

SZENT ISTVÁN EGYETEM

**A villamos szerepe Budapesten regionális
szemléletben**

DOI: 10.54598/000410

Doktori (Phd) értekezés tézisei

**Takács Péter
Gödöllő
2021**

A doktori iskola

megnevezése: Gazdaság- és Regionális Tudományi Doktori Iskola

tudományága: regionális tudomány

vezetője: Dr. Popp József
egyetemi tanár, az MTA levelező tagja,
MTA doktora
SZIE, Gazdaság- és Társadalomtudományi
Kar, Agrobiznisz Intézet

Témavezető: Dr. Tóth Tamás
egyetemi tanár
SZIE, Gazdaság- és Társadalomtudományi
Kar, Agrobiznisz Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK	3
1.1. A kutatási téma indoklása és aktualitása	5
1.2. A dolgozat célkitűzése és kutatási kérdései	6
1.3. A kutatás hipotézisei	7
2. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN	9
2.1. A kutatás módszertanáról és adatbázisairól általában	9
2.2. A dolgozat felépítése	10
2.3. A BKV által üzemeltetett közúti vasút elemei és jellemzői	12
2.4. A BKV Zrt. tervezett élettartamon túli üzemeltetés	13
2.5. A területi vizsgálat módszertana	15
2.6. Összefüggésvizsgálat módszertana	16
2.7. A villamos kocskiadás optimalizálásának módszertana	17
3. EREDMÉNYEK	18
3.1. Budapest közösségi közlekedésének jellemzői nemzetközi összehasonlításban vizsgálati eredményei	18
3.2. A túlüzemeltetés hatásainak vizsgálati eredményei	19
3.3. A villamos kocsikiadás elvi optimalizálási lehetősége Budapesten	20
3.4. A magyar közúti vasutat üzemeltető vidéki városi közlekedési társaságok jármű túlüzemeltetési gyakorlatának vizsgálati eredményei	22
4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	24
4.1. Budapest vasúti közlekedési rendszerének fejlődésével és sajátos jegyeinek azonosításával összefüggő kutatások következtetései	24
4.2. A villamos járművek túlüzemeltetésével és hatékonyságnövelésével összefüggő vizsgálatok következtetései	29
4.2.1. Összefüggés vizsgálat fő következtetései	30
4.2.2. Optimalizálás vizsgálat fő következtetései	33
4.2.3. Túlüzemeltetés hazai gyakorlat vizsgálatának fő következtetései ..	34
5. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEGZÉSE	36
6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK	38
7. IRODALOMJEGYZÉK	42

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK

A regionalitás és a közlekedés szorosan összefüggő fogalmak. A regionális fejlesztés célja többek közt a munkanélküliség mérséklése, a túlnépesedett városközpontokban jelentkező demográfiai nyomás csökkentése, a fejlettségi különbségek enyhítése és a környezet megóvása. A települések elsődleges funkciója, hogy optimális térbeli, műszaki feltételeket biztosítsanak a társadalomnak úgy, hogy közben sajátos, csak rájuk jellemző vonásaik vannak (TAKÁCS 2019). A városok működésének egyik alapvető követelménye a társadalmi mobilitás és a településeken belüli-, illetve a települések közti helyváltoztatás, melynek minősége közvetlen hatással van a fejlődésre és az életminőségre. A közlekedés tehát a gazdaság és a társadalom működtetéséhez elengedhetetlen kiszolgáló háttérrel biztosítja, feladata a személyek, áruk és szolgáltatások mobilitásának megteremtése, magasabb szintű elvárások teljesítése kapcsán célja végül is a gazdasági fejlődés elősegítése és a területi egyenlőtlenségek kiegyensúlyozása (BKK 2014). Európában a városi lakosság részaránya folyamatosan nő és 2020-ban megközelíti a 75%-ot (UNITED NATIONS 2020). A városiasodás a gépjárműszám és az ingázó forgalom növekedésével jár, ami egyre súlyosabb közlekedési problémákat okoz. Az Európai Unió döntéshozó szervei is felismerték az összefüggést a városok életminősége és a közlekedési rendszer fejlettsége között, ezért fenntartható városi mobilitási tervek elkészítését ösztönzik (JANKÓ 2019). Ezen intézkedések célja, hogy támogassák a meglévő közlekedési infrastruktúrák hatékonyabb és fenntarthatóbb használatát, a rajtuk biztosított szolgáltatások színvonalának emelését. Így az adott terület életminőségének fokozása mellett kiemelt célként jelenik meg a közlekedési rendszer környezetterhelésének csökkentése is, azaz a városok feladata, hogy a mobilitást fenntartható módon javítsák, redukálják a balesetek számát és a környezetszennyezést, csökkentsék az eljutási időket és minimalizálják a forgalmi torlódásokat. Emellett, a közlekedésfejlesztés révén jelentős térségfejlesztő hatás is elérhető, mivel a GDP-hez való hozzájárulásának mértéke is jelentős.

Ezen összetett és versengő célok ugyanakkor felvetik annak kérdését, hogy a közlekedésfejlesztés kapcsán mely szempont érvényesítése a fontosabb: a helyváltoztatás biztosítása (beleértve a társadalom kevésbé tehető rétegeit és a fogyatékkal élők elvárásait, aminek óriási a jelentősége a területi kiegyenlítődség folyamatában) vagy a környezetünk és az egészségünk védelme (a szolgáltatás

jelentős környezetterheléssel jár pl. üvegházhatású gázok kibocsátása, zaj- és rezgésterhelés, helyfoglalás, stb.)? Az Európai Bizottság és a Magyar Kormány közös célkitűzése a mozgás szabadság, az egészség, a biztonság, a jó életminőség, a környezeti hatékonyság és inkluzív gazdasági növekedés úgy, hogy a szolgáltatásokhoz mindenki hozzáférjen. Ennek tükrében a közlekedésfejlesztés kapcsán is olyan megoldásokat kell keresnünk és támogatnunk, melyek e kettős elvárásnak egyaránt eleget tesznek.

A környezet- és egészségvédelmi szempontok teljesülését segíti a közösségi közlekedés előnyben részesítése, hiszen kedvezőbb helyfoglalási igényével, kisebb környeztkárosító hatásával, megfizethető árával és jobb baleseti statisztikáival jobban illeszkedik annak célkitűzéseire, mint az egyéni közlekedés módozatai. Azokon a helyeken ahol a közúti vasút (villamos) versenyhelyzetbe kerül a gumikerekes járművekkel (busz) szemben, egyértelműen az előbbi előnyben részesítése a cél. Európa városaiban helye van a közösségi közlekedésnek és kitüntetett szerepének erősödése prognosztizálható elsősorban a kötöttpályás városi vasutak területén. Ugyanakkor döntéseink során sajnos nem hagyhatjuk figyelmen kívül adottságainkat és mozgásterünket sem, mely határainak tágításához elengedhetetlen a hatékonyságnövelés eszméjének követése és lehetőségeinek feltárása is. Magyarországon és Kelet-Európában a rendszerváltás a közösségi közlekedés és a regionális fejlesztés vonatkozásában több pozitív változást is hozott, de öröksége volt többek közt az előregedett közlekedési eszközpark, mely sok kihívást jelentett és jelent még ma is az üzemeltetőknek.

Disszertációmban a közösségi közlekedésen belül a villamos közlekedés regionalitás szemléletét érintő szeptétre koncentrálok, és olyan fogalmakat járok körül, mint a települések, az urbanizáció, a közlekedés, a túlüzemeltetés és a környezetvédelem. Vizsgálódásom fókuszában a közlekedés-, és a környezet közti összefüggések, a közúti vasút előnyben részesítésének indokai, a jó példa megtalálása, a túlüzemeltetés problematikájának kezelése és a hatékonyságnövelés állnak. Fő célom, hogy Budapesten, az urbanizáció és a településrendszer adottságainak vonatkozásában vizsgáljam a közösségi közlekedés-, azon belül a közúti vasút (villamos) szerepét a rendszerváltozást követő három évtizedben.

1.1. A kutatási téma indoklása és aktualitása

A közösségi közlekedési rendszerek és a városok fejlődésének kapcsolatrendszerével, történelmi fejlődésével számos kutatás foglalkozott már. Napjainkban azonban az urbanizációs folyamatok felerősödése, a környezet védelmének és a fenntarthatósági céloknak az előtérbe kerülése, az alternatív technológiai megoldások megjelenése, a közösségi közlekedésnek a városok élhetőségében és fejlődésében betöltött szerepe, mind-mind olyan tényezők, melyek a közlekedés fejlesztésével és üzemeltetésével kapcsolatos naprakész, új fókuszokat középpontba állító kutatások folytatását teszik szükségessé.

Dolgozatomban a közúti vasúti közlekedés fejlődésének regionális megközelítésű értékelésére vállalkozom, mely során egyszerre vizsgálom a villamosok mobilitási és fenntarthatósági célokkal, valamint üzemeltetési kihívásaikkal kapcsolatos kulcskérdéseit. Ennek megfelelően, Budapestre vonatkozóan azonosítom ezen közlekedési mód fő fejlődéstörténeti korszakait a regionalitás tükrében, bemutatom helyét és szerepét a közlekedésfejlesztésben, megvizsgálom gazdasági jellemzőit, társadalmi és környezeti hatásait. Nélkülözhetetlen továbbá, hogy a közúti vasútban rejlő lehetőségek vizsgálata során, a város- és közlekedésfejlesztési célok mellett, a túlüzemeltetett eszközpark működésre gyakorolt hatásainak és kezelési lehetőségeinek elemzését is elvégezzem. Ennek megfelelően, Budapestre fókuszálva ismertetem és elemzem a villamos járművek hasznos élettartamon túli üzemeltetésének gyakorlatát, hatásait és kezelési lehetőségeit. Míg a hazai és nemzetközi szakirodalmi kutatások a fő trendek és tényezők elemzését általában egymástól elkülönítve végzik el, meglátásom szerint e témakörök integrált kezelése, együttes vizsgálata hiányzik, a hasznos élettartamon túli üzemeltetés kérdéseinek elemzése pedig nem is kap kellő hangsúlyt a szakirodalomban. Célom, hogy a közúti vasúti közlekedést érintő kihívásokat és az abban rejlő lehetőségeket több irányból megközelítve rendszerszintű támogatást adjak a közúti vasút regionális megközelítésű előnyben részesítéséhez.

Az általam elvégzett vizsgálatok elsősorban Budapestre és a BKV Zrt.-re koncentrálódnak, de az elemzések értelmezéséhez hazai és nemzetközi összehasonlításokat is végeztem.

1.2. A dolgozat célkitűzése és kutatási kérdései

Értekezésem általános célja, a közlekedési rendszer hatékonyabb és fenntarthatóbb használatának, valamint az általuk biztosított szolgáltatási színvonal emelésének támogatása egyrészt a közúti vasúti (villamos) közlekedés érintő főbb kihívások és abban rejlő lehetőségek azonosítása, valamint az ezen járműtípusok üzemeltetésének kritikus pontját képviselő, tervezett élettartamon túli üzemeltetés fő aspektusainak rendszerszemléletű vizsgálata révén; másrészt, a szolgáltatói gyakorlatban, a túlüzemeltetett járművekkel kapcsolatosan felmerülő problémák feloldását segítő, olyan vizsgálatok és módszerek kidolgozása által, melyek hasznos eszközül szolgálhatnak a közlekedési szolgáltatók e területet érintő beruházási és üzemeltetés-fejlesztési döntéseinek támogatásában. Mindezen általános célok mentén az alábbi kutatási részcélokat fogalmazom meg:

- C1: A közúti vasúti közlekedésnek a regionális szemléletű közlekedés-, és városfejlesztésben betöltött szerepének elemzése Budapesten.
- C2: A városok és a közlekedési szolgáltatók területi egyenlőtlenségeinek feltárását szolgáló nemzetközi elemzés elvégzése.
- C3: A hasznos élettartamon túli üzemeltetés hazai gyakorlatának elemzése és javaslatok megfogalmazása.
- C4: A tervezett élettartamon túli üzemeltetés, valamint a villamos járművek karbantartását és nagyjavítását meghatározó ciklusrend kapcsolatának vizsgálata, javaslatok megfogalmazása.
- C5: A túlüzemeltetett eszközöket magában foglaló járműportfólió üzemeltetési szempontú optimalizálási lehetőségeinek elemzése és javaslatok megfogalmazása.

Kutatási céljaimmal összhangban értekezésemben az alábbi fő kérdésekre keresem a választ:

- K1: Milyen összefüggések azonosíthatók a települések-, az urbanizáció-, a társadalom elvárásai-, a technológia és a közlekedés-, illetve városfejlesztés között Budapesten? Hogyan változott Budapesten a közúti vasút üzeme regionális szempontból a kezdetektől napjainkig?
- K2: Milyen különbségek és hasonlóságok fedezhetők fel az egyes városok és közlekedési szolgáltatóik üzemében, kapcsolatrendszerében?

- K3: A fenntartható fejlődés és mobilitás fő kihívásait mérlegelve mely közösségi közlekedési alágazat előnyben részesítése indokolt?
- K4: Milyen összefüggés van a járművel túlüzemeltetése és a költségek, a meghibásodások, illetve a balesetek között?
- K5: Növelhető-e a közúti vasút hatékonysága az üzemeltetési gyakorlatok (menetrendezés és kocsikiadás) optimalizálásával?
- K6: Mely szempontok, tényezők mérlegelése szükséges a járművek tervezett élettartamon túli üzemeltetése kapcsán? Hogyan jelenik meg a hazai vasúttársaságoknál a tervezett élettartamon túli járműüzemeltetés? Milyen irányokba fejleszhető tovább a BKV Tudományos alapú Továbbüzemeltetési Protokollja?

1.3. A kutatás hipotézisei

Célkitűzéseim és kutatási kérdéseim alapján kutatásom kezdetekor az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

- H1: Budapest közúti vasúti közlekedési rendszerének fejlődéstörténete a regionális szemlélet térnyerése alapján egyedi jegyekkel jellemezhető szakaszokra bontható, és e fejlődéstörténeti folyamatban a regionális szemlélet kiszélesedése, valamint a közlekedési szolgáltatás alapfolyamatainak drámai változása tekintetében a fő fordulópontot a rendszerváltás képviseli.
- H2: Bár a városok és a közlekedés fejlődése közötti koevolutív kapcsolat miatt a Visegrádi Négyek (V4) fővárosai és Bécs közösségi közlekedési rendszerei közötti egyenlőtlenségek kialakulásának hátterében számos történelmi, gazdasági, társadalmi és politikai ok húzódik meg, a közlekedésszervezési és üzemeltetési tevékenységeket tekintve a városi mobilitási igények fenntartható és élhető módon történő kielégítésére tett törekvések és jellemzőik közös irányba mutatnak.
- H3: Szignifikáns kapcsolat van a villamos járművek túlüzemeltetése és a meghibásodások száma, illetve a költségek között, de a túlüzemeltetés és a balesetek száma közt összefüggés Budapesten nem igazolható. A gyártók által meghatározott tervezett élettartam a vizsgálatok alapján nem releváns.
- H4: Tekintettel arra, hogy a városi közösségi közlekedési módok közül a társadalmi-, gazdasági és környezeti hatásaik alapján a közúti vasút előnyben részesítése indokolt, a villamos járművek túlüzemeltetése mellett

is kialakítható egy olyan optimális kocsikiadási rend, mely a közúti vasút hatékonyságának fokozását támogatja.

H5: Annak ellenére, hogy a közúti vasúti eszközparkkal és infrastruktúrával rendelkező hazai közösségi közlekedési szolgáltatók közül csak a BKV Zrt. rendelkezik deklarált, a hasznos élettartamon túli üzemeltetés céljára kifejlesztett tudományos alapú módszertannal, a villamos járművek túlüzemeltetésének műszaki és kockázati vetületeinek vizsgálata valamennyi közösségi közlekedési szolgáltató gyakorlatának szerves részét képezi.

2. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

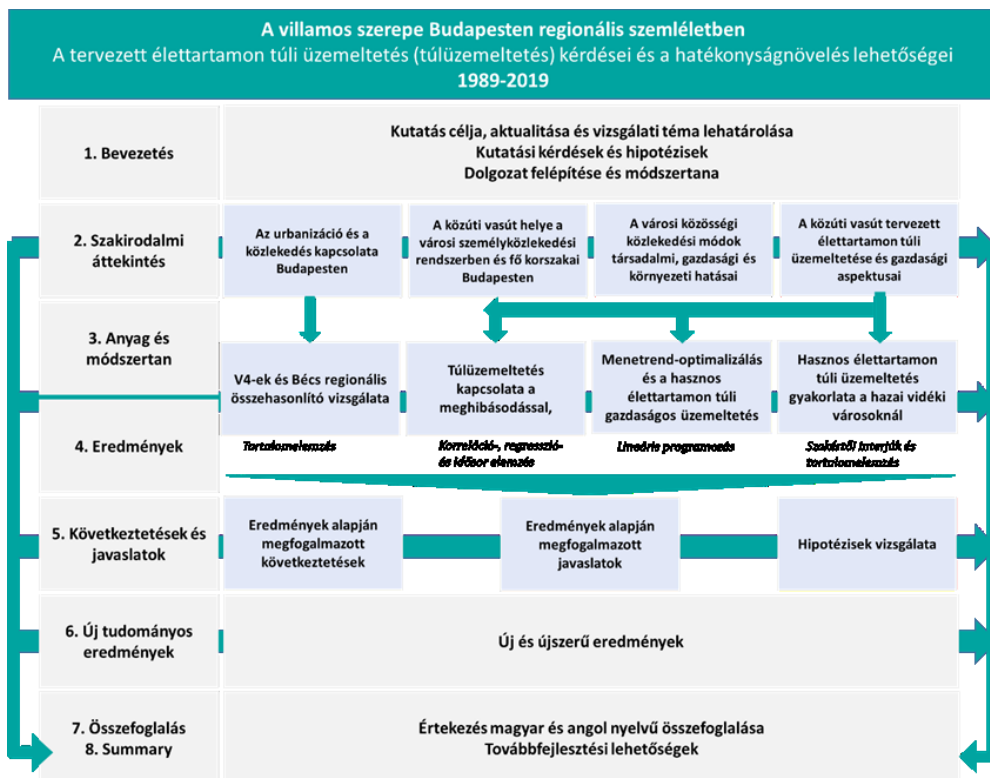
2.1. A kutatás módszertanáról és adatbázisairól általában

Az általam lefolytatott kutatások módszertanát tekintve megállapítható, hogy a dolgozat mind a szakirodalmi vizsgálat, mind pedig az egyes empirikus elemzések tekintetében elsősorban szekunder kutatásra épül. Fontosnak tartom megemlíteni ugyanakkor, hogy a tervezett élettartamukat meghaladó eszközök, járművek üzemeltetésére vonatkozó teoretikus és empirikus vizsgálatok és szekunder adatok hiánya jelentősen megnehezítette a munkát. Tekintettel arra, hogy disszertációmban a mindennapi munkám során felmerült kérdések megválaszolását tűztem ki célul, az adatok és információk begyűjtését is ott kezdtem. A BKV Zrt. informatikai rendszerének alapja az SAP vállalatirányítási programcsomag, ami kiterjedt módon gyűjti a társaság gazdasági és műszaki adatait is. Elemzésem egységei alapvetően a BKV statisztikai (költség, hiba, baleset, stb.), melyek kellően nagy mennyiségű és megfelelő hierarchiájú, idősoros adatokat tartalmaznak a vizsgálatokhoz. A belső információk elemzésén túl regionális összehasonlító vizsgálat során a közösségi közlekedési szolgáltatást végző vállalkozások, nemzetközi szervezetek és az EUROSTAT adatbázisaira támaszkodtam. Ugyanakkor, a hazai közúti vasúti járműparkot üzemeltető társaságok tervezett élettartamon túli üzemeltetési gyakorlatának vizsgálatát primer kutatás, szakértői interjúk lefolytatása révén végeztem el.

Dolgozatom módszertana alapvetően deduktív, de kiegészül induktív kutatási elemekkel is, hiszen a forrásokat, dokumentumokat és eddigi tapasztalatokat elemezve, illetve összefüggéseket keresve törekszem újszerű törvényszerűségek megfogalmazására. Az értekezésben kvalitatív és kvantitatív vizsgálatokat is alkalmazok. A nemzetközi és a hazai összehasonlítás során dokumentum-elemzést végzek, azaz a lokális terekben a valóságban megtapasztalható összefüggéseket igyekszem feltárni empirikus módon a közvetlen adatgyűjtés és adatelemzés módszerével. Ezzel szemben a túlüzemeltetés hatásainak vizsgálata során a vizsgálatba vont tényezők közötti kapcsolat azonosításához korreláció-, regresszió-, és trendelemzést használok, a közúti vasút hatékonyságának fokozását célzó kocsikiadás optimalizálását lineáris programozás segítségével végzem el.

2.2. A dolgozat felépítése

Az értekezés szerkezeti felépítését az 1. ábra szemlélteti. A szakirodalmi áttekintés (második fejezet) első alfejezetében a város-urbanizáció-közlekedés fogalmak kapcsolatrendszerét (építve BELUSZKY 1973, ENYEDI 1997, 2011, BERÉNYI 2012, KOVÁCS 2017, KÁPOSZTA 2018 műveire) járom körül, kiemelt figyelmet szentelve Budapest urbanizációs korszakainak azonosítására.



1. ÁBRA: A DISSZERTÁCIÓ FELÉPÍTÉSE

Forrás: Saját szerkesztés

Ezt követően, a második alfejezetben a vizsgálat fókuszát a városok és a közlekedés fejlődése között koevolutív kapcsolatra helyezem, és a releváns szakirodalmi forrásokra (pl. HADJILAMBRINOS 1998, GEELS 2005, KAIJSER 2005, OTTENS ET AL 2009, AUVINEN-TUOMINEN 2014) támaszkodva mutatom be a városi közlekedési rendszer, mint társadalmi-technológiai rendszer értelmezési lehetőségeit és összefüggéseit.

A harmadik alfejezetben ismertetem a közúti vasút (villamos) helyét a személyközlekedési rendszerben, és regionális szemléletben azonosítom be a budapesti közúti vasúti közlekedési rendszer fő fejlődéstörténeti korszakait. A történeti áttekintés során a rendszerváltás időszakát, mint fő fordulópontot értelmezem, melyben a regionális megközelítés meghatározóvá válik, és, amely jelentős változásokat indukál többek közt a közlekedési szolgáltatások területén és a BKV Zrt. stratégiai és operatív működésben is. A jelenkor kihívásai kapcsán vizsgálom a regionális szemlélet közlekedésfejlesztésben való megjelenését és a közlekedési rendszerrel szembeni elvárások változásait.

A negyedik alfejezetben a közlekedési rendszerrel szemben támasztott fenntarthatósági követelményekből (ld. pl. HALL 2009, EC 2009, MILLER ET AL. 2016) kiindulva rendszerezem a városi közlekedési módok és járműtípusok főbb társadalmi, gazdasági és környezeti jellemzőit, megalapozza ezzel a közúti vasút, mint városi közösségi közlekedési mód előnyben részesítését.

A záró, ötödik alfejezetet, a bevezető elején már említett túlüzemeltetés kérdéskörének és feladatainak szentelem, ahol kiemelten vizsgálom annak gazdasági aspektusait.

A dolgozat megírása során a negatív műszaki adottságok-, kockázatok-, és gazdasági hatások számbavételén túl elsősorban a gyakorlati megoldásokra fókuszálok, hogy mit tesznek és tehetnek az üzemeltetők a problémák kezelésének érdekében.

Az elméleti alapokra támaszkodva, dolgozatom második nagyobb egységében térek ki az értekezésben vizsgált fő kutatási területekre, célokra és módszerekre, melyet az egyes vizsgálatok és elemzések kutatási eredményeinek tárgyalásával foglalkozó fejezet követ, melyek a dolgozat harmadik és negyedik fejezetében található.

Gyakorlati kutatásomat négy részre bontottam, melynek indoka a mindennapi munkám során felmerülő problémákban gyökerezik. A vasútüzemeltetés területén dolgozó döntéshozóként, a budapesti villamos ágazat vonatkozásában kiemelendőnek tartom a terület azon negatív adottságát, mely a járművek tervezett élettartamán túli üzemeltetéséből fakad. A jelenleg Budapesten üzemeltetett mintegy 600 db villamos jármű közül, több mint 500 db jelentősen meghaladta az eredetileg tervezett üzemben tartási idejét (30 év), átlagéletkoruk 40,5 év, de találunk 50 évesnél idősebb járműveket is a flottában. Ezt a

körülményt nem lehet figyelmen kívül hagyni, amikor a budapesti közlekedési mutatókat, vagy a BKV működését hasonlítjuk össze más városok mutatóival, vagy más közlekedési társaságokkal. Kutatásom egészét ezen rendszerjellemzők ismeretében végzem, és olyan új lehetőségeket, eredményeket keresek, melyek enyhíthetik ezen nehezítő tényező hatásait.

Elsőként, a közlekedési rendszerek regionális sajátosságaiból kiindulva elemzem a Visegrádi négyek és Ausztria fővárosainak közlekedési rendszerét, szolgáltatóinak tevékenységét és az eszközpark üzemeltetésében rejlő különbségek, illetve hasonlóságok beazonosítását a „best practice” megtalálásának céljából.

Ezt követően, – tekintettel a BKV túlüzemeltetett járműflottájára – a vizsgálatok fókuszát a közúti vasúti eszközpark hasznos élettartamon túli üzemeltetésének fő kérdéseire helyezem, melynek keretein belül vizsgálom, milyen összefüggések fedezhető fel a villamos járművek túlüzemeltetése és a költségek-, meghibásodások- és balesetek számai között.

A harmadik kutatási részben a napi kocsikiadás optimalizálási lehetőségét keresve elemzem a hasznos élettartamon túli gazdaságos üzemeltetés lehetőségét, melyben elsősorban az új megközelítésre helyezem a hangsúlyt.

Végezetül a hazai vidéki vasúttársaságok tapasztalatait és intézkedéseit elemzem az élettartamon túli üzemeltetés gyakorlata kapcsán.

Az ötödik fejezetben szintetizálom a dolgozat eredményeit, ismertetem annak fő következtetéseit, és összegezem a hipotézisekre adott válaszokat.

Az értekezés végül az új tudományos eredmények összegzésével (hatodik fejezet), illetve a magyar és angol nyelvű összefoglalással zárul (hetedik-, és nyolcadik fejezet).

2.3. A BKV által üzemeltetett közúti vasút elemei és jellemzői

A vasúti rendszerek jellemzője, hogy nagy a beruházási eszközértékük, melyek fenntartása összetett és költséges tevékenység. Az új járművek megrendelése során az üzemeltetők az adott városra, pályára jellemző paramétereket adnak meg műszaki alapadatként, melyek gyakorlatilag egyedi típusok kialakítását teszik szükségessé. A Budapestre készülő járművek tehát nem egy „polcra levezhető” előre gyártott flotta darabjai, hanem kifejezetten oda fejlesztett és gyártott

termékek. A vasúti pálya és infrastruktúra is hely specifikus, ami nagyon sok elemét tekintve egyedi tervezést, fejlesztést és kivitelezést indokol. Előbbiek okán belátható, hogy a közúti vasúti rendszerek bár hasonlóak, mégis régióként, sőt városokként eltérők. Különbözőségük miatt, nehéz az összehasonlításuk, mivel az eltérő adottságok (pl. domborzat) és igények (pl. klíma) okán, mások a költségeik és üzemeltethetőségük is.

A BKV esetében a közúti vasúti rendszer teljesítmény fedezete maga a járműállomány az általuk teljesíthető menetek összességével, melynek a darabszámon túl a rendelkezésreállítás a legmeghatározóbb összetevője. A BKV villamos ágazata által üzemeltetett villamos személyszállító járműállomány 2019. december 31-ei állapot szerint az alábbiakkal jellemezhető:

- 9 db járműtípus,
- összesen 584 db jármű,
- az állomány átlagos életkora 35,44 év,
- 87 db 30 éves életkor alatti jármű (3,2-13,5 év),
- 497 db 30 éves életkor feletti jármű (34,9-52,3! év),
- a villamos járművek tervezett hasznos élettartama 30 év.

A járművek mellett a vasúti infrastruktúra kiemelt területeit a BKV által üzemeltetett vasúti pályák, műtárgyak és hidak, távközlő és jelzőberendezések, energiaellátó hálózatok és áramátalakító állomások, valamint épületek képezik, melyeket nem részletezek. Előbbiek alapján megállapítható, hogy a BKV villamos járműparkja és infrastruktúrája, európai mércével mérve jelentős méretű és kiterjedt hálózatot lefedő, jellemzően, avult-, túlüzemeltetett-, és heterogén elemekből álló rendszer. A legmeghatározóbb tulajdonságnak mindenképp a tervezett élettartamon túli üzemeltetés számít, mivel ezen adottság igényli a legtöbb feladatot.

2.4. A BKV Zrt. tervezett élettartamon túli üzemeltetés

A BKV Vasúti Igazgatóságánál, 2014. áprilisától a hasznos élettartamukat meghaladó korú eszközök továbbüzemeltetésére vonatkozó döntések, egy külön e célra kidolgozott és jóváhagyott (Tudományos alapú Továbbüzemeltetési Protokoll (TTP)), összetett – műszaki és gazdasági szempontokat is figyelembe vevő – vizsgálati módszertan alkalmazásával, objektív alapon kerülnek előkészítésre. Ezen módszertan az adott eszközökre vonatkozó előzetesen

meghatározott, részletes mérési és értékelési feladatok elvégzését írja elő az üzemeltető számára (FIÁTH ET AL. 2016). A kidolgozott rendszer alkalmazásával az üzemeltetőnek lehetősége van arra, hogy a hasznos élettartamukat meghaladó eszközök esetében elvégzett speciális (TTP) vizsgálatot követően, annak eredményeit értékelve az alábbi lehetőségek szerint üzemeltesse tovább az adott eszközt:

- az eszköz a vizsgálat eredményeinek ismeretében további beavatkozás nélkül továbbüzemeltethető 2 vagy 3 éves időtartamra (a mérési eredmények megfelelőek, nem érik el a beavatkozási – kritikus – értéket);
- az eszköz a vizsgálat eredményeinek ismeretében meghatározott beavatkozások elvégzését (bizonyos alkatrészek, elemek cseréje, megerősítése) követően továbbüzemeltethető a vizsgálat által megállapított időtartamra (a mérési eredmények nem felelnek meg, elérik, vagy meghaladják a beavatkozási – kritikus – értéket). A beavatkozások elvégzését követően 2 vagy 3 éves időtartamra továbbüzemeltethető az eszköz;
- az eszköz a vizsgálat eredményeinek ismeretében tovább nem üzemeltethető, mert az elvégzendő beavatkozások végrehajtása nem gazdaságos.

Megállapítható, hogy a BKV által bevezetett TTP egy hasznos döntéstámogató eszköz, melynek alkalmazása segíti a felelősségteljes üzemeltetést.

A túlüzemeltetés kapcsán a kutatásom egyik rész célja az volt, hogy feltárjam, milyen gyakorlatot folytatnak a hazai közúti vasúti rendszereket üzemeltető vidéki társaságok az eszközpark üzemeltetési tevékenységi rendszerét tekintve, illetve, hogy, hogyan jellemezhető ezen tevékenységek belső szabályozása. Ezzel összhangban az alábbi kérdésekre keresem a választ:

- Alkalmaznak-e a vidéki szolgáltatók a BKV módszeréhez hasonló, a Tudományos Továbbüzemeltetést támogató módszertant, illetve figyelembe vételre kerül-e a túlüzemeltetés lehetősége a beruházási döntéseknél?
- Milyen lehetőség van a BKV-nál alkalmazott TTP fejlesztésére, illetve finomhangolására?

A vizsgálat lefolytatásához a félig strukturált interjúkkal történő szakértői megkérdezést választottam. A félig strukturált interjúk alkalmazása mellett szóló

legfőbb érv, hogy az ezen esetekben alkalmazott interjúvázlat a megbeszélések vezérfonalaként lehetőséget biztosít arra, hogy az interjú során az interjú készítője és az interjúalanyok is az alaptémánál maradjanak, miközben kellően rugalmas ahhoz, hogy a kulcskérdésekhez kapcsolódó másodlagos kérdések is kifejtésre kerülhessenek.

Dolgozatomban nemzetközi összehasonlításban –a területi vizsgálat során- és a hazai gyakorlat alapján is vizsgálom a túlzemeltetés hatásait és jelentőségét, továbbá javaslatokat fogalmazok meg a TTP továbbfejlesztésére vonatkozólag.

2.5. A területi vizsgálat módszertana

Mindennapi munkám során arra keresem a választ, hogy a közösségi közlekedési szolgáltatók működési hatékonyságában jelentkező különbségek miből származhatnak. Ezen szolgáltatók ugyanis látszólag hasonló feltételrendszer-, és működési logika mentén tevékenykednek, de eredményeiket tekintve eltérő hatékonyságúak. Bár a városok által megrendelt közlekedési szolgáltatás mennyisége alapvetően földrajzi és demográfiai adatok függvényeként alakul ki és az ezt kiszolgáló szervezeteket gazdasági társaság formájában hozzák létre, mégis találunk különbségeket a konkrét megvalósításokban. A BKV működési sajátosságainak, fő kihívásainak beazonosítása, valamint a fejlesztési lehetőségek feltárása szükségessé teszi a nemzetközi összevetés lefolytatását is. A különbségek feltárása révén ugyanis magyarázhatóvá válnak a szolgáltatási színvonal és az utaselégedettségi felmérések eredményei, illetve beazonosíthatók a lehetséges beavatkozási pontok is. Választásom azért esett a V4-ek fővárosainak közösségi közlekedési rendszereire, mert méretük, adottságaik, történelmük, gazdasági fejlettségük és elhelyezkedésük alapján ezen városok alkalmasak a nemzetközi összehasonlítás lefolytatására. Hipotézisem szerint, habár az egyes városok és közösségi közlekedési rendszerük koevolúciója egyedi fejlődési pályát követ, a Visegrádi Négyek fővárosainak közösségi közlekedési rendszerét tekintve a területi egyenlőtlenségek okozta eltérések nem jelentősek. A vizsgálatok során Bécs városának közösségi közlekedési rendszerét, mint jó gyakorlatot (best practice) állítható referenciául a különbségek beazonosításához. A konkrét elemzési egységek kiválasztásánál az alábbi tényezők voltak meghatározók:

- a kutatási cél és a rendelkezésre állás egybeesése,
- hasonló földrajzi, történelmi, gazdasági és társadalmi jellemzők,

- főváros – vidék összehasonlítás,
- fejlett – fejletlenebb gazdasági környezet összehasonlítás,
- jelentős tapasztalat és közlekedési szolgáltatói fókusz.

A feltáró leíró vizsgálat lefolytatásához a dokumentumelemzés módszerét alkalmaztam. Az elemzéshez szükséges adatok a vizsgált közlekedési szolgáltatók és nemzetközi szervezetek által közzétett tanulmányokból, hivatalos adatszolgáltatásaiból származnak.

2.6. Összefüggésvizsgálat módszertana

A BKV-nál a villamos járművek karbantartását és nagyjavítását a hatóság által elfogadott („*A BKV ZRT. által üzemeltetett vasúti és egyéb kötöttpályás járművek fenntartási és nagyjavítási ciklusrendje*”) társasági szabvány (továbbiakban: Ciklusrend) előírásai szerint végzik.

A Ciklusrend a gyártói ajánlások, a járművek konstrukciós adottságai, valamint a BKV által szerzett üzemeltetési tapasztalatok alapján kerül kialakításra és alapja a társasági járműfenntartási és nagyjavítási feladatainak.

A járműfenntartási rendszer tervszerűen meghatározott, ciklikusan ismétlődő tevékenységeken és fokozatokon alapul, ahol a magasabb fokozatú tevékenység magában foglalja az alacsonyabb fokozat karbantartási elemeit is. Ezeket a feladatokat, valamint az eseti javítások feladatait az adott villamost üzemeltető kocsiszín, megfelelő kompetenciával rendelkező karbantartó állománya végzi el.

Dolgozatomban nagyszámú

- megfigyelési-, (mintegy 600 db villamos jármű), és
- elemzési egységre (a BKV SAP rendszerében található idősoros adatok a költségekre, meghibásodásokra és balesetekre vonatkozóan, kb. 250.000 adat)

alapozott statisztikai elemzést végzek (összefüggés vizsgálatot), mely alapján támogathatóvá válik a BKV-nál alkalmazott ciklusrend felülvizsgálata.

A ciklusrend konkrét (elemzés alapján, ismertek a főbb működési jellemzői) járműhöz igazítása növeli a járműfenntartás hatékonyságát és csökkentheti az üzemeltetési költségeket.

2.7. A villamos kocsikiadás optimalizálásának módszertana

A közúti vasutat üzemeltető társaságok, a megnövekedett és változó teljesítményelvárások kielégítésénél a menetrendekhez kapcsolódó kocsikiadások során optimalizálási lehetőségeket keresnek, elsősorban a költségeik csökkentésének céljából. Az egyre kiterjedtebb villamos-, és metróhálózat üzemeltetése számos optimalizálási lehetőséget rejt, melyek a térbeli-, és időbeli változások során alakulnak. Elemzés során azt vizsgálom, hogy milyen mértékű költségcsökkentés érhető el az üzemeltetés során azáltal, hogy a jelenlegi budapesti közúti vasúthálózaton – költségfelhasználás vonatkozásában – optimálisan osztjuk el a járműveket, miközben a megrendelői követelmények is teljesülnek. Mivel a különböző típusú villamos járművek üzemeltetési költségei eltérőek, optimálisnak tekinthető, ha az adott napi menetrendben minden esetben azokat a járműveket tartjuk forgalomban, melyek költségei a legalacsonyabbak.

A BKV közszolgáltatási szerződés keretein belül végzi szolgáltatásait Budapesten, melyet a BKK Zrt. rendel meg tőle. A megrendelés optimális teljesíthetőségének vonatkozásában mérlegelendő szempontok száma magas és összefüggései meglehetősen bonyolultak. A feladat matematikai modellezése lineáris programozási módszerekkel történik, de az eddigi menetrendoptimalizálási feladatoknál alkalmazott megközelítésnél ez a feladat kevésbé összetett. A helyi sajátosságok (pl.: súly- és méret korlátok) speciális matematikai modellezést indokolnak, mely a lineáris programozási feladat során el tudja kerülni a túlhatározottságot. Abban az esetben, ha a budapesti villamoshálózatot homogénnek tekintjük és a különböző járműtípusok számát változóknak tekintjük, akkor az azokhoz tartozó Ft/fhkm értékeket felhasználva felírható egy minimumfeladat. Ez a minimumfeladat simplex módszerrel megoldható, azonban a program által adott optimum nem lesz teljes mértékben alkalmazható a konkrét esetre, mivel nem vettük figyelembe a közlekedési korlátozásokat. A modell alkalmazása során szükséges az eredmény konkrét gyakorlati alkalmazhatóságát „manuálisan”, a speciális tényezők figyelembe vételével is ellenőrizni.

A vizsgálat során meghatározom az optimalizálás célját és összegyűjtöm azokat a tényezőket, melyeket figyelembe kell venni egy döntéstámogató modell megalkotásánál, továbbá egy üzemeltetői megközelítésű, költségcsökkentés célú, elvi optimalizálási vizsgálatot végzek el a napi menetrendekben.

3. EREDMÉNYEK

A fejezet célja az általam elvégzett elemzések részenkénti eredményeinek ismertetése az alábbiak szerint:

- A közlekedési rendszerek regionális sajátosságaiból kiindulva elemzem a V4-ek és Ausztria fővárosainak közlekedési rendszerét, elsősorban a különbségek beazonosításának céljából.
- A budapesti villamosközlekedés vonatkozásában a túlüzemeltetés kapcsán összefüggéseket keresek a hasznos élettartamon túli üzemeltetés költségekre, meghibásodásra és balesetszámokra gyakorolt hatásaiban, a ciklusrendek felülvizsgálatához.
- Elemzem a villamos kocsikiadás optimalizálási lehetőségeit a napi menetrendekben, elsősorban költségmegtakarítás vonatkozásában.
- Tekintettel arra, hogy a hazai közúti vasútüzemre általában is jellemző a tervezett élettartamon túli üzemeltetés, ezért annak gyakorlatát is vizsgálom a vidéki városok és Budapest összevetésben.

3.1. Budapest közösségi közlekedésének jellemzői nemzetközi összehasonlításban vizsgálati eredményei

Elemzésem a Visegrádi Négyek fővárosaiban (Budapest, Pozsony, Prága, Varsó), illetve a Bécsben működő közösségi közlekedési rendszerek jellemzőit hasonlítja össze, jellemzően Budapest helyzetének megállapítása és a különbségek beazonosításának céljából.

Összességében a vizsgálat alapján megállapítható, hogy Budapest esetében eltérő módon a közlekedésintegrátori szerepkör csak a főváros közigazgatási határáig terjed, ami a regionalitás és az integráltság szempontjából kedvezőtlen.

A magyar fővárosban a közösségi közlekedés aránya és volumene jelentősnek mondható, melyet az összehasonlítás is megerősít.

A finanszírozás tekintetében az utasszámra vetített támogatási források aránya alacsony (kb. fele a többi város átlagának), melynek -részben- köszönhetően az elavult és korszerűtlen gördülő állomány aránya kiemelkedően magas, ami a szolgáltatási színvonalra hátrányosan hat.

Meglepő, hogy a nehéz körülmények (finanszírozás és túlüzemeltetett eszközök) ellenére az utaselégedettségi felmérések alapján a budapesti közlekedési szolgáltatással az utasok többnyire elégedettek és Magyarország fővárosa nem lóg ki ebből az összehasonlításból.

A V4-ek és Ausztria fővárosainak közlekedésszervezői feladatai mindenhol különválasztottan jellenek meg a közlekedési szolgáltatástól, mely nemzetközi trend és hatékony megoldás. Elmondható, hogy a város és agglomerációjának közlekedési igényeit regionális szemléletben célszerű értékelni és kielégíteni, mely jellemző a vizsgált településekre is.

3.2. A túlüzemeltetés hatásainak vizsgálati eredményei

A közúti vasúti járművek esetében a hasznos élettartamon túli üzemeltetés fő dimenzióit a jármű által futott kilométer (elhasználtsági dimenzió) és a jármű életkora (idő dimenzió) képezik. Ennek megfelelően, az alábbiakban ismertetem, hogy az általam lefolytatott elemzések alapján milyen kapcsolat azonosítható ezen két dimenzió, valamint a járművekkel kapcsolatos hibák és költségek alakulása között.

A vizsgálatok során feltételeztem, hogy a futott kilométer hatással van a meghibásodások (M1 hiba: a forgalomban lévő járművek meghibásodása nem jár üzemzavarral, M2 hiba: a forgalomban lévő járművek menetkimaradást okozó meghibásodásai) számára és jelentős hatással bír a költségek alakulására is. További feltételezésem volt, hogy a költségeket nem csak a futott kilométer, de a meghibásodások száma is befolyásolja.

Dolgozatomban a vizsgálati időszakra (2003-2019) lefolytatott 510 darab korrelációelemzés és lineáris regressziós elemzés közül, terjedelmi okok miatt, csak azokat mutatom be, ahol a sztochasztikus kapcsolat azonosítható volt.

A vizsgálat eredményeképp megállapítható, hogy az M1 típusú hibák és a futott kilométer közötti összefüggés alkalmas az adott típus valós megbízhatóságát jellemezni, ami által a hasznos élettartam meghatározhatóvá válik.

Az M2 hibák számának függetlensége a futott kilométertől jól jellemezi a karbantartás színvonalának jó minőségét, melyből az is következik, hogy ez a paraméter alkalmas az üzemeltetés jóságának megítéléséhez.

Az anyag- és személyi jellegű költségek vizsgálatának eredményei alapján megállapíthatóvá vált, hogy az okok eredőjének meghatározása elengedhetetlen egy alapos, mindenre kiterjedő elemzés során, mivel az életkorral való kapcsolatuk nem igazolódott.

Kutatási céljaim között szerepelt a balesetek száma és a villamos járművek hasznos élettartamon túli üzemeltetése között fennálló kapcsolatok vizsgálata is. Megállapítottam, hogy a villamos járművek releváns baleseti mutatójában érdemi mennyiségi változás a vizsgált időszak alatt nem következett be, azaz 2003 és 2019 között a baleseti mutatók közel konstans értéket vettek fel. Előbbiek alapján, a lefolytatott vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a villamosok esetében a túlfuttatása és a balesetek száma között szignifikáns kapcsolat nem azonosítható.

3.3. A villamos kocsi-kiadás elvi optimalizálási lehetősége Budapesten

Ahogy arra már korábban kitértem, a BKV villamos járműállományának jelentős része előregedett és nem felel meg a kor követelményeinek, illetve az utasok elvárásainak. Ideális esetben a hasznos élettartamukat meghaladó járműveket, -de legalábbis egy részüket- új, vagy újszerű (legalább a CAF5 villamossal egyenértékű) járműre lenne célszerű cserélni. A jelenleg más módon egyszerűen nem kezelhető geometriai-, és súly korlátok, illetve a közelmúltban elvégzett nagy értékű járműkorszerűsítési munkák miatt viszont a KCSV (korszerűsített ipari csuklós) villamos járművek és a korszerűsített T5C5 villamos járművek állományát indokolt továbbüzemeltetni. Előbbiek figyelembevételével kalkulálni lehet egy „reális” járműállomány összetétellel, mely még távol van az ideálistól, de már költséghatékonyabb, mint a jelenlegi.

A BKV közszolgáltatási szerződés keretein belül végzi szolgáltatásait Budapesten, melyet a BKK Zrt. rendel meg tőle, mennyiségi és minőségi paraméterek alapján. A megrendelés mennyisége gyakorlatilag az a teljesítmény, amit a megrendelő meg kíván vásárolni (fhkm-férőhelykilométer), a minőségi elvárásai pedig elsősorban az esélyegyenlőség biztosítására és a klímatiszáltságra vonatkoznak. A BKV Zrt. Villamos Üzemigazgatósága kilenc járműtelepen kilenc különböző típusú villamos járművet üzemeltet, melyek műszaki kondíciójukat tekintve jelentős különbségeket mutatnak. A megrendelés teljesíthetőségének vonatkozásában meghatározó a járművek szerkezeti kialakítása, mely elsősorban az alacsonypadlós kivitelre és a légkondicionáló

berendezéssel való felszereltségre vonatkozik, de további szempontokat – pl. járműfenntartás – is tartalmaz. A főváros infrastruktúra adottságai implicit módon jelennek meg a feladat kibontásában, mivel azok fizikai korlátokat jelentenek az üzemeltetésben (ide sorolható például a súly és úrszelvény korlátozások).

A szolgáltatási teljesítmény optimalizálása során előbbieken túl a BKV-nak számolnia kell a járművek műszaki állapotából következő rendelkezésre állási mutatóival és a járműtípusok fajlagos költségeivel is. Látható, hogy egy hatékonyságnövelő feladat igen sok alrendszeret érint, számos egyszeri és állandóan felmerülő költséggel.

A villamos vasutat üzemeltető társaságok, a megnövekedett és változó teljesítményelvárások kielégítésénél a menetrendekhez kapcsolódó kocsi-kiadások során optimalizálási lehetőségeket keresnek, elsősorban a költségek csökkentésének céljából. Mivel az optimalizálás elsődleges célja esetünkben a költséghatékonyság, és a döntések meghozatala komplex ismereteket igényel, ezért egy döntéstámogató modell alkalmazásával egyszerűbb lehet a hatékonyság növelés ezen a területen.

Vizsgálatomban meghatározom az optimalizálás célját és összegyűjtöm azokat a tényezőket, melyeket egy döntéstámogató modell megalkotásánál figyelembe kell venni. A vizsgált költségoptimalizálási lehetőség a napi menetrend megvalósítása során kívánja feltárni a megtakarítási lehetőségeket és regionális fejlesztési célokat is figyelembe véve egyszerűsíteni a döntéshozatalt. A különböző költségszinten üzemeltetett villamosjárművek napi kocsi-kiadásának átrendezése és a jól megtervezett beruházások lehetőséget adnak a működési költségek jelentős csökkentésére.

Az elvi lehetőség, modellszerű vizsgálata megmutatta, hogy átgondolt szervezési és beruházási tevékenységgel, akár évi több százmillió forint is megtakarítható ezen a területen.

3.4. A magyar közúti vasutat üzemeltető vidéki városi közlekedési társaságok jármű túlüzemeltetési gyakorlatának vizsgálati eredményei

A városi vasúti társaságok eszközigénye és működtetési költség jelentős mértékű. Tekintettel arra, hogy a gazdasági társaságok és a tulajdonos önkormányzatok beruházási együttműködése nem azonos megközelítés mentén történik, előfordul, hogy a hangsúlyok eltolódnak. Más lesz fontos az egyiknek és más a másinak, ami végül köztes megoldásokat eredményezhet. A kötőtpályás vasúti közlekedési eszközök kihasználtsága és hatékonysága régióként eltérő.

