

*FIÁTH Attila – NAGY Vince – TAKÁCS Péter – BALOGH László –  
BÁLINT Ágnes – NAGY Balázs – DINYA Mariann*

## A KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZPARK ÉS INFRASTRUKTÚRA HASZNOS ÉLETTARTAMÁT TUDOMÁNYOS ALAPON NÖVELŐ TECHNOLÓGIA KIDOLGOZÁSA A BKV ZRT. SZÁMÁRA

A budapesti közösségi közlekedési eszközpark jelentős része meghaladta beszerzéskor tervezett hasznos élettartamát. Ezen eszközök továbbüzemeltetése a jelenleg rendelkezésre álló információk alapján még hosszú ideig szükséges, ezért – a hasznos élettartam növelésére vonatkozó komplex és teljes körű módszertan hiányában – 2012-ben a Budapesti Közlekedési Zártkörűen Működő Részvénytársaság (továbbiakban BKV Zrt., Társaság) vezetése szakmai döntést hozott e hiány pótlását szolgáló, tudományosan megalapozott rendszer kidolgozására.

A hasznos élettartamot tudományos alapon növelő módszertan és technológia kidolgozására vonatkozó együttműködés eredményeképpen előállt az úgynevezett tudományos alapú továbbüzemeltetési protokoll (továbbiakban: TTP) modell. Az új, időtálló modell a továbbüzemeltetés feltételeit műszaki, biztonsági és gazdasági szempontok komplex rendszerbe integrálásával, objektív értékelési módszertan alapján határozza meg, és ezáltal a Társaság menedzsmentje szerint vállalhatónak ítélt szintre mérsékelve az üzemeltetői kockázatok és felelősség mértékét.

**Kulcsszavak:** közösségi közlekedés, hasznos élettartam növelése, kockázatkezelés

A BKV Zrt. által üzemeltetett – a szolgáltatásaihoz közvetlenül kapcsolódó – járműparkjának és közlekedési infrastruktúrájának korossága és műszaki állapota sok esetben kritikusnak tekinthető.

Az egyes eszközök és infrastruktúra tervezett hasznos élettartamon túli üzemeltetésére – a biztonsági szempontok maximális figyelembevétele mellett – korábban is volt példa a Társaságnál, de a jelenlegi tendenciák alapján várhatóan rohamosan növekedhet az ilyen járművek/eszközök száma, ami komplex megoldást indokol e probléma kezelésére. A *szükséges eszközcserek mértéke és forrásigénye* azonban jellemzően jelentősen *túlmutat a pénzügyi lehetőségeken*, tehát a meglévő eszközpark *hasznos élettartamának növelése indokolt célkitűzésnek tekinthető*.

A hasznos élettartamukat meghaladott járművek/eszközök üzemeltetői minősítése korábban is teljeskörűen megtörtént a Társaságnál, azonban kizárólag az

üzemeltetői szintű objektív és szubjektív módszerek alapján. A rendszeres minősítéseket a rendelkezésre álló ciklusrendi szabványok, technológiai utasítások, gyártói ajánlások alapján végezte a BKV Zrt. Ennek a tevékenységnek a következtében nemcsak a további üzemeltetés került megalapozásra, hanem több esetben került sor jármű/eszköz selejtezésére is. Ellenben a továbbüzemeltetés komplex, az üzemeltetői szemléletet kiegészítő objektív és tudományosan megalapozott feltételrendszerét *korábban nem definiálták*.

A magas életkor önmagában nem szakmai zsákutca, amennyiben az adott rendszer az üzemi élete során megkapta a szükséges, sok esetben előírások által meghatározott műszaki beavatkozásokat. Erre jó példa a használtan vásárolt TW6000 típusú villamos (34-37 évesek), amely megfelelő körülmények és üzemeltetési jellemzők között működtethető. Ellenben, ha figyelembe vesszük a műszaki állapotokat, azok forgalmi

következményeit, akkor belátható, hogy a társasági eszközpark életkorának mai szintje közvetlenül kapcsolatba hozható a műszaki állapotokkal, a meghