amely az 1500 érintettre tekintettel összességében jelentős munkaidő és helyettesítési díj megtakarítását eredményezi. Ezzel párhuzamosan az aktuális információk gyors átadását több helyen is végezzük a mai kornak megfelelően: a Villamosinfo csoportban a közösségi oldalakat kihasználva, streaming csatornaként pedig az egyik nagy videómegosztó portálon adunk közre üzemeltetési híreket, fontos információkat. Ezen felül működik a hagyományos diszpécseri parancskönyv, valamint a járművezetői portálon (JVP alkalmazás) az elektronikus parancskönyvnek nevezett információs csatorna is. Mindezzel az információ átadás gyorsabb, hatékonyabb, és önállóan befogadható, nem szükséges ezeket a hagyományos frontális eszközökkel tanórán oktatni.

A hosszabb távollétről visszatérők is jelentős esélyt kaptak, ahogy a foglalkoztató szakterületek is. E célból, a hat évet meghaladó távollétről visszatérő munkavállalók – amennyiben igazolható a korábbi alapvizsgálójuk, képesítésük megléte – konzultációs foglalkozással is felkészíthetők az alapvizsga újbóli letételére, ahelyett, hogy az eddigi hosszú alapképzést újra végig kellene ülniük. A konzultációs felkészítés módja, módszertana, az elmélet-gyakorlat aránya, valamint a fókuszpontok kiválasztása a foglalkoztató szakterületek hatáskörébe került.

A munkavállalók három évente esedékes időszakos minősítő vizsgáztatásának időtartama jelentősen csökkent, miután innen is kikerült az önálló Általános szakmai ismeretek modul, továbbá a vonalismereti modulok kérdéssorait felváltja – a Hálózatismereti alapvizsgálóval rendelkezők esetén – a hálózati kérdéssor. Az kategória modulokban a kiegészítő ismeretek elhagyása egyszerű-

síti a vizsgatevékenységet. Az infrastruktúra modulokból a jogszabály szerint kikerülő kiegészítő ismeretek hiánya az azonos (villamos) pályahálózatra szóló infrastruktúra vizsgákat egymással megfeleltethetővé tette, ezért a több vizsgával rendelkező (pl. diszpécser, személyszállítás, nem személyszállítás) vizsgák közül már csak egyetlen kérdéssort kell kitölteni. Mindezek hatására, a vizsgával töltött távolléti idő, a vizsgastressz, valamint a javítóvizsgák szükségessége (eljárási díja, távolléti ideje) csökkent.

A közúti-vasúti kétéltűjármű vezetők és a villamos járművezetők esetében könnyebbé válik az átjárás, a korábbi gyakorlat részleges elismerésével és az óraszámok optimalizálásával. Szintén a kétéltűjármű vezetők esetén, akik jellemzően a teljes hálózaton vezethetnek, a Hálózatismeret gyorsabb és költséghatékony megoldást jelent a korábbi vonalismerethez képest.

2.3. További oktatásszakmai előnyök

A generációs elméletekkel foglalkozó szakirodalom alapján azonosítható néhány törvényszerűség, amely a Z generáció (1995-2010 között születettek) tanulási szokásaira jellemző. Ezeket elsősorban pszichológiai és szociológiai folyamatok alakították a felnövekvő egyének szocializációs és tanulási élményei során. Éppen ezért, a fiatal munkavállalók bevonása, megtartása és motiválása kapcsán érdemes ezeket az összefüggéseket szem előtt tartani.

2.3.1. Generációs kihívások

A BKV Zrt. jelenlegi villamos járművezetői állománya generációváltás alatt áll. A 45 év feletti X- és Baby-boomer generációhoz tartozók aránya csökken a jelenlegi 54%-ról, a nyugdíjazások és az elvándorlások miatt, de sajnos egyre több az orvosi alkalmatlanság miatti leszerelés is. Ez a két generáció a képzéseken a jelenléti részvételt és az oktató által előadott erősebb elméleti megértést preferálja a gyakorlat előtt. A 45 év alatti Y- és Z-generációs járművezetők aránya 46%-ról növekszik. Ez a két generáció a képzéseken az erősebb digitális részvételt és az oktató támogató, összegző, felkészítő hozzáállását részesíti előnyben, továbbá a felhasználói gondolkodás áll közel hozzájuk, a mélyebb elméleti ismeretek tanulása helyett.

A digitális technológia széleskörű mindennapi használata természetes alapállapot a legfiatalabb Z generáció számára. Az internetre, mint „közmű”-re tekintenek, csakúgy, mint a korábbi generációk a vezetékes vízre, a csatornázásra, vagy az elektromos áramra. Ez a tény jelentősen befolyásolja tanulási szokásaikat is, melyek az alábbiakkal jellemezhetők. Az internet közmű szerepét egyébként Sir Tim Berners-Lee mondta ki nyíltan a W3C „Web at 25” konferenciáján. [3] Berners-Lee-t az internet feltaláló atyjaként említik.

A Z-generáció tagjainak tanulási sajátosságait Tari Annamária pszichológus kutatta és fogalmazta meg népszerű könyveiben. [4] Megfigyelései szerint a Z-s fiatalok kritikusak az őket közvetlenül nem érintő ismeretek tekintetében, nem szívesen töltötenek időt olyan tartalmak tanulásával, amelyeknek nem látják a közvetlen hasznosságát. Nem hajlandók megtanulni valamit pusztán azért, mert valaki azt állítja, hogy szükségük van rá. Főként nem akarnak memoriterek „magolni”. Meg akarják érteni, boncolgatni és valóban átélni a tananyagot, ezért az ismeretek hasznosíthatóságáról való meggyőzés a figyelemfelkeltő stratégiák szerves része kell legyen.

Nem szeretik a szokványos, egyhangú frontális előadásokat, sokkal inkább a csoportos és az interaktív feladatokat és a kutatómunkát részesítik előnyben, bár az önálló információkeresést legtöbbször a saját tempójukban, és kisebb alapossággal végzik, mint a megelőző generációk tagjai. Elvárják a mentoraiktól, hogy hatékony oktatási módszereket alkalmazzanak, hiszen az internetről ők maguk is össze tudnak szedni valamennyi alaptudást. A diákok tanulási vágya nem marad el a korábbi generációkétól, azonban az oktatási rendszerbe már úgy lépnek be, hogy az internetnek köszönhetően általában már rendelkeznek előzetes ismeretekkel.

A korábbi generációkhoz képest sokkal rövidebb ideig képesek figyelni, és hamar unatkozni kezdenek a hagyományos osztálytermekben. Hozzászoktak az egyszerre érkező sok ingerhez, és gyakran egyszerre több dologra is figyelnek, miközben figyelmüket kevésbé képesek precízen egy helyre, és hosszabb ideig összpontosítani. Az oktatási rendszerek működtetői számára sokszor azonban problémát jelenthet a „multitasking”-nek való megfelelés.

Az angol mozaikszó, a FOMO jelentése: Fear of Missing Out [5], azaz a félelem a kimaradástól. A téma egyik első kutatója, Andrew Przybylski brit pszichológus szerint [6] a FOMO egy erős félelem attól, hogy mások tartalmas élményeket szereznek nélkülünk. E félelem miatt a FOMO-ban szenvedő ember mobiltelefonját állandóan kézben tartva kényszeresen frissítgeti állapotát a közösségi oldalakon, folyamatosan ellenőrzi az üzeneteit, mert attól tart, hogy kimarad valamiből, vagy elszalaszt egy adódó lehetőséget. A FOMO a lehetőségek (feltételezett) végtelen sora miatt elkerülhetetlen veszteség érzése. A lehetőségek korlátlanága azonban csak illúzió: fizikai, térbeli képességeink behatárolják a lehetőségeket. Egyszerre csak egy helyen lehetünk, bármely pillanatban a lehetőségek végtelen tárából csak egy valósulhat meg, a többi óhatatlanul elveszett. Ez mindig is így volt, de az információrobbanásnak, a közösségi média térnyerésének köszönhetően ezzel minden pillanatban szembesülhetünk, ami nagyon sok embernél szorongáshoz vezet.

Amikor a Z generáció gyakori munkahely-váltásait, a figyelmi ív rövidségét, a koncentrációs képesség általános gyengeségét, vagy éppen a kivételesen magas képernyő előtt töltött idejüket tapasztaljuk, annak jelentős részében a FOMO-jelenség ad gerjesztést. Ennek csökkentésére biztos, hogy a hagyományos iskolai (képzőhelyi) foglalkozások és pusztán az okoseszközök tiltása nem megoldás. Ezt a típusú szorongást rövidtávon feledtető, középtávon a figyelmet és a motivációt fenntartó tanulási célok oldhatják fel, mint a folyamatos interaktivitás, több gyakorlati foglalkozás, és a gyakori visszajelzések. Hosszútávon pedig a célzott szakmában vagy munkakörben a világos és jól definiált karrierlehetőségek felkínálása jelenthet egyfajta megtartóerőt. A legtöbb hagyományos foglalkoztató vállalat jelenleg ezzel a feladattal küzd, több-kevesebb sikerrel. A modernizált képzési rend e sajátosságokat is igyekszik figyelembe venni.

2.3.2. Motivációs technikák

A modernizált képzési struktúra az előzőhöz képest nagyobb mértékben figyelembe veszi a kor generációs sajátosságait, valamint az alkalmazható motivációs technikákat. Ezek közül két alapvető, tudományosan igazolt, megalapozott technika tanórai felhasználására biztosan lehetőség nyílik.

Az egyik a tanulók motivációjával kapcsolatos úgynevezett ARCS-modell [7]. A névadó mozaikszó angol kifejezések kezdőbetűiből származik, az alábbiak szerint.

- Attention – figyelemfelkeltés: érdekes bevezetés, érzelmi bevonás.
- Relevance – releváns ismeretanyag: annak tanítása, ami valóban érdekes, fontos, hasznos.
- Confidence – magabiztosság alakul ki a tanulóban, ha a célok világosak és elérhetők.
- Satisfaction – tanulói sikerélmény, ha az ismeretanyag ténylegesen hasznosításra kerül.

Az arcs szó eredeti jelentése magyarul: ívek. A motiváció jelképesen mintegy *átível* a teljes képzési folyamaton, így a figyelem fenntartásra kerülhet. Ha a képzés kevésbé feltagolt, akkor ez az ív kevésbé szakad meg, mindinkább fenntartható. A *figyelemfelkeltésre* alkalmas a modernizált rendszerben az emelt gyakorlati arányú képzés, valamint a korábbiakkal ellentétben statikus járműves gyakorlati foglalkozások elérhetősége már az első modulok alatt is. A *releváns ismeretanyagot* célozta a kategória és az infrastruktúra modulok racionalizálása, az önálló általános szakmai ismeretek modul megszüntetése, a felhasználói szintű ismeretekre való koncentrációja.

A tanulói *magabiztosság* elérhető az átláthatóbb modulok és ismeretanyagok tanítása mellett, a világos, elérhető célok kijelölésével. A *sikerélmény* elérése és fenntartása a tanultak hasznosításán keresztül, a magasabb gyakorlati óraszám-arányok, valamint az interaktivitás növelése által lehetséges.

További „puha” faktor a képzések minőségjavításában a Flow-elmélet [8] tudatos bevezetése, amelyre a modernizált képzési szabályrendszer lehetőséget biztosít. Ez lényegében egy másik motivációs elmélet, és Csíkszentmihályi Mihály nevéhez kötődik. A Flow-elmélet, vagy a magával ragadás élménye kimondja, hogy ha a képességeink és a feladataink összhangban vannak egymással, akkor teljesen el tudunk mélyülni abban, amit csinálunk. Ha túl magas az elvárás, de alacsony hozzá a képességünk, akkor szorongunk, és motivációnk, majd teljesítményünk visszaesik. Amennyiben túl alacsony az elvárás, de a képességünk magas, akkor unatkozunk, így szintén motivációnkat veszítjük, és teljesítményünk romlik. Az alacsonyabb képességszinthez tehát megfelelően alacsonyabb elvárásokat kell párosítani, ahogy a magasabb képességszinthez magasabb elvárások rendelendők. Mindezt egy koordináta-rendszerben szokás ábrázolni, ahol a vízszintes tengelyen az elvárások, a függőleges tengelyen pedig az egyéni képességek szerepelnek. Az értékpárok fenti hozzárendelési kritériumai alapján, az origóból húzható egy pozitív-pozitív koordinátákkal felírható egyenes, két oldalán körülötte pedig egy sáv, amelyet Flow-csatornaként is szokás nevezni. A Flow élmény tudatosan építhető az alapképzések és az időszakos oktatások során, amennyiben az ismeretanyag átadása a didaktikai fokozatosság elve mentén valósul meg, és minden új ismerethez tartozó lépcsőfok megélése után van idő a megszerzett tudást elmélyíteni, hagyni megérni. A kritikus elméleti modulok esetén, a modernizált képzési rend szerint ennek jóval nagyobb esélye van.

2.3.3. Teljesítményképes tudás

Ugyancsak viszonylag modern megközelítésnek nevezhető, hogy azok a tudáselemek, készségek, kompetenciák helyezkednek előtérbe, amelyek közvetlenül felhasználhatók, azaz teljesítményképes tudáselemeknek [9] tekinthetők. E modell szerint a tudásszerzés céljai és szintjei az alábbiak szerint különíthetők el:

- szakmai műveltség szerzése,
- alkalmazásuk a gyakorlatban,
- további ismeretszerzés megalapozása.

A teljesítményképes tudás rétegei:

- Ismeretek (adatok, képzetek, definíciók, törvények, elvek, elméletek, stb.)
- Az ismeretek gyakorlati alkalmazása (procedurális tudás, jártasság, készség)
- Képesség (embereket megkülönböztető sajátosság, a jövőbe mutat)
- Attitűd (mentális és érzelmi beállítódás)
- Kvalifikáció (szakmai alkalmasság, bemenő kritérium, objektíven definiálható)
- Szakértelem (átlagosnál magasabb szakmai tudás, hosszútávú memóriában tárolt ismeretek, módszerek, algoritmusok, sémák)
- Kompetencia (teljesítményképes tudás alkalmazása, főként belső motiváció, adekvát személyiségjegyek, képességek; hard- és soft skill)

A teljesítményképes tudásra való törekvés céljai lehetnek a képzőszervezet részéről:

- a képzések hosszának és ráfordított költségének optimalizálása,
- a tanulói stressz minimalizálása,
- a képzések sikerességének maximalizálása,
- végső soron a megszerzett tudás minél hatékonyabb felhasználhatósága a való életben.

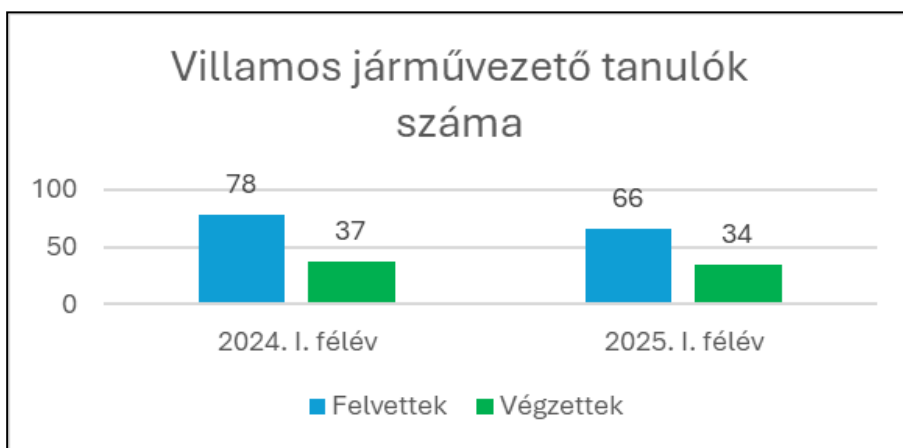
E törekvések mentén a tananyag lecsupaszítható a legszükségesebb ismeretekre, azonban a további kapcsolódási pontok felé szükséges nyitott kérdéseket hagyni, a későbbi tanulási folyamatok katalizátoraként.

3. Gazdasági előnyök

A szabályok januári gyakorlati bevezetését követően, összehasonlítottuk a releváns 2024. 1. féléves (előző képzési rend) és a 2025. 1. féléves (megújult képzési rend) gazdálkodási adatokat a BKV Zrt. villamos képzési területén (2. ábra). Mindebből egy első féléves mérleget tudunk vonni, amely természetesen nem jelent egyértelmű prognózist a teljes évre vonatkozóan, azonban a trendeket képes megvilágítani.

A villamos *tanulójárművek* költségei (üzemeltetés és karbantartás anyag- és személyi költség) látványosan alakultak a vizsgált időszakban. A vonalismereti képzések átalakítását követően (figyelembe véve a kismértékben csökkent tanulói létszámot is): 62,5 millió Ft megtakarítás kalkulálható.

Az összehasonlított két időszakban az egyes képzésekre felvett tanulói létszám értéke 15 %-kal, 78-ról 66 főre csökkent. Eközben ugyanebben az időszakban, mely még a régi módszertannal tavalyról áthúzódó képzéseket is tartalmazott, a folyamatban lévő képzéseken sikerrel végeztek száma 5 %-kal, 37-ről 34 főre csökkent.

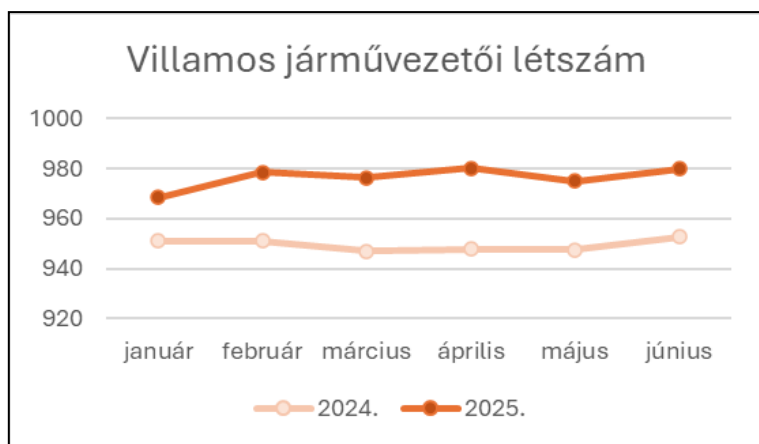


2. ábra

Villamosvezető tanulók (felvett, végzett) létszámának alakulása a vizsgált időszakban

E létszámcsökkenés azonban nincs szoros összefüggésben a képzési szabályok modernizálásával, hiszen a felvételi folyamatok több hónappal a vizsgált időszakok előtt kezdődtek. Leginkább környezeti tényezőként szerepelnek itt. Képzéseink sikerességi rátája (a végzettek a felvettek arányában) 52%-ról 53%-ra növekedett, és a jövőben ennek az arálynak a 60-65%-ra növekedését várjuk.

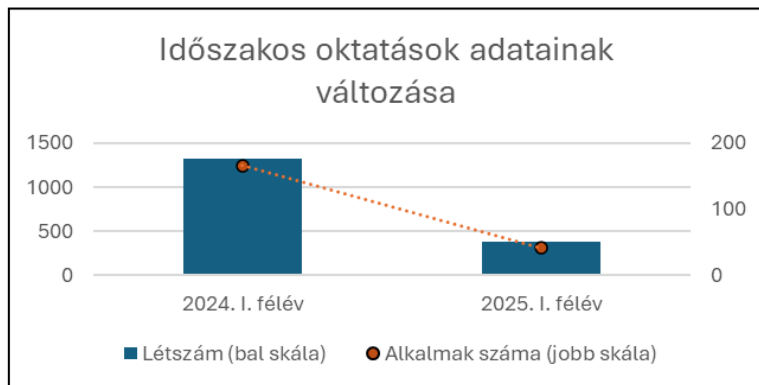
Mindeközben a járművezetők állományi létszáma – az elvándorlások mérséklődésével együtt – 28 fővel növekedett, (3. ábra) ezzel csökkent a járművezetői túllórák száma, amely járulékos hatásként jelentkezik, és nominálértéken éppen ellensúlyozza az év eleji béremelést követő bérköltség-növekedést.



