

Az üzemeltetési szempontok szerepe a modern vasútépítési projektekben

The Role of Operational Considerations in Modern Railway Construction Projects

POLOCZ János

Pályalétesítményi szakértő, MÁV, polocz.jani@gmail.com

Abstract

In modern railway construction projects, alongside construction and investment aspects, increasing attention must also be paid to operational and maintenance experiences. Nowadays, the continuously growing passenger and freight transport demands, the dynamically increasing axle loads associated with them, as well as the short construction deadlines, create new technical and operational challenges during railway infrastructure developments. In my presentation, I would like to address the operational challenges occurring during present-day railway development projects. From several perspectives, I present the ultimately common viewpoints of different technical and operational stakeholders, with particular focus on sustainability, accessibility, maintainability and the initial experiences following technical handover. Through domestic practical examples, my study introduces the operational and traffic management problems arising during complex reconstruction projects carried out on railway lines of strategic importance. The presented experiences highlight that reliable operation must be defined as a long-term objective. Therefore, the early integration of operational considerations is fundamentally important in modern railway construction projects. For this reason, the different professional railway disciplines must work together in a complex and coordinated manner from the planning phase until project completion.

Keywords: railway construction, operation, railway maintenance, infrastructure development, sustainability

Kivonat

A modern vasútépítési projektek során a kivitelezési és beruházási szempontok mellett egyre jobban kell törekedni arra, hogy prioritást élvezzenek az üzemeltetési és fenntartási tapasztalatok is. Napjainkban a folyamatosan növekedő személyszállítási és áruforgalmi igények, az ezzel járó dinamikus nagyobb tengelyterhelések, valamint a rövid kivitelezési határidők, a vasúti infrastruktúra fejlesztések során új műszaki és üzemeltetési kihívásokat eredményeznek. Az előadásommal szeretnék kitérni a mai kor vasútfejlesztései során előforduló üzemeltetési kihívásokra. Többféle szemszögből mutatom be a különböző műszaki és üzemeltetési érdekeltségek végső soron azonos szempontjait, különös tekintettel a fenntarthatóságra, a hozzáférhetőségre, a karbantarthatóságra és a műszaki átadás utáni elsődleges tapasztalatokra. A tanulmányomban hazai gyakorlati példákon keresztül ismertetem a kiemelt jelentőségű vasútvonalakon végzett komplex átépítések során jelentkező üzemeltetési és forgalomszervezési problémákat. Ezek a bemutatott tapasztalatok rámutatnak arra, hogy távlati célként kell kijelölni a megbízható működést. Ennek érdekében az üzemeltetési szempontok korai integrálása alapvető fontosságú a modern vasútépítési projektek során. Ezért a különféle vasúton belüli szakmai ágaknak komplex módon együtt kell dolgozniuk a tervezéstől a befejezésig.

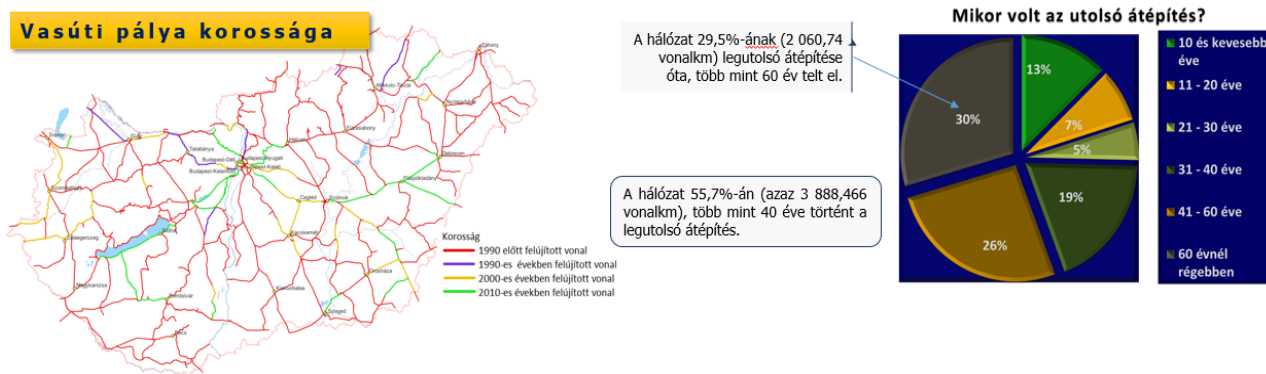
Kulcsszavak: vasútépítés, üzemeltetés, pályafenntartás, infrastruktúra fejlesztés, fenntarthatóság