A városok az eszközpótló beruházásaik során alapvetően két utat járnak, vagy felújítják a tervezett élettartamuk végéhez ért járműveket vagy lecserélik azokat. A csereérett jármű felújítás nélküli továbbüzemeltetése szükségmegoldásnak tűnik, de regionális megközelítésben ezek hatékonysága nem megkérdőjelezhető.

A vizsgált vidéki városi vasúttársaságok méretükben jelentősen elmaradnak a BKV-tól, vasúti járműállományuk összesített darabszáma egy budapesti kocsiszín által fenntartott, üzemeltetett járművek darabszámát sem éri el és infrastruktúra eszközeik mennyisége is jelentősen kisebb. Méretükből adódóan is feltételezhető – mely az interjúk során validálásra is került –, hogy az általuk üzemeltetett hasznos élettartamukat meghaladó korú eszközök mértéke is kisebb a BKV-nál üzemeltetett hasonló eszközökhöz mérten. Ettől függetlenül hasznos élettartamukat meghaladó korú eszközzel valamennyi vidéki közlekedési társaság rendelkezik, azonban ezek mennyisége mindhárom érintett városban (Debrecen, Miskolc, Szeged) kicsinek tekinthető, illetőleg az eltérő számviteli gyakorlat alapján a hasznos életkorukban is eltérés mutatkozik.

A lefolytatott interjúk alapján kijelenthető, hogy a vidéki vasúttársaságok sokkal jobb helyzetben vannak a hasznos élettartamon túli üzemeltetés gyakorlatának tekintetben, mint a BKV.

Összességében, az egyeztetéseken kapott tájékoztatások ismeretében kijelenthető, hogy a vidéki vasúttársaságok egyike sem alkalmaz a BKV-nál működő TTP-hez hasonlítható, célzottan a hasznos élettartamukat meghaladó korú eszközök továbbüzemeltetését támogató módszertant. Az ilyen eszközök továbbüzemeltetése az eredeti gyártói technológiának megfelelő karbantartás mellett folytatódik, figyelembe véve az üzemeltetői tapasztalatokat. Az eszközök

karbantartása során többlet tevékenységek nem kerülnek végrehajtásra, melyet az eddigi gyakorlat alapján jelenleg nem is tartanak indokoltnak.

A BKV TTP modellje egy komplex, tudományosan megalapozott módszertan, amely figyelembe veszi a tapasztalati tudást is. Egyedülálló, hiszen jelenleg más magyarországi villamost üzemeltető társaság még hasonló modellt sem alkalmaz. A moduljai egymásra épülnek, szervesen illeszkednek egymáshoz, ugyanakkor a műszaki modul önmagában alkalmazva is képes betölteni döntéstámogató funkcióját. Felhasználóbarát, alkalmazása logikusan egymásra épülő lépések sorozata. A TTP alkalmazása révén növelni lehet az üzemeltetés minőségi mutatóit és egyidejűleg kimutathatóvá válik az eszközállomány megújításának hiányából származó, de a továbbüzemeltetéshez elengedhetetlenül szükséges többlet költségek mértéke. Illeszkedik a Közszolgáltatási Szerződésben előírt kötelezettségek (minőségi mutatók, jármű és infrastruktúra üzemeltetés és karbantartás, eszközök megújítása) teljesítéséhez.

A TTP modell finomhangolásának szempontjai természetesen a modell gyengeségeiből származnak, melynek két főbb eleme az élettartamköltségek figyelmen kívül hagyása és a nem megfelelő számviteli kezelés. A továbbüzemeltetéssel összefüggésben elmondható, hogy nem elég csupán az egyszer felmerülő, beruházási jellegű költségek értékelése alapján meghozni a döntést, hanem szükséges figyelembe venni az üzemeltetés során felmerülő összes költséget. Beruházási alternatívák vizsgálatakor, akkor vagyunk kellően körültekintők, ha a létesítés, illetve felújítás során elemezzük a teljes élettartamra vonatkozó pénzáramokat.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Értekezésemben a kutatási céljaim, kérdéseim és hipotéziseim tükrében fogalmazom meg az eredmények alapján levont következtéseimet. Dolgozatomban a közúti vasút szerepének regionális szemléletű kifejtését annak korszakainak azonosításával, mint társadalmi-technológiai rendszert vizsgálom Budapestre vonatkoztatva, ahol a földrajzi és társadalmi jellemzőket az urbanizációval együtt értelmezem. A városi közösségi közlekedési módok környezeti hatásait és a Budapestre jellemző tervezett élettartamon túli üzemeltetést együttesen negatív tényezőnek tekintve határoztam meg a gyakorlati vizsgálatok irányát. Általánosságban céлом volt a nemzetközi kitekintés és a túlüzemeltetés hatásának, illetve gyakorlatának elemzése, továbbá az optimalizálási lehetőségek feltárása. A kutatási hipotézisek értékelését a fejezetek sorrendjében a kapcsolódó vizsgálatokkal együtt végzem el.

4.1. Budapest vasúti közlekedési rendszerének fejlődésével és sajátos jegyeinek azonosításával összefüggő kutatások következtetései

A regionalitás és a közösségi közlekedés összefüggéseinek vizsgálatához nélkülözhetetlennek tartom a fejlődéstörténeti áttekintést, melynek keretein belül azonosítani tudom az egyes időszakok jellemzőit. A napjainkra kiszélesedő regionális szemlélet, megítélésem szerint egy többlépcsős átalakulás következménye, melynek elemzése során azonosíthatom annak legmeghatározóbb időszakát. Céлом volt, az urbanizációs folyamatok, a társadalmi elvárások és a technológia összefüggéseinek feltárása Budapesten, regionális szemléletben, továbbá nemzetközi kitekintés a területi egyenlőtlenség feltárásának érdekében, a városok és közlekedési szolgáltatóik együttműködésének vonatkozásában.

A kutatással kapcsolatban az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

- hol helyezkedik el a közúti vasút a személyközlekedési rendszerben és hogyan változott regionális szempontból a kezdetektől napjainkig?
- milyen összefüggések vannak a települések-, az urbanizáció-, a társadalom elvárásai-, a technológia és a közlekedés-, illetve városfejlesztés között Budapesten?

- néhány Budapesthez hasonló vagy azzal összemérhető európai főváros közlekedési rendszerei alapjaikban különböznek-e egymástól, illetve milyen különbségek vannak a városok és a közlekedési szolgáltatóik üzemében, kapcsolatrendszerében, illetve mennyire jellemző a regionális szemlélet?

A közúti vasút egy felszínen vezetett, motorizált, közforgalmú, csoportos igénybevételű és pályához kötött alrendszerét képezi a városi személyközlekedési rendszernek. Ezen rendszer részeként, meghatározó eleme a városon belüli és az agglomerációba irányuló helyváltoztatási igények kielégítését biztosító szolgáltatásoknak. A közúti vasúti közlekedés vonatkozásában általam meghatározott három – a megjelenéstől 1866-tól a második világháború végéig, az 1945-től a 1989-es rendszerváltozásig, és az 1989-től napjainkban tartó – korszak a társadalom elvárásainak tükrében került beazonosításra, regionális szemléletben.

Következtetésként levonható, hogy a társadalom igényeinek változását lefedik a regionális fejlesztést jellemző fogalmak, melyek kiszélesedését mutatják be Budapesten a vizsgált időszakok. Magyarországon az 1989-es rendszerváltozáshoz kapcsolódóan jelennek meg olyan gondolatok, melyek az Európai Unióhoz való csatlakozási szándék szellemében teret engednek a regionalitás eszmerendszerének és a városok fejlesztése során megerősödhetnek a fenntarthatóság és a környezetvédelem célkitűzései. A BKV ezen időszakhoz köthető változásai egy paradigmaváltás következménye, mely egy fordista-postfordista átalakulást idézett elő.

Ezzel összefüggésben az is megállapítható, hogy Budapesten az urbanizációs folyamatok erősödése kikényszerítette a koevolutív és regionális szemléletű közlekedés-, és városfejlesztést. Az elérhető, megbízható, megfizethető, biztonságos, kényelmes, környezet-, és felhasználóbarát közlekedési szolgáltatások közvetett módon járulnak hozzá a városok élhetőségének javításához. A közlekedést, társadalmi-technológiai rendszerként értelmezve elmondható, hogy annak fejlődése szorosan összefügg az urbanizációs korszakokkal és a technológiaváltásokkal. Budapest vonatkozásában az is megállapítható, hogy a szétvált városi és városkörnyéki funkciók kapcsolatának szükségessége segítette a regionális szemlélet és a közúti vasút térhódítását.

A nemzetközi kitekintés lehetőséget adott a különbségek feltárására, a városok és a közlekedési szolgáltatók működésére vonatkozóan. A lefolytatott vizsgálat során beazonosíthatóvá váltak azon tényezők, melyek egyenlőtlenségeket okoznak, így feltárásra kerülhetnek a beavatkozási pontok, illetve megfogalmazhatók a javaslatok. Az egyre bővülő városi térségek mobilitási igényei túlnyúlnak a közigazgatási határokon, így már a közösségi közlekedési rendszerek kapcsán is regionális szintű szervezési feladatok jelentkeznek. Az agglomerációban élő, de a nagyvárosban dolgozó, tanuló személyek szükséglete, egy egységes szemléletű, megfelelő minőségű szolgáltatást nyújtó közösségi szolgáltatás létrehozására irányul. A szervezett közforgalmú rendszerek fejlesztésével egyébiránt csökkenthető a városok környezetének terhelése is. Az egységesség és a regionalitás figyelembe vételével Európára jellemző, hogy a térségek a közlekedési szolgáltatások megrendelésére, szervezésére úgynevezett integrátor szervezeteket hoznak létre. Ezek feladata, hogy a kereslet és kínálat összehangolása révén vonzó, utasbarát, összehangolt és átlátható közösségi közlekedési szolgáltatást alakítsanak ki az adott város és vonzáskörzetében jelentkező mobilitási igények kielégítése érdekében. A vizsgált térségek példáiból is látható, hogy a közforgalmú tevékenységek ellátása egyre inkább regionális szemléletben valósul meg. A közlekedésszervezői tevékenység regionális működési területe tehát jellemzően túlnyúlik a városhatárokon. Egyedi módon kivételt jelent Budapest, ahol a közlekedési rendszer egységessége vonatkozásában, az utóbbi időszakban inkább visszafejlődés volt tapasztalható. Az agglomerációs közösségi közlekedés megrendelési feladatát az elmúlt években átvette az állam, ezáltal a tevékenységi és illetékességi határok megosztottsága is egyfajta kettősséget, de semmiképpen sem egységes, integrált rendszert eredményezett. A példák alapján kijelenthető, hogy az egységes szemlélet, a méretgazdaságosság és a területfejlesztés nem hagyhatja figyelmen kívül a regionális politika alapelveit ezen feladatok ellátása során. Ezen alapelvek (decentralizáció, szubszidiaritás, partnerség, adicionalitás, programfinanszírozás, interregionalitás, fenntartható fejlődés) érvényesülését a célok mentén célszerű priorizálni és az érdekeket tágabban értelmezve szükséges szem előtt tartani.

Az is látható, hogy jellemzően az önkormányzatok tulajdonolják a fővárosokban működő legjelentősebb közösségi közlekedési szolgáltatókat, rajtuk keresztül, illetve a megfelelő szerződéses rendszerrel biztosítva a lokális

érdekeiket, ugyanakkor ez nem zárja ki azt, hogy a közlekedési integrátorok tágabb, regionális szinten működjenek és határozzák meg az integráltsághoz szükséges teljesítménymegosztási, összehangolási, tarifaközösségi elvárásokat (a vizsgált városok vonatkozásában kivételt képez Budapest).

A közösségi közlekedés finanszírozási szerkezetének kapcsán jellemző a vizsgált városokra, hogy a működési kompenzáció 65% feletti aránnyal bír. Ez sajnos éppen Budapest (és Pozsony) esetében nem igazolódik, ráadásul a finanszírozási támogatásból származó bevétel nagysága is jelentősen elmarad a Bécsben, Prágában és Varsóban működő rendszerek hasonló forrásaitól. Ez különösen szembetűnő, ha utasszámra vetítve vizsgáljuk a bevételek arányát, mivel Budapest esetében magas utasforgalmi érték mellett viszonylagosan alacsony finanszírozási (és ezáltal összbevételei) konstrukció működik.

