

Vonalas létesítmények életciklus-menedzsmentje térinformatikai és BIM alapokon

NAGY Zoltán¹, SOMOGYI József Árpád¹

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék

E-mail: nagy.zoltan@edu.bme.hu

[DOI: 10.30921/GK.78.2026.2.2](https://doi.org/10.30921/GK.78.2026.2.2)

Absztrakt

A magasépítés területén a digitális megoldások és az építmény-információs menedzsment (BIM) alkalmazása az elmúlt években a mindennapi gyakorlat szerves részévé vált. Bár a vonalas létesítmények esetében ez a fejlődési ív egyelőre csak követi a magasépítés tendenciáit, a technológiák és eljárások bevezetésére mutató igény – tekintve, hogy az infrastruktúrához kapcsolódó műtárgyak többsége nagy kiterjedésű és komplex mérnöki létesítmény – ezen a területen is megkérdőjelezhetetlen. Jelen tanulmány a hazai közlekedési infrastruktúra-fejlesztésben érdekelt szereplők igényeit és helyzetét vizsgálja, valamint elemzi az átalakulóban lévő jogszabályi környezetet, összevetve azt az iparág aktuális állapotával. A BIM-szemlélettel összhangban a tervezés, a kivitelezés és az üzemeltetés folyamatai nem vizsgálhatók izoláltan, azok egységes kezelése elengedhetetlen. A publikáció célja, hogy a feltárt igények és lehetőségek mentén egy olyan megoldási javaslatot vázoljon fel, amely interoperábilis szoftverkönyezetek segítségével képes támogatni a vonalas létesítmények teljes életciklusát lefedő mérnöki folyamatokat.

Abstract

In the building construction sector, the application of digital solutions and Building Information Management (BIM) has become an integral part of daily practice in recent years. For linear facilities, this development currently follows the trends observed in high rise construction; however, there is a distinct demand for the implementation of these technologies and methodologies in this sector as well, given that most infrastructure assets are extensive and complex engineering structures. This paper investigates the requirements of stakeholders involved in domestic transportation infrastructure development within a defined scope. It examines the current status of the sector and analyzes evolving legislative regulations in comparison with the prevailing state of the industry. Consistent with the BIM philosophy, the processes of design, construction, and operation cannot be analyzed in isolation; rather, they require holistic management. The objective of this study is to propose a solution based on identified needs and opportunities that support engineering processes across the entire lifecycle of linear facilities through the use of interoperable, collaborative software environments.

1. Bevezetés

Az építőiparban zajló digitalizációs folyamatok és az építményinformációs rendszerek egyre szélesebb körű alkalmazása alapjaiban változtatja meg a mérnöki létesítmények menedzselését. Ez a technológiai váltás lehetővé teszi, hogy egy építmény teljes életciklusát – a koncepcióalkotástól a tervezésen és kivitelezésen át egészen az üzemeltetésig – hatékonyan, egy integrált rendszerben lehessen felügyelni. A szereplők közötti szorosabb együttműködés révén létrejövő folyamatokban az információ áramlása szabályozottá és folyamatossá válik, minimalizálva az adatvesztést, növelve a hatékonyságot és csökkentve a hibák előfordulását.

Míg a magasépítés területén a digitális megoldások és a BIM (Building Information Modeling) alkalmazása az elmúlt években már a mindennapi gyakorlat részévé vált, addig a vonalas létesítmények (utak, vasutak, közművek) esetében ez a fejlődés

egyelőre inkább követi a magasépítési trendeket, semmint diktálná azokat. Ugyanakkor az igény ezen a területen is megkérdőjelezhetetlen, tekintve, hogy az infrastruktúrával kapcsolatos építmények jellemzően nagy kiterjedésű, komplex mérnöki létesítmények, amelyek kezelése jelentős térbeli adatmennyiséget igényel.

Jelen tanulmány célja, hogy a hazai közlekedési infrastruktúra-fejlesztésben érdekelt szereplők igényeinek és jelenlegi helyzetének feltárásával, valamint a gyorsan változó jogszabályi környezet elemzésével egy olyan megoldási javaslatot vázoljon fel, amely a térinformatikai rendszerek (Geographic Information System – GIS) és a BIM integrációjára építve támogatja a teljes életciklus-menedzsmentet. A BIM szemléletmódjának megfelelően a tervezés, kivitelezés és üzemeltetés folyamatait nem izoláltan, hanem egységes eszközként, a térbeli adatok folytonosságát biztosítva szükséges kezelni.

2. Vonalas létesítmények térbeli sajátosságai és hálózati jellemzői

A vonalas létesítmények legfontosabb megkülönböztető jegye a magasépítési szerkezetekkel szemben a nagy földrajzi kiterjedés és a hálózatos jelleg. Ezen létesítmények tervezése, nyilvántartása és üzemeltetése elképzelhetetlen a pontos térbeli adatok és a geometriai paraméterek integrált kezelése nélkül.

2.1. Közúti infrastruktúra

A közlekedési hálózatok fejlődése a történelem során mindig szorosan követte a társadalmi és gazdasági igényeket. A modern úthálózatok kialakítása során a mérnöki tervezés már nem csupán a járhatóság biztosítására törekszik, hanem a költséghatékony, környezetkímélő és fenntartható üzemeltetés szempontjait is figyelembe veszi.

Az utak vonalvezetésének tervezésekor számos, egymással összefüggő térbeli és műszaki szempontot kell érvényesíteni, így a nyomvonal kijelölése során a műszaki és költségvetési korlátok mellett a környezeti hatások, a jogszabályi előírások, valamint a menetdinamikai biztonság és az esztétika is meghatározó tényező. A térbeli vonalvezetés a vízszintes és magassági elemek összehangolásából jön létre; a vízszintes geometria egyenesek, körívek és átmeneti ívek sorozatából épül fel, ahol a tervezés során kritikus a biztonság – például a figyelemvesztés elkerülése hosszú egyeneseknél – és a tájba illeszkedés biztosítása. Ezzel szoros egységben a magassági vonalvezetést a hossz-szelvényi tervekben ábrázolt egyenesek és domború vagy homorú lekerekítések alkotják, melyeknél az építési és közlekedési költségek optimalizálása érdekében a kis emelkedésű, minimális törést tartalmazó pályák kialakítása a cél (MAÚT, 2008).