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt években a vasúti infrastruktúra fejlesztések nagyságrendje és egyben műszaki komplexitása nagymértékben növekedett, amely egyúttal új kihívások elé állította a vasúti pályák üzemeltetési és fenntartási területeit is. A magyarországi hálózati adatok [1. ábra] alapján jól látható, hogy a hálózat valós forgalmi átbocsató képessége elmarad a közlekedési igények által megkövetelt szinttől. Meglátásom szerint a

hosszútávon fenntartható vasúti közlekedés alapkövetelményének csak úgy lehet megfelelni, ha a pályakapacitási igényeknek megfelelő célérték valósul meg hosszú távon. Megfelelő pénzügyi források hiányában a vasúthálózat átbocsátóképessége fokozatosan csökkenni fog. A fejlesztések tervezése során olyan műszaki és gazdasági egyensúly kialakítása szükséges, amely lehetővé teszi a célzott infrastruktúra fejlesztések megvalósítását, valamint a vasúthálózat kapacitásának hosszú távú növelését. Ez a cél alapjául szolgálhat további igények megvalósításához. Jelen tanulmányom és előadásom célja a modern vasútépítési projektek során jelentkező, eltérő szakterületeket érintő üzemeltetési és fenntartási kihívások bemutatása. Főként arra fókuszálok, hogy a beruházási, kivitelezési és határidő-orientált szemlélet mellett kiemelt fontossággal vannak jelen a távlati gazdaságos üzemeltetési szempontok. Különösen fontos a fenntarthatóság, a karbantarthatóság és az üzembiztonság szempontjai. A gyakorlati tapasztalatok alapján számos esetben megfigyelhető, hogy az üzemeltetői és fenntartási szempontok csak korlátozott mértékben jelennek meg a projektek előkészítési és kivitelezési folyamataiban. Jelen tanulmány további célja a vasútépítési projektek során jelentkező üzemeltetési tapasztalatok és kihívások bemutatása. Valamint azon szempontok összegzése, amelyek hozzájárulhatnak a vasúti infrastruktúra hosszútávon megbízhatóbb és fenntarthatóbb működtetéséhez.[1]

Hálózati adatok



Vonalkategóriák	Hossz		Kettő vagy kettőnél több vágányú pályák	Villamosított		Nincs forgalom		Forgalomból kizárt	
	vonalkm	vágánykm		vonalkm	vágánykm	vonalkm	vágánykm	vonalkm	vágánykm
A1	A transeurópai közlekedési hálózat (TEN-T) törzshálózatának részeként működő országos törzshálózati vasútvonalak		972,05	1 668,87	2 640,92	0,00	0,00	0,00	0,00
A2	A TEN-T átfogó hálózatának részeként működő országos törzshálózati vasúti pályák		202,60	695,87	898,47	0,00	0,00	0,00	0,00
B	A TEN-T-n kívüli egyéb országos törzshálózati vasútvonalak		64,30	446,38	483,60	6,41	6,41	44,39	44,39
C	Országos mellékvonalak		0,00	52,52	52,52	154,09	154,09	500,19	500,19
Hálózat			1 238,95	2 863,64	4 075,51	160,50	160,50	544,58	544,58

1. ábra Hálózati adatok megoszlása műszaki paraméterek szerint

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A nemzetközi vasúti infrastruktúra fejlesztések során az elmúlt években egyre nagyobb hangsúlyt kapott az életciklus szemlélet, valamint az üzemeltetési és fenntartási szempontok integrálása a beruházási folyamatokba. A szakirodalom alapján a vasúti infrastruktúra hosszú távú megbízhatóságát és gazdaságos működtetését lényegesen befolyásolják a tervezési és kivitelezési szakaszban meghozott műszaki döntések.

Zoeteman kutatásai [2] rámutatnak arra, hogy a vasúti infrastruktúra teljes életciklusára vetített költségeinek vizsgálata kulcsfontosságú a beruházási döntések során, mivel a kezdeti kivitelezési költségek csökkentése hosszútávon többlet fenntartási ráfordításokat eredményezhet.

Lidén tanulmánya [3] szerint a korszerű vasúti pályafenntartás egyik legfontosabb kihívása a különböző üzemeltetési, fenntartási és beruházási szereplők közötti koordináció biztosítása, valamint a fenntartási szempontok megfelelő figyelembevétele már a projekt előkészítési fázisa során. A vasúti infrastruktúra üzemeltetésével foglalkozó szakirodalom egyetért abban, hogy a fenntartható és megbízható működés érdekében a beruházási projektek során nem kizárólag a kivitelezési és költséghatékonysági szempontokat szükséges figyelembe venni, hanem az üzemeltetés, a karbantarthatóság és a hosszú távú fenntartási igények vizsgálata is elengedhetetlen.

3. MAGYARORSZÁGI GYAKORLATI TAPASZTALATOK

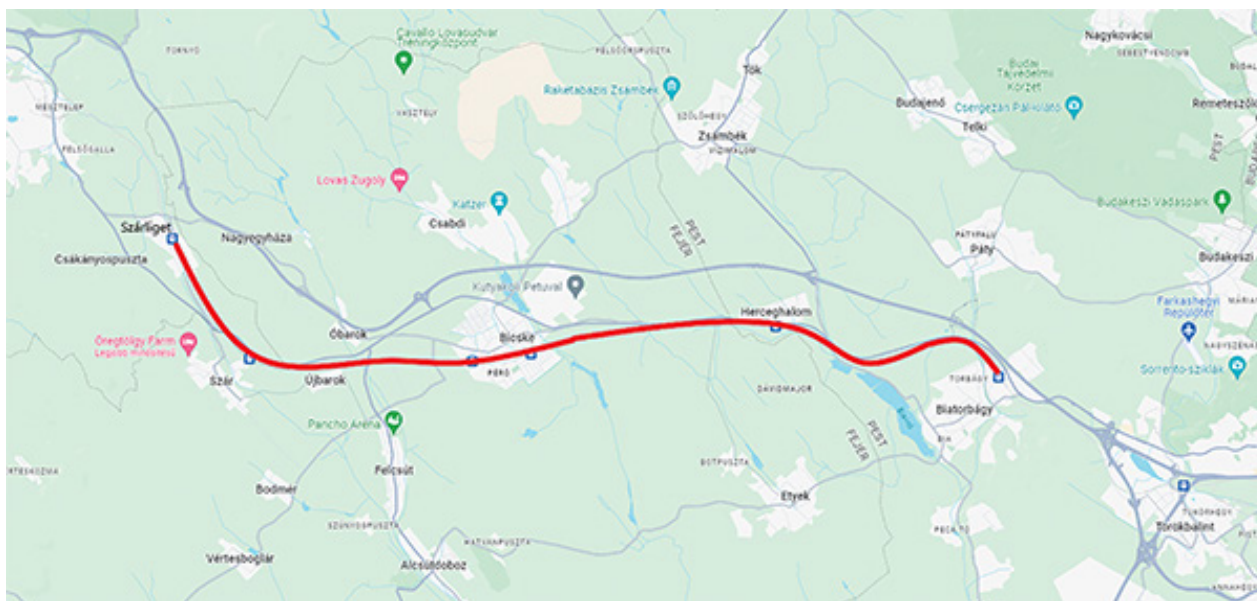
Magyarországon az elmúlt évtizedekben kialakult gyakorlat alapján az elsődleges vasúti fejlesztések főként európai uniós forrásokból valósultak meg, melyekhez különböző távlati célokat és szempontokat rendeltek hozzá.

Ezen fejlesztések mellett sajnos elmaradtak olyan források hozzáadása, amik elősegíthették volna a főbb vasútvonalak modernizálását, illetve párhuzamosan a mellékvonali vasúti hálózat fejlesztését. Általánosságban elfogadott gyakorlati tény, hogy az átépített vasútvonalak még használható felépítményi anyagából, hosszú távon is eredményesen fenntartható lenne a mellékvonali vasúthálózat. Megfelelve az építéskori műszaki pályaparamétereknek.

A következő példában bemutatom azt milyen az, amikor egyik pillanatról a másikra kell egy komplex vasútvonali fejlesztést lebonyolítani rövid előkészítési határidőkkel.

3.1 A projekt jelentősége és előzményei

A Biatorbágy–Szárliget vasútvonalszakasz [2. ábra] a Budapest – Hegyeshalom – (Bécs) nemzetközi vasútvonal részeként a legfontosabb szerepet tölti be Magyarország és Nyugat-Európa vasúti kapcsolatában. A vonalszakasz kiemelt nemzetközi és regionális személyszállítási, illetve teherszállítási forgalmat bonyolít le. Emellett meghatározó szerepet játszik a Budapest környéki elővárosi közlekedésben is. [4] A pályaszakasz műszaki állapota az elmúlt évtizedekben fokozatosan romlott, különösen az LX rendszerű, fabetétes vasbetonaljakkal épített szakaszokon. A növekvő tengelyterhelések, a nagy forgalmi igénybevétel, valamint a 140 km/h pályasebesség következtében a pálya műszaki állapotromlása felgyorsult. A 2023-ban végzett kihúzóerő-vizsgálatok eredményei alapján, több helyszínen már a furatok meghatározó része nem teljesítette az előírt értékeket, amely sebességkorlátozások bevezetését tette szükségessé.



2. ábra A Biatorbágy - Szárliget vonalszakasz áttekintő térképe [4]

3.2 A kivitelezési munkák főbb elemei

A projekt során a Biatorbágy–Szárliget közötti nyíltvonali vágányok és az állomási fővágányok teljes átépítése valósult meg korszerű, 60 kg/m rendszerű hézagnélküli felépítménnyel. A kiterőközetek rekonstrukciójára ebben a projektben nem került sor. Az átmenő fővágányok kiterői még korábban B60 XI. rendszerű kiterőre lettek átépítve. A munkálatok részét képezte a nagygépes ágyazatrostálás, az átépítő vonattal végzett felépítménycsere, valamint több helyszínen az alépítményi hibák helyreállítása és a vízvezetési rendszerek korszerűsítése. A kivitelezési munkákhoz kapcsolódóan teljes értékű növényzetirítási és pályamenti karbantartási beavatkozások is történtek annak érdekében, hogy hosszútávon fenntarthatóbb és üzembiztosabb pályakörnyezet alakuljon ki. A projekt komplexitását tovább növelte a nagy volumenű anyagmozgatás, a szűk kivitelezési határidők és a folyamatos vasúti üzem fenntartásának igénye.



3. ábra Biatorbágy - Herceghalom bal vágány ágyazatrostálás elindulása - saját fotó

3.3 Üzemeltetési és forgalomszervezési kihívások

A kivitelezési munkák során magas prioritású feladatot jelentett a folyamatos vasúti forgalom fenntartása az ország egyik legnagyobb forgalmú vasútvonalán. A kimagasló személy- és tehervonati forgalom mellett a nemzetközi kapcsolatok biztosítása is folyamatos koordinációt és rugalmas üzemeltetési szemléletet igényelt. Az ideiglenes forgalmi rendek, az egyvágányú közlekedési szakaszok, valamint a kivitelezési ütemek változásai fokozott terhelést jelentettek mind az üzemeltetői, mind a kivitelezői oldal számára.