Megfigyelhető továbbá, hogy az állami, önkormányzati tulajdonosi háttérrel rendelkező szolgáltatók mellett egyre nagyobb számban kapnak szerepet a magántulajdonú cégek, elsősorban az autóbusz ágazatban. Ez egyfajta versenyhelyzetet is jelent főként a tágabb működési területtel rendelkező integrátori szervezetek esetében (például Bécs, Prága). Budapesten a közlekedésintegrátor BKK az autóbuszos teljesítményigények egy részét nem az önkormányzati tulajdonú szolgáltatóktól rendeli meg. A kérdéskör érdekes megosztottságot hordoz magában, hiszen amennyiben az önkormányzat van megrendelői szerepkörben, akkor célszerűnek látszik saját tulajdonú szolgáltatóval megoldani a városon belüli mobilitási igények kielégítését, amennyiben azonban a szolgáltatási terület, ezáltal a megrendelői feladat is túlnyúlik a nagyváros közigazgatási határain és inkább regionális szempontokat képvisel, akkor már erőteljesebben érvényesülhet a szolgáltatók közötti versenyhelyzet.

A nettó vonalhossz és a viszonylatok számában Budapest előkelő szerepet játszik (mintegy 1150 km, és 250 db viszonylat). Az utasszám és a férőhely-kilométer adatok alapján úgy tűnik, hogy Budapesten fedi le leghatékonyabban a közszolgáltatás által nyújtott kínálat a keresletet, de a többi város esetében a kedvezőtlenebb adatokat eredményezheti az agglomerációs szolgáltatások kevésbé hatékony kereslet-kínálati aránya. Budapest és közforgalmú szolgáltatója a BKV vezető pozíciót foglal el az utasforgalmi adatok terén a vizsgált városok vonatkozásában. Ez különösen annak a fényében figyelemre méltó, hogy a külső finanszírozási forrás (kompenzáció) mértéke átlag alatti. Általánosan jellemző,

hogy a vonalhosszak tekintetében a kötöttpályás ágazatok aránya nem tűnik jelentősnek, de itt figyelembe kell venni azt is, hogy férőhely kapacitásban és az elszállított utasok számában sokkal intenzívebb a részesedésük.

Sajnálatos, hogy a 2017-2018. évi adatok alapján a BKV rendelkezik a legidősebb átlagkorú autóbusz, trolibusz és villamos járműparkkal a vizsgált városok közül és ezt nem kompenzálja az sem, hogy a metrók esetében a legfiatalabb flotta Budapesten üzemel. Az autóbuszok esetében Bécs (3 év), a trolibuszok esetében Pozsony (5,9 év), míg a villamosok esetében Prága (11,14 év) rendelkezik a legfiatalabb állománnyal. Az öregedő járműpark egyre fokozódó üzembiztonsági kockázatokat jelent, ráadásul rontja a közösségi közlekedés attraktivitását is.

Hasonlóképpen kedvezőtlen Budapest szempontjából, hogy az elmúlt években érzékelhetően javuló tendencia mellett sem sikerült az autóbuszok terén elérni a 100%-os szintet az alacsonypadlós kialakítású járművek arányában (mint Bécsben, vagy Varsóban), ráadásul a villamos ágazat esetében a legrosszabb (16,7%) értéket képviseli az alacsonypadlós járművek aránya a vizsgált fővárosok vonatkozásában. Társadalmi szempontból elengedhetetlen, hogy a közösségi közlekedés igénybe vehetőségének részeként ez az arány javuljon.

A modal split értékek tekintetében Budapest a legmagasabb közösségi közlekedési arányt (48%) mutatta fel a vizsgált városok tekintetében, ami kedvező és erősítendő az élıhetőség és hosszú távú fenntarthatóság érdekében. Bécs kedvező helyzetét jelzi, hogy itt a legkisebb a személygépjármű használat aránya (27%), ugyanakkor a kerékpár (7%) és gyalogos közlekedés (27%!!!) részesedése itt a legmagasabb a vizsgált fővárosokban, melyet, mint célt Budapest hosszútávú fejlesztésénél érdemes figyelembe venni.

A közösségi közlekedés fejlődésének fontos kiegészítő elemeként megállapítható, hogy míg Budapest, Prága és Varsó több kisebb kapacitású P+R létesítménnyel rendelkezik, addig Bécset inkább a kisebb számú, de nagy kapacitású (jellemzően ezer férőhelyes) parkolóház- illetve mélygarázs kialakítások jellemzik.

Fentiek alapján az első két hipotézisemet igazoltnak tekintem és az alábbi megállapításokat teszem:

Budapesten a közúti vasút regionális szemléletű korszakainak főbb fordulópontjaiból az egyik legmeghatározóbb a rendszerváltáshoz köthető, mely

a közösségi közlekedés regionális szemléletének kiszélesedését idézte elő, miközben a közlekedési szolgáltatás területén a rendszerváltás hatására végbemenő paradigmaváltás egy fordista-posztfordista átalakulást is kikényszerített. A V4-ek és Ausztria fővárosainak közlekedésszervezői feladatai mindenhol különválasztottan jelennek meg a közlekedési szolgáltatástól és az adott város, illetve agglomerációjának közlekedési igényeit jellemzően regionális szemléletben értékelik és elégítik ki. A Budapestre jellemző regionális szemléletű, koevolutív közlekedés- és városfejlesztés nem érvényesül a fővárosi közlekedésszervezés területén. Regionális összevetésben Budapest közösségi közlekedési rendszere az üzemeltetett eszközök magas átlagos életkorával jellemezhető.

4.2. A villamos járművek túlüzemeltetésével és hatékonyságnövelésével összefüggő vizsgálatok következtetései

A közösségi közlekedés számos, a városokat terhelő (mobilitási, környezetszennyezési, városfejlesztési, közlekedési forgalmi) probléma kezelésére lehet jó eszköz, melyek egyúttal a rendszerrel szemben támasztott társadalom-, gazdaság és környezeti alapelvárásokban is megfogalmazódnak. Tekintettel arra, hogy a fenntartható közlekedési rendszer definíciója nem egységes, a releváns szakirodalmi forrásokban is jelentős eltérések és hangsúlyeltolódások azonosíthatók a közlekedési rendszerrel szemben támasztott elvárások és megközelítések kapcsán. Az egyes járműtípusok és közlekedési módok társadalmi, gazdasági és természeti környezetre gyakorolt hatásával foglalkozó szakirodalmi források feldolgozása alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a felszíni közösségi közlekedési módok közül a közúti vasút elégíti ki leginkább a környezet és a társadalom egyensúlyának igényét, támogatva a városok fejlődését is, így a finanszírozási lehetőségek függvényében ezen közlekedési eszközcsoporthoz előnyben részesítése, hatékonyságának növelése indokolt. A világ több nagyvárosához hasonlóan, Budapestre, és a közúti vasúti eszközparkkal és infrastruktúrával rendelkező hazai nagyvárosokra is jellemző az előregedő villamos eszközállomány, a hasznos élettartamon (jellemzően 30 év) túli üzemeltetés. Dolgozatomban ennek megfelelően a villamos járművek túlüzemeltetésének fő kérdéseire fókuszálva kerestem a választ arra, hogy:

- milyen összefüggés azonosítható a villamos járművek túlüzemeltetése és a meghibásodások, a költségek, és a balesetek között?

- milyen üzemeltetési lehetőségek állnak rendelkezésre a közúti vasút hatékonyságának fokozására?
- milyen gyakorlatot folytatnak a közúti vasúti eszközparkkal és infrastruktúrával rendelkező hazai közösségi közlekedési szolgáltatók a hasznos élettartamon túli üzemeltetés menedzselése kapcsán.

4.2.1. Összefüggés vizsgálat fő következtetései

A túlüzemeltetéssel kapcsolatos összefüggésvizsgálat célja, hogy a túlüzemeltetés hatásait bemutattva, támogassa a vonatkozó döntéshozatali folyamatokat. Az összefüggésvizsgálat során (meghibásodások és költségek) a villamos járművek „túlüzemeltetésének” hatásait elemeztem, két dimenzióban (futott kilométer és eltel idő), melyek elméletileg önmagukban is mutathatnak korrelációt a költség és hiba mutatószámokkal, hiszen ez a tervezett élettartam végén természetesnek számít. Abban az esetben, ha a tervezett élettartamon túli üzemeltetés során a költségek és meghibásodások érdemben nem emelkednek, lehetőség nyílik a ciklusrendek módosítására, ami akár jelentős költségmegtakarítással járhat. Ellenkező esetben, ha a hibák és költségek már akár a tervezett élettartamon belül is emelkedő trendet mutatnak, szükség lehet a karbantartási tevékenység szigorítására. A költségek összefüggésének vizsgálata tekintetében a karbantartás személyi jellegű költségek emelkedését befolyásolja a béremelés is, azonban esetünkben ez jelentős mértékben csak az utolsó 3 évben (2017-2019-ben 10% feletti) áll fenn, a 2010-2016 közötti időszakban csupán 1-3 % közötti érték volt. A magasabb ciklusrendű javítások közül a J javítások egy részét külső vállalkozó (VJSZ) végzi, így a személyi jellegű költségek egy része csak az előkészítésre és az üzembe helyezésre korlátozódik.

Az eszközök – ide értve a járműveket is – üzemeltetéséről, műszaki megközelítésben és megbízhatóság vonatkozásában elmondható, hogy az egy kádgörbével jellemezhető. Ez azt jelenti, hogy az előállításukat követően, egy rövid ideig relatív magas meghibásodás jellemezi őket, mely hibák elsősorban a gyártás pontatlanságából származnak (összeszerelési hibák). Ezen időszakot követően egy hosszú, jó megbízhatósági periódus következik, ahol a hibaszámok állandósulnak, és nem tapasztalunk ugrásszerű változásokat bennük. Az üzemeltetés utolsó szakaszában, ismét el kezdenek emelkedni a meghibásodások, ami jól jelzi a csere vagy felújítás szükségességét.

A vizsgálat által feltárt főbb összefüggések az alábbiak szerint értelmezhetők:

- A vizsgálat egyik fontos következtetése, hogy az M2 hibát nem befolyásolja a futott kilométer, melynek magyarázata pont a két hibatípus (M1-M2) megkülönböztetésében rejlik. Az M2 hiba jelentősebb hatású, mint az M1, hiszen ekkor a jármű nem marad forgalomban, hanem lecserélésre kerül. A korszerű üzemeltetési gyakorlatban az üzemeltetők nem a hibáktól tartanak, hanem a következménnyel járó hibáktól! A karbantartás során könnyen javítható, egyéb következménnyel nem járó hibák magas száma azt is jelentheti, hogy az adott alkatrészt vagy berendezést az üzemeltethetőségének határáig használtuk, vagyis 100%-ban kihasználtuk annak lehetőségeit. Az alacsony számú és futott kilométertől független M2 hibaszámból arra lehet következtetni, hogy az üzemeltetés költséghatékony. Beavatkozás nem javasolt!
- Az M1 típusú hibák és a futott kilométer között egyes típusoknál már jelentkezik erős korreláció, melyet az elvégzett elemzés alátámasztott az ICS, KCSV és a TW6000 típusú járműveknél. Az ICS és KCSV villamosok magas életkora, illetve meghibásodási száma és a futott kilométer közötti szoros korreláció önmagában elég indok lehetne arra, hogy lecserélésük szándéka –a lehetőségekhez mérten– az elsők között szerepeljen. Üzemben tartásuk fő oka a geometriai és tömeg adottságaikból fakad, mivel ezek keskeny és „könnyű” villamosok, melyek olyan helyeken is üzemeltethetők, ahol a korszerű, nagy befogadóképességű (széles és súlyos) járművek nem közlekedhetnek. Következtetésként levonható, hogy bár a darabszámuk nem meghatározó, mégis érdemes további műszaki elemzéseket végezni annak érdekében, hogy meg lehessen állapítani a futott km és a meghibásodások száma közti erős összefüggés konkrét indokát, ahogyan ez a TW6000-ek esetében is javasolt.
- A magasabb ciklusú vizsgálatok során jellemzően nagyobb költségintű feladatok elvégzésére kerül sor, nagyobb futásteljesítményt követően. Az anyag és személyi költségek különválasztásának célja, hogy megállapíthatóvá váljon az esetleges szoros összefüggés eredője. A vizsgálat során azonosított erős korrelációs együtthatóval bíró típusok esetén, a 2006-os ICS kivételével az összes a személyi költségre vonatkozik. A diagramokból kiolvasható, hogy a személyi jellegű

költségek növekedése a futott kilométerrel van összefüggésben, melyből arra következtethetünk, hogy ez származhat a megnövekedett munkaórákból és a bérek emelkedéséből is. Mivel előző okok a hatékonyság romlás irányába mutatnak, javasolt beavatkozni a folyamatba!