A kereszt-szelvényi tervezés során a téradatok szintjén is elkülönítjük az útkoronán belüli (pl. forgalmi sávok, padka, burkolat) és az útkoronán kívüli (pl. rézsűk, árkok) elemeket. Ezen elemek pontos geometriai leírása és térbeli elhelyezése alapvető feltétele a későbbi mennyiségszámításoknak és a gépi vezérlésű kivitelezésnek.

Magyarország közúthálózata jelentős térbeli kiterjedéssel bír. Az országos közutak hossza 32 552 km, amelyhez mintegy 1000 km kerékpárút is társul a Magyar Közút kezelésében. A helyi közutak hossza ezt is meghaladja, eléri a 183 988 km-t. A hálózat térinformatikai szempontból is komplex, hiszen 8216 hidat és 1853 közúti-vasúti keresztezést foglal magában, amelyek pontszerű objektumként jelennek meg a vonalas hálózaton. Ezen adatok nyilvántartása és térképi megjelenítése már jelenleg is digitális formában, térinformatikai rendszerekben történik.

2.2. Vasúti infrastruktúra

A vasúti pályák esetében a kötöttpályás jelleg még szigorúbb geometriai és térbeli megköteket jelent. A tervezésnél a terep adottságait maximálisan figyelembe véve kell a nyomvonalat vezetni (lehetőleg a semleges vonalat követve), hogy az állandó

esés és a hatékony energiafelhasználás biztosított legyen (Kazinczy, 2004).

A vasúti pálya vízszintes vonalvezetése állandó görbületű elemekből (egyenesek, tiszta körívek) és változó görbületű átmeneti ívekből áll. A magassági vonalvezetést az ezrelékben meghatározott esések és emelkedések, valamint a lejtőrészeknél alkalmazott lekerekítő ívek határozzák meg. A térbeli tervezés során kritikus szempont, hogy a magassági lejtőrészek nem eshetnek egybe átmeneti ívekkel, kitérőkkel vagy hidakkal. A pályatest és a környező terep kapcsolatát a kereszt-szelvények határozzák meg, amelyek méreteit a nyomtávolság, vágányok száma, az ágyazat és a rézsűk geometriája definiálja.

A hazai vasúthálózat gerincét a MÁV Zrt. által kezelt mintegy 7200 vonalkilométer adja, amelyből 1233 km kétvágányú és 2810 km villamosított. A hálózat nemzetközi jelentőségét a rajta áthaladó páneurópai korridorok (IV., V., VII., X.) adják. A téradatok kezelése szempontjából kiemelt jelentőségű a 639 állomás, a 762 megállóhely és a több mint 2500 útátjáró nyilvántartása (MÁV, 2021). A helyi kötöttpályás közlekedés (villamos, metró, HÉV) további jelentős, főként városi környezetben elhelyezkedő hálózati elemeket jelent.

2.3. Egyéb infrastruktúra elemek

Bár a cikk fókusza a közlekedési infrastruktúra, az életciklusalapú rendszerszemlélet megköveteli az egyéb vonalas létesítmények (közművek) említését is, mivel ezek gyakran osztják meg a fizikai teret az utakkal és vasutakkal. A villamosenergia-hálózatok, gáz- és köolajvezetékek, valamint a vízi közművek mind olyan hálózatos struktúrák, amelyek térbeli elhelyezkedése és védőtávolságai közvetlen hatással vannak a közlekedési infrastruktúra tervezésére és üzemeltetésére. Lakott területen belül ezen hálózatok leggyakrabban a közúthálózattal integráltnak kerülnek megtervezésre.

3. Iparági igények vizsgálata a térinformatika tükrében

Az életciklus-menedzsment három fő szakaszában – tervezés, kivitelezés, üzemeltetés – eltérő módon és mértékben jelenik meg a digitalizáció és a téradatok felhasználása. A cikk főként a hazai sajátosságokat mutatja be, azonban a feltárt minták, megoldások és problémák a világon mindenhol jelen vannak (Jang et al., 2021). Különböző fejlettségi szinteket lehet felfedezni, azonban az kijelenthető, hogy a közlekedési infrastruktúrák követik a magasépítésben megjelenő megoldásokat, több-kevesebb sikerrel alkalmazva azokat a vonalas létesítményekre.

3.1. Tervezés

A tervezési fázis tekinthető az egyik leginkább digitalizált területnek, ahol a folyamatok már jellemzően szoftveres környezetben zajlanak. A generáltervezés során azonban a különböző szakágak (út, vasút, közmű, híd) gyakran különálló egységekként, elszigetelt szoftverkörnyezetben dolgoznak. Ez a

munkamódszer megnehezíti a térbeli ütköztésvizsgálatok elvégzését és a folyamatos információáramlást.

Bár az igény megvan a BIM alapú megoldásokra, a tapasztalatok azt mutatják, hogy a magasépítésben bevált szoftverek nem minden esetben képesek hatékonyan kezelni az infrastruktúra-tervezés speciális geometriai feladatait, mint például a hossz- és keresztmetszvények automatikus generálása. A tervezőirodánál a BIM-re való áttérés, az új szoftveres megoldások és a közös adatkörnyezetek kialakítása jelenleg is zajló, erőforrásigényes folyamat. A téradatok átadása sok esetben még mindig "hagyományos" formában (pl. PDF), nem pedig intelligens, adatbázis-alapú modellként történik.

3.2. Kivitelezés

A kivitelezés során a térbeli információk pontos és gyors áramlása közvetlen hatással van a költségekre és a határidőkre. Az előre nem tisztázott adatstruktúrák és formátumok gyakran információvesztést okoznak a tervező és a kivitelező között.