3. ábra

Villamos járművezetők létszámának alakulása a vizsgált időszakban

Az időszakos oktatások óraszámának racionalizálásával (4. ábra), valamint a munkaköri hierarchia miatti kevesebb szükséges alkalom miatt, csökkent az oktatási távollétek miatti bériáramlás. A csökkenés mértéke 26,3 millió forint volt az első félévben. 2024. I. félévében (a korábbi oktatási rend szerint) 1328 fő vett részt 166 oktatási alkalmon, míg 2025. I. félévében (a modernizált oktatási rend szerint) 388 fő vett részt 42 alkalmon.



4. ábra

Időszakos oktatások rendjének változása a vizsgált időszakban

A hatósági vizsgadíjak is emelkedtek időközben [11]. Az első féléves vizsgák számának csökkenése éppen ellensúlyozza a díjemelkedés mértékét. Számszerűen, az érintett időszakokban 14%-kal, 222-ről 191-re csökkent a hatósági vizsgák száma, miközben a díjösszeg nagyságrendileg nem változott (2,65 millió forint mindkét időszakban).

A modernizált környezetbe illesztett képzési modulok óraszám-csökkenése miatt az I. félévben 368 órával kevesebb tanulói tevékenység keletkezett, továbbá összesen 760 óranyi oktatói teljesítmény volt fordítható más tevékenységek elvégzésére.

Össességében, mindezeknek megfelelően, az első féléves megtakarítások mértéke nagyságrendileg 89 millió forintra tehető, amelyhez az egzakt módon nem számszerűsíthető hatékonyságnövekedés illeszthető. Ez az optimalizált működés a szabályrendszer folyamatos alkalmazásával

fenntartható, nem egyszeri megtakarításként jelentkezett. A II. félévre tervezett képzési, oktatási és vizsgafolyamatok figyelembevételével prognosztizálható, hogy társasági szinten nagyságrendileg 200 millió forinttal kedvezőbb működést lehet realizálni a korábbi évekhez képest.

Konklúzió

Először is közös üzemeltetői és képzőszervezeti érdek, hogy a vasútszakmai képzések, oktatások és vizsgák a lehető leghatékonyabb állapotára törekedve végezzük napi üzemviteli feladatainkat. Amennyiben a számos külső és belső kihívásra megfelelően tudunk reagálni, az a fenti célt szolgálja. Fontos tanulság, hogy neheztető hatású külső tényezők esetén meg kell találni a párbeszéd lehetőségét, stratégiát kell alkotni a megoldás felé vezető úton, és a cél elérése érdekében az arra alkalmas, jártassággal rendelkező, magas kompetencia-szintű vezetőket és szakembereket kell team-be szervezve a feladattal megbízni. Amennyiben ez a típusú agilis érdekérvényesítő képesség még vállalatok közötti együttműködést, a hatósági intézményrendszerrel közös asszertív kommunikációt is eredményez, akkor az kihatással lehet a vállalati kultúrára is, ezért az ilyen folyamatoknak igen jelentős járulékos hasznossága is azonosítható.

Az elért eredmények nem a végső állapotot jelentik. A változó környezeti hatások mellett nem értelmezhető a végső állapot sem, sokkal inkább rugalmasabban, kisebb lépcsőkben szükséges a jövőben alkalmazkodni a kihívásokhoz. Továbbá fontos, hogy a humán erőforrás-menedzsmentben, illetve a szakmai képzésekben előttünk álló kihívások tekintetében rendelkezünk társasági, illetve ágazati szinten friss információkkal, kutatási eredményekkel. Ezért a multidiszciplináris kapcsolati háló, egyfajta tudományos munkaközösség részeként szükséges részt venni és jelen lenni ezekben a kutatási folyamatokban, a közösségi közlekedést üzemeltető szolgáltató társaságok részéről.

A 2.3.1.-2.3.3. alfejezetek szövege a szerző 2024. évi Mérnök-tanári diplomamunkájának rövid részleteiből aktualizálva került átemelésre.

A cikk megírásához hozzájárultak a BKV Zrt. Villamos Üzemigazgatóság gazdasági-, humán erőforrás- és oktatási szakértői is, akik a vizsgált időszakra vonatkozó összesített adatok megadásával segítették a szerző munkáját. Köszönet illeti őket.

Irodalomjegyzék

- [1] <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100019.NFM> (2025.07.07)
- [2] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32007L0059> (2025.07.07)
- [3] <https://www.w3.org/webat25/news/sir-tim-berners-lees-address-at-net-mundial> (2025.07.07)
- [4] Tari A.: Z generáció, Tercium, Budapest, 2011.
- [5] <https://www.theguardian.com/commentisfree/2011/apr/17/hephzibah-anderson-fomo-new-acronym> (2025.07.07)
- [6] <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F123568-000> (2025.07.07)
- [7] Keller, J., Kopp, T.: An Application of the ARCS Model of Motivational Design, pp.289-320. Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 1987.
- [8] Csíkszentmihályi M.: Flow - Az áramlat (A tökéletes élmény pszichológiája) Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001.
- [9] Nagy S.: Az oktatás folyamata és módszerei, Volos, Mogyoród, 1997.
- [10] <https://vizsgakozpont.hu/dijtablazat/vasuti-dijtablazat> (2025.07.07)

A mérővillamos mérőrendszerei és helyazonosítási fejlesztések

Ágh Csaba PhD

Budapesti Közlekedési Zrt.,
Villamos Pálya- és Műtárgyfenntartási Szakszolgálat
e-mail: aghcs@bkv.hu

Abstract

A vasúti pályafenntartás fontos feladata a pályafelügyeleti tevékenység, mely az infrastruktúra állapotának folyamatos figyelemmel kísérését jelenti. A rendszeres gyalogos pályabejárás, illetve vezetőálláson végzett pályabeutazás mellett műszeres méréseket is kell végezni, melynek egyik legkorszerűbb és termelékeny eszköze a három különböző mérőrendszerrel felszerelt BKV-mérővillamos. A pályafelügyelet során tett vizuális és műszeres hibaészlelések pontos helyazonosítása segíti a pályaalapot-leromlási idősorok trendelemzését. A gyakorlatban többféle helyazonosítási rendszerben dolgozunk: a tervezési alaptérképek, illetve a GNSS-műholdvevők geodéziai vetületi rendszereket alkalmaznak, míg a vasúti nyilvántartások a vágánytengelyek mentén értelmezett szelvényezésen alapulnak. Bár a műholdas helymeghatározásnak vannak – ebben a cikkben is tárgyalt – gyakorlati nehézségei, a műholdalapú technológia az okostelefonoknak, illetve centiméteres pontosságú korrekciós szolgáltatásoknak köszönhetően egyre nagyobb teret nyer. A földrajzi koordináták és a vasúti szelvényezés közti átszámítási módszer hiánya számos problémát és pluszfeladatot okozott a múltban. Ennek megoldására kialakítottuk a virtuális szelvény-referenciapontokon alapuló adatbázist, mellyel az átszámítás problémája megoldható, illetve további gyakorlati felhasználási lehetőségeket kínál.

Kulcsszavak: mérővillamos, vágánygeometria, szelvényezés, műholdas helymeghatározás

Bevezetés

A vasúti pálya- és járműfenntartási szakterületek alapvető célja a műszaki meghibásodásokból eredő balesetek, illetve szolgáltatás-kiesések megelőzése. A fő cél mellett figyelembe kell venni a pályafenntartási stratégiának a pályára engedélyezett sebesség és tengelyterhelés folyamatos fenntartását (sebességkorlátozások nélküli közlekedést), ezzel együtt a pálya-jármű rendszer műszaki avulásának, elhasználódásának lassítását [1].

A vasúti pályafenntartási döntések meghozásához szükséges a pályafelügyeleti tevékenység el látása, melybe beletartozik például a gyalogos pályabejárás, vezetőálláson végzett pályabeutazás, kitérővizsgálat, hídvizsgálat [2].

A pályafelügyelet, illetve műszeres pályadiagnosztika – a mérés technikai feladatok mellett – egyik fontos kihívása a vizsgálati eredmények korrekt helyadatokkal történő ellátása [3].

1. A mérővillamos

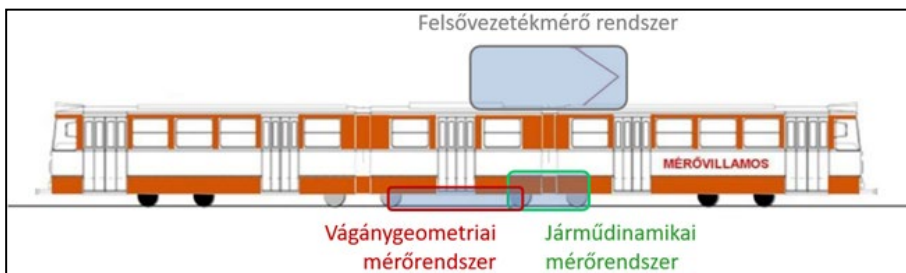
A pályahálózat-működtetők fent említett pályafelügyeleti tevékenységének speciális diagnosztikai eszköze az önjáró mérőjármű. A BKV mérőjárműve a Ganz ICS típusú járműből mintegy tíz évvel ezelőtt kialakított 7476 pályaszámú mérővillamos. A mérővillamos Budapest 300 vágánykilométeres közúti vasúti vágányhálózatát évente kétszer járja végig, vagyis a hálózat minden szakaszáról egy tavaszi és egy őszi mérési eredmény keletkezik.

1.1. A mérővillamos mérőrendszerei

A mérővillamoson napjainkban három magyar gyártmányú mérőrendszer működik (1. ábra):

- a járműdinamikai mérőrendszer,
- a vágánygeometriai mérőrendszer
- a felsővezeték-mérő rendszer,

melyeket közös számítógép vezérel és helyazonosításuk is közösen, központilag történik.

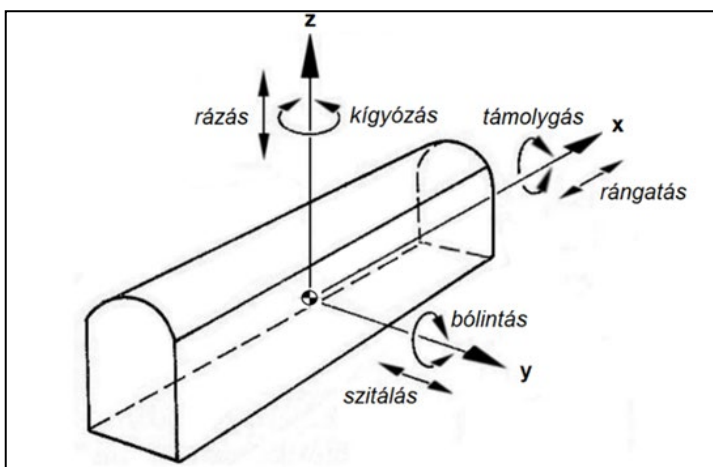


1. ábra

A mérővillamos mérőrendszereinek elhelyezkedése

1.1.1. Járműdinamikai mérőrendszer

A járműdinamikai mérőrendszer a szabálytalan járműmozgásokat (2. ábra), rezgéseket méri, és ezekből következtet a vágány szabálytalanságaira.



2. ábra

A szabálytalan járműmozgások típusai

A rendszer gyorsulásmérők jeleit használja fel, melyek az 1. ábrán jelölt kerekeken (3. ábra) és forgóvázon, valamint a kocsiszekrényen találhatók [4]. A mérőrendszerbe integrált kamerák a vágányról folyamatosan képet rögzítenek. A mérőrendszer nyers gyorsulásjeleiből eredmény-paramétereket számít a mérőrendszer, ilyenek például a pálya-többletterhelési vagy utazási komfortparaméterek. Az általános pályaállapot-megítélés a járműdinamikai mérőrendszer esetében a Dinamikai Minősítő Szám (DMSZ) segítségével történik a gyakorlatban, mely a különféle rezgések, illetve gyorsulások súlyozott összegeként áll elő. A mérővillamos ezen kívül a kerekek rezgései alapján a hullámos kopással való érintettség magas valószínűségét is jelezni tudja, erre külön értékelési adatsor szolgál. A járműdinamikai mérési eredmények erősen függenek a mérővillamos pillanatnyi haladási sebességétől, hasonlóan a MÁV FMK-007 jelű mérőkocsijának járműdinamikai rendszeréhez [5, 6].



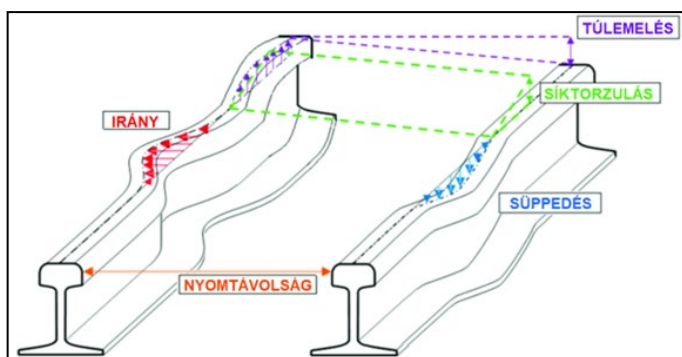
3. ábra

Gyorsulásmérő szenzor a mérővillamos kerekén

1.1.2. Vágánygeometriai mérőrendszer

Az előző fejezetben említett szabálytalan járműmozgásokat rendszerint pálya- vagy járműhibák okozzák. Az optikai elvű vágánygeometriai mérés a vágány különböző típusú fekvéshibáinak (4. ábra) milliméterben vett nagyságait képes szolgáltatni:

- nyomtávolság,
- irány (húrmagasság),
- süppedés (hosszfekszint),
- túlemelés (keresztfekszint),
- síktorzulás.

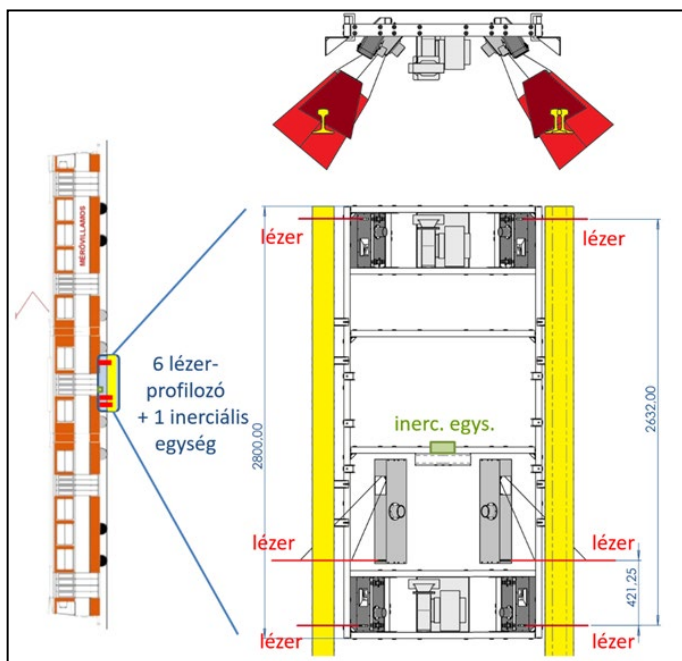


4. ábra

Vágánygeometriai paraméterek

A mérővillamossal történő vágánymérés – a korábban alkalmazott, kézzel tolható vágánymérő berendezéssel szemben – a jármű saját tömegéből fakadó terhelés során kialakuló valós vágánydeformációkat rögzíti. Ezáltal olyan, úgynevezett „vaksüppedések” is kimutathatóvá válnak, melyek a könnyű kézi vágánymérő keret alatt nem jelentkeznek. A vágánygeometriai mérési eredmények a mérővillamos pillanatnyi haladási sebességétől lényegében függetlenek. A mérővillamos hatékonyabban (kevesebb ráfordított munkaórával) méri fel a hálózatot a kézzel tolható mérőkeret alkalmazásához képest.

A vágánygeometriai mérőrendszer hat lézerprofilozóból (melyek mindegyike egy-egy lézerforrást és kamerás egységet tartalmaz), valamint egy inerciális egységből (IMU) áll. Ezek jármű alján történt elhelyezését a 5. ábra mutatja be.



5. ábra

A vágánygeometriai mérőrendszer szenzorainak elhelyezkedése a mérővillamason

A lézerforrások által kibocsátott lézernyalábok a sínfejekre vetülnek (6. ábra), amelyeket a lézerek mellé telepített kamerák vesznek fel, s az aktuális sínkeresztmetszetek vágánygeometriai szempontból releváns felső és oldalsó pontjait szoftveresen határozzák meg. A süppedés (hosszfekszint) és az irány paraméterek a két szélső lézer által meghatározott pontok – mint virtuális hűrvégpontok – által kifeszített virtuális húr középső lézeres keresztmetszet által mért virtuális húrmagasságaként értelmezhetők, így azok eredeti, feldolgozatlan értéke függ a mérővillamos aszimmetrikus lézerelrendezésének méreteitől [7]. Azonban a szoftver a végeredményként – átszámítás után – süppedés és irány tekintetében is 2+2 méteres húrral mérhető húrmagasságértéket szolgáltat, mely a 4 méternél kisebb lokális hibák nagyságát torzítás nélkül mutatja meg [8]. Az inerciális egység alapvető feladata a keresztfekszint (túlemelés) számításához szükséges járműdőlésszög érzékelése.



6. ábra

A vágánygeometriai szenzorok által sinszálakra bocsájtott hat vörös lézernyaláb fényei

A vágánygeometriai mérőrendszer alkalmas a Közúti Vasúti Pályafelügyeleti és Pályakarbantartási Utasítás (P.2. kötet) szerinti [2], gépi vágánymérés során kötelezően vizsgálandó vágánygeometriai paraméterek mérésére.

1.1.3. Felsővezetéki mérőrendszer

A mérővillamos a BKV Zrt. Villamos Áramellátási Szakszolgálatára számára felsővezeték-mérési eredményeket szolgáltat. Forgólézerez technológiával méri a munkavezeték magassági és oldalirányú helyzetét (kígyózását). Regisztrálja az áramszedőre ható erőket, az áramszedő palettájának gyorsulásértékeit, a feszültséget és az átfolyó áramot, valamint több pozícióból videofelvételeket (7. ábra), továbbá hőkamerás felvételt is készít.



7. ábra

A felsővezetési mérőrendszer egyik kameraképe

1.2 A mérővillamos jelenlegi helyazonosítási megoldásai

A mérővillamos a kerék elfordulásai alapján méri a megtett távolságot, illetve fel van szerelve műholdas helymeghatározó rendszerrel is (GNSS).

A mérővillamos mérési eredményeit

- diagramos,
- térképes,
- táblázatos

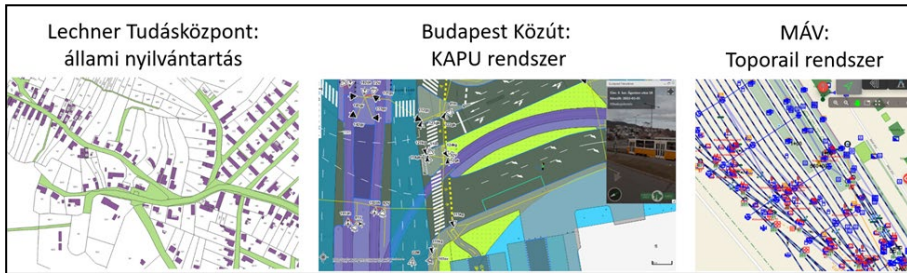
formákban lehet megtekinteni. A szelvényalapú diagramos elemzési forma lehetőséget ad különböző mérési időszakok közti pályaállapot-változás ábrázolására, illetve vagy különböző mérési-kiértékelési paraméterek közti összefüggések [9,10] elemzésére.