- Tekintettel arra, hogy a vizsgálat során igazolást nyert, hogy az anyagköltséget nem befolyásolja jelentősen a hibák száma, megállapítható, hogy azok elhárítása során kevés anyagra volt szükség. Ebből az következik, hogy a karbantartás személyi jellegű költségeinek növekedésére a megnövekedett munkaórák is hatással voltak. A kevés és gyenge összefüggés azzal magyarázható, hogy a hibák elhárítása jellemzően a napi karbantartás során kerül elvégzésre és azok nem érintik a magasabb ciklusú vizsgálatokat. Abban az esetben, ha ez megváltozik, szükséges a napi karbantartás felülvizsgálata.
- A T5C5K típusról a vizsgálat megállapításai alapján elmondható, hogy azok a tervezett élettartamukon túl is kevés meghibásodást produkálnak. Ebből az eredményből arra lehet következtetni, hogy ennek a típusnak a továbbüzemeltetése célszerű és a ciklusrendjének felülvizsgálatával, illetve módosításával jelentős költségmegtakarítás érhető el.
- A KCSV villamosok esetén 2008-ban (38 évesen) az M2 hibaszámok a 25db hiba/jármű adatot körül alakult, azt egy esetben haladták meg, 2013-ban (43 évesen) már 6 esetben a 30 db járműből, míg 50 évesen 2019. évben a hibaszámok minden jármű esetében 19 alatt maradtak! A javulást egyértelműen a magasabb ciklusú javítások hatásának kell értelmezni, melyek összetételét és költséghatásait mérlegelni szükséges.
- Az ICS-k esetében az anyagköltségek növekedéséből arra következtethetünk, hogy a jármű közeledik az élettartama végéhez. A jelentősebb ráfordítások elkerülésének érdekében célszerű a cseréjük mielőbbi megvalósítása.

A vizsgálat során szignifikáns kapcsolatot azonosítottam a villamos járművek túlüzemeltetése és a meghibásodások, illetve a költségek között, ám ezek nem függték össze a tervezett-élettartammal. Az általam vizsgált összefüggések közül a balesetekkel kapcsolatos eredmények azt mutatják, hogy a túlüzemeltetés és a balesetek számának növekedése között összefüggés nem igazolható, mely a dolgozat talán legfőbb megállapításának tekinthető.

Mindezt figyelembe véve kijelenthető, hogy a gyártók által meghatározott tervezett-élettartam nem képviseli az adott eszköz használata szempontjából kötelező lejáratot, így az üzemeltetők számára lehetőség nyílik a ciklusrendek felülvizsgálatára (mely akár jelentős költségmegtakarításokat is eredményezhet), illetve Budapesten a balesetek száma független a túlüzemeltetéstől.

Dolgozatom harmadik hipotézise fentiek alapján igazolást nyert.

4.2.2. Optimalizálás vizsgálat fő következtetései

A nagy rendszereket üzemeltető vállalkozások életében a működés optimalizálási lehetőségeinek feltárása folyamatos feladat. Vannak triviális, vagy annak tűnő lehetőségek és vannak rejtett tartalékok, melyek feltárása néha egy új szemlélet bevezetése, vagy akár a véletlen eredménye is lehet. A közlekedési szolgáltatások területén régóta alkalmaznak menetrend-optimalizáló szoftvereket, de ezek eredményességéről (5-15%) eltérők a szolgáltatói vélemények. Az bizonyos, hogy napjainkban a fejlett számítógépek és az intelligens szoftvermegoldások jelentős mértékben képesek támogatni a bonyolultabb matematikai összefüggések vizsgálatát. Dolgozatomban példaként mutattam be a menetrendoptimalizálás – mára már kiforrott – lehetőségét és korlátait, illetve rávilágítottam egy új lehetőségre is, mely a napi kocsikiadásokban rejlő megtakarítási potenciált elemezi.

Az általam ismertetett optimalizálási lehetőség a kocsikiadás újragondolásában érhető tetten, mely a napi menetrendekben az alacsonyabb költséggel üzemeltethetőbb járművek előnyben részesítését preferálja. Budapest forrásellátottsága sosem volt korlátlan, és a közösségi közlekedésre költhető részről elmondható, hogy az elmúlt két-három évtizedben jellemzően a felére, harmadára volt elég az indokoltnak. Előzőek okán egy villamos teljesítmény-optimalizációs feladat során indokolt egy „reális” szemlélet bevezetése, ami lehetőséget adhat a megvalósításra. Tekintettel arra, hogy a tényleges teljesítmény adatok, a rendelkezésreállítás és az infrastruktúra korlátok is ismertek, ezért megvizsgálható, hogy költségfelhasználás szempontjából az alkalmazott járműösszetétel (kocsikiadás) optimális-e. A vizsgálat egy elvi modellt mutat be, mely kizárólag a típusonkénti szűkített közvetlen költségek, ezen belül egy időpillanatot (még ha az több év átlaga is) kiragadva, annak egy statikus állapotát használva, mértékét alapul véve matematikai számításokon keresztül minimalizálja az összes költséget. A modellnek valójában ez volt a célja, azonban a tényleges

megvalósíthatóságot és költség megtakarítás realizálását egy jóval összetettebb szempontrendszer befolyásolja. A költségek tekintetében a modell előállíthatósága érdekében alapvetően egy év (2018) adatait használva, de az időpillanati fenntartási, karbantartási feladatok hatását kisimítandó, több év átlagával korrigálva állt elő az elemzéshez használt költségszint. A minimum modell számításához indulásképpen ez a számítás megfelelő azzal a kitételrel, hogy amennyiben az elvi modell alapján valós döntés születik, úgy előtte a tényleges befolyásoló tényezők vizsgálata is szükséges lesz. Következtetésképpen elmondható, hogy az elvi modell arra alkalmas – és ez nagyon fontos tényező a hatékonyságnövelés és optimalizálás során-, hogy a döntési pontokat és a lehetőségeket megtalálja.

Mindezt figyelembe véve az optimalizálás eredményei igazolták negyedik hipotézisemet, mely szerint a villamos járművek túlüzemeltetése mellett is kialakítható a villamosok napi menetrendjében egy olyan kocsikiadási rend, mely költségmegtakarítást eredményez, és a hatékonyságot növeli.

4.2.3. Túlüzemeltetés hazai gyakorlat vizsgálatának fő következtetései

A lefolytatott interjúk alapján megállapítható, hogy a működtetett eszközrendszer hasznos élettartama eltérő módszertan szerint kerül meghatározásra. Budapesten, Miskolcon és Debrecenben a gyártói ajánlások figyelembe vétele a meghatározó az eszközök hasznos élettartam előírására, ezzel ellentétben Szegeden kizárólag számvetési elvárások befolyásolják azt. A műszaki lehetőségek, igények ismeretében Szegeden jelenleg felülvizsgálat alatt áll az alkalmazott módszertan, a jövőben várhatóan újraértékelésre kerülnek az eszközök és itt is figyelembe vételre fognak kerülni a gyártói ajánlások. Megítélésem szerint, műszaki eszközök, berendezések tervezett hasznos élettartama alapvetően műszaki kérdés és a gyártói ajánlások figyelembe vétele elengedhetetlen. A hasznos élettartamon túli üzemeltetésre vonatkozó döntések meghozatala során a BKV egy validált módszertant követ, ahol a szakmai előkészítést követően vezetői szintű döntések születnek. Ezzel ellentétben a vidéki városokban ezen döntések az üzemeltetőknél kerülnek meghozatalra, mely megítélésem szerint nem elégséges az egységes társasági stratégia megvalósításához. A kockázatok kezelésének gyakorlatában jelentős eltérés van Budapest és a vidéki városok vonatkozásában, mivel csupán a BKV esetében találunk kétszintű kockázatmenedzsmentet. A BKV gyakorlatában a törvényi

előírásokon túl működtetnek egy a vállalat céljait szem előtt tartó, egységes, a túlüzemeltetést kiemelten kezelő rendszert is, mely véleményem szerint indokolt. Megítélésem szerint megnyugtató, hogy a vizsgált összes városban megfelelő a továbbüzemeltetés kapcsán felmerülő többletköltségek nyilvántartása, de csupán a BKV-nál lelhetőek fel az élettartamra vonatkozó költségmenedzsment alapjai, aminek fejlesztése és teljeskörűvé tétele még várat magára. Eltérést találtam az elemzett rendszerekben a számviteli kezelés vonatkozásában is, mivel Budapest kivételével mindenütt csupán az élettartam növelő műszaki beavatkozások során végeznek ártértékeléseket. Abban az esetben, ha egy a TTP-hez hasonló műszaki minősítést is újraértékelési lehetőségként kezelnék, megbízhatóbb társasági adatok állnának elő, ami segítheti a célok konkretizálását.

Fentiek alapján ötödik hipotézisem, mely szerint – annak ellenére, hogy a közúti vasúti eszközparkkal és infrastruktúrával rendelkező hazai közösségi közlekedési szolgáltatók közül csak a BKV rendelkezik deklarált, a hasznos élettartamon túli üzemeltetés céljára kifejlesztett tudományos alapú módszertannal, a villamos járművek túlüzemeltetésének műszaki és kockázati vetületeinek vizsgálata valamennyi közösségi közlekedési szolgáltató gyakorlatának szerves részét képezi – elfogadom. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a kockázatkezelés kétszintű rendszere és a tudományos igényű továbbüzemeltetési protokoll nagyban javíthatja az adott társaság biztonsági és gazdaságossági mutatóit.

5. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEGZÉSE

Értekezésem új tudományos eredményei az alábbiak szerint összegezhetők:

1. Egyedülálló módon elvégeztem Budapesten a közúti vasút regionális szemléletű, történelmi korszakainak beazonosítását azok fordulópontjainak meghatározásával.

Sikerült egy átfogó, rendszerszemléletű és egyben hiánypótló munkát készíteni, mely segít a regionalitás közösségi közlekedésre vonatkoztatott jelentőségét értelmezni. A BKV és a közúti vasút példáján keresztül rávilágítottam a kérdéskör főbb dimenzióira és legmeghatározóbb kihívásaira.

2. Dolgozatomban összefoglaltam a városi közösségi közlekedési módok társadalmi, gazdasági és környezeti hatásait, melynek keretében rávilágítottam az emberek helyváltoztatási igényének és a környezet megóvásának ellentmondásaira.

Azáltal, hogy a továbbüzemeltetés kérdéskörét is beemeltem az elemzések körébe, újabb nézőpontot találtam a problémák értelmezésének eszköztárába, mely segíti a pontosabb megértést és a negatív hatások kezelését.

3. A V4-ek és Ausztria fővárosaiban üzemelő közlekedésszolgáltatók működési feltételeinek vizsgálata során beazonosítottam olyan különbségeket, melyek magyarázzák az elöregedett eszközpark kialakulását és az utaselégedettségi felmérések eredményét.

Budapest alulfinanszírozottsága, az öreg eszközpark és a közlekedésszervező városhatáron belülre korlátozott tevékenysége mindenképp változtatásokat indokol, mely a jó példák és a vizsgálatom alapján alátámasztottá vált.

4. Elemzéseim során feltártam egy olyan új optimalizálási lehetőséget a villamos kocsikadás területén, melynek alkalmazásával az üzemeltetési költségek csökkenthetők.

Az eddig csupán a menetrendekre vonatkozó hatékonyság növelési kísérletek újragondolásával sikerült egy máig fel nem tárt lehetőséget

beemelnem a kocsiadások tervezésébe, mely szignifikáns költségcsökkenést eredményezhet.

5. Kutatásaim révén összefüggést találtam a villamos járművek túlüzemeltetése és a meghibásodásaik, illetve költségeik vonatkozásában, továbbá megállapítottam a tervezett élettartamra vonatkozó gyártói előírások gyengeségeit.