A projekt során különösen fontossá vált a gyors döntéshozatal, az üzemzavarok kezelése, valamint az egyes munkafázisok közötti megfelelő koordináció biztosítása. Ennek megfelelően az utazási igényeket folyamatosan ki kellett szolgálni például autóbuszos pótlással, mely az átépítés különböző fázisai során különféle állomások között került lebonyolításra. Volt olyan szakasz, amikor teljes vasúti kizárás mellett lehetett dolgozni, ekkor készült el több utasforgalmi létesítmény részleges vagy teljes rekonstrukciója is. Ilyen volt például a 4. ábrán található Herceghalom állomás felvételi épület előtti térnek a felújítása is aszfaltos burkolattal. Az átépítés során érintett állomások, megállóhelyek utasforgalom által használt létesítményei közül mind részesült valamilyen mértékű felújításban. A peronburkolatok megújultak, új életvédelmi kerítés került beépítésre, ahol szükséges volt, illetve számos helyen cserélték ki a szolgálati célú vagy utasforgalmi útátjárók elemeit is. Továbbá nagy hangsúlyt fektettek a térvilágítási és utastájékoztató létesítmények megújítására is.

Mindezen munkákat folyamatos, ugyanakkor rövid határidős koordinációval és tervezéssel kellett előkészíteni, majd amikor a munkafolyamat elért a megfelelő fázisba, utána azonnal el kellett kezdeni az adott munkaelem kivitelezését és az előírt határidőre történő befejezését.



4. ábra Herceghalom felvételi épület előtti tér rekonstrukciója - saját fotó

3.4 Fenntartási és üzemeltetési tapasztalatok

Bár a projekt széles megújítási spektrumot ölelt fel, mégis voltak olyan munkafolyamatok, amik 2023 IV. negyedévről átcúsztak 2024. I. és II. negyedévre, ezek a vasúti pályát már csak részlegesen érintették. Az áthúzódó munkafolyamatok egyik legfőbb tanulsága az, hogy a tervezési lépések megkezdésekor figyelembe kell venni valamennyi szakmai ágazat észrevételeit, igényeit és előzetesen fel kell mérni azokat a folyamatokat, ahol mindenképp beavatkozások szükségesek. Lehetőség szerint ezen beavatkozásokat párhuzamosan, egymás mellett, de nem egymás ellenében kell elvégezni, hogy a vágányzári ütemek megfelelően tarthatók legyenek. A modern vasútépítésben már azt a tény is figyelembe kell venni, mely alapján a vasúti forgalom nem minden esetben zárható ki hosszú távon. Ezért az átépítés után elért műszaki állapotnak gazdaságilag közelítően pótolnia szükséges azt a kieső részt, amit a fenntartott áruforgalom ad hozzá. Ezeket a költséghason elemzési modelleket és alapelveiket mind a projekt tervezésének megkezdésekor le kell fektetni és megfelelő módon adaptálni a különböző átépítési fázisokba. Továbbá a projekt tapasztalatai rámutattak arra, hogy a modern vasútépítési beruházások esetében a tartós fenntart-hatósági és üzemeltetési szempontok is nagyobb hangsúllyal bírnak. A megfelelő vízelvezetés, a növényzet-kezelés, az alépítményi problémák kezelése, valamint a pályakarbantartás nagymértékben hozzájárulhat a vasúti infrastruktúra hosszan tartó üzembiztonságához. A gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az üzemeltetői szempontok korai integrálása a beruházási és kivitelezési folyamatokba elősegítheti a későbbi fenntartási igények csökkentését, valamint a megbízhatóbb vasúti üzem fenntartását.

4. ELEMZÉS ÉS ÉRTÉKELÉS

Bár a felhozott Biatorbágy–Szárliget átépítés projekt tapasztalatai jól szemléltetik, hogy a modern vasútépítési projektek során az üzemeltetési és fenntartási szempontok jelentősége folyamatosan növekszik.