A diagramokon való tájékozódást segítik az úgynevezett objektummarkerek (8. ábra), melyek a grafikonok felett megmutatják a kitérők, útatjárók, peronok, hidak stb. helyét.

A térképen könnyen beazonosíthatók az egyes helyszínek, de egyszerre csak egyféle adatsor ábrázolható rajta.

Érdemes megemlíteni néhány – témánk szempontjából fontos – nagyobb térinformatikai adatbázist, mely a vasútfenntartás egyes céljaira is alkalmazható Magyarországon (9. ábra):

- a Lechner Tudásközpont kezeli az állami ingatlan-nyilvántartási térképi adatbázist;
- a Budapest Közút fejlesztette ki és működteti a „KAPU” elnevezésű webes térinformatikai portált, mely a teljes fővárosi közúti nyilvántartás mellett megjeleníti a közúti vasúti pályákat is;
- a MÁV Csoport saját céljait szolgálja a „Toporail” elnevezésű, nagyvasúti pályaojektumokat és a vágányok szelvényezését is tartalmazó térinformatikai rendszere.



9. ábra

Fontosabb térinformatikai adatbázisok

2.1.1. Vasúti helymeghatározó megoldások

A vasúti mérőjárműveken alkalmazható helyazonosítási megoldásokat [3] a 10. ábrán látható módon csoportosítottam. Összegző módszereknek neveztem el egy ismert ponttól távolodva a megtett utat számító módszereket: ehhez a kerekek megtett fordulatait kell összegezni, vagy a gyorsulásmérő, illetve szögsebességmérő szenzorok jeleinek idő szerinti megfelelő integrálásával (összegzésével) kell a leírt pályát kiszámítani (hasonlóan egyes repülési navigációs rendszerekhez).

Kerékfordulatok összegzése az alábbi (1) séma szerint történik:

$$x = x_0 + r \int d\Phi, \quad (1)$$

ahol

- x a vágánytengely mentén meghatározott pozíció (szelvény) [m],
- x_0 a vágánytengely mentén meghatározott kezdőpozíció (szelvény) a mérés kezdetén [m],
- r a kerék névleges futókörugara [m],
- $d\Phi$ a differenciálisan kicsiny kerékelfordulás szöge [radián].

A megtett út gyorsulásmérés-alapú meghatározásának alapja az alábbi (2) séma szerinti kettős integrálás:

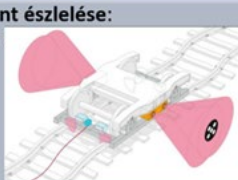
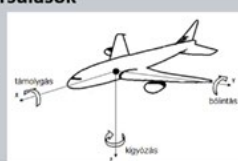
$$x = x_0 + \iint a_x dt dt, \quad (2)$$

ahol a fent említett x és x_0 jelentése ugyanaz, továbbá

- a_x a jármű vágánytengely-irányú gyorsulása [m/s^2],
- t az idő [s].

Pontszerű módszereknek neveztem el azokat az eljárásokat, melyek külső referenciapontok észlelése alapján képesek a pozíció meghatározására. Ilyen referenciapontok lehetnek optikai módon automatikusan felismerhető (szkennelhető) ábrák, mágneses úton érzékelhető hézagok

a kitérők keresztezési csúcsa előtt, vagy akár aktív jelfeladást végző, vágányba épített balízkok; továbbá logikailag ebbe a körbe tartoznak a Föld körül keringő GNSS-műholdak is.

	összegző	pontszerű
földfelszíni	megtett út mérése: mérőkerék, útdő stb. 	referenciapont észlelése: szelvényjelző (optikai), kitérő (mágneses), balíz (feladott jel) 
térbeli	térbeli gyorsulások mérése: inerciális navigációs egységek 	GNSS-műhold-jelek vétele 

10. ábra

Helyazonosítási módszerek csoportosítása

Tapasztalataim szerint az összegző módszerek előnye, hogy lényegében folyamatosan, nagyon nagy gyakorisággal képesek a pozíció meghatározására, hátrányuk azonban, hogy apró mérési hibáik halmozódhatnak, és a kezdeti ponttól távolodva pontatlanságuk folyamatosan növekszik. A pontszerű módszerek előnye, hogy hibáik nem halmozódnak, az aktuális pozíciómeghatározás pontossága nem függ a korábban meghatározott pozíciók pontosságától. Hátrányuk viszont, hogy fix referenciapontok csak ritkán találhatók a pályában, pozicionálás ezért csak diszkrét időpontokban végezhető (illetve a műholdas helymeghatározás időbeli mintavételezési sűrűsége is korlátozott).

A fenti előnyök egyesítésére és hátrányok minimalizálására az összegző és pontszerű módszerek kombinálását javaslom.

Közüti vasúti pályanyilvántartási helyszínrajzaink készítésénél centiméteres nagyságrendű pontossági igény merül fel, amely GNSS-vevős felméréssel, RTK-korrektció alkalmazásával teljesíthető. Vasúti pályaobjektumok felmérésénél többször nehézséget okozott számunkra, sőt meg is hiúsította néha a centiméteres pontosságú GNSS-vételt az ionoszféra zavaró hatása. A Nap elektromágneses sugárzása, illetve részecskesugárzása változóképpen ionizálja a Föld ionoszférájában lebegő semleges molekulákat. A nagy sűrűséggel változó elektrontartalom a GNSS-jelek feldolgozásában alig lekövethető, ugrásszerű hatásokat okoz. Mivel a zavaró hatás alapvetően a Naptól függ, befolyásolja azt [11]:

- a 11 éves visszatérési idővel tapasztalható napfolttevékenység-élénkülés hatása (mely éppen idén éri el kedvezőtlen tetőpontját),
- az évszakok hatása (télen kedvezőtlen az ionoszférikus hatás) és
- a napszakok hatása (déli órákban kedvezőtlen).



11. ábra

A nagy pontosságú GNSS-vélt zavaró ionoszférikus hatások időbeli hullámzása

Legkedvezőtlenebb tehát 2025 telén, a déli órákban mérni. Természetesen a pontosságot tovább ronthatja a szűk utcákban a magas épületek eget kitakaró hatása, illetve ha régi, korszerűtlen GNSS-vevővel dolgozunk.

Ahogy a fentiekben említettem, pályafelületei célokra elegendő a méteres pontosságú adatok regisztrálása, ebben az esetben a GNSS-vevők általános pontossága (vagy az olcsóbb DGNSS-korrekciónal elérhető deciméteres nagyságrendű pontosság) rendszerint elegendő, ezért a fent említett ionoszférából származó zavaró hatás a kisebb pontossági igényű GNSS-felméréseket (pl. a mérővillamos szokásos helyazonosítását) érdemben nem zavarja meg.

2.2. Helyazonosítási fejlesztések

2.2.1. A BKV új szelvényreferenciapont-adatbázisa

A szelvényalapú és földrajzi koordinátákon alapuló helyazonosítás közötti gyors átszámítás megvalósítására napjainkban komoly igény jelentkezik, mert a műholdas helyazonosítási megoldások térnyerése mellett a pályafelületei gyakorlatban – az adatok ábrázolhatósága, összevethetősége miatt – továbbra is általánosan alkalmazott a vonal menti vonatkoztatási rendszer (szelvényezés) használata. A földrajzi koordináta-rendszer és a vágánytengelyek által meghatározott szelvényértékek közötti, mérővillamoson is alkalmazható, általam már nagyvasúti mérőkocsin gyakorlatban is meghonosított [12] átszámító módszerem a virtuális szelvény-referenciapontok adatbázisán alapul.

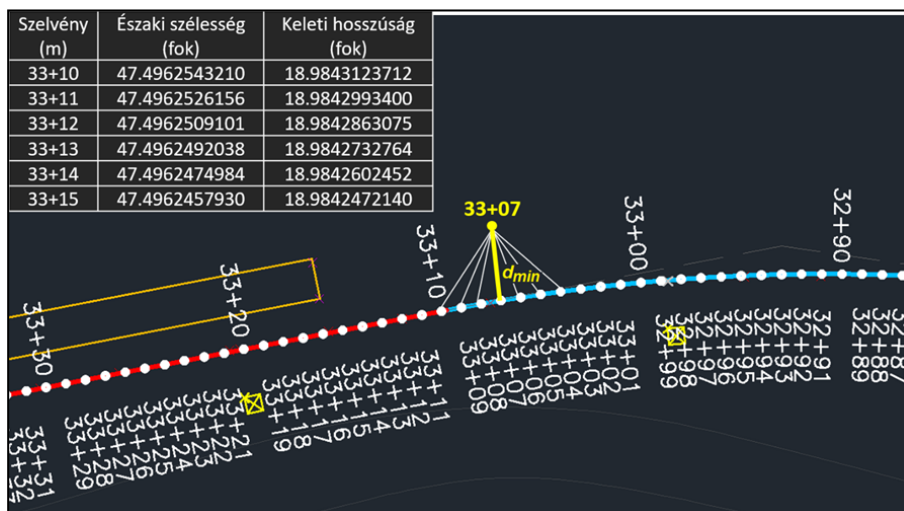
A vágánytengelyeken – a BKV villamospályáinak digitális nyilvántartási helyszínrajzai alapján – 1 méterenként virtuális referenciapontokat hoztunk létre, melyek szelvényszámát, EOY-koordinátáit és GNSS-vevők által is használt földrajzi koordinátáit adatbázisba írtuk. Bármely pályába eső vagy pályához közeli pont szelvényszámának meghatározásához a következő vetítő (minimumkereső) algoritmust alkalmazzuk (12. ábra). Az ismeretlen ponthoz legközelebbi virtuális szelvény-referenciapontot, (vagyis a d_{min} -hez tartozó referenciapontot) keressük, melynek során a minimalizálandó d célfüggvény (GNSS-koordináták esetén) a következő:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(lat_i) \cdot \sin(lat_m) + \cos(lat_i) \cdot \cos(lat_m) \cdot \cos(lon_m - lon_i)], \quad (3)$$

ahol:

- d az ismeretlen szelvényű pont és az i -edik szelvény-referenciapont távolsága (m),
- R a Föld sugara, melynek értéke Budapestnél $R = 6\,371\,000$ m,
- lat_i az i -edik referenciapont földrajzi szélességi koordinátája (radián),

- lon_i az i -edik referenciapont földrajzi hosszúsági koordinátája (radián),
- lat_m az ismeretlen szelvényű pont földrajzi szélességi koordinátája (radián),
- lon_m az ismeretlen szelvényű pont földrajzi hosszúsági koordinátája (radián).



12. ábra

Virtuális szelvény-referenciapontok és ismeretlen pont szelvényt meghatározása

2.2.2. A virtuális szelvényreferenciapont-adatbázis felhasználása

A szelvény-referenciapontok adatbázisának segítségével minden felmért és műholdas helymeghatározással eltárolt pont megjeleníthető és tárolható szelvényt szám-alapú diagramokon, illetve adott szelvényt számú pont gyorsan megtalálható online térképeken.

A virtuális szelvényreferenciapont-adatbázis segítségével korábbi szelvényalapú nyilvántartásokat tudunk ábrázolni online térképen. Megjeleníthető például ezáltal az egyes felépítménytípusok, sebességkorlátozott szakaszok elhelyezkedése a villamosvonalakon.

Ahogy fent a mérővillamos kapcsán említettem, a kerékfordulatszám-alapú helymeghatározás hátránya, hogy apróbb hibák (kerékcsúszások) befolyásolhatják az eredményét. Ezért indokolt a mérővillamoson kombinálni ezt a műholdas helymeghatározással. A virtuális szelvényreferenciapont-adatbázis lehetőséget ad arra, hogy a fellelt pályahibák szelvényt számát a mérővillamos GNSS-vevője alapján pontosítsuk, és így mentjük el a pályafelügyeleti adatok közé.

Ahogy a mérővillamosról szóló fejezetben említettem, a pályaojektumok (kitérők, útátjárók, hidak stb.) markerezése jelenleg kézi nyomógombokkal történik. Ennek műholdalapú automatizálásához szintén felhasználjuk a referenciapont-adatbázist. A pályaojektumok szelvény-referenciapontjai melletti elhaladás automatikusan rögzül majd a fent említett (3) képlet szerint. A markerezési tevékenység automatizálásával a mérővillamos személyzete egy fővel csökkenhet a jövőben, ami gazdaságosabbá teszi a mérések lebonyolítását.

A virtuális szelvényreferenciapont-adatbázisra támaszkodva HTML, PHP és JavaScript nyelvek alkalmazásával írtam egy webalkalmazást, mely tetszőleges mobiltelefonok szenzoradatait felhasználva meghatározza a készülékek pillanatnyi helyzetét egy adott villamosvonal vágánytengelyéhez képest, és automatikusan megadja a szelvényt számokat. A telefonos webalkalmazással

– mely a telefon beépített szenzoraira támaszkodik – általában 2...10 méter közötti pontosságú helymeghatározás érhető el. Az alkalmazás képes egy központi szerveren rögzíteni a telefont tartó kolléga helyének szelvényszámát egy tetszőleges szöveges megjegyzéssel együtt. Így ez a – bármilyen mai okostelefonon működő – kis program alkalmassá válik a gyalogbejárást végző pályafelügyeleti kollégák munkájának támogatására, az észlelt pályahibák helyének és leírásának valós idejű központi rögzítésére.



13. ábra

Helyszíni szelvénymeghatározásra és megjegyzésrögzítésre írt telefonos webalkalmazás

Konklúzió

A mérővillamos vágánygeometriai, járműdinamikai és felsővezetéki mérőrendszereivel komplex mérési eredményhalmazt szolgáltat. Az eredmények helyes értelmezéséhez, alapos elemzéséhez szükséges a leromlási trendek elemzése és a különböző mérési-vizsgálati eredmények (pl. mérővillamos és gyalogbejárás) közti összefüggések feltárása. Nyilvántartási adatbázisok és összetett elemzések a térképi mellett szelvényalapú adattárolást és megjelenítést is megkövetelnek. Egyre nagyobb teret nyer munkáink során a műholdas helymeghatározás: különböző pontossági igényekhez igazodva különböző GNSS-vevőket alkalmazunk. Nagy (centiméteres nagyságrend) pontossági igényű felmérések ütemezése során – tapasztalataink szerint – a Föld légkörének sajátosságai miatt egyes időszakokban bizonyos napszakok kerülendők.

Az általam kifejlesztett virtuális szelvény-referenciapontokon nyugvó adatbázis lehetőséget teremt a közúti vasúti vágányhálózat szelvényalapú és térképes, illetve GNSS-alapú nyilvántartásának és méréseinek összekapcsolására, mely számos gyakorlati felhasználási lehetőséget kínál.

Irodalomjegyzék

- [1] Ágh Cs. (2019): Vasúti pályák vizsgálatának korszerű módszerei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 29(1), pp. 219-230.
- [2] BKV Zrt. (2020): Közúti Vasúti Pályafelügyeleti és Pályakarbantartási Utasítás (P.2. kötet). *Helyi érvényességű feltétfüzet*.
- [3] Ágh Cs. (2024): A vasúti vágány fekszint- és irányméréseinek értékelése járműdinamikai szempontból. *Doktori értekezés, Széchenyi István Egyetem, Győr*.
- [4] Vinkó Á., Posgay Z. (2018): A közúti vasúti pálya állapotfelmérésének és minősítésének rezgésdiagnosztikán alapuló új módszere. *Konferenciakiadvány: Közlekedéstudományi Konferencia, Győr, 2018. március 22-23., pp. 590-598*.
- [5] Ágh Cs. (2018): A new arrangement of accelerometers on track inspection car FMK-007 for evaluating derailment safety. *Konferenciakiadvány: Proceedings of 23rd International Seminar Track Maintenance Machines In Theory and Practice. Zsolna, Szlovákia, pp. 7-14*.
- [6] Ágh Cs. (2019): Az FMK-007 mérőkocsi új járműdinamikai mérőrendszere. *Sínek Világa*, 61(4), pp. 2-6.
- [7] Ágh Cs. (2018): Vágánygeometriai irány- és fekszinthibák valós nagyságának értékelése húrmérési eredmények alapján. *Közlekedéstudományi Szemle*, 68(5), pp. 45-55.
- [8] Ágh Cs. (2021): Measurement distortion analysis of repetitive and isolated track geometry irregularities. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 65(3), pp. 852-865.
- [9] Ágh Cs. (2019): Comparative analysis of axlebox accelerations in correlation with track geometry irregularities. *Acta Technica Jaurinensis*, 12(2), pp. 161-177.
- [10] Ágh Cs. (2023): Connection between track geometry quality and dynamic vehicle response at various speeds. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 18(3), pp. 169-187.
- [11] Lechner Tudásközpont: GNSS RTK mérések és az ionoszféra: Hogyan alkalmazkodjunk? https://www.gnssnet.hu/pdf/ionoszfera_aktivitas-2023.pdf
- [12] Ágh Cs. (2021): Modern vágánygeometria-, járműdinamika- és űrszelvénytérkép virtuális helyazonosítási referenciapont-hálózattal. *Kiadvány: A MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. 25 éve. MÁV KfV Kft., Budapest, pp. 12-17*.

Kerékabroncs-élettartam maximalizálása

Szepcsik Péter

Budapesti Közlekedési Zrt.,

Villamos Járműműszaki Főmérnökség, Járműműszaki Osztály

szepcsikp@bkv.hu

Abstract

A cikk a közúti vasúti járművek kerékesztergálásokor realizálódó átmérővesztés csökkentésének lehetőségét vizsgálja. Esettanulmányon keresztül bemutatja a takaréprofil alkalmazását. A megközelítés viszonylag új, annak gyakorlati tapasztalatai jelenleg nem állnak rendelkezésre a vállalatnál

Kulcsszavak: kerékkopás, eszterga, kerékprofil, villamos, BKV

Bevezetés

A közúti vasúti járművek kerékabroncsainak természetes elhasználódása a kopás. A kerékprofil alakját, nevezetesen pontjainak méretét szabvány rögzíti. A profil helyreállítása a járművek üzemeltetése során rendszeresen jelentkező karbantartási feladat, amely ütemezetten, padló alatti kerékesztergán történik. Az esztergálás során anyagvesztés keletkezik, amelynek minimalizálása fontos üzemeltetési, gazdasági szempont. A cikk ennek keretrendszerét dolgozza fel egy, jelenleg még csak elméletben létező megoldási javaslat felvázolása mellett.

1. Kopási és esztergálási alapok

A közúti vasúti járművek üzemeltetése során a kerékprofil helyreállítása padló alatti esztergán valósul meg. A kerékpárok esztergálása során történik a kerékprofil helyreállítása, amely a kopottság mértékétől függő átmérővesztéssel jár. A veszteséget tovább növelik a kerékpáron belüli, forgóvázon belüli, és járművön belüli, kerékátmérő különbségre vonatkozó, járműspecifikus technológiában rögzített tűrések. CAF esetén 65 ekm a kerékesztergálás ciklusa, a többi – jelen cikkben – vizsgált típusé állapotfüggő. A tervezett esztergáláson kívül keréklaposodás esetén rendkívüli esztergálásra kerül sor. Üzemszervezési nehézségek és az esztergakapacitás korlátozottsága miatt az állapotfüggő esztergálás ciklusa elmarad az ideálistól, azonban ez a kérdéskör jelen cikknek nem témája.

1.1. CAF kerékabroncs kopási jellemzői

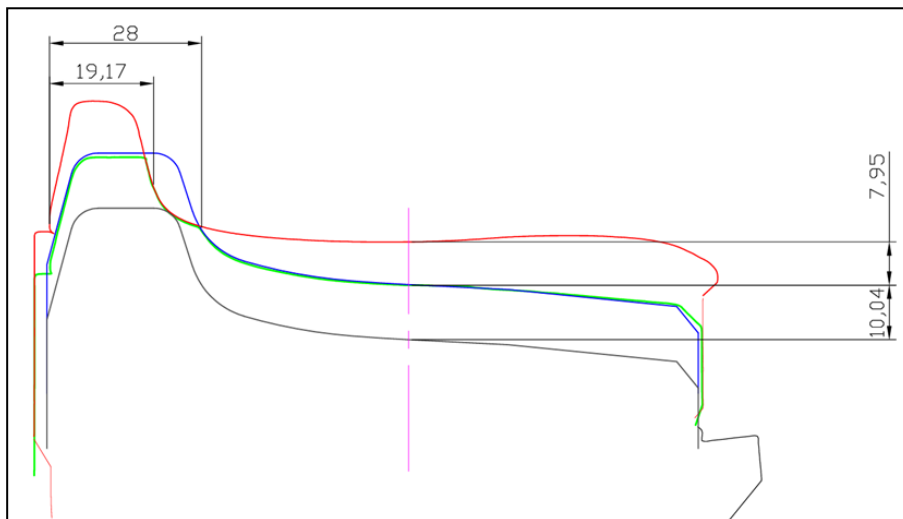
A CAF Urbos 3 típusú jármű multicukló kialakítású, modulokból áll, egyes modulok nem rendelkeznek forgóvázzal, ezek ún. befüggesztett modulok. Ezen kialakítás jellemzője, hogy a forgóvázak közötti kerékátmérő különbséget alátétezással lehet kompenzálni az egyes moduloknál, így csak a forgóvázon belüli kerékátmérőknek kell a tűrésen belül lenniük. Ebből következik, hogy egy ciklusrend szerinti magasabb szintű karbantartás esedékességekor jelentős átmérőkülönbség alakulhat ki az egyes forgóvázak között.

A CAF kerékabroncsok kiinduló átmérője 600 mm, a gyártói előírás alapján 520 mm az üzemelés során megengedhető minimális átmérő. Üzemeltetési tapasztalatok alapján az – üzemi kopást és az esztergálási veszteséget is tartalmazó – átmérőcsökkenés 100 ekm futásteljesítményre vetítve 15 mm. Ezt tekinthetjük tervezett kopásnak, tehát 500-600 ekm futást követően az abroncs új állapotúra cserélendő; élettartama nagyjából egybeesik az 560 ekm futásteljesítmény elérésekor esedékes P3 szintű karbantartással. Ekkor megbontásra kerül a forgóváz és a portál-tengely, így célszerű ezen javítás alkalmával elvégezni az abroncs cseréjét.

Ha nem a tervezett módon kopik egy kerék, azaz az esztergálás során nagyobb átmérőcsökkenés szükséges az eredeti kerékprofil helyreállításához, az érintett forgóváz kisebb átmérőjű kerekekkel fog tovább üzemelni, így hamarabb éri el a minimális kerékátmérőt, tehát a P3 karbantartás előtt kell cserélni az abroncsokat. Ez többlet erőforrást igényel karbantartás oldalról, a járművet többször kell kivenni a forgalomból, tehát kerülendő.

1.2. Az esztergálás terjedelme

Elegendő-e a szabvány által előírt pontokon helyreállítani a profilt (a továbbiakban: részleges esztergálás), vagy azt a teljes kerékabroncs szélességben meg kell tenni? Ezt mutatja be a következő esettanulmány.



1. ábra

Esztergálási veszteségek részleges és teljes esztergálás esetén

Az 1. ábrán a piros szín az esztergálás előtti, a zöld a részleges esztergálás utáni, a kék pedig azt az elméleti kerékprofilot jelöli, amely a legutolsó fogáshoz tartozott, vagyis ami a piros kerékprofilból utoljára lett kiesztérve. Látható, hogy az esztergajegyzőkönyvben szereplő 28 mm-es nyomkarimavastagság a szükséges magasságban létrejött – de látható az a törés is, amely ezután a megmunkálatlan és a megmunkált felület határán keletkezett.

Ezen részleges esztergálás használata kerülendő, ugyanis a biztonságos futás, valamint a kerék jól előrejelezhető viselkedéséhez nemcsak a néhány definiált méretű ponton, hanem a teljes kerékprofilon szükséges a megfelelő geometria. Ráadásul egy ilyen törés megjósolhatatlan (valószínűleg kedvezőtlen) módon rontja az ívbenfutási tulajdonságokat, éppen azokban az esetekben, ahol a kerékterhelés átmenetileg lecsökken, és a nyomkarima már elkezd „felmászni” a

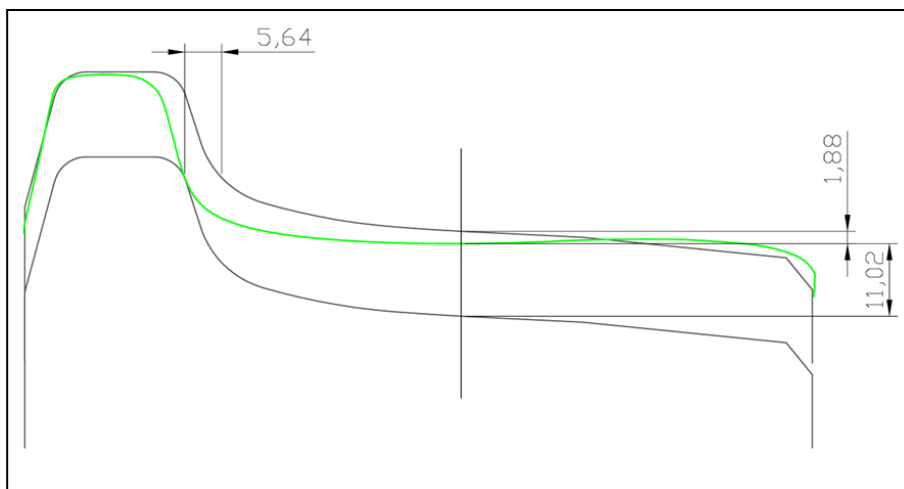
sínfej oldalán, vagyis a kisiklás előtti pillanatokban; vagy olyankor, amikor függőleges pályahiba miatt a kerék és a sín egymáshoz képesti pozíciója hirtelen megváltozik. Ilyen nehezen meghatározható határhelyzetekben szükséges az, hogy amennyi körülmény csak lehetséges, névleges állapotban legyen.^{[1][2]}

2. Megoldási ötlet: takaréprofil alkalmazása

A cél tehát a jármű forgóvázai közötti különbség minimalizálása. Ez elérhető az ún. takaréprofil alkalmazásával.

2.1. Takaréprofil használata normál esetben

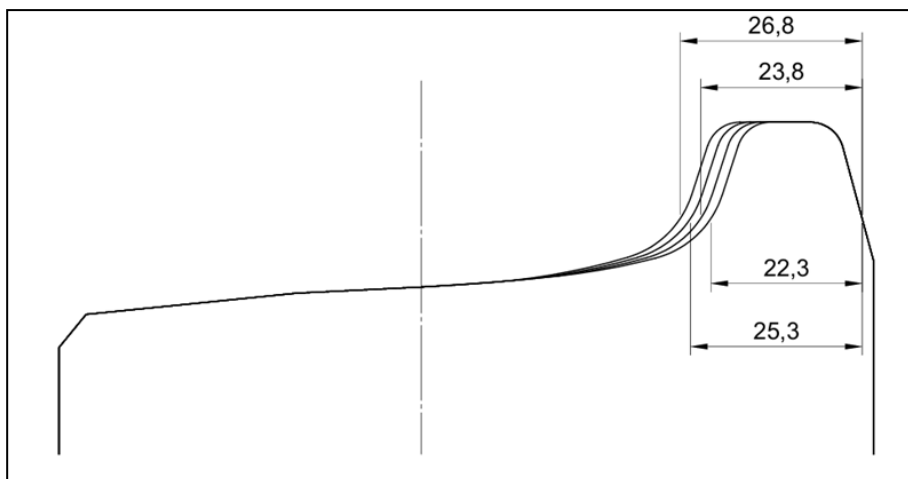
Az alábbi példa mutatja be a takaréprofil használatát. A 2. ábrán zöld színnel látható egy kopott kerékprofil. A felső fekete kontúr az eredeti kerékprofil, abból jutott el a zöld állapotig. A nyomkarima-vastagság 5,64 mm-t csökkent az előző esztergálás óta, a kifutás 1,88 mm. Ahhoz, hogy a teljes kerékprofil helyreálljon, a kerékesztergának annyi fogást kell vennie, amíg az új kerékprofil és az eredeti kerékprofil csak egy pontban érinti – és nem metszi – egymást (alsó fekete vonal). Hogy ez létrejöjjön, jelen példában 11,02 mm-t kell sugárirányban leesztergálni. Ez azt jelenti, hogy az átmérővesztés ebben az esetben 22,04 mm, miközben a kerékabroncs az új állapotából összesen legfeljebb 80 mm átmérővesztést szenvedhet el, mielőtt selejtezni kellene. Vagyis kizárólag egy ilyen esztergálás során az élettartami összehasználódásának több, mint negyedét szenved el.



2. ábra

Kifutás és esztergálási veszteség

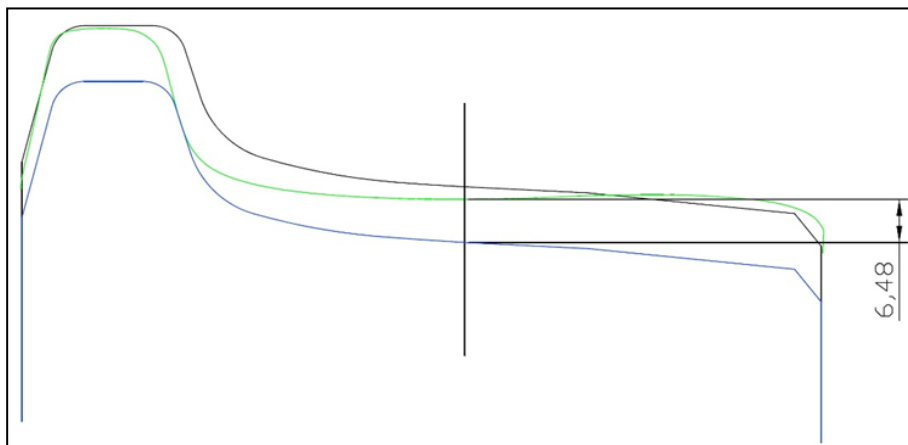
Ezt a jelentős átmérőcsökkenést hivatott mérsékelni a takaréprofil. A 3. ábrán látható a CAF által javasolt takaréprofil-sorozat. Ennek lényege, hogy a nyomkarima keréktalp felőli oldalát párhuzamosan eltolják a nyomkarima egyenes teteje mentén, és úgy fut be a keréktalpba. 1,5 mm-es lépcsőket alkalmazva az eredeti profil nyomkarima vastagsága 26,8 mm, az első lépcsőé 25,3 mm, a másodiké 23,8 mm, míg a harmadiké 22,3 mm.



3. ábra

Takarékprofil-sorozat

A takaréprofil hasznát az adja, hogy mivel egy keskenyebb nyomkarimát kell előállítani, ezért a takaréprofilnak és a kerék esztorgálás előtti felületének érintőpontja már nagyobb kerékátmérőnél létrejön, vagyis kisebb lesz az esztorgálási veszteség, ezt szemlélteti a 4. ábra.



4. ábra

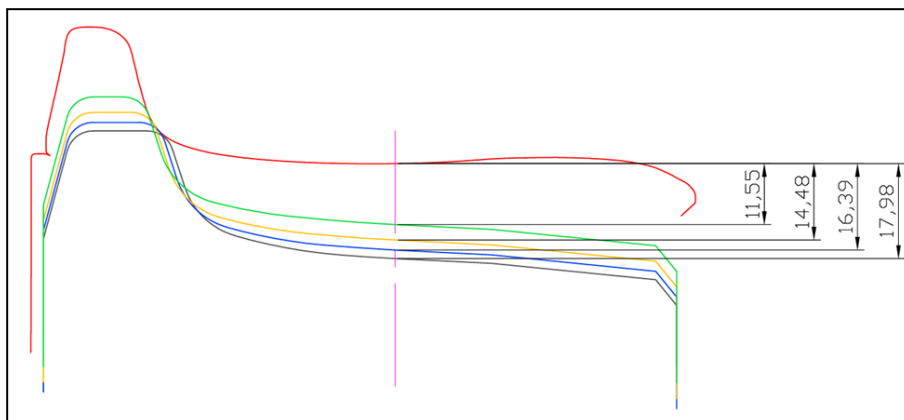
Esztorgálás takaréprofilfallal

Ha a 2. ábrán szereplő profil helyreállítása a takaréprofil-sorozat első lépcsőjével történik, látható, hogy az eredeti 22,04 mm átmérővesztéség 12,96 mm-re mérséklődik.

2.2. Takaréprofil használata részleges esztorgálás helyett

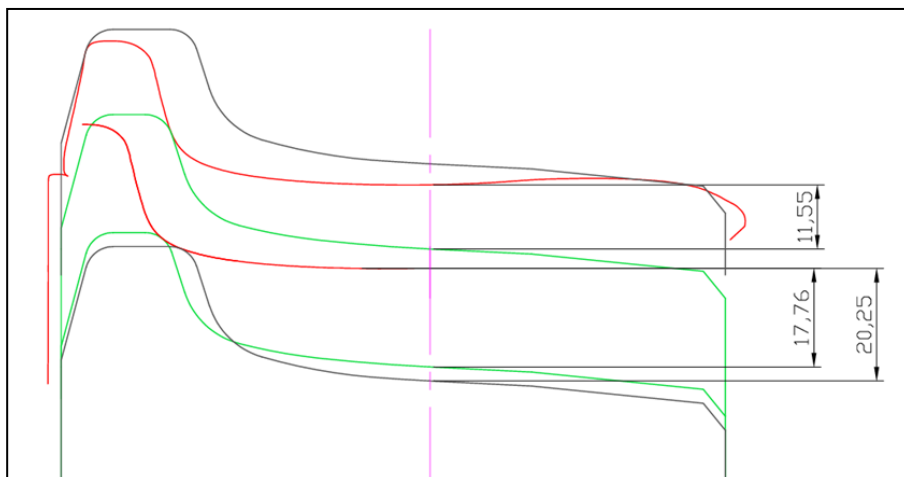
Az 1. ábrán fekete színnel jelölt a kerékprofilnak az a helyzete, ahol a nyomkarima már létre tud jönni teljes abroncsszélességben, ahol a bemeneti kerékprofil érinti. Látszik, hogy a részleges esztorgálás 7,95 mm vesztesége mellett további 10,04 mm-t, azaz összesen 17,99 mm-t veszítenénk miatta. Vagyis a teljes esztorgálási veszteség majdnem 36 mm lenne! Érthető, ha szeret-

nénk elkerülni ezt a veszteséget, hiszen az abroncs üzemí, vastagsági tartományának majdnem a felét elveszítjük az esztergálás során.



5. ábra

Az 5. ábrán piros színnel a kiinduló kopott profil, a fekete, kék, sárga, zöld színnel a takaréprofil sorozat elemei láthatóak. A legkeskenyebb, zöld takaréprofil esetén az esztergálási veszteség átmérőben 12,86 mm-rel kisebb, mint az eredeti profil használatakor lenne.



6. ábra

Természetesen, ha egy takaréprofil után vissza kívánunk térni az eredeti profilhoz, akkor még több anyag leválasztása szükséges, ezért szükséges egy szabályrendszer felállítása.

2.3. Esztergálási terv takaréprofilal

A CAF Urbos 3 esetében az okozza a nehézséget az életút meghatározásában, hogy számos járművön előfordulnak nagyon szélsőséges kopási képek; ugyanakkor nagy átlagban az üzem közbeni átmérőcsökkenés és az esztergálási veszteség szerényebb mértékű. A fenti példák szélsőséges esetek, amelyek azonban messze nem minden járműnél fordulnak elő.

Egy átlagos CAF jármű átlagos kerekének esztergálási ciklusa az üzemeltetői tapasztalat alapján 65 ekm (ennek során a teljes átmérőcsökkenés 4,55 mm, a nyomkarima vékonyodása 2,88 mm, az eredeti kerékprofilal történő esztergálás vesztesége átlagos esetben 6,6 mm az átmérőben). Az összehasonlításban 600 és 550 mm közötti kerékátmérő esetén az eredeti profillal esztergálunk. Amennyiben a kerékátmérő 550 mm, vagy annál kevesebb, megkezdődik a takaréprofilok használata. Innentől kezdve minden esztergálásnál eggyel keskenyebb takaréprofil esztergálunk a kerékabroncsra mindaddig, amíg az utolsó takaréprofil el nem érjük – ha azt elértük, és még mindig van lehetőség esztergálásra a bemenő kerékátmérő szempontjából, újra ugyanazt a profilt munkáljuk meg a keréken. Az 1. táblázatban látható egy-egy csak eredeti profillal, valamint takaréprofilal esztergált kerék életútjának 550 mm kerékátmérő alatti szakasza.

	Kerékátmérő eredeti profil esztergálása esetén	Kerékátmérő takaréprofil esztergálása esetén	Nyomkarima- vastagság eredeti profil esztergálása esetén	Nyomkarima- vastagság takaréprofil esztergálása esetén
1. esztergálás előtt	550 mm	550 mm	24,02 mm	24,02 mm
1. esztergálás után	543,4 mm	545,67 mm	26,8 mm	25,3 mm
2. esztergálás előtt	538,85 mm	541,12 mm	24,02 mm	22,52 mm
2. esztergálás után	532,26 mm	536,8 mm	26,8 mm	23,8 mm
3. esztergálás előtt	527,71 mm	532,24 mm	24,02 mm	21,02 mm
3. esztergálás után		527,12 mm		22,8 mm
		522,57 mm		19,92 mm

1. táblázat
Esztergálási életút

3. Takaréprofil más járműveknél

A CAF takaréprofilokhoz hasonlóan a T5C5, illetve TW6 típuscsalád járműveire is készült takaréprofil.

A T5C5 és TW6 járművek kerékesztergálás szempontjából konstrukciósan abban különböznek az előző fejezetben tárgyalt CAF járműtípustól, a T5C5 típus nem rendelkezik csuklóval, a TW6 típus Jacobs forgóváz elrendezésű, azaz a csukló alatt helyezkedik el a futó forgóváz. Ezen konstrukciós megoldások miatt nem elegendő a forgóvázon belüli kerékátmérők túrését betartani, a forgóvázak között is lényeges a kerekek mérete. Ebből következik, ha egy TW6 járműnek egy kereke nagyon kopott, és annak profilhelyreállításához 20 mm-t kell leesztergálni, akkor a többi

kerék hiába van jobb állapotban, a legkopottabbhoz kell igazítani a teljes jármű másik 15 kerekét.

A takaréprofilok alkalmazásának előnye ezen járműtípusok esetén a több esztergálási ciklusban jelenik meg, mivel a járműre vonatkozó tűrések biztosítják a kerékátmérők szűk tartományba esését.

Konklúzió

A közúti vasúti járművek kerékabroncsainak természetes elhasználódása a kopás. A profil helyreállítása bizonyos esetekben jelentős átmérővesztéssel jár. Ennek csökkentésére lehet megoldás a takaréprofilok alkalmazása.

A takaréprofilok alkalmazása nem lehet alkalom- és véletlenszerű, hanem szükséges egy esztergálási kerékabroncs-életutat kialakítani.

Az életút-elemzés alapján a CAF járművek esetén a takaréprofilok alkalmazásának célja elsődlegesen nem az abroncsélettartam meghosszabbítása, hanem a nem tervezett többlet-anyagleválasztás mérséklése annak érdekében, hogy a jármű kerékátmérőit azonos szinten lehessen tartani, de ideális esetben megvalósulhat egy esztergálási ciklussal való továbbfuttatás is.