Az új megközelítés jelentősége óriási a járműfenntartási tevékenység költséghatékonyabbá tételének vonatkozásában, mivel a járműkarbantartások és a vonatkozó ciklusrendek pontosabban meghatározhatóbbá váltak és egy jóval megbízhatóbb, illetve gazdaságosabb üzem valósítható meg általa.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Folyóiratcikkek:

1. **TAKÁCS P.** (2020): Operating Urban Public Transport Rail Infrastructure and Vehicles Over Planned Life Cycle and Its Economic Aspects within the Company (analysis and fine-tuning of the science based continued operation protocol (SCOP) decision support model). *Studia Mundi – Economica*, 7 (2), p. 65-78, HU ISSN 2415-9395, MTMT szám:31348181
2. **TAKÁCS P.** (2020): Theoretical optimization of tram availability for daily schedules (role of public transport and trams in Budapest). *Studia Mundi – Economica*, 7 (3), p. 86-96., HU ISSN 2415-9395, MTMT szám: 31598389
3. **BENCZŐ L., TÓTH T., TAKÁCS P., BARANYAI G.** (2020): A vállalati napenergia termelés feltételrendszere. *Studia Mundi – Economica*, 7 (4), p. 24-33., HU ISSN 2415-9395, MTMT szám: 31621132
4. **BENCZŐ L., TÓTH T., TAKÁCS P., BARANYAI G.** (2020): Mi lehet a háttérben?: Van valami a háttérben?. *Studia Mundi – Economica*, 7 (4), p. 16-23., HU ISSN 2415-9395, MTMT szám: 31621114
5. **TAKÁCS P.** (2019): A közösségi közlekedés helye és szerepe Európa városaiban. *Közlekedéstudományi Szemle*, 69 (4), p.17-32., DOI: 10.24228/KTSZ.2019.4.2, MTMT SZÁM: 30778029
6. **TAKÁCS P., KOZMA Á** (2018): Vaskerekes ágazatok az 50 éves BKV-ban – A gördülőállomány 50 éve. *Városi Közlekedés*, 8 (4), p.16-23, HU ISSN 0133-0314, MTMT szám: 30787500
7. **FIÁTH A., NAGY V., TAKÁCS P., BALOGH L., BÁLINT Á., NAGY B., DINYA M.** (2016): A közlekedési eszközpark és infrastruktúra hasznos élettartamát tudományos alapon növelő technológia kidolgozása a BKV Zrt. számára. *Vezetéstudomány*, 47 (3), p. 2-11., ISSN 0133-0179, MTMT szám: 30787367
8. **TAKÁCS P.** (2011): Budapest integrates new elements in its public transport services. *Eurotransport* (A lap átnevezésre került az új neve: Intelligent Transport, ISSN1478-8217), 6/2011, p.13-15., MTMT szám: 30787474
9. **TAKÁCS P.** (2010): A budapesti metró múltja, jelene, jövője – a jelenlegi műszaki háttér, fejlesztések, tervek. *Városi Közlekedés*, 1 (6), p.333-337., (HU ISSN 0133-0314), MTMT szám: 30787407

10. **TAKÁCS P.** (2009): The complex reconstruction of Budapest Metro Line 2; *Eurotransport* (A lap átnevezésre került, új neve: Intelligent Transport, ISSN1478-8217), 6/2009, p.18-24, MTMT szám:30787431

Konferencia-előadások, konferencia kötetben megjelent tanulmányok

1. **TAKÁCS P.** (2020): *The service performance optimization potentials of the tram branch of BKV Zrt. (goals and key elements of a service optimization model)*, In: Horváth B., Horváth G. (szerk.): X. Közlekedéstudományi Konferencia 2020. Győr (Tanulmánykötet), Győr, Magyarország: Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék, KözlekedéstudományiEgyesület (2020), p65-72, ISBN 978-963-8121-89-9, MTMT szám: 31777322
2. **TAKÁCS P.** (2020): *The service performance optimization potentials of the tram branch of BKV Zrt. (goals and key elements of a service optimization model)*, In: Horváth B., Horváth G. (szerk.): X. Közlekedéstudományi Konferencia 2020. Győr (Tanulmánykötet), Győr, Magyarország: Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék, KözlekedéstudományiEgyesület (2020), p52, ISBN 978-963-8121-88-2, MTMT szám: 31777245
3. **TAKÁCS P.** (2020): *Városi közlekedés és a környezet (a városi vasutak jelentősége)*. In: Nagy L. (Szerk.): *City Rail 2020 Konferencia*. Budapest: Budapesti Közlekedési Vállalat Zrt., Közlekedéstudományi Egyesület (KTE), p. 10-18., City Rail 2020 Konferencia, Budapest, 2020.10.15., ISBN 978-963-8121-90-5, MTMT szám: 31318256,
4. **TAKÁCS P.** (2020): *Indicators of Hungarian cities operating urban rail networks, analysis of correlations of place kilometer data of transport companies (Economic and social correlations of transport development in Budapest)*. In: Horváth B., Földi P., Kápolnai Zs. (Eds.): *VI. Winter Conference of Economic PhD Students and Researchers: Conference Proceedings*. Budapest: Association of Hungarian PhD and DLA Students, p. 223-231, ISBN 978-963-269-914-1, MTMT szám:31629004
5. **TAKÁCS P.** (2020): *Indicators of Hungarian cities operating urban rail networks, analysis of correlations of place kilometer data of transport companies (Economic and social correlations of transport development in Budapest)*. In: Horváth B., Földi P., Kápolnai Zs. (Eds.): *VI. Winter Conference of Economic PhD Students and Researchers, Book of Abstract*. Gödöllő: Szent István University, Doktoranduszok Országos

Szövetsége, Közgazdaságtudományi Osztály, p. 120, ISBN 978-963-269-895-3, MTMT szám: 31198348

6. **TAKÁCS P.** (2019): *The role of public transportation in economic development*. In: Horváth B., Földi P., Kápolnai Zs., Antalík I. (Eds.): *International Conference of Economics PhD Students and Researchers in Komárno, Book of Abstracts*. Komárno: János Selye University, p.30., International Conference of Economics PhD Students and Researchers in Komárno, 5th of November, 2019; ISBN 978-80-8122-334-1, MTMT szám: 31137172,
7. **TAKÁCS P.** (2019): *Description of the Fordist – Post-Fordist transformation of Budapest Transport Company (BKV) through its strategic elements*. In: Horváth B., Földi P., Kápolnai Zs., Antalík I. (Eds.): *International Conference of Economics PhD Students and Researchers in Komárno: Conference Proceedings*, Komárno: János Selye University, p.178-190, International Conference of Economics PhD Students and Researchers in Komárno, 5th of November 2019, ISBN 978-80-8122-348-8, MTMT szám: 31318301
8. **NAGY V., BOZÓKY L., TAKÁCS P., LUKÁCS S.** (2019): *Városi kötöttpályás jármű gumirugós kerék abroncsfordulás elleni biztonságának növelése*. In: Szabó A. (Szerk.): *Tanulmányok a vasúti járművek és a jármű-rendszer-analízis témaköreiből 2019 – Emlékkönyv Prof. Dr. Zobory István 75. születésnapja alkalmából*, Budapest: BME ITS Nonprofit Zrt., p.140-143., ISBN 978-963-313-343-9, MTMT szám: 30804870
9. **DÖME B., NAGY V., ORBÁN T., TAKÁCS P.** (2019): *Kötöttpályás egyetemes járműfenntartás stratégiai célú rendszermodell*. In: Szabó A. (Szerk.): *Tanulmányok a vasúti járművek és a jármű-rendszer-analízis témaköreiből 2019 – Emlékkönyv Prof. Dr. Zobory István 75. születésnapja alkalmából*. Budapest: BME ITS Nonprofit Zrt., p.132-139., ISBN 978-963-313-343-9, MTMT szám: 30804888
10. **TAKÁCS P.** (2019): *Vasúti járművek és infrastruktúra elemek üzemeltetési kérdéseinek, illetve ezek műszaki és gazdasági hatásainak vizsgálata*. In: Horváth G., Gaál B., Horváth B. (Eds.): *Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2019 Conference on Transport Sciences: Alternatív-Autonóm-Kooperatív-Komparatív Mobilitás: Absztrakt kötet*. Győr: Széchenyi István Egyetem, p. 121., Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2019.03.21-22, MTMT szám: 30778085
11. **TAKÁCS P.** (2019): *Vasúti járművek és infrastruktúra elemek üzemeltetési kérdéseinek, illetve ezek műszaki és gazdasági hatásainak vizsgálata*. In:

Horváth G., Gaál B., Horváth B. (Eds.): *Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2019 Conference on Transport Sciences: Alternatív-Autonóm-Kooperatív-Komparatív Mobilitás: Tanulmánykötet*. Győr: Széchenyi István Egyetem. paper 76 (12 p.). Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2019.03.21-22, MTMT szám: 30787325

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. AUVINEN, H., TUOMINEN, A. (2014): Future transport systems: long-term visions and socio-technical transitions. *European Transport Research Review*, 6 (3), 343-354. p.
2. BELUSZKY P. (1973): Adalékok a magyar településhierarchia változásaihoz 1900–1970. *Földrajzi Értesítő*, 22 (1), 121–142. p.
3. BKK (2014): Balázs Mór terv: Budapest Közlekedésfejlesztési Stratégiája 2014-2030. <https://bkk.hu/wp-content/uploads/2014/06/BMT.pdf>. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: Közlekedésfejlesztési terv. Lekérdezés időpontja: 2019.09.13.
4. ENYEDI Gy. (1997): A sikeres város. *Tér és Társadalom*, 11(4), 1-7. p.
5. ENYEDI Gy. (2011): A városnövekedés szakaszai – újragondolva. *Tér és Társadalom*, 25 (1), 5-19. p.
6. EUROPEAN COMMISSION (2009): Indicators to Assess Sustainability of Transport Activities. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC54971/sust_tra_nsp_ind_report_final.pdf. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: Sustainability Transport. European Union. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: Fenntartható város. EU. Lekérdezés időpontja: 2020.06.08.
7. FIÁTH A., NAGY V., TAKÁCS P., BALOGH L., BÁLINT Á., NAGY B., DINYA M. (2016): A közlekedési eszközpark és infrastruktúra hasznos élettartamát tudományos alapon növelő technológia kidolgozása a BKV Zrt. számára. *Vezetéstudomány*, 47 (3), 2-11. p.
8. GEELS, F. W. (2005): The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930). *Technology analysis & Strategic Management*, 17 (4), 445-476. p.
9. HADJILAMBRINOS, C. (1998): Technological regimes: an analytical framework for the evaluation of technological systems. *Technology in society*, 20 (2), 179-194. p.
10. HALL, R. P. (2009): Understanding and Applying the Concept of Sustainable Development to Transportation Planning and Decision-Making

in the U.S. PhD Thesis. MIT, p. 872

<https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/34555>. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: transportation. Sustainability. Lekérdezés időpontja: 2020.08.06.

11. JANKÓ D. (2019): A fenntartható városi mobilitási tervek mellett, közúti közlekedésbiztonsági akcióprogramokra is szükség van. *Városi közlekedés*, 4 (4), 4-11. p.
12. KAIJSER, A. (2005): How to describe large technical systems and their changes over time? 12-19. p. In: Jönson, G., Tengström, E. (Eds.): *Urban Transport Development*. Berlin: Springer. 301. p.
13. KÁPOSZTA J. (2018): A jó kormányzás regionális összefüggései a vidéki térben. *Studia Mundi-Economica*, 5 (3), 70-78. p.
14. KOVÁCS Z. (2017): Városok és urbanizációs kihívások Magyarországon. *Magyar Tudomány*, 178 (3), 302-310. p.
15. MILLER, P., DE BARROS, A.G., KATTAN, L., WIRASINGHE, S.C. (2016): Analyzing the sustainability performance of public transit. *Transportation Research Part D*, 44, 177–198. p.
16. OTTENS, M., FRANSSEN, M., KROES, P., VAN DE POEL, I. (2006): Modelling infrastructures as sociotechnical systems. *International Journal of Critical Infrastructures*, 2 (2-3), 133-145. p.
17. UNITED NATIONS (2020): <https://population.un.org/wup/Download/>. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: Population. Lekérdezés időpontja: 2020.05.16.