Ugyanakkor ezen a területen is megjelentek az innovatív, téradatokra épülő megoldások. A mérőállomásokkal vagy GNSS (Global Navigation Satellite System) technológiával vezérelt munkagépek (pl. gréder, finisher) alkalmazása kiváló példa a BIM és a térinformatika gyakorlati integrációjára. Itt a manuális kitűzést és adatbevitelt felváltja a modellalapú, automatizált kommunikáció, mely jelentős munkaidő-megtakarítást és pontosságnövekedést eredményez. A kivitelezés monitorozása során szintén előtérbe kerülnek a térbeli technológiák: a pontfelhők és a 3D modellek segítségével már az irodában ellenőrizhető a munkafolyamatok térigénye és megvalósíthatósága, optimalizálva a helyszíni folyamatokat.

3.3. Üzemeltetés

Az üzemeltetési szakaszban a GIS alkalmazása már jelenleg is elterjedtnek mondható, gyakran megelőzve a BIM bevezetését. Az üzemeltetők számára a legnagyobb feladatot a létesítmények folyamatos vizsgálata, az állapotmegővítés és a forgalomszervezés jelenti.

Jelenleg több jól működő, térinformatikai alapú nyilvántartó és döntéstámogató rendszer üzemel, így például a MÁV a PÁTER (Pályadiagnosztikai Térinformatikai Rendszer) szoftvert alkalmazza, mely támogatást nyújt a szakembereknek a pályaalapot elemzésében és a karbantartások tervezésében; a Budapest Közút pedig a KAPU (Közüti Adatgyűjtő Rendszer) rendszert használja, mely egy olyan komplex térinformatikai adatbázis, ami nemcsak a forgalmi rendet és az úthálózat adatait tartja nyilván, hanem a kezelői határokat és az állapotadatokat is integrálja, miközben képes más ügyviteli rendszerekkel való kapcsolattartására is (Budapest Közút, 2023). Azonban a digitalizáció szintje nem egységes, ugyanis a hatóságok sok esetben még mindig ragaszkodnak a papír alapú, hitelesített mérési jegyzőkönyvekhez, ami gátolja a teljesen digitális munkafolyamatok kialakulását, ráadásul az adatok rögzítése gyakran nem egységes adatbázisban, hanem elszigetelt táblázatkezelőkben vagy szöveges dokumentumokban történik,

ami megnehezíti a komplex, térbeli lekérdezéseket és az automatizált döntéstámogatást.

4. Az életciklus fázisai és az információáramlás

A BIM szemléletmód egyik alapvetése, hogy a létesítményt nem statikus állapotként, hanem egy folyamatosan változó, információban gazdagodó rendszerként kezeli. A vonalas létesítmények esetében ez az időbeliség különösen hangsúlyos a térbeli adatok (nyomvonal, környezet, földrajzi viszonyok) állandó jelenléte miatt.

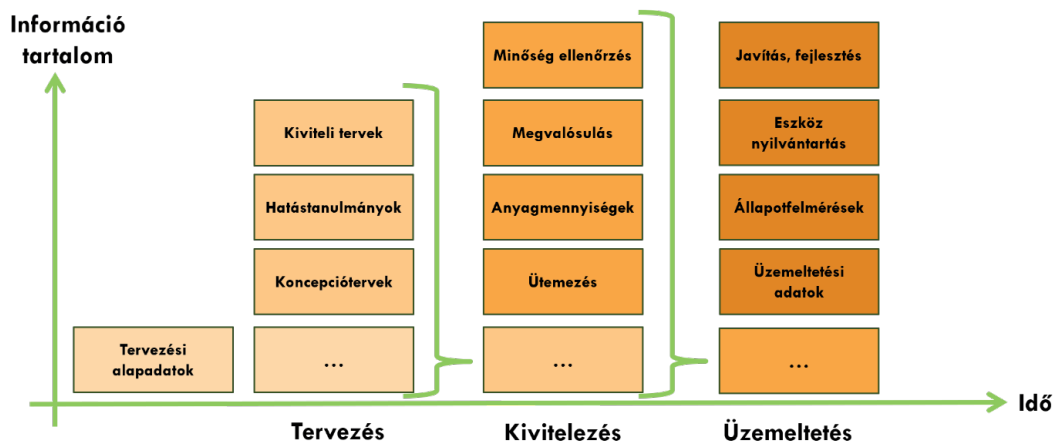
4.1. Az információtartalom növekedése és a kritikus pontok

Egy építmény életciklusa során az információtartalom ideális esetben folyamatosan növekszik. A tervezési alapadatokból koncepciótervek, majd kiviteli tervek születnek. A kivitelezés során ehhez hozzáadódnak az anyagmennyiségek, a beépített eszközök adatai és a megvalósulási dokumentáció. Végül az üzemeltetés során az állapotfelmérések, karbantartási adatok és a javítások története gazdagítja az adatbázist (1. ábra).

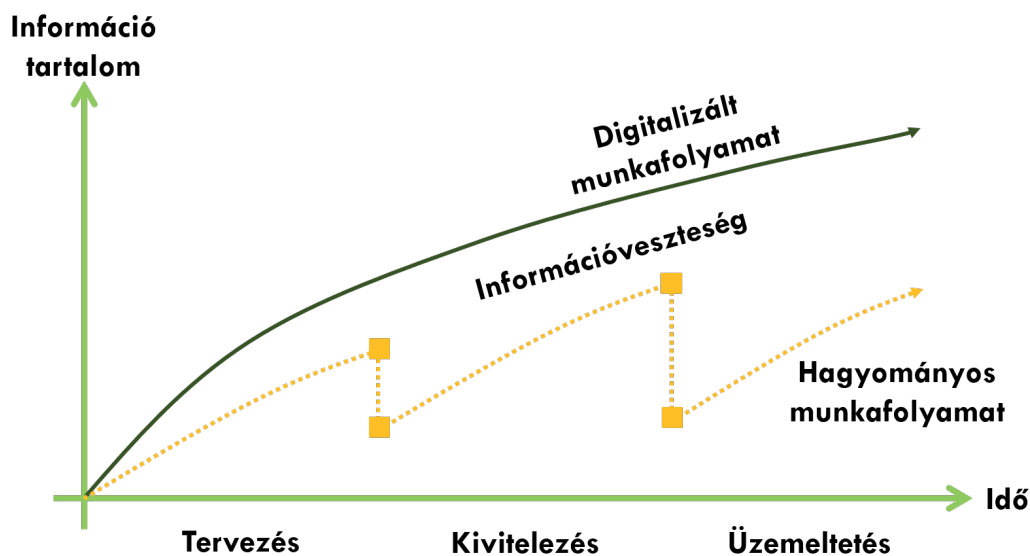
Azonban a jelenlegi gyakorlatban ez a görbe nem töretlen, mivel a fázisok közötti átadások (tervezés → kivitelezés → üzemeltetés) során jelentős információvesztés lép fel, aminek oka gyakran az inkompatibilis adatformátumok, a tisztázatlan adatátadási követelmények és a nem megfelelő digitalizáltság (MAÚT, 2022). A tervezés-kivitelezés átmenetnél a digitális tervek sokszor nyomtatott vagy PDF formátumban kerülnek átadásra, így a kivitelezőnek újra fel kell építenie a modellt (például az automatizált gépvezérléshez), ami idővesztéssel, többletköltséggel és hibalehetőséggel rejt, míg a kivitelezés-üzemeltetés átmenet során az üzemeltető gyakran nem kapja meg a létesítmény valós, térbelileg pontos „megvalósulási modelljét”, csupán statikus dokumentumokat, így a térinformatikai rendszerek feltöltése manuális, költséges utómunkát igényel (2. ábra). A cél az információvesztés minimalizálása egy olyan digitális munkafolyamat kialakításával, ahol az adatok strukturált formában, georeferáltan öröklődnek át az egyik fázisból a másikba.

4.2. A visszacsatolás fontossága

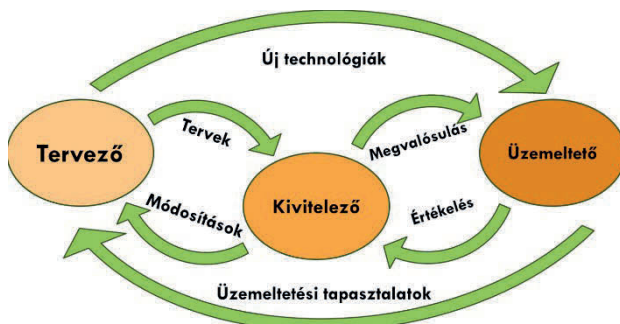
Az információáramlás nem lehet egyirányú, hiszen a hatékony életciklus-menedzsment egyik kulcsa a visszacsatolás lehetősége, melynek keretében a kivitelező visszajelzést adhat a tervezőnek a tervek megvalósíthatóságáról és a helyszíni tapasztalatokról, míg az üzemeltető – aki a leghosszabb ideig kezeli a létesítményt – értékes adatokat szolgáltathat a tervezőknek és kivitelezőknek a típushibákról, az alkalmazott technológiák tartósságáról vagy a karbantartási igényekről. Ez a körkörös információáramlás, amelyet az egységes építményinformatikai rendszerek tesznek lehetővé, végső soron javítja a jövőbeli beruházások minőségét és költséghatékonyságát (3. ábra).



1. ábra Információtartalom növekedése az építmény életciklusa során



2. ábra Információ veszteség és annak megakadályozása (MAÚT, 2022)



3. ábra Információ áramlás a szereplők között

digitális átállás sikeréhez elengedhetetlen, hogy a jogi környezet is támogassa, sőt megkövetelje a korszerű technológiák alkalmazását.

5.1. Az állami építési beruházások rendjéről szóló törvény

Jelentős mérföldkő a hazai szabályozásban az állami építési beruházások rendjéről szóló törvény (Építési és Közlekedési Minisztérium, 2023), amely alapjaiban reformálja meg a közösségi forrásból megvalósuló projektek menedzselését, egyik kiemelt céljaként pedig a hatékonyság és megbízhatóság növelését, valamint egy egységes szabályozási rendszer megteremtését tűzi ki a teljes életciklusra. A törvény térinformatikai és BIM szempontból legfontosabb elemei közé tartozik a BIM alapú rendszer kötelezővé tétele, mivel a jogszabály előírja az egységes BIM alapú rendszer alkalmazását a közbeszerzési értékhatárt elérő beruházásoknál, valamint a

5. Törvényi szabályozások és szabványok

A vonalas létesítmények méretükből és közösségi funkciójukból adódóan szigorú jogi és műszaki szabályozás alatt állnak. A