T5C5 és TW6 járműtípusok esetén a takaréprofilok alkalmazásának célja még egy esztergálási ciklus lehet.

Irodalomjegyzék

- [1] BKV Zrt.: A kerék-sín kapcsolat vizsgálata a járműszerkezet, felépítményrendszerek, forgalmi terhelés szempontjából a budapesti Nagykörúton, Budapest, 2023
- [2] BKV Zrt.: A kerék-sín kapcsolat vizsgálata a járműszerkezet, felépítményrendszerek, forgalmi terhelés szempontjából a CAF Urbos 3 járművek és az 1-es, 3-as és 69-es viszonylatok kapcsán, Budapest, 2024



Állapotfüggő karbantartási stratégiák bevezetésének lehetőségei a vasúti üzemeltetésben

Csuti Péter Rudolf¹ – Dr. Hartványi Tamás²

¹ Hitachi Rail GTS Hungary Kft.
telefon: +36 20 502 3517
e-mail: peter.csuti@urbanandmainlines.com

² Revelator Kft.
telefon: +36 30 9291118
e-mail: tamas.hartvanyi@revelator.hu

Abstract

A vasúti alrendszerek, és különösen a járművek karbantartása során különös gondossággal kell eljárni, mivel a meghibásodás következtében jellemzően nem csak a közvetlen javítási költségek, hanem a közvetett költségek (üzemképtelenségből eredő költségek) és a lehetséges környezeti kockázatok költségei (balesetek, infrastruktúra károk, forgalomképtelenség, környezetszennyezés, személyi sérülések, esetleges halálesetek, stb.) jelentősek lehetnek. Emiatt a vasutak sokkal szigorúbb karbantartási rendszereket alkalmaznak, mint pl. az ipari termelő vállalatok, ahol a közvetlen kockázatok költségével nem, vagy csak kismértékben kell számolni. Lényeges probléma azonban az, hogy ezek a szigorúbb karbantartási rendszerek csak magas költségszintek mellett üzemeltethetők. Cikkünkben azt vizsgáljuk, hogy az ipari termelésben napjainkban végbemenő folyamatok (pl. Ipar 4.0) eredményeit felhasználva lehetséges-e gazdaságosabb karbantartási filozófiák alkalmazása a vasútüzemben a jelenleg is elvárt üzemeltetési biztonság fenntartása mellett.

Kulcsszavak: *vasúti alrendszerek üzemeltetése, vasúti járművek karbantartása, ipar 4.0, állapotfüggő karbantartás, RAMS*

Bevezetés

A különböző berendezések üzemeltetése során szembe kell nézni azzal a közismert ténnyel, hogy a gépek elromlanak. Ez azt jelenti, hogy – legtöbbször váratlanul – valamilyen hiba áll be a működésükben. Sokszor ezt a berendezés használója csak akkor veszi észre, amikor már egy láncfolyamat elindult, és a kezdeti hiba észrevehető működési zavarhoz vezet. Ekkor a berendezést meg kell javítani:

- legtöbbször ki kell venni a termelésből, vagy szolgálatból,
- meg kell állapítani a hiba/hibák okait,
- meg kell javítani, vagy ki kell cserélni a hibás alkatrészt, és
- újra üzemképpessé kell tenni a berendezést.

A vasúti alrendszerek, és különösen a járművek karbantartása során különös gondossággal kell eljárni, mivel a meghibásodás következtében jellemzően nem csak a közvetlen javítási költségek, hanem a közvetett költségek (üzemképtelenségből eredő költségek) és a lehetséges környezeti kockázatok költségei (balesetek, infrastruktúra károk, forgalomképtelenség, környezetszennye-

zés, személyi sérülések, esetleges halálesetek, stb.) jelentősek lehetnek. Emiatt a vasutak sokkal szigorúbb karbantartási rendszereket alkalmaznak, mint pl. az ipari termelő vállalatok, ahol a közvetlen kockázatok költségével nem, vagy csak kismértékben kell számolni. Lényeges probléma azonban az, hogy ezek a szigorúbb karbantartási rendszerek csak magas költségszintek mellett üzemeltethetők.

Cikkünkben azt vizsgáljuk, hogy az ipari termelésben napjainkban végbemenő folyamatok (pl. Ipar 4.0) eredményeit felhasználva lehetséges-e gazdaságosabb karbantartási filozófiák alkalmazása a vasúti üzemben a jelenleg is elvárt üzemeltetési biztonság fenntartása mellett.

1. A karbantartás célja

A karbantartás célja

- a berendezések komplex funkcionalitásának biztosítása
- tervezett ideig,
- meghatározott műszaki-gazdasági peremfeltételek mellett.

A karbantartás három fő területe:

- kezelés és gondozás
- felügyelet és vizsgálat
- helyreállítás és javítás.

A karbantartás jelentős szerepet foglal el a berendezések, mint termékek életciklusában, hiszen a használati idő az életciklus leghosszabb szakasza. Ennek feladatait mutatja a következő ábra:



1. ábra

Az üzemeltetés technológiai rendszere [1]

2. A meghibásodási folyamat

A további vizsgálatokhoz bevezetnünk néhány fogalmat:

- **Funkcionalitás:** A berendezés azon képessége, hogy elvárt igények szerinti működjön.

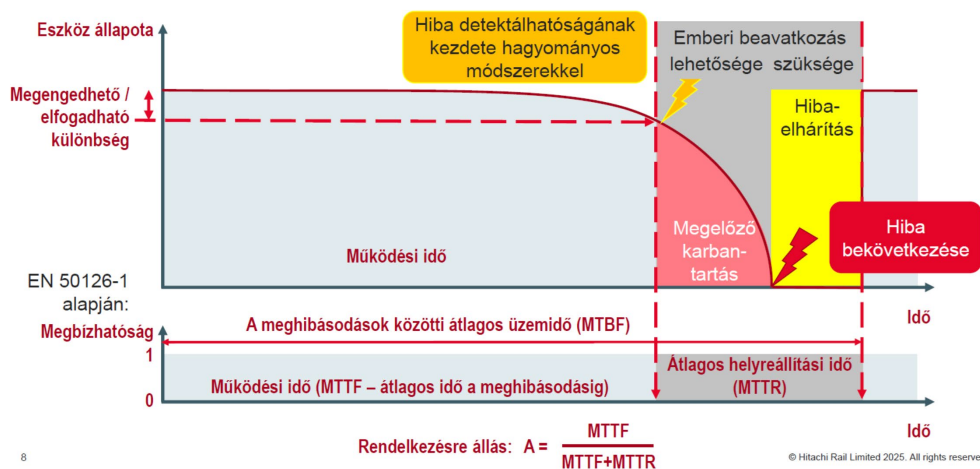
- Hiba: A berendezés olyan állapota, amely a funkcionalitás elvesztésével jár, vagy beavatkozás nélkül oda vezet.
- Hiba bekövetkezési valószínűség: A berendezés szerkezeti felépítésétől függő statisztikai ismerv, amely az adott hibára való „hajlandóságot” írja le.
- Karbantartási tevékenységek közvetlen költségei: A berendezések karbantartási tevékenységeivel összefüggésben felmerülő költségek összessége.
- Kockázat: A funkcionalitás elvesztésével bekövetkező események előfordulásának valószínűsége. Ez természetesen eseményfüggő, így nem egy kockázatról, hanem kockázatokról kell beszélnünk.
- Kockázati költségek: A funkcionalitás elvesztésével bekövetkező események tágabb értelemben vett költségeinek összessége. Ide értendők magában a rendszerben és a rendszer környezetében létrejövő károk együttesen. Ez utóbbiak nem minden esetben számszerűsíthető, amennyiben visszafordíthatatlan állapotváltozások következnek be: pl. halálesetek, súlyos környezeti károk.

A meghibásodás kapcsán a legnagyobb problémát az jelenti, hogy a bekövetkezés időpontja nem látható előre, vagyis a meghibásodás diszkrétan nem tervezhető. Alapvetően ebből adódik a meghibásodás kockázata is, mivel nem tudjuk, hogy a meghibásodás a berendezés milyen környezeti állapotában fog fellépni. (pl. egy fékhiba milyen sebességnél, milyen pályaszakaszon, milyen vonattípusnál, stb.)

Nézzük meg a hiba kialakulásának folyamatát a következő ábrán:

Eszköz állapot, működés, meghibásodás, beavatkozás

HITACHI
Inspire the Next



2. ábra

Meghibásodás és kezelésének elvi folyamata [2]

A hiba hagyományos módszerekkel történő detektálása azt jelenti, hogy az állapot eltérés „szemmel láthatóvá válik”. Ez legtöbbször egy folyamat eredményeként jön létre, amely folyamat megelőző állapotait nem tudjuk – az adott módszerekkel – detektálni.

A megelőző karbantartás szerepe az, hogy a detektálás és a funkcióvesztés közötti szakaszban visszaállítsuk az eredeti állapotot. Mivel erre akár hosszabb idő is rendelkezésre állhat, így ez a beavatkozás akár időben tervezhető is lehet.

A tervezhetőséget tehát alapvetően az előreláthatóság, a megfelelő állapotinformációk tudják biztosítani. Abban az esetben, ha az adott berendezésről nem áll rendelkezésre egyedi, valós idejű állapotinformáció, a múltbeli viselkedés statisztikai adataiból lehet kiindulni. Természetesen ezek alapján a múltbeli adatok alapján nem egyedi, hanem csoport viselkedési ismérvek lesznek csak meghatározhatók.

3. A műszaki-gazdasági célok komplexitása

A karbantartási rendszerek célfüggvényei komplexek, esetenként egymásnak ellentmondóak. A karbantartás közvetlen költségei tekintetében nyilvánvalóan a költségminimalizálás lehet észszerű gazdasági cél. A közvetlen költségek jelentős hányadát jelentik az alkatrész költségek: nyilvánvalóan akkor járunk a legjobban, ha az alkatrészeket a funkcióvesztésig használjuk, hiszen ezzel maximálisan kihasználjuk az élettartamot. Azt azonban nem tudjuk, hogy ez mikor fog bekövetkezni, és ezzel kockáztatjuk az üzembiztonságot, amelynek egyéb kockázati tényezői és így költségei is lehetnek. Amennyiben ezek a költségek jelentősebbek, mint a közvetlen költségek, nem engedhetjük meg az élettartam végéig történő üzemeltetést. Ha az adott funkció tekintetében el kell kerülnünk véletlenszerű funkcióvesztést, az adott az alkatrészt – általában statisztikai adatok alapján számított – használat után inkább kicseréljük, pedig az még funkcióképes. Ez a biztonság „ára”.

A fenti példa két különböző karbantartási elvet mutat be. Egy, már nem túl bonyolult berendezés esetén is egymás mellett lehet a két elvet alkalmazni különböző funkciók biztosítására: azon funkciók esetében, amelyeknél nem okoz gondot a funkcióvesztés véletlenszerűsége, célszerű az alkatrész teljes élettartamát kihasználni (pl. ablaktörő gumi, ajtókilincs, stb.). Amennyiben a véletlenszerű funkcióvesztés jelentős költségtöbblettel jár (és ebben az esetben a biztonság is költségparaméter!) célszerű az alkatrészek időnkénti tervezett cseréje (pl. fék alkatrészek, vezérlési elemek, stb.)

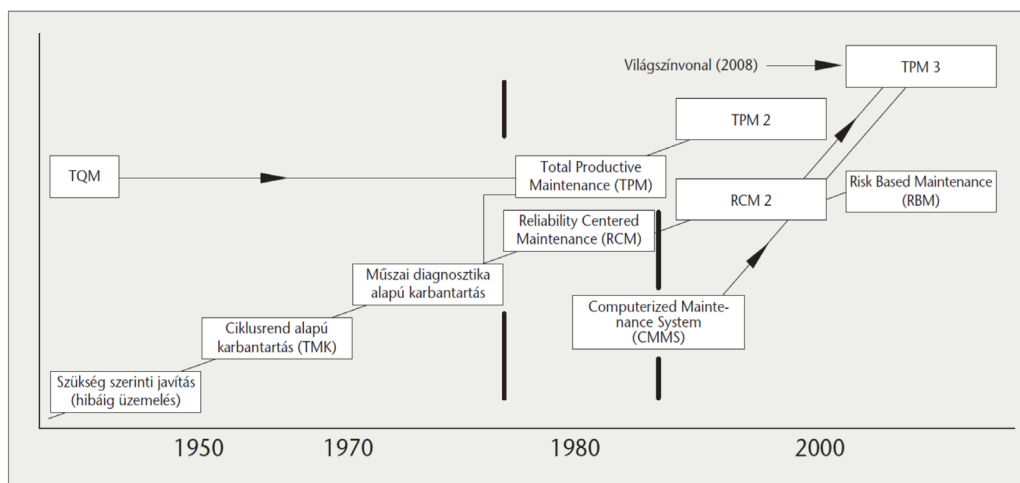
A vasúti alrendszerek tekintetében alapvetően ez utóbbiakról beszélhetünk: ezért a hagyományos karbantartási rendszerek drágák, mivel a drága alkatrészek tervezetten nem érik el teljes élettartamukat.

Adott gazdasági helyzetben fontos lehet megvizsgálni azt, hogy létezhetnének-e olyan vasúti karbantartási rendszerek, amelyek rendelkeznek a jelenlegi rendszerek megbízhatóságával, azonban jelentős költségmegtakarítással.

4. Ipari megoldások

Vizsgáljuk meg a karbantartási rendszerek fejlődését a termelő ipari környezetben. Várakozásaink szerint – mivel a kockázatok lényegesen kisebbek a vasúti alrendszerekhez képest –, a karbantartási politikáknak sokszínűbbeknek kell lenniük.

A következő ábra mutatja a karbantartási filozófiák fejlődését.



3. ábra

A karbantartási filozófiák fejlődése [3]

Az első szakaszban, amikor a termelő berendezések általában egy, vagy csak néhány diszciplína szerint működtek – gőzgépek, első villamos gépek – jellemző volt a hibáig tartó üzemelés. A jellemzően robusztus felépítés miatt kevés pótalkatrészre volt szükség (nem jelentett logisztikai problémát), és a javítás a rendelkezésre álló technikai és emberi erőforrásokkal elfogadható időn belül megoldható volt.

Amikor a berendezések bonyolultsága a fenti karbantartást már nem tette lehetővé, és az egyedi állapotmegfigyelés, diagnosztika még technikailag nem volt megoldható, a statisztikai alapú ciklusrend szerinti megelőző karbantartás (TMK) terjedt el. Meg kell jegyezni, hogy míg az előző rendszerben a berendezések egyedi „karbantartási utat” jártak be, ez a rendszer homogén csoportokban kezeli az erőforrásokat.

Az állapotmegfigyelési és diagnosztika rendszerek az elektronika, mechatronika fejlődésével egyre nagyobb szerephez jutnak, és így lehetővé válik az állapot alapú karbantartási rendszerek kialakítása. Itt a homogén csoportok felbomlanak, és az erőforrások egyedi állapot nyilvántartása válik szükségessé: egyre jelentősebb az informatika szerepe.

A karbantartás hatékonyságának növelése érdekében újabb elvek jelentek meg, amelyek a karbantartás alapjait nem érintik, elsősorban szervezési jellegűek. Ilyen a Reliability Centred Maintenance (Megbízhatóság Központú Karbantartás - RCM). Ez tulajdonképpen a biztonságos minimális karbantartási szintek meghatározására irányuló folyamat. [4]

A Computerized Maintenance Management System (Számítógépes Karbantartás-Irányítási Rendszer – CMMS) a karbantartási feladatok tervezésére, végrehajtására és követésére számítógépes adatfeldolgozó és adatbázis rendszereket használ. Természetesen e rendszer alapja is a termelőeszközök egyedi állapotának lehetőleg real-time monitoringja.

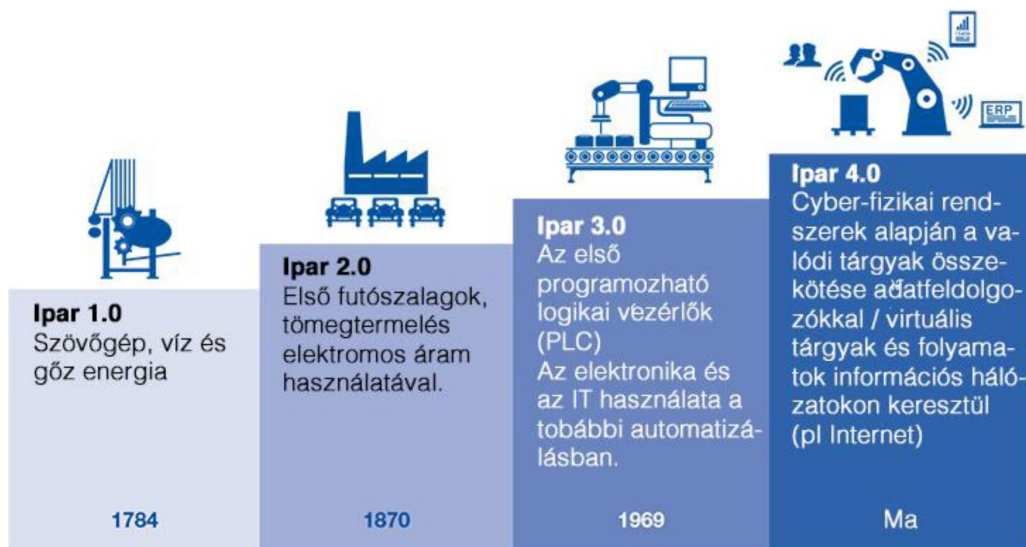
A Risk Based Maintenance (Kockázatelemzésen Alapuló Karbantartás – RBM) a karbantartás tervezésénél már a külső környezetre gyakorolt hatást is figyelembe veszi, annak számszerűsítésével. Az itt használt fogalmak és matematikai eljárások legtöbbször szabványosítottak, az értékelés szubjektivitásának kiküszöbölése érdekében.

A karbantartási rendszerek fejlődésével egyidőben maga a gyártástechnológia is sokat változott: ezeket a korszakokat nevezi az termelésmenedzsment ipari forradalmaknak. A szakirodalom ma négy korszakot különböztet meg, és a jelenlegi korszakot így nevezi: Industry 4.0 (Ipar 4.0). [5] Az első korszakra (Ipar 1.0) az jellemző, hogy a mechanikus energia előállítása függetlenedett a környezeti adottságoktól: ez a gőzgépek kora.

A második korszak (Ipar 2.0) jellemzője a villamos áram felhasználása, ami az energia transzformáció és szállítás szabadságát tette lehetővé, és kialakult a mai fogalmaink szerinti tömegtermelés.

A harmadik korszak (Ipar 3.0) jellemzője az automatizálás, ami az informatika, telekommunikáció fejlődésével vált lehetővé.

Negyedik korszaknak (Ipar 4.0) nevezi a szakirodalom napjaink korszerű termelési rendszereit, amelyekben a termelőeszközök közvetlenül vezérelhetők cyber-fizikai rendszerekben (IoT, „tárgyak internete”). A vezérelt objektumok emberi közreműködés nélkül egymással kommunikálnak, adatokat továbbítanak adattárházak felé, és onnan adatokat olvasnak ki. A nagy mennyiségű adatok feldolgozása lehetővé teszi a mesterséges intelligencia létrejöttét és alkalmazását (AI).



4. ábra

Az ipari „forradalmak” [6]

A 3. és 4. ábra összevetéséből látható, hogy a karbantartási rendszerek fejlődése része gyártástechnológia fejlődésének, azzal integráltnak jelennek meg az egyre újabb karbantartási filozófiák. Vizsgáljuk meg, hogy ezek a tendenciák mennyien jellemzőek a vasúti technológiákra.