Ennek ellenére a nagy forgalmú vasútvonalakon végzett komplex átépítések esetében a kivitelezési munkák nem kizárólag műszaki és beruházási feladatot jelentenek, hanem egyidejűleg komoly üzemeltetési és forgalomszervezési kihívásokat is eredményeznek.

A projekt során szerzett tapasztalatok alapján egyértelmű, hogy a jövőbeli megbízható infrastruktúra kialakításához elengedhetetlen az üzemeltetői szakértelem korai bevonása a tervezési és kivitelezési folyamatokba. A fenntartási igények, a hozzáférhetőség, a karbantarthatóság, valamint az ideiglenes állapotok kezelhetősége kimagaslóan befolyásolják a későbbi üzemeltetés hatékonyságát és az infrastruktúra üzembiztonságát.

A vizsgált projekt rámutatott arra is, hogy a nagy volumenű vasútépítési beruházások során kiemelt szerepe van a különböző érdekeltsgű szereplők, azaz beruházó, kivitelező, tervező és üzemeltető közötti folyamatos kommunikációnak és koordinációnak. A megfelelő együttműködés hiánya többlet üzemeltetési kockázatokat, átadás utáni hibákat, valamint hosszabb távon növekvő fenntartási ráfordításokat eredményezhet.

A gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a korszerű vasútépítési projektek sikeressége nem kizárólag a kivitelezési határidők és beruházási célok teljesülésében mérhető, hanem a hosszútávon fenntartható, üzembiztos és gazdaságosan fenntartható infrastruktúra kialakításában is.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A bemutatott vasútépítési projekt tapasztalatai alapján egyértelmű, hogy a modern infrastruktúra-fejlesztések során az üzemeltetési és fenntartási szempontok jelentősége folyamatosan növekszik. A folyamatosan megbízható és gazdaságosan fenntartható vasúti infrastruktúra kialakítása érdekében kulcsfontosságú az üzemeltetési tapasztalatok megfelelő integrálása már a projekt-előkészítési és tervezési szakaszokban is. A gyakorlati tapasztalatok alapján a kivitelezési és üzemeltetési szereplők közötti folyamatos szakmai együttműködés releváns mértékben hozzájárulhat a későbbi fenntartási problémák csökkentéséhez. A megfelelő hozzáférhetőség, a karbantarthatóság és az ideiglenes állapotok kezelhetősége a modern vasútépítési projektek meghatározó műszaki szempontjai közé tartoznak.

Az életciklus szemlélet alkalmazása hozzájárulhat a fenntartási költségek optimalizálásához, valamint az infrastruktúra távlati célú üzembiztonságának növeléséhez. A nagy forgalmú vasútvonalakon végzett komplex átépítések során különösen fontos a különböző projekt szereplők közötti megfelelő kommunikáció és koordináció biztosítása. A jövő vasútépítési projektjeinek sikeressége egyre nagyobb mértékben múlik azon, hogy a beruházási célok mellett milyen mértékben érvényesülnek a hosszú távú üzemeltetési és fenntartási szempontok.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Korszerű vasút – korszerű vasúttechnika I-II., MÁV Rt., Budapest, 1999.
- [2] Arjen Zoeteman: Life cycle cost analysis for managing rail infrastructure, <https://journals.open.tudelft.nl/ejtir/article/view/3506>
- [3] Tomas Lidén: Railway Infrastructure Maintenance – A Survey of Planning Problems and Conducted Research, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146515001982?via%3Dihub>
- [4] Török G.: Komplex felújítási munkák a Biatorbágy–Szárliget-vonalszakaszon 2023–2024-ben, <https://www.sinekvilaga.hu/komplex-felujitasi-munkak-a-biatorbagy-szarliget-vonalszakaszon-2023-2024-ben>
- [5] Dr. Eng. Roberto Nappi.: Integrated Maintenance: Analysis and Perspective of Innovation in Railway Sector <https://arxiv.org/abs/1404.7560v1>