CDE (Common Data Environment) bevezetése, ugyanis a törvény definiálja az BIM fogalmát és előírja a CDE használatát, amely lehet felhőalapú megoldás vagy helyi szerveren megvalósított megoldás is, ahol biztosítani kell a modell alapú műszaki megvalósítás nyomonkövetését. Emellett követelmény az ütköztetésvizsgálat és nyomonkövetés, tehát a rendszernek képesnek kell lennie az ütköztetésvizsgálatok elvégzésére – amely térbeli koordinációt feltételez – és a megvalósulás folyamatos monitorozására, illetve érvényesül a teljes életciklus szemlélet, hiszen a törvény nemcsak a kivitelezésre, hanem az üzemeltetésre is kiterjeszti a BIM alkalmazását, biztosítva a szorosabb együttműködést a szereplők között; végezetül a törvény létrehozza az Állami Beruházási Érdekegyeztető Tanácsot, amelynek feladata a BIM rendszer feltételeinek megteremtése és kétévenkénti felülvizsgálata a nemzetközi trendek alapján, biztosítva a folyamatos technológiai felzárkózást. A törvényhez több későbbi rendelet is kapcsolódik, amelyek lényeges műszaki tartalommal bírnak. Ezek közül a 25/2024. (VIII. 8.) ÉKM rendelet (Építési és Közlekedési Minisztérium, 2024a) az, amely a kapcsolódó tervezői szolgáltatások rendszerét szabályozza, lefedve az építmények teljes életciklusát az előkészítéstől egészen az üzemeltetésig. Részletesen meghatározza a beruházásban résztvevő kulcsszereplők (például projektvezető, beruházás-lebonyolító, tervező, költségszakértő) feladatait és a velük szemben támasztott szakmai követelményeket. A folyamatot jól elkülöníthető szakaszokra (programozási, előkészítési, megvalósítási fázisok) bontja, amelyek közé úgynevezett „kiszállási pontokat” iktat be, ahol a költségek és tervek alapján dönteni kell a projekt folytatásáról, módosításáról vagy leállításáról. A minőségbiztosítás érdekében bevezeti a műszaki tervszűri intézményét a tervek szakmai felülvizsgálatára, valamint szabályozza a dokumentációs követelményeket. A másik pedig a 31/2024. (VIII. 22.) ÉKM rendelet (Építési és Közlekedési Minisztérium, 2024b), melyben kötelezően alkalmazandó építményinformációs modell alapú tervezés és megvalósítás részletes műszaki és szakmai feltételrendszerét rögzíti, előírva a nemzetközi szabványok, különösen az MSZ EN ISO 19650 szabványsorozat használatát a teljes információkezelési folyamatban. Meghatározza az adatsere technikai követelményeit, kötelezővé téve a nyílt szabványú, gyártófüggetlen fájlformátumok használatát a szoftverek közötti átjárhatóság biztosítása érdekében. Részletezi a BIM projektek kulcsfontosságú dokumentumait, mint például a BIM kézikönyvet és az EIR-t (Információcsere vonatkozó követelményeket), valamint definiálja a speciális szerepköröket, például a BIM menedzser feladatait. Szabályozza a CDE funkcionális követelményeit, amely biztosítja az összes projektszereplő számára a kontrollált hozzáférést a tervekhez és adatokhoz. Bevezeti az egységes magyar állami építési tételrend alkalmazását is, amely a költségtervezés és a mennyiségi kiírások rendszerezését szolgálja.

5.2. BIM tételrendek és címkék

A rendeletekhez kapcsolódóan készültek ágazati tételrendek, ezek olyan szabványosított, kódrendszerrel ellátott adatbázisok, amelyek az infrastrukturális beruházások során felmerülő összes

lehetséges munkatípust, technológiát és anyagot egységes szerkezetbe foglalják. Elsődleges céljuk, hogy a költségvetés-kiírások és az árajánlatok minden szereplő (tervező, kivitelező, beruházó) számára egyértelműek és teljesen összehasonlíthatók legyenek, biztosítva ezzel az átláthatóságot a közbeszerzési eljárásokban. A tételrendeket nemcsak a költségvetés elkészítése közben szükséges használni, hanem egy kötelezően teljesítendő alapot adnak a modell létrehozásához, mivel azt úgy kell létrehozni, hogy az egyes tételek számíthatók, hozzárendelhetők és lekérdezhetők legyenek az építményinformációs modellből.

A tételeken kívül bevezetésre kerül egy úgynevezett „címkerendszer” is, amelynek célja a beruházások minőségének, fenntarthatóságának és társadalmi hasznosságának növelése. Három fő kategóriában határoz meg minősítéseket: fenntarthatósági és környezetvédelmi, digitalizációs, valamint közösségi szerepvállalás címke, amelyek alap- és kiemelt szinten szerezhetők meg. A szabályozás kiterjed a törvény hatálya alá tartozó építetők, tervezőkre és kivitelezőkre, ösztönözve őket az innovatív és környezettudatos megoldások alkalmazására (Építési és Közlekedési Minisztérium, 2025).

5.3. Szakági előírások és irányelvek

A rendeletekhez kapcsolódóan ágazati tételrendek készültek; ezek olyan szabványosított, kódrendszerrel ellátott adatbázisok, amelyek az infrastrukturális beruházások során felmerülő összes lehetséges munkatípust, technológiát és anyagot egységes szerkezetbe foglalják. Elsődleges céljuk, hogy a költségvetés-kiírások és az árajánlatok minden szereplő (tervező, kivitelező, beruházó) számára egyértelműek és teljesen összehasonlíthatók legyenek, biztosítva ezzel az átláthatóságot a közbeszerzési eljárásokban. A tételrendeket nemcsak a költségvetés elkészítése közben szükséges használni, hanem egy kötelezően teljesítendő alapot adnak a modell létrehozásához, mivel azt úgy kell létrehozni, hogy az egyes tételek számíthatók, hozzárendelhetők és lekérdezhetők legyenek az építményinformációs modellből.

A tételeken kívül bevezetésre kerül egy úgynevezett „címkerendszer” is, amelynek célja a beruházások minőségének, fenntarthatóságának és társadalmi hasznosságának növelése. Három fő kategóriában határoz meg minősítéseket: fenntarthatósági és környezetvédelmi, digitalizációs, valamint közösségi szerepvállalás címke, amelyek alap- és kiemelt szinten szerezhetők meg. A szabályozás kiterjed a törvény hatálya alá tartozó építetők, tervezőkre és kivitelezőkre, ösztönözve őket az innovatív és környezettudatos megoldások alkalmazására (Építési és Közlekedési Minisztérium, 2025).