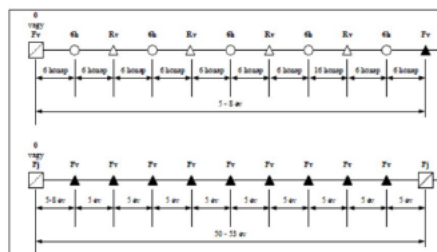
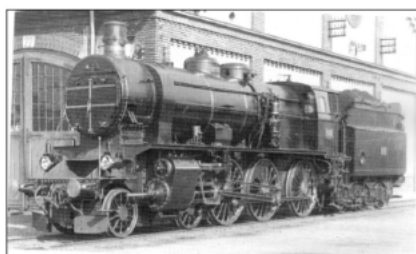
5. Vasúti rendszerek karbantartási gyakorlata

A vasúti, mint rendszer, első ipari forradalom top terméke, így a fejlődés, a korszerűség jelképe. Ennek megfelelően technológiájában és a hozzá tartozó karbantartási eljárásokban az élenjáró technikát testesíti meg. Ez az első időben a szükség szerinti javítást jelenti, majd a berendezések bonyolultabbá válásával fokozatosan tért hódít a tervszerű megelőző karbantartási filozófia.

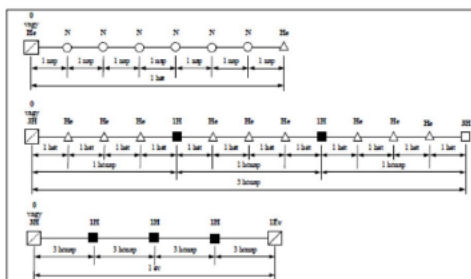
A tervszerű karbantartási filozófián alapuló rendszereknél legalább az ütemadó mérték mérésére van szükség: igen ám, de az infrastruktúra elemeken és a kezdetben a járműveken sincs sem-

milyen, az elhasználódással arányos mérték mérésére lehetőség! A kezdeti merev ciklusú fenntartási rendszerekben ezért ez elmúló időt vették alapul. Erre mutat példát a következő ábra.

Gőzmozdony fenntartási ciklus



Árpád-típusú motorkocsi fenntartási ciklusa 1934



5. ábra

Idő-alapú merev fenntartási ciklusok [7]

Amint lehetőség mutatkozott a futásteljesítmény és a valódi üzemidő mérésére, a fenntartási ciklusok tervezésénél már ezeket is alapul vették, mivel ezek jobban reprezentálják az elhasználódás mértékét.

Mozdonytípus	M28 és M31	M44	M40	M61	M62
Ciklusrend	üzemnap	üzemnap	km	km	km
D ₀	15	18	7.000	8.000	8.000
D ₁	30	36	14.000	16.000	16.000
D ₂	90	108	42.000	48.000	48.000
D ₃	180	216	130.000	200.000	150.000
D ₄	360	432	260.000	400.000	300.000
D ₅	720	864	520.000	800.000	600.000
D ₆	2880	3456	2.080.000	1.600.000	1.200.000

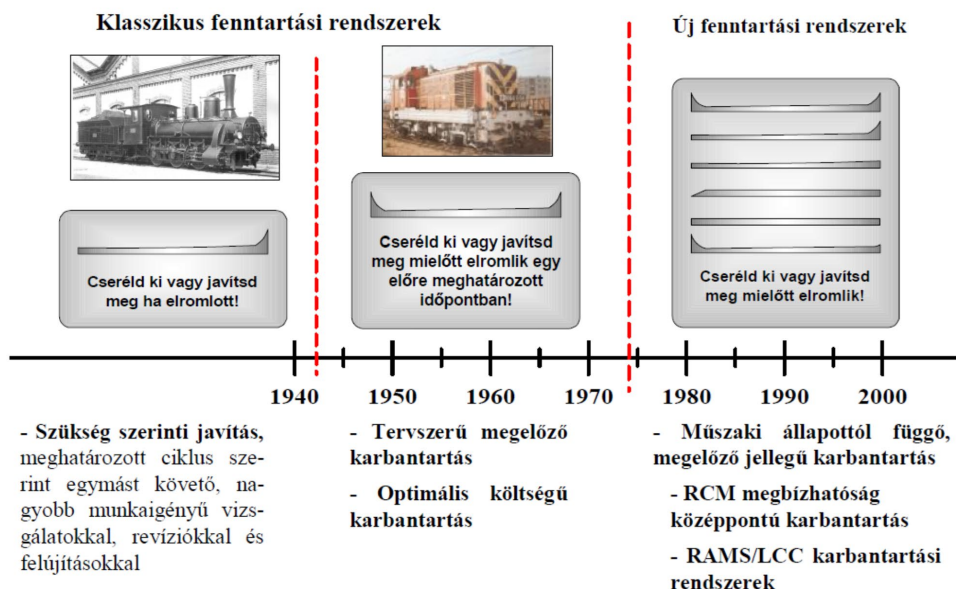
6. ábra

*Üzemidő- és futásteljesítmény alapú merev fenntartási ciklusok
(1985 előtti ciklusrend, saját szerkesztés)*

Ez nagyjából az Ipar 2.0 technológiájának felel meg. Innentől lemaradás mutatkozik a vasúti alkalmazások és az ipari termelő berendezések karbantartási filozófiájában: ennek oka egyrészt

az, hogy a vasút kikerül a technológiai fejlődés élvonalából, másrészt az, hogy a vasutak jóval hosszabb időn keresztül használják tárgyi eszközeiket (elsősorban a pályát, de a járműveket is), mint a gyárak a termelőeszközeiket.

A következő ábra a vasúti járműfenntartási filozófiákat mutatja be az idő függvényében.



7. ábra
Vasúti járműfenntartási rendszerek [7]

Az elnyújtott életciklus legalább két veszélyt hordoz magában:

- konzerválódik a technológiai színvonal, miközben elhalad felette az idő
- egyszerre kell több, jelentősen eltérő technológiai színvonalú eszközcsoport üzemeltetését megoldani.

Ez utóbbi követelmény alapján vagy több karbantartási elv szerinti módszer alapján kell a különböző eszközcsoportok üzemeltetését megoldani, vagy egyszerűen a korszerű eszközök üzemeltetését is „vissza kell butítani”, hogy homogén üzemeltetési környezetet hozzunk létre.

Fontos megjegyezni, hogy az újabb (Ipar 3.0 és Ipar 4.0), állapot alapú karbantartási filozófiák nem csak az állapotmegfigyelési és diagnosztikai rendszerek alkalmazását jelentik, hanem ennek következményeként a homogén eszközcsoportok „felrobbanásával” is járnak. A merev ciklusrendekben az eszközcsoportok homogén módon kezelhetők, és állapotuk előre definiált jelzőkkel leírhatók: hol tartanak a karbantartási ciklusrendben. Az állapotfüggő karbantartási rendszerekben minden egyes eszköz külön „életet él”: állapotának leírása egyedi. Ez azt jelenti, hogy a karbantartás tervezését és végrehajtását támogató informatikai rendszerek teljes átalakítására van szükség!

6. Szabványosított eljárások a vasúti rendszereknél

Ahogy a vasúti berendezések egyre bonyolultabbá válnak, úgy lesz egyre bonyolultabb és költségesebb a fenntartásuk, a karbantartást támogató logisztikai rendszer és javítási eszközpark. A hagyományos merev ciklusú karbantartási rendszerek üzemeltetési költségszintje meghalad-

hatja a rendelkezésre álló erőforrásokat. Fontos, hogy ebben a helyzetben olyan integrált megoldásaink legyenek, amelyekkel igazolhatóan biztosítható a funkcionalitás műszakilag, gazdaságilag és társadalmilag elvárható szintje.

Az alkalmazott technika bonyolultsága növeli egyrészt a berendezések meghibásodásának a lehetőségét, a hiba bekövetkezésének kockázatát és a valószínűségét. A műszaki, konstrukciós okokra vagy hibákra visszavezethető balesetek elkerülése érdekében a tapasztalatokat, ill. a bevált megoldásokat a hatóságok rendeletekbe és szabványokban foglalják össze, és betartását megkövetelik a gyártóktól és üzemeltetőktől. Az EN 50126, EN 50128 és EN 50129 biztonságtechnikai szabványok általános érvényű, generikus szabványok, amelyek közlik a definíciókat és a meghivatkozott szabványokkal együtt meghatározzák az általános követelményeket. [8]

Az MSZ EN 50126-1:2018 (Vasúti alkalmazások. A megbízhatóság, az üzemkésztség, a karbantarthatóság és a biztonság (RAMS) előírása és bizonyítása. 1. rész: Az általános RAMS-folyamat) [9] célja egy vasúti rendszer megbízhatóságának (Reliability), üzemkészségének (Availability) karbantarthatóságának (Maintainability) és biztonságának (Security) – RAMS – előírása és igazolása. Ez a szabvány általánosságban tekinti az vasúti rendszereket, így a jármű, energia, vagy pálya alrendszerre is alkalmazható. (A két másik idézett szabvány kifejezetten a távközlési, biztosítóberendezési és adatfeldolgozó rendszerekre vonatkozik. [10] [11])

Az EN 50126 szabvány a karbantartás és üzemeltetés témaköreit a kockázatok kezelésére is kiterjesztve vizsgálja. A szabvány egy táblázatban foglalja össze és osztályozza az események súlyosságát és következményeivel szembeni intézkedéseket. A táblázat kitöltése az üzemeltetőnél elvégzett különböző műszaki berendezések hiba statisztikáit és biztonságtechnikai megfontolásokat foglalja magába. Az üzemeltetőknek a bekövetkezett események alapján meg kell határozni a balesetek súlyosságát, és számosítani kell azokat. [8]

A 8. ábra az események gyakoriságának osztályozását, a 9. ábra az esemény gyakoriság-következmény táblázatot mutatja be.

A: az események száma 30 év üzemidő alatt	
gyakori	$A > 1500$
valószínű	$1500 > A > 150$
esetenkénti	$150 > A > 15$
ritka	$15 > A > 1,5$
valószínűtlen	$1,5 > A > 0,15$
hihetetlen	$0,15 > A$

8. ábra

Az események előfordulásának gyakorisága [8]

A veszélyes események bekövetkezési gyakorisága	A veszélyeztetés következményének súlyossági szintje			
	a kockázati szintek			
	jelentéktelen	csekély	kritikus	katasztrofális
$A > 1500$; gyakori	nem kívánatos	elviselhetetlen	elviselhetetlen	elviselhetetlen
$1500 > A > 150$; valószínű	eltűrhető	nem kívánatos	elviselhetetlen	elviselhetetlen
$0 > A > 15$; esetenkénti	eltűrhető	eltűrhető	nem kívánatos	elviselhetetlen
$15 > A > 1,5$; ritka	elhanyagolható	eltűrhető	nem kívánatos	nem kívánatos
$1,5 > A > 0,15$; valószínűtlen	elhanyagolható	elhanyagolható	eltűrhető	nem kívánatos
$0,15 > A$; hihetetlen	elhanyagolható	elhanyagolható	elhanyagolható	eltűrhető
A kockázatok minőségi besorolása	az egyes kategóriák ellen teendő lépések			
elviselhetetlen	el kell kerülni			
nem kívánatos	csak akkor fogadható el a vasútgazgatási szerv és a biztonságfelügyeleti hatóság beleegyezésével, ha a kockázatcsökkentés gyakorlatilag megvalósíthatatlan			
eltűrhető	megfelelő ellenőrzéssel és a vasútgazgatási szerv beleegyezésével elfogadható			
elhanyagolható	A vasútgazgatási szerv beleegyezésével vagy anélkül elfogadható			

9. ábra

Esemény gyakoriság-következmény táblázat MSZ EN 50126 alapján [8]

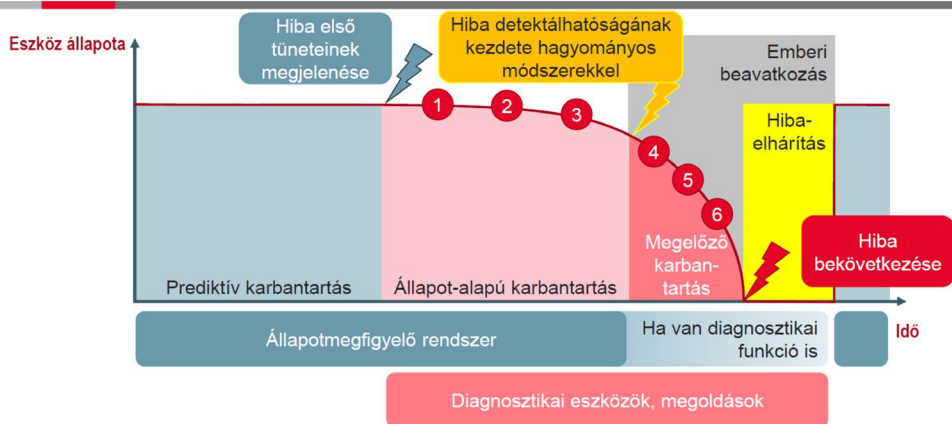
A szabvány szerinti elemzés eredményei alapján a különböző kockázati súlyú eseményeket előidéző funkcióvesztések megakadályozására különböző, a szükséges szintet kielégítő eljárások kidolgozására nyílik lehetőség. Ezzel a fenntartási rendszerek üzemeltetési költségintje jelentősen csökkenthető, miközben a tudatos kockázatkezeléssel a biztonság növelhető.

7. Lehetőségek a paradigmaváltásra

Az előző fejezetekben ismertetett technikákra alapuló üzemeltetési és karbantartási eljárások kidolgozásának nyilvánvaló előfeltétele, hogy olyan berendezéseket üzemeltessünk, amelyek támogatják az állapotmegfigyelést és diagnosztikát. A jármű alrendszer tekintetében a mai korszerű járművek telepített képességei és fedélzeti adatgyűjtő és feldolgozó rendszerei erre már alkalmasak köszönhetően az egy pénzgységre jutó egyre magasabb számítástechnikai kapacitásnak és a beépített RIoT (vasúti dolgok internete) megoldásoknak. Ezen túlmenően azonban nem szabad elfelejtkeznünk a már említett informatikai követelményről teljesítéséről, amivel lehetővé válik az eszközök egyedi karbantartásmenedzsmentje.

Felvetődik a kérdés, hogy mit tehetünk a régebbi járműveinkkel, amelyek nem rendelkeznek ilyen képességekkel?

Nézzük meg először is az állapotmegfigyelés és diagnosztika helyét meghibásodás és annak kezelésének elvi folyamatábráján.



11

© Hitachi Rail Limited 2025. All rights reserved.

10. ábra

Állapotmegfigyelés és diagnosztika [2]

A 10. ábrán jól látható, hogy az állapotmegfigyelő rendszer már a leromlás emberi észlelése előtti szakaszában képes a folyamat felismerésére, így jóval előbb tudjuk azt felfedezni. Ebből adódóan – természetesen az adott hiba természetétől függően – lehetőségünk lehet egyfelől időben előre megtervezni és beütemezni a karbantartási tevékenységeket, másfelől jóval kedvezőbb költségű beavatkozás megtételére a karbantartás során, mint az a későbbi szakaszokban lehetséges volna. Az állapotmegfigyelő rendszerek diagnosztika funkciói és további diagnosztikai eszközök és megoldások képesek előre jelezni a várható funkcióvesztést, így a célzott beavatkozást megalapozni. Az ilyen módon megvalósított karbantartási eljárást, amely egyszerre kihasználja a technikai lehetőségeket (szenzorok, adatgyűjtő és -elemző rendszerek, akár nagy adatokat kezelő mesterséges intelligencia), valamint az emberi intelligenciát és szakértelmet hívja a tudomány prediktív karbantartásnak.

Amennyiben a régebbi járműveinket fel tudjuk szerelni – legalább a legfontosabb funkciók tekintetében – ilyen állapotmegfigyelő rendszerekkel, úgy az azok által gyűjtött adatok és a bekövetkezett események közötti függvénykapcsolatokat feltárva elemző és diagnosztikai megoldások fejleszthetők ki. Amennyiben ezt kiegészítjük pl. az EN 50126 szerinti kockázatelemzéssel, a vizsgált funkciók tekintetében a jelenlegi merev ciklusú fenntartási modellek helyett olcsóbb, de várhatóan magasabb rendelkezésreállást biztosító prediktív karbantartási rendszerek alakíthatók ki.

Egy ilyen rendszerre mutatunk példát a következőkben.

A vasúti váltószerkezet a közlekedésbiztonság szempontjából talán a legkritikusabb pályaelem. Működésének felügyelete és karbantartása kiemelt fontosságú. A villamos állítószerkezet: a váltóállítómű, a végállást ellenőrizni képes mechanikus úton, amelyet diszkrét elektromos jelként képes továbbítani a biztosítóberendezés felé az állítómű és a biztosítóberendezés hardverinterfészének (váltó állító és végállásellenőrző modul) érintkezőhálózatán keresztül. A váltó – váltóállítómű – biztosítóberendezés integrációja eredményeképpen – néhány hibaállapottól eltekintve – csak a végállásban történő nyugalmi helyzetben valósul meg a teljes ellenőrzés a

biztosítóberendezés részéről a gyártmányok egyedi és interfészekre vonatkozó biztonsági alkalmazási feltételeinek maradéktalanul megtörtéő betartása mellett. A váltóállítás folyamata során – biztosítóberendezés által időben korlátozott ideig, akár 16 másodpercig is megengedett – a felügyelet korlátozódik a túláram, esetleg a hiányzó fázis felügyeletére, de a váltó és a váltóállítómű, valamint az összekötő kábelinfrastruktúra egészségi állapotáról és annak megváltozásáról, romlásáról nincsen információ. Sajnos azonban – akár a közelmúlt baleseteire is gondolhatunk – ez nem elég a megkövetelt funkcióbiztonsághoz, mivel a meghibásodás kialakulásának időbeli lefutása az előbbiek miatt nem felügyelt. A következő ábra a váltónál előforduló néhány lehetséges hibát mutatja be.

Váltó állapotmegfigyelés – Hibamódok

HITACHI
Inspire the Next



16

© Hitachi Rail Limited 2025. All rights reserved.

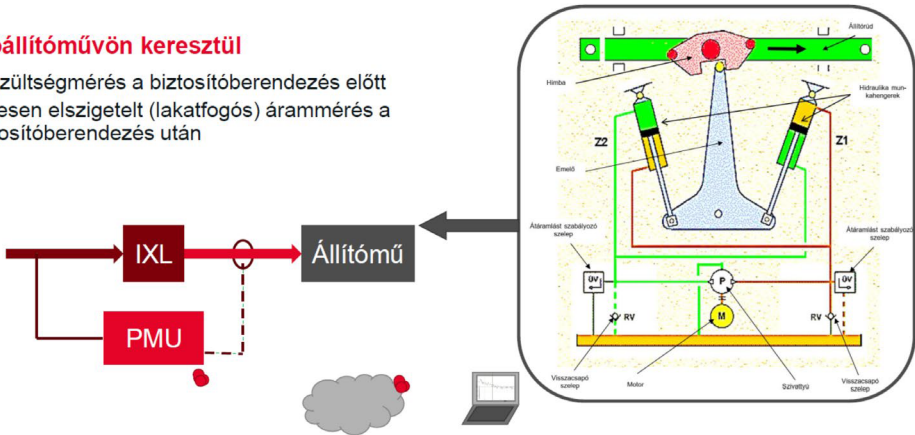
11. ábra

Lehetséges hibák a vasúti váltónál [2]

Hogyan lehetne ezeket a hibákat még a funkcióvesztés bekövetkezte előtt felismerni úgy, hogy ehhez ne kelljen a váltó állítószervezetét átalakítani? Mit tudunk olcsón mérni, és mit tudunk ezzel kezdeni? Villamosan vezérelt és táplált állítóműről lévén szó, mérjünk feszültséget és áramot, számítsunk pillanatnyi teljesítményt. Ennek elvi rajzát mutatja a 12. ábra.