6. A téradatok kezelését és integrációját támogató technológiák

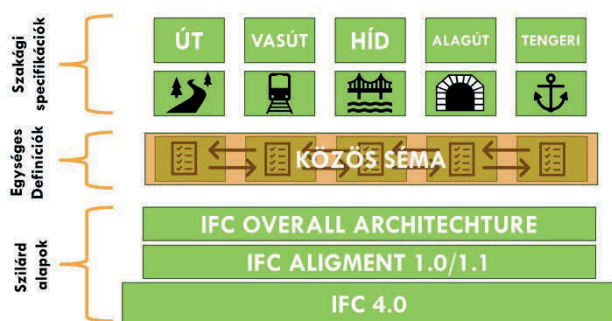
A vonalas létesítmények teljes életciklusát lefedő menedzsmentrendszer kialakításához elengedhetetlen a megfelelő technológiai háttér biztosítása. A térinformatikai rendszer (GIS) és az építményinformációs modellezés (BIM) konvergenciáját számos korszerű adatgyűjtési és adatkezelési technológia támogatja.

6.1. Tömeges adatgyűjtés: a valóság digitális leképezése

A pontos térbeli modell alapfeltétele a megbízható geometria, ezért a hagyományos geodéziai módszerek mellett ma már olyan nagy hatékonyságú technológiák állnak rendelkezésre, amelyekkel rövid idő alatt teljeskörű geometriai információ nyerhető az infrastruktúráról. Ezen technológiák sorába tartozik a lézeres távérzékelés (Light Detection and Ranging – LiDAR), amely lehetővé teszi nagy sűrűségű pontfelhők előállítását, származzanak azok légi (Unmanned Aerial Vehicle – UAV) vagy földi, járműre szerelt mobil térképező rendszerekből (Mobile Mapping System – MMS). Ezek a pontfelhők nem csupán vizualizációra alkalmasak, hanem részletes geometriai vizsgálatokra is, hiszen az útburkolatról készült felmérések alapján centiméteres pontossággal kimutathatók a hibák (Égető et al., 2020), valamint tetszőleges sűrűségben vizsgálható a burkolat tényleges oldalesése és a tervezett értéktől való eltérése. A vasúti infrastruktúra területén pedig a szenzorrendszerekkel felszerelt mérővonatok képesek a pályaállapot és a kitérők folyamatos, nagy sebességű diagnosztikájára, kiváltva ezzel az időigényes manuális méréseket (Plasser&Theurer, 2021).

6.2. IFC szabvány: az interoperabilitás alapja

Az adatok szoftverfüggetlen cseréjét az Industrial Foundation Class (IFC) biztosítja (ISO 16739-1:2018). Ez a nyílt szabvány nemcsak a fizikai elemeket (pl. oszlopok, ágyazat), hanem az absztrakt fogalmakat (pl. nyomvonal, folyamatok) és a térbeli kapcsolatokat is képes leírni (BuildingSMART International, 2025). A szabvány nem csak elterjedtsége miatt fontos, hanem a 31/2024. (VIII. 22.) ÉKM rendelet nevesítve is említi, mint elsődleges nyílt, gyártófüggetlen adatcseré formátumot.



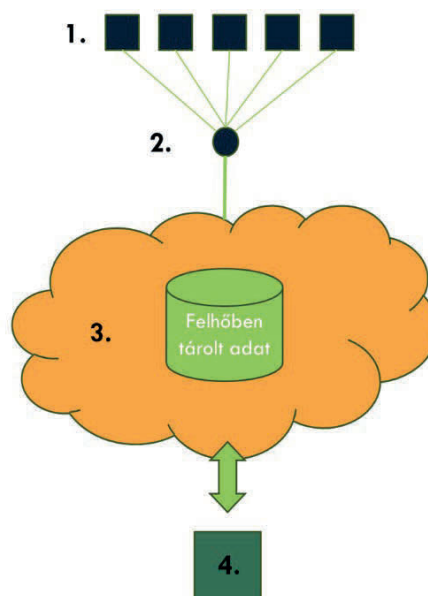
4. ábra IFC szabvány az infrastrukturális létesítmények leírásához (BuildingSMART, 2025).

A vonalas létesítmények szempontjából kritikus jelentőségűek az IFC Road és IFC Rail kiegészítések. Ezek a fejlesztések az IFC 4.0 alapjaira és az IFC Alignment (nyomvonal-kezelés) szabványra épülve teszik lehetővé az utak és vasutak specifikus geometriájának és szemantikájának kezelését (Floros et al., 2019; Soilán et al., 2021). A közös séma biztosítja, hogy a különböző szakági modellek (út, vasút, híd, alagút) egy egységes

koordináta-rendszerben, platformfüggetlen módon jelenjenek meg (4. ábra).

6.3. IoT és valós idejű téradatak

Az IoT (Internet of Things – IoT), vagyis a „dolgok internete” technológia teszi lehetővé, hogy a statikus modellek dinamikus, élő rendszerekké váljanak (Villamil et al., 2020) (5. ábra).



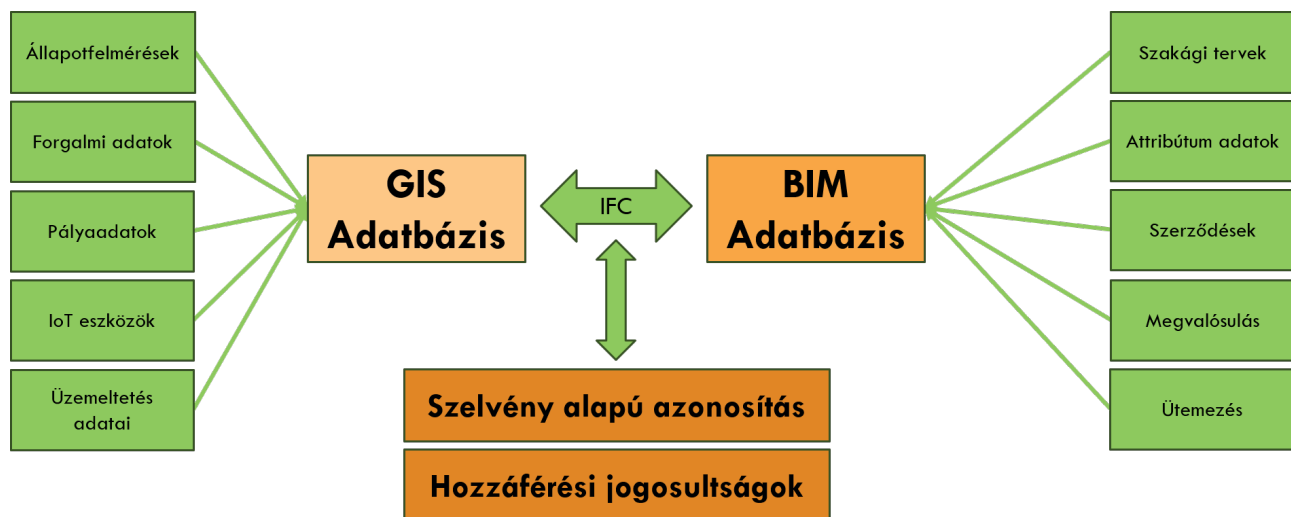
5. ábra IoT rendszer felépítése és működése

A hálózatba kötött szenzorok (1. elem) folyamatosan gyűjtenek adatokat, amelyeket hálózaton keresztül (2. elem) felhőalapú rendszerekbe (3. elem) továbbítanak elemzésre, végül pedig az információ kerül átadásra a végfelhasználó (4.) számára (Villamil et al., 2020).

A közlekedési infrastruktúrában az IoT alkalmazása közvetlen térinformatikai haszonnal jár, hiszen a tervezés során a felhasználók celladatai alapján forgalmi modellek készíthetők; a kivitelezés fázisában a munkások és a gépek pozíciójának valós idejű követése – például a közeledő szerelvény jelzésével – növeli a munkabiztonságot; az üzemeltetés alatt pedig okostelefonok szenzoradatai vagy beépített érzékelők segítségével folyamatosan megfigyelhető a pályaállapot (Kopitkó, 2019).

6.4. Adatbiztonság: CDE és Blockchain

A nagyméretű, sokszereplős projektek adatkezelését az közös adatkörnyezet és a Blockchain (blokklánc) technológia támogatja. A CDE biztosíthatja a felhőalapú, szabályozott hozzáférést és a verziókövetést (Patacas et al., 2020). A blokklánc technológia – a tranzakciók és triggerok adatbázis-konceptiójával kiegészítve – garantálja az adatok megmásíthatatlanságát és hitelességét, ami jogi szempontból (pl. teljesítésigazolás) elengedhetetlen egy decentralizált, több alvállalkozót foglalkoztató beruházásnál (Turk & Klinc, 2017).



6. ábra GIS-BIM rendszerstruktúra

7. Javasolt GIS-BIM rendszerstruktúra

A kutatás egyik fő eredménye egy olyan integrált rendszerstruktúra javaslata, amely összeköti a GIS és az BIM adatbázisokat, biztosítva a teljes életciklus támogatását (Cepa et al., 2023; Garramone et al., 2020).

7.1. A rendszer felépítése

A javasolt modellben a két adatbázis nem olvad össze teljesen, hanem funkciójuknak megfelelően, összeköttetésben működnek: a makroszintű GIS adatbázis kezeli a hálózati szintű, nagy kiterjedésű adatokat – úgymint az állapotfelmérések eredményeit, forgalmi adatokat, pályaadatokat, IoT eszközök jeleit, valamint az üzemeltetés során keletkező egyéb információkat –, amelynek fő felhasználói az üzemeltetők, hatóságok és döntéshozók, míg a mikroszintű BIM adatbázis tárolja a létesítmény részletes műszaki, geometriai és attribútum adatait, beleértve a szakági terveket, térbeli modelleket, anyagjellemzőket, szerződéseket, megvalósulási dokumentációt és ütemezési adatokat, elsősorban a tervezők és kivitelezők számára. A két rendszer közötti átjárást a szabványos adatcsere (IFC) és a szelvény alapú azonosítás (chainage) biztosítja, ami lehetővé teszi, hogy a GIS rendszerből lekérdezhető legyen egy adott útszakaszhoz vagy vasúti szelvényhez tartozó részletes BIM modell, illetve a BIM adatbázisba visszacsatározhatók legyenek a térinformatikai rendszerben rögzített üzemeltetési tapasztalatok (6. ábra).

7.2. Fejlesztési ütemterv

Az átállás sikeres megvalósítása érdekében a rendszer bevezetését négy, egymásra épülő lépcsőben célszerű végrehajtani. Az első lépés a teljes körű digitalizáció, melynek során biztosítani kell, hogy minden adat – legyen szó tervekről vagy jegyzőkönyvekről – digitális, kereshető formában kerüljön

tárolásra, megszüntetve a papír alapú vagy nem strukturált adathalmazokat. Ezt követi a második szint, a CDE kialakítása, ahol a szereplők a saját feladatkörükön és rendszereiken belül valósítják meg a közös adattárolást. A harmadik lépcsőfok a szabványosított információcsere megteremtése, mely már szoros együttműködést követel meg a résztvevőktől az információvesztés nélküli adatátadás érdekében, például IFC alapú megoldások alkalmazásával. A folyamat végcélja, a negyedik szint, a „Digitális Iker” létrehozása, ahol a manuális információcserét felváltja az automatikus, folyamatos adatmegosztás, integrálva az IoT eszközöket és a mesterséges intelligenciát, ezáltal folyamatos, kétirányú kapcsolatot teremtve a digitális modell és a valóság között (Tchana et al., 2019).

8. Összefoglalás

A vonalas létesítmények életciklus-menedzsmentje terén a hazai közlekedési infrastruktúra-fejlesztés jelentős átalakulás előtt áll. Bár a GIS alapú üzemeltetői rendszerek (pl. KAPU, PÁTER) már jelenleg is magas színvonalon működnek, a BIM integrációja még várat magára.