Váltóállítóművön keresztül

- Feszültségmérés a biztosítóberendezés előtt
- Teljesen elszigetelt (lakatfogós) árammérés a biztosítóberendezés után



15

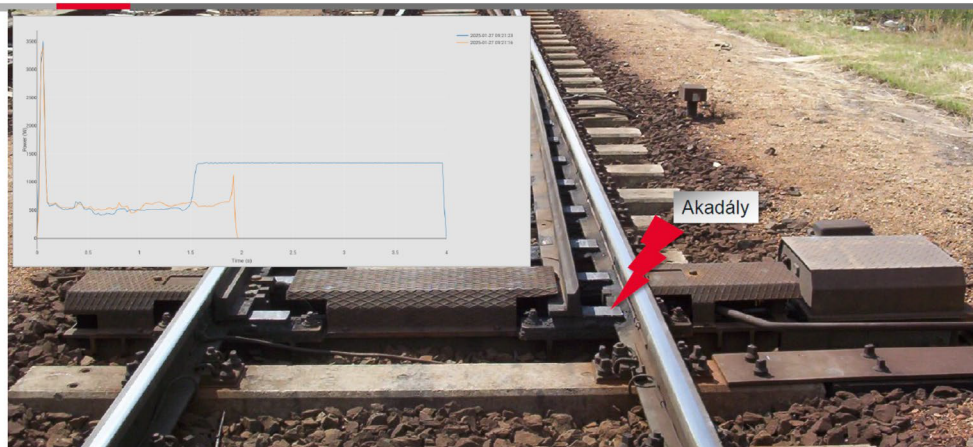
© Hitachi Rail Limited 2025. All rights reserved.

12. ábra

Villamos jellemzők mérésének elvi rajza az állítóműnél [2]

Mivel a mérést a biztosítóberendezésnél belsőtéren lehetséges megtenni, az állítóműben a helyszínen semmilyen átalakításra nincs szükség. Az állítómű és a biztosítóberendezést összekötő belsőtéri vezeték- és kábelinfrastruktúrán keresztül az összekötő interfészként működő négy vezetékes áramkörön keresztül visszahatásmentesen lehetséges mérni a váltóállítómű fázisvezetőkön keresztül felvett áramát. A biztosítóberendezés váltó állító és ellenőrző moduljának betáplálási oldalán lehetőség van a fázisfeszültségek mérésére, így a szenzorok által szolgáltatott jelekből kiszámítható a váltóállítómű által felvett villamos teljesítmény pillanatnyi értéke, meghatározható benne található villamos motor forgásiránya, amelyből lehetőség van a váltóállítós állítás irányát is meghatározni. A biztosítóberendezési technológiai helyiségben végzett helyszíni méréseket követően az összegyűjtött adatokat egy nagy tárolási- és számítási kapacitású infrastruktúrával rendelkező szerverfarmra továbbítják. Ez az infrastruktúra biztosítja az adatok korszerű technológiai szintnek megfelelő, külső felektől védett, biztonságos tárolását és feldolgozását.

A 13. és 14. ábrán látható, hogy a 11. ábrán felsorolt megkülönböztethető hibamódok közül a kiválasztott két típusnak milyen tipikus jelei lehetnek.



17

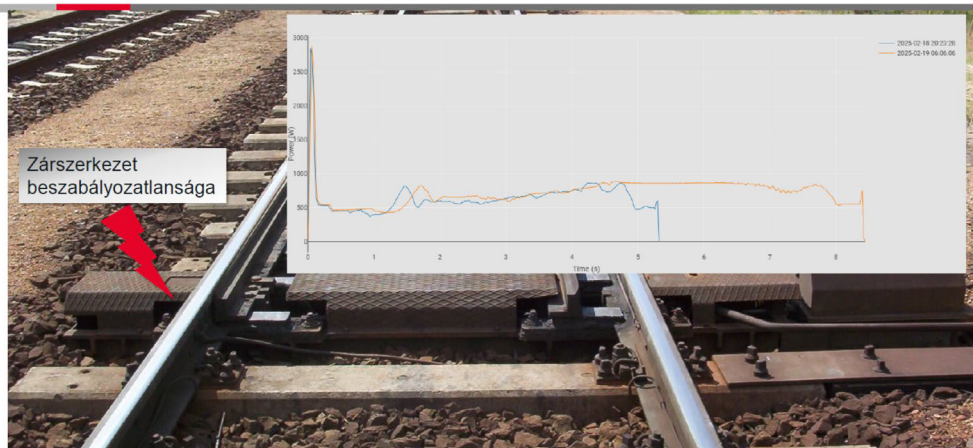
© Hitachi Rail Limited 2025. All rights reserved.

13. ábra

Akadályra futott váltó villamos teljesítményfelvételének grafikonja [2]

Fontos megjegyezni, hogy általában nem tisztán jelentkeznek a hibaállapotok: a hibák bekövetkezésére utaló jeleket ezért egymástól gondos odafigyeléssel szétválasztani szükséges az adatfeldolgozás során.

Hibamódok – Zárszerkezet bes szabályozatlansága



21

© Hitachi Rail Limited 2025. All rights reserved.

14. ábra

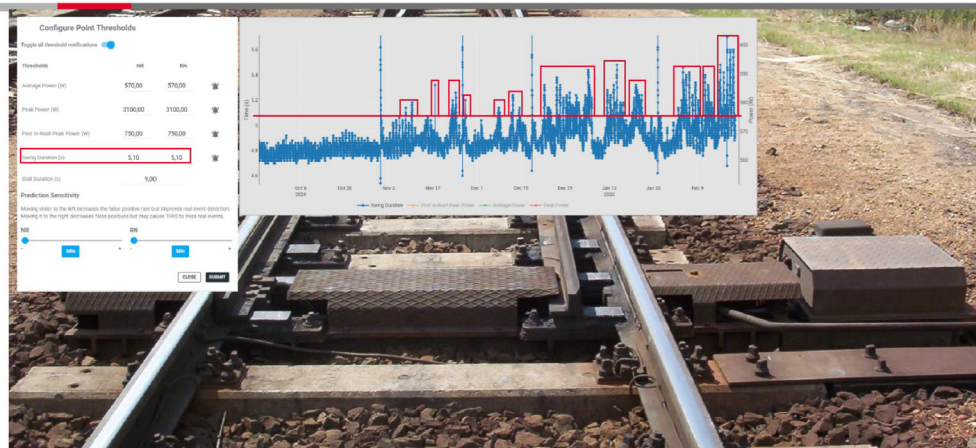
Váltó zárszerkezetének bes szabályozatlanságából származó villamos teljesítmény grafikon [2]

A gyűjtött adatok feldolgozása kezdetben „kézi művelet”: természetes intelligenciával történik. Az ismétlődő jelenségek bekövetkezése során külön-külön a már előre elkészített, vagy újonnan felvett osztályokba kerül besorolásra a mesterséges intelligenciát alkalmazó modul segítségével a jellemző mintázatok alapján. A besorolást ezt követően mindig meg kell erősíteni, vagy pontosítani.

sítani, módosítani szükséges, hogy minél pontosabb legyen a modul működése. Ezt a műveletet ismételten személyzet segítségével szükséges elvégezni a helyszíni beavatkozást végző szakértő kollégák visszajelzései alapján. A visszajelzés elengedhetetlen azért, hogy minél kisebb legyen a hamis pozitív találatok és minél nagyobb a megtalált valós hibajelenségekre utaló jelek aránya az összes váltoállítás számához képest. Ez a megoldás az ember által támogatott gépi tanulási eljárás módszere, amely alkalmazza a zárthurkú tanítási műveletet a megerősítéses tanulás módszerén keresztül.

Hibamódok – állítási idő hektikus ingadozása, romló állapot

HITACHI
Inspire the Next



23

© Hitachi Rail Limited 2025. All rights reserved.

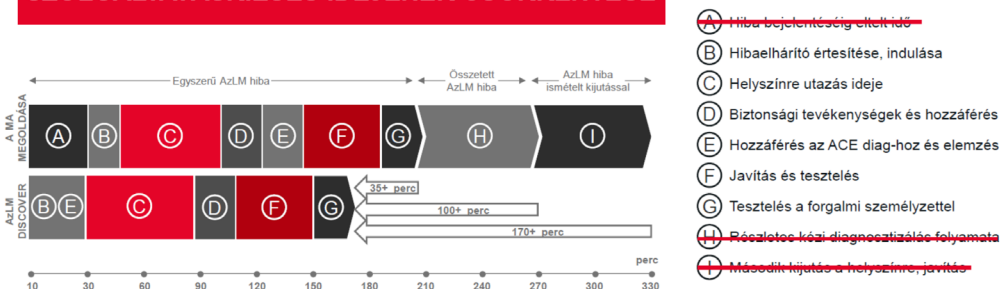
15. ábra

Váltó zárszerkezetének beszállásatlanságából származó villamos teljesítmény grafikon [2]

A 15. ábra bemutatja, hogy az állapotmegfigyelő rendszer a származtatott adatokból is mennyi hasznos információt és megfelelő paraméterezés esetén riasztást is tud szolgáltatni. A példaként bemutatott képen egy egyedi váltoállításhoz szükséges időmennyiség hosszabbtávú megfigyelésén keresztül a trendvonalban történt változásra hívja fel a figyelmet, amely alapján romló állapot feltételezhető az idő előrehaladtával.

A fenti rendszer és kapcsolódó karbantartási stratégia által elérhető költségmegtakarításra mutat példát a 16. ábra. Ez egy másik, a tengelyszámláló berendezés öndiagnosztikai portjához kapcsolt – az előző példával megegyező – állapotmegfigyelő rendszerrel elért közvetlen költségmegtakarítást szemlélteti időalapon.

SZOLGÁLTATÁSKIESÉS IDEJÉNEK CSÖKKENTÉSE



Az elvégzett elemzés alapján 250%-os a megtérülés – Egyesült Királyságbeli ügyfél

27

© Hitachi Rail Limited 2025. All rights reserved.

16. ábra

Utólagos telepítésű állapotmegfigyelő rendszerrel elérhető közvetlen költségmegtakarítás időalapon számítva [2]

A 16. ábrán látható, hogy a tengelyszámoló rendszerhez csatlakoztatott állapotmegfigyelő rendszer lehetőséget biztosít arra, hogy a meghibásodás és annak felfedezhető előjeleinek ismerete késlekedés nélkül rendelkezésre álljon a hibaelhárító és karbantartást végző személyzet számára.

A rendelkezésre álló részletes ismeretek alapján pontos beavatkozást lehetséges indítani, amellyel egy összetettebb hiba esetén akár órákat is meg lehet takarítani a hibaelhárítás, vagy karbantartási művelet elvégzése során. A hibát megelőző időszakból származó és lehetségesen a hibára utaló előjelek ismerete lehetőséget biztosít továbbfejleszteni a karbantartási stratégiát és technológiát, akár a műszaki megoldás, akár a műszaki ismeretek fejlesztésével.

A 16. ábrán az ABC betűivel jelzett fázisok egybevágnak az EN 50126 jelzetű szabvány Vasúti paraméterek példáit bemutató B mellékletének B.1 ábráján található fázisokkal, amely a rendelkezésre állás fogalmait és kapcsolódó kifejezéseket rögzíti.

A teljes állapotmegfigyelő rendszer beruházására vonatkozó anyagi ráfordítást alapul véve a megtakarított karbantartásban érintett emberei erőforrás és kapcsolódó rezsiköltséget figyelembe véve az jelentős költségcsökkentést eredményezett. A karbantartási költségcsökkentés mellett a karbantartási stratégia lényegesen magasabb rendelkezésre állást eredményezett a pályavasúti infrastruktúrán, amely így a vonatok pályainfrastruktúra miatti késésekből származó kiadásait (jegy visszatérítés, kiegészítő személyzet, túlórák), valamint a megbízhatóság növelése miatt a teljes vasútüzem költségeit csökkentette, a lakosság személyforgalomban való részvételi hajlandóságának növelését eredményezte, összességében bevételnövekményt is eredményezett.

Konklúzió

Cikkünkben bemutattuk, hogy a vasúti rendszerek karbantartásában jelenleg legelterjedtebb merev ciklusú megelőző karbantartási rendszer létrejöttékor megfelelt ugyan a kor technológiai színvonalának, azonban ma már ez a termelő iparban meghaladottá vált. Ennek oka az, hogy az

üzemeltetett berendezések „megokosodtak”, azaz rendelkeznek állapotmegfigyelő alrendszerrel, amely korszerű diagnosztika alapú karbantartási rendszerek kialakítására ad lehetőséget. A karbantartás költségeinek számítását ma már kockázat alapon is kezeljük, beleértve a funkcióvesztés által okozható negatív környezeti externáliák számszerűsített hatásait is.

A vasúti rendszerek fenntartás menedzsmentjének változását nagyban nehezíti, hogy a megnyúlt életciklusú eszközök továbbra is ott vannak a portfólióban a korszerű, öndiagnosztikai rendszerekkel felszerelt eszközök mellett: emiatt nem lehet homogén karbantartási stratégiákban gondolkodni.

Az üzemeltetett eszközök diagnosztikai alkalmassága önmagában nem elegendő az új karbantartási stratégiák kialakításához, mivel a homogén eszközcsoporthoz szerinti nyilvántartási rendszereket fel kell váltás az eszközök egyedi állapot nyilvántartását biztosítani képes informatikai megoldások.



17. ábra

Komplex karbantartási rendszer modellje [7]

Úgy gondoljuk, hogy megfelelő innovációval költséghatékony lehetőségek mutatkoznak a régebbi berendezések „felokosítására”. Erre mutattunk be példát a pálya infrastruktúra területéről, a lehetséges közvetlen költségmegtakarítási potenciált is feltárva.

A gazdasági kényszer hatására mindenképpen érdemes a jelenlegi homogén karbantartási filozófiáktól a felvázolt filozófiák irányába elmozdulni, és akár a 17. ábrán felvázolt komplex modell szerinti karbantartás menedzsmentet kialakítani.

Irodalomjegyzék

- [1] Zvikli S.: Üzemeltetés, fenntartás I., SZE-Universitas Kiadó, Győr, 2008
- [2] Csuti P.: A Hitachi Rail Digitális eszközmenedzsment megoldása, Hitachi Rail GTS Hungary, Budapest, 2025.
- [3] Péczely Cs.: A karbantartás-menedzsment korszerű irányzatai és módszerei, Magyar Grafika, 2009/5, pp 12-16.

- [4] Ráthy I. – Fazekas L. – Gavallér J. – Kugyela P.: Karbantartás és gépjavítás, egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem, Debrecen, 2015.
 - [5] Erdei E.: Az ipar 4.0 fejlődése, használata és kihívásai napjainkban, Acta Carolus Robertus, 2019/9, pp 49-63
 - [6] Husi G.: Ipar 4.0, egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem, Debrecen, 2016.
 - [7] Malatinszky S.: Szempontok a járműkarbantartási rendszerek felülvizsgálatához, MÁV Zrt. Vasúti Mérnöki és Mérésügyi Szolgáltató Központ, 2013.
 - [8] Vörösmarti J.: Biztonság és/vagy takarékoság, Vasútgépészet 2010/2 pp 17-24.
 - [9] MSZ EN 50126-1:2018 Vasúti alkalmazások. A megbízhatóság, az üzemkésztség, a karbantarthatóság és a biztonság (RAMS) előírása és bizonyítása. 1. rész: Az általános RAMS-folyamat
 - [10] MSZ EN 50128:2011/A1:2020 Vasúti alkalmazások. Távközlési, biztosítóberendezési és adatfeldolgozó rendszerek. Szoftverek vasúti vezérlő- és védelmi rendszerekhez
 - [11] MSZ EN 50129:2019 Vasúti alkalmazások. Távközlési, biztosítóberendezési és adatfeldolgozó rendszerek. Biztonsági elektronikai rendszerek biztosítóberendezésekhez
-

A debreceni közösségi közlekedés előtt álló kihívások

Dr. Tóth Szabolcs

DKV Debreceni Közlekedési Zrt.
telefon: 30/4455001
e-mail: toth.szabolcs@dkv.hu

Abstract

Debrecen napjainkban jelentős változáson, gazdasági fellendülésen esik át. Az új ipari parkok kialakításával, a betelepülő vállalatok nagy mértékben vonzzák a városba az új munkaerőt. A település szerkezeti átalakulása mellett az agglomeráció is jelentős mértékben fejlődik. Új lakóövezetek jelennek meg, egyre többen választják lakhelyüknek a közeli településeket, azonban munkájuk és egyéb ügyintézéseik miatt a város közlekedésében is megjelennek. A folyamatosan növekvő gépjárműforgalom a városi mobilitásra is hatással van, az eljutási idők megnövekedtek, kiszámíthatatlanná váltak. A növekvő utazási igény a közösségi közlekedés kihasználtságában is megfigyelhető. A közszolgáltatás a 2023 évi energia válságot követően folyamatosan fejlődött, a kapacitáskibocsátás növelésre, a menetrend kiigazításra került az elvárások teljesítésének érdekében. A szolgáltató erőforrások tekintetében felkészült, a szükséges járművezetői létszám és a járműállomány tekintetében az elmúlt években megtette előkészületeit. A város a közösségi közlekedés fejlesztésének támogatása mellett az úthálózat korszerűsítésével, központi forgalomirányító rendszer kiépítésével segíti a városi közlekedést. A várost övező vasúti fejlesztések szintén a mobilitási igények kiszolgálását segítik a jövőben.

Kulcsszavak: kihívások a városi mobilitásban, közösségi közlekedés, közlekedésfejlesztés

Bevezetés

Debrecen gazdasága az elmúlt évtizedben jelentős fejlődésen esett át. A város több külső pontján ipari parkok kerültek kialakításra, melyek rendkívül gyorsan benépesültek. A betelepülő nagyvállalatok jelentős része napjainkra már megkezdte üzemelését. Ezen folyamatok a város és agglomerációjának életére is hatással voltak, a közigazgatási határon belül és kívül újabb lakóövezetek alakultak ki. Az előrejelzések alapján a várható lakosságszám növekedés mintegy 50 ezer fő lesz, az új munkahelyek száma pedig meghaladja a 30 ezret. Debrecen regionális szerepe felértékelődik, mellyel tovább növekszik a városban nap, mint nap megforduló emberek száma. Ezzel a mobilitási igények is megváltoznak és az előttünk álló években kihívások elé állítják Debrecen közlekedését, melyre a város előrelátóan készül fel.

1. Közlekedésfejlesztési stratégiák

A gazdasági fejlődéssel párhuzamosan, tudatos módon történik a közlekedési hálózat fejlesztése is Debrecenben. A városi közlekedés fejlesztésének terveit a város több stratégiai dokumentumban is megjelenítette. Az Integrált Településfejlesztési Stratégiájában (ITS) több cél is megfogalmazásra került 2014-2020 év vonatkozásában a különböző település részek ellátásával, és

a közösségi közlekedés fejlesztésével kapcsolatosan (1). Az Európai Unió célkitűzéseikhez csatlakozva a multimodális városi mobilitás, a fenntartható közlekedés támogatása, a város külső és belső közlekedési feltételeinek és elérhetőségének javítása került a fókuszba. Az eltelt időszakban a közösségi közlekedés javítását célzó intézkedések közül több is megvalósult. Példaként a kiskörút nyugati részének befejezésével, a buszsávok megépítésével több helyi járat vonala került át ide, mellyel kiszámíthatóbb, gyorsabb autóbuszos szolgáltatás nyújtható. A városrészek forgalomtechnikájának javítása és kerékpárosbaráttá tételének köszönhetően jelentősen bővült a kerékpárút hálózat a városban, mellyel szintén a gépjárműforgalom csökkentése volt a cél.