A kutatás rávilágított, hogy a technológiai háttér (IFC szabványok, felhőalapú megoldások, nagy pontosságú adatgyűjtés) rendelkezésre áll. A legfontosabb feladat jelenleg a szabályozási környezet és a folyamatok összehangolása. Szükséges egy átfogó, de rugalmas állami infraBIM előírás, amely nem a technológiát, hanem az adatátadás tartalmát és formátumát (pl. térbeli pontosság, attribútumok) szabályozza.

Kiemelendő, hogy a projekt lezárultával a modell nem maradhat „gazdátlanul”: tisztázni kell, ki viseli a BIM adatbázis üzemeltetésének költségeit és felelősségét az átadás-átvétel után. A cél egy olyan integrált rendszer, ahol a tervezők, kivitelezők és üzemeltetők érdekei közösen érvényesülnek, és ahol a térinformatika nem csupán nyilvántartó eszköz, hanem a teljes életciklus alapja.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-2-III-BME-290 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

- Budapest Közút 2023. KAPU – Adatpublikáció <https://www.budapestkozut.hu/informatikai-igazgatosag/nyilvantartas-es-adatszolgaltatas/kapu-adatpublikacio/>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- BuildingSMART International 2025. IFC 4.3 <https://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- Cepa, J. J. – Pavón, R. M. – Alberti, M. G. – Caramés, P. 2023. Towards BIM-GIS Integration for Road Intelligent Management System. *Journal of Civil Engineering and Management*, 29(7), pp. 621–638. DOI: 10.3846/jcem.2023.19514
- Égető Csaba – Gherman Sámuel – Hrutka Bence Péter – Nagy Nándor Antal – Takács Bence 2020. Pontfelhő az útépitésben. *Geodézia és Kartográfia*, 72. évf. 5. sz. pp., 13–17. DOI: 10.30921/GK.72.2020.5.2
- Építési és Közlekedési Minisztérium 2023. 2023. évi LXIX. törvény <https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2023-69-00-00>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- Építési és Közlekedési Minisztérium 2024a. 25/2024. (VIII. 8.) ÉKM rendelet <https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2024-25-20-8X>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- Építési és Közlekedési Minisztérium 2024b. 31/2024. (VIII. 22.) ÉKM rendelet <https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2024-31-20-8X>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- Építési és Közlekedési Minisztérium 2025. 28/2025. (IX. 11.) ÉKM rendelet <https://njt.jog.gov.hu/jogszabaly/2025-27-20-8X>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- Floros, G. S. – Boyes, G. – Owens, D. – Ellul, C. 2019. Developing IFC for infrastructure: A case study of three highway entities. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 4(4/W8), pp.59-66. DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-4-W8-59-2019
- Garramone, M. – Moretti, N. – Scaioni, M. – Ellul, C. – Re Cecconi, F. – Dejacó, M. C. 2020. BIM and GIS Integration for Infrastructure Asset Management: A Bibliometric Analysis. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, VI-4/W1-2020, pp. 77–84. DOI: 10.5194/isprs-annals-VI-4-W1-2020-77-2020
- Jang, K. – Kim, J. W. – Ju, K. B. – An, Y. K. 2021. Infrastructure BIM platform for lifecycle management. *Applied Sciences*, 11(21). DOI: 10.3390/app112110310
- Kazinczy László 2004. Vasúti pályák BMEEOUVAT22 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére http://www2.uvt.bme.hu/kazinczy/1.%20Oktat%C3%A1si%20anyagok_/1.2.%20Jegyzetek_/1.%20Vas%C3%BAti%20p%C3%A1ly%C3%A1k_.pdf, utolsó elérés: 2026. július 09.
- Kopitkó Tünde 2019. Közúti vasúti járművek összehasonlító futástechnikai vizsgálata okostelefonok inerciális szenzoradatainak mérés technikai alkalmazásával *Építőmérnöki Kari TDK; Mérnökgeológia, geotechnika és közlekedésépítőmérnöki szekció* <https://tdk.bme.hu/conference/EMK/2019/sessions/geo1/paper/Kozuti-vasuti-jarmuvek-osszehasonlito>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- MAÚT 2008. Útügyi Műszaki Előírás ÚT 2-1.201 <https://ume.kozut.hu/dokumentum/1490>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- MAÚT 2022. Az Útépités Digitalizációjának Magyarországi Menetrendje https://portal.maut.hu/dokument/dim/maut_dim_a_magyarorszagi_utepites_digitalizaciojanak_menetrendje.pdf, utolsó elérés: 2026. július 09.
- MÁV 2021. MÁV Zrt. bemutatkozás. <https://www.mavcsoport.hu/mav/bemutakozas>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- Patacas, J. – Dawood, N., – Kassem, M. 2020. BIM for facilities management: A framework and a common data environment using open standards. *Automation in Construction*, 120, pp. 103366. DOI: 10.1016/j.autcon.2020.103366
- Plasser&Theurer 2021. The highly versatile machine for predictive maintenance. <https://www.plassertheurer.com/en/infrastructure/measuring-and-inspection/em-vt-fleet>, utolsó elérés: 2026. július 09.
- Soilán, M. – Nóvoa, A. – Sánchez-Rodríguez, A. – Justo, A. – Riveiro, B. 2021. Fully automated methodology for the delineation of railway lanes and the generation of IFC alignment models using 3D point cloud data. *Automation in Construction*, 126, pp. 103684. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103684
- Tchana, Y. – Ducellier, G. – Remy, S. 2019. Designing a unique Digital Twin for linear infrastructures lifecycle management. *Procedia CIRP*, 84, pp. 545–549. DOI: 10.1016/j.procir.2019.04.176
- Turk, Ž. – Klinc, R. 2017. Potentials of Blockchain Technology for Construction Management. *Procedia Engineering*, 196, pp. 638–645. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.08.052
- Villamil, S. – Hernández, C. – Tarazona, G. 2020. An overview of internet of things. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(5), pp. 2320–2327 DOI: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i5.15911