A közúti fejlesztéseket érintően a városrészek, csomópontok és az ipari parkok elérhetőségének javítása került középpontba, melyekből szintén több megvalósult. Ezen, a szűk keresztmetszetek felszámolására tett intézkedések szintén pozitív kihatással vannak napjainkban is a város mobilitására. Az ITS-ben megjelennek a helyi közösségi közlekedés fejlesztésére vonatkozó tervek. Ilyenek többek között az eszközpark modernizálása, az elektromos közlekedés fejlesztése, az 1-es villamosvonal megújítása.

A 2016 szeptemberében elkészített Fenntartható Városi Mobilitási Tervben (SUMP) is megjelennek a közösségi közlekedéssel kapcsolatos stratégiai célok (2). A közösségi közlekedés részarányának növelése érdekében az intermodalitás javítása, a gyors eljutás és a kiszámítható közlekedés, az utaskényelem növelése, a költséghatékony üzemeltetés, az innovatív igényekhez illeszkedő szolgáltatás, a versenyképesség javítása és a környezetkímélő közösségi közlekedés jelentek meg célként.

Az ITS-ben megfogalmazásra került az okos technológiák alkalmazásának szükségessége is, mely elképzelések a város 2020-ban elkészült Smart City Stratégiájában is megjelennek (3). A stratégia fókuszterületei az intelligens közlekedés, a fenntartható energetika és a digitális város. Kiemelten foglalkozik a fenntartható közlekedés módok részarányának növelésének lehetőségeivel, ezen belül a közösségi közlekedés fejlesztésével az eljutási idők javítása és a torlódások csökkentése érdekében.

2023 év végén a SUMP megújításon esett át. A dokumentumban a várost és agglomerációját jelenleg és jövőben érintő mobilitási kihívások kerültek fókuszba. A helyzetelemzés kapcsán alapvető kihívásként fogalmazza meg azt, hogy a városban 2030-ig a lakosság száma mintegy 50 ezer fővel növekszik, amely arányaiban 25%-os emelkedést jelent majd. A városi és a bejövő utak forgalmát nagy mértékben nehezíti majd az, hogy a személygépjármű forgalom 30%-kal fog növekedni az évtized végére, valamint, hogy az agglomerációból naponta több tízezer gépjármű érkezik. Az előrejelzés szerint a közúti fejlesztések nélkül az évtized végére a város útjai járhatatlanok lesznek.



1. ábra

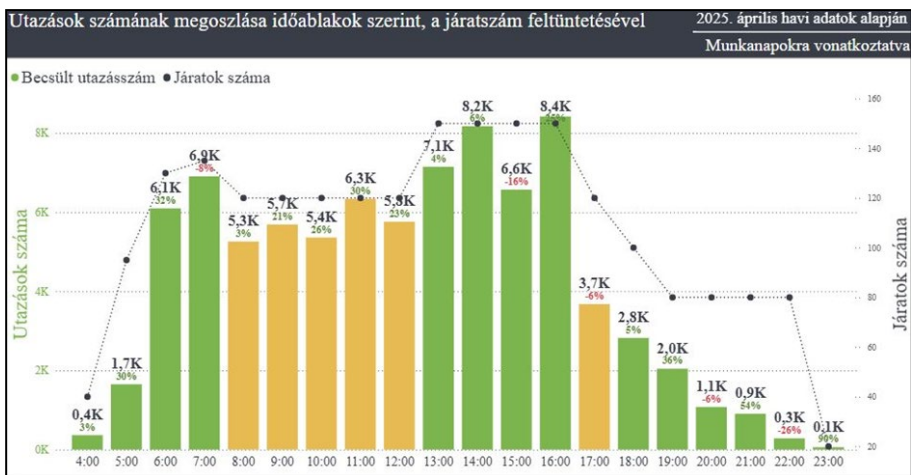
*Reggeli torlódás Debrecen Nagyállomás előtti csomópontjában
Forrás: DKV archívuma*

A feltárt közlekedési problémák kezelésében a közösségi közlekedés jelentős fejlesztési potenciállal bír. További buszsávok kialakítása, az előnyben részesítés kiterjesztése mellett a vonalhálózat és a menetrendi fejlesztések is elengedhetetlenek (4).

2. Az elmúlt időszak fejlesztései

A városi közlekedés kihívásaira a stratégiákban megjelenő célok közül több is már az előkészítés vagy akár a megvalósítás szakaszába lépett.

A közösségi közlekedés tekintetében az elmúlt években megvalósított fejlesztések megkönnyítik az előttünk álló kihívások sikeres teljesítését. Ilyenek többek között a 2-es villamos projekt kapcsán megújított telephelyi infrastruktúra, a NEK típusú igazolványokra történő on-line utazási jogosultság vásárlási lehetőségének bevezetése, az applikációkon keresztül elérhető valós idejű utastájékoztató. Az autóbuszok mintegy egyharmadában üzemelő utasszámláló berendezések az elmúlt több, mint három évben mintegy félmillió járat mérését végezték el. Az utazási szokások elemzésével mára már megalapozott döntéseket lehetséges hozni járatok optimalizálása, menetrendi korrekciók végrehajtása és azok hatásának visszamérése terén.



2. ábra

Utasszámlálási adatok vizualizációja

Forrás: DKV elemzés

Az autóbusz járműállomány is jelentős fejlődésen esett át. A dízel flotta tekintetében immár 119 darab új, korszerű, EURO 6-os környezeti normával rendelkező, bérelt jármű szolgál a városban. A HUMDA Zöld Busz projekt keretében rendszerbe állított 12 darab Mercedes Benz eCitaro is növeli a zero emissziós járművekkel történő szolgáltatás arányát Debrecenben.

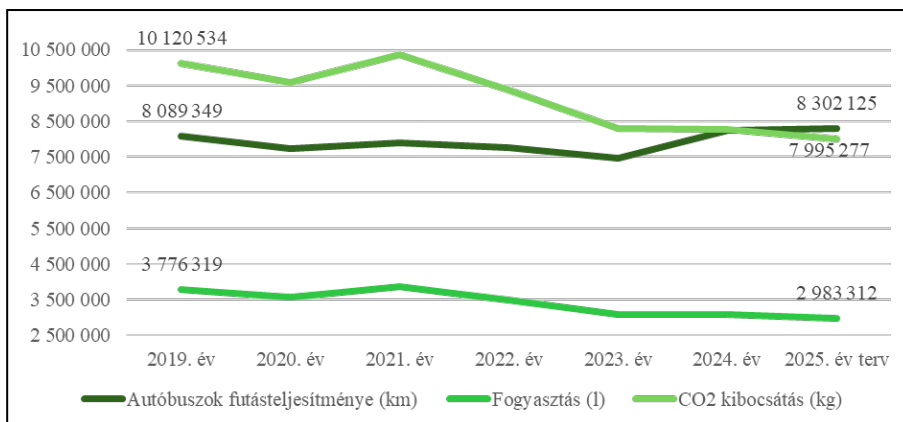


3. ábra

Az új dízelflotta utolsó járműve leváltja a régi VOLVO autóbuszt, 2024 szeptember 29.

Forrás: DKV archívuma

Az autóbuszflotta megújításával 23%-kal kevesebb üzemanyagfogyasztás mellett, 21%-kal alacsonyabb CO2 kibocsátást realizálható úgy, hogy a futásteljesítmény kisebb mértékben növekedett az elmúlt 6 év alatt.



4. ábra

*Autóbuszflotta csere hatása a számok tükrében
Forrás: DKV elemzés*

3. A közösségi közlekedés ellátásának fejlesztési irányai

A város gazdasági fejlődésével párhuzamosan a közösségi közlekedés elérhetőségének javítása, a vonalhálózat átalakítása és a menetrendi kibocsátás is jelentős változáson esik át. Az ipari parkok közösségi közlekedéssel történő ellátása nem kizárólag a közvetlen környezetben jelent feladatot, a teljes városra is hatással van. 2024 évben a menetrendi kibocsátás növelése éves szinten mintegy 800 ezer kilométer többlet futásteljesítményt jelentett. Több, mint 6 alkalommal történt az elmúlt évben jelentősebb menetrendi beavatkozás, mely összességében 11%-os növekedést jelent.

Az ipari parkok ellátása érdekében új vonalcsoportok kerültek kialakításra. A Déli ipari park területét a 60-as vonalcsoporttal látja el a DKV, két vonalon, 17 munkanapi járatral juthatnak el a dolgozók munkahelyükre. Az Észak-nyugati Gazdasági Övezet irányában a szolgáltatás az új, 70-es vonalcsoport, három útvonalon, munkanapokon 27 járat üzemeltetésével indult el.



5. ábra

71A viszonylatjelzésű autóbusz a BMW gyára előtt
Forrás: DKV archívuma

4. A közösségi közlekedés előtt álló kihívások

A következő évek mobilitási kihívásait a város által elkészített, közlekedést is érintő stratégiákban részletesen feltárta. A fenntarthatósági, finanszírozási kérdések megoldása mellett kiemelt cél a közösségi közlekedést érintően, annak elérhetőségének javítása, a városi közlekedésben betöltött részarányának növelése. Az utazási igényekre alapozott menetrendi és vonalhálózati fejlesztések mellett megvalósítandó célként jelennek meg a járműállomány és infrastruktúra, az energetika, a városi mobilitási módok intermodalitásának fejlesztései (5).

5. Az ipari parkok ellátásának fejlesztése

Az ipari parkokban jelentkező, növekvő utazási igények felmérése folyamatos, a jelenlegi szolgáltatási színvonal emelése elengedhetetlen lesz a közeljövőben. Az autóbuszok utasszámláló berendezései által szolgáltatott adatok monitorozása, a betelepülő cégekkel történő egyeztetések alapján a menetrendi ellátás több ütemben történő növelésére szükséges felkészülni. Az optimális megoldás megtalálásához az utazási szokások mélyebb megismerése szükséges. A felmérések egyik úttörő megoldása az Interreg projekt keretében, európai uniós forrásból megvalósuló EnCLOD projekt. Az EnCLOD projekt kapcsán szenzorrendszer került telepítésre 2024 novemberében fókuszálva a város ipari parkjait ellátó úthálózaton. A 42 darab szenzor mágneses elven az áthaladó forgalom mérését végzi folyamatosan a nap 24 órájában. A szenzorok által előállított adatokból a forgalmi adatok – időpont, járművek száma – mellett, kiszűrhető az elha-

ladó jármű iránya és kategóriája is, ezzel megkülönböztethető, hogy a jármű személygépkocsi, autóbusz vagy egyéb más közlekedési eszköz volt.

Az adatok a tervek szerint mindenki számára elérhetőek lesznek. A helyi közösségi közlekedésben a keletkező adatok, az utazási szokások mélyebb elemzésére fordíthatóak. Ennek alapján lehetségessé válik az ipari parkok ellátásának pontosabb megtervezése, a járatok, a menetrend illesztése a valós forgalmi adatok alapján.



6. ábra

Telepített szenzorhálózat a debreceni ipari parkokban.

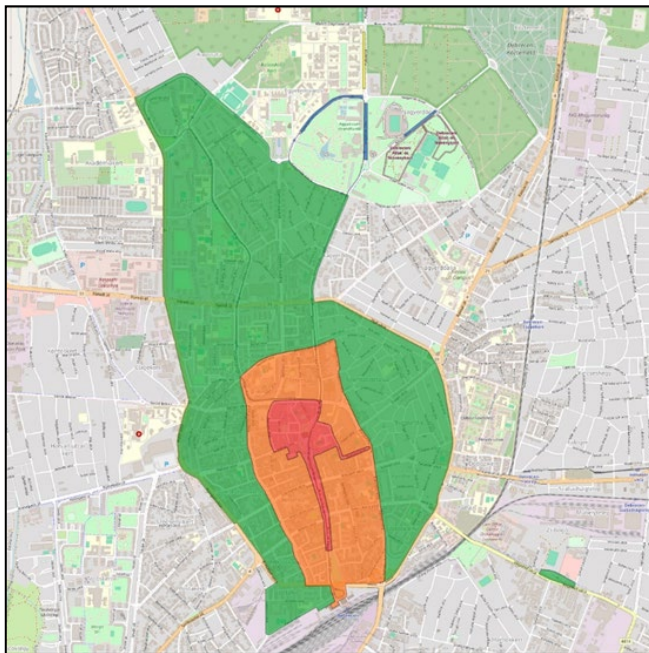
Forrás: DKV archívuma

6. Lehetőségek a városi utak leterheltségének csökkentésére

A közúti fejlesztések, a közlekedési csomópontok korszerűsítése, a várost elkerülő utak megépítése mellett további fejlesztési célok segítik a közösségi közlekedés részarányának növelését. A lakosság utazási igényének vizsgálatokor elsődleges elvárásként az eljutási idő és annak tervezhetősége jelenik meg. Ehhez a közösségi eszközök előnyben részesítésének további fejlesztése szükséges. A városban előkészítés alatt áll egy egységes és korszerű városirányítási központ elindítása. Ezzel a fejlesztéssel be lehet avatkozni a közlekedési lámpák működésének rendjébe, alkalmassá válnak arra, hogy érzékeljék az autóbuszok megjelenését a csomópontokban és előnyben részesítve ezen járműveket, azok menetrendi közlekedését elősegítsék (6).

A megvalósítandó célok között szerepel P+R parkolók kialakítása a város határában annak érdekében, hogy az agglomeráció irányából a belvárosba érkező jelentős számú gépjárműforgalom miatti torlódások mérséklésre kerüljenek. Ezen koncepciók szerves része a helyközi és a városi autóbuszos közlekedési módok kapcsolatának javítása is. A meghatározott cél sikerességének feltétele az, hogy a gépjárművel közlekedők számára valós alternatíva legyen az, hogy az autójukat elhelyezzék ezen parkolókban és a közösségi közlekedést válasszák tovább utazásukhoz.

Az új debreceni parkolási rendszer bevezetése 2025 második félévében a gépjárműforgalom szabályozását, a torlódások csökkentését segíti. A zónás rendszerrel, a parkolási övezetek kiterjesztésével a belváros forgalmi terhelése csökkenthető, további cél a közösségi közlekedési eszközök használatának előtérbe helyezése. A megjelenő új utazási igények ellátása szintén a jövő kihívásait jelentik, melyre a közösségi közlekedésnek időben el kellett kezdeni a felkészülést.



7. ábra

Debrecen új parkolási zónái
Forrás: DV Parking archívuma

Az ipari parkok utazási igényeinek kiszolgálásához a közösségi közlekedési szolgáltatók együttműködése szükséges. A helyközi vasúti és autóbuszos közlekedés és a helyi közlekedés menetrendi összehangolása, a párhuzamosságok kiszűrése az átszállási kapcsolatok javítása jelennek meg a célok között. Az ipari parkok ellátásában már jelenleg is megjelenik az a koncepció, hogy az agglomerációból, távolabbi városokból érkező dolgozók közvetlenül eljutnak munkahelyükre, nem szükséges igénybe venniük a helyi szolgáltatást. A helyközi autóbuszos járatok jelenleg az Észak-nyugati gazdasági övezet irányába közvetlenül 16 vonalon, közel 600 ezer kilométer éves futásteljesítménnyel veszik ki részüket az ellátásból. A 108-as vasútvonal villamosításának befejezésével és a személyforgalom elindulásával az eljutási lehetőség tovább fejleszthető az észak-nyugati terület irányába.

7. Fenntarthatósági célok

A helyi közösségi közlekedés fenntartása, a szolgáltatási színvonal javítása a vidéki városok esetében jelentős kihívások elé állítja az ellátásért felelős önkormányzatokat. Ez alól nem kivétel Debrecen városa sem. A közlekedési szolgáltatók irányába megfizetendő, bevételekkel nem fedezett költségek kompenzációs igénye az elmúlt években jelentős mértékben növekedett. A közszolgáltatás napi működését segítő forrás megteremtésének terhe mellett a szükséges fejlesztések szorul-

nak háttérbe, veszélybe sodorva ezzel a stratégiai célok megvalósítását. A helyi közösségi közlekedés fenntarthatóságának megoldatlan kérdései, a kétpólusú finanszírozásból eredő problémák a vidéki városok legjelentősebb kihívásai jelenleg, melynek megoldása elengedhetetlen.

A közszolgáltatás biztosítása nagymértékű energia- és üzemanyagfelhasználással jár. A gazdasági környezet elmúlt időszakban tapasztalható változásai jelentős hatással voltak a szolgáltatók gazdálkodására, az energia árak megnövekedtek, az üzemanyag árváltozásai napi szintűvé váltak. A kiszámíthatatlan módon változó árak, az ellátási bizonytalanságok miatt az energetikai fejlesztések még inkább előtérbe kerültek, kerülnek a jövőben. Ezen fejlesztések megvalósítása rendkívül forrásigényes, a napelemparkok és energiatároló rendszerek telepítése magas beruházási költséggel jár, a projektek megtérülési ideje hosszú. Ezért az ilyen jellegű fejlesztések megfelelő intenzitású támogatások nélkül nem valósíthatók meg.

A kötöttpályás közlekedés tervezett fejlesztései szintén a fenntarthatósági célok megvalósítását szolgálják a városban. Az elektromos, zero emissziós közlekedés részarányának növelése a lokális károsanyag kibocsátás csökkentésének egyik alappillére. Az 1-es villamosvonal pályájának teljes rekonstrukciója, valamint az idős, korszerűtlen villamosjármű állomány cseréje 2029. végéig a tervezettek szerint megvalósításra kerül. Ezzel a fejlesztéssel a kibocsátott kapacitás növelhető, az eljutási idők csökkennek.

A trolibuszok cseréje is elkerülhetetlenné válik a közeljövőben, életkoruk és az utastéri klimatizálás hiánya miatt. Célként jelenik meg a járművek akkumulátorral történő önjárásának biztosítása is, annak érdekében, hogy további városrészek ellátása is lehetséges legyen környezetkímélő módon. A tervezett cserével a csuklós járművek hiánya is megoldásra kerülhet, melyvel a kapacitáskibocsátás bővíthető.

Konklúzió

Debrecen város felgyorsult gazdasági fejlődése új kihívásokat támaszt a városi mobilitás terén. Időben szükséges felkészülni, reálisan megvalósítható terveket kell megfogalmazni annak érdekében, hogy a város élhetősége fennmaradjon. Debrecen közlekedésfejlesztési stratégiáiban megjelölte azon intézkedéseket, amelyekkel a városi közlekedés fenntarthatósága biztosítható. Az elmúlt években ezekből több meg is valósult, ugyanakkor több nagyvolumenű fejlesztés egyelőre még várat magára a megfelelő források hiányában. A közösségi közlekedést tekintve jelentős mérföldkő volt az autóbuszflotta megújítása, mellyel nagymértékben csökkent a lokális károsanyagkibocsátás. Az utazási igények pontos felmérésére több eszköz is rendelkezésre áll, mellyel a meglévő erőforrások használhatók ki hatékonyabban. A városi közlekedés fejlesztése mellett kijelenthető, hogy az ipari parkok minőségi ellátása a helyi és helyközi közösségi közlekedési társaságok együttműködésével és összehangolt szolgáltatásával lehetséges.

Irodalomjegyzék

- [1] Debrecen Megyei Jogú Város Integrált Településfejlesztési Stratégiája 2014-2020
- [2] Debrecen Megyei Jogú Város Fenntartható Városi Mobilitási Terve, 2016.
- [3] Debrecen Smart City Stratégiája, 2020
- [4] Debrecen Megyei Jogú Város Fenntartható Városi Mobilitási Terve, 2023.
- [5] Tóth Sz.: A közösségi közlekedés fejlesztési irányai Debrecen városában, 2024
- [6] Debrecen Megyei Jogú Város Fenntartható Városfejlesztési Stratégiája 2021-2027, 2022





A rendezvény a BKV Zrt. szakmai támogatásával
a Közlekedéstudományi Egyesület szervezésében valósul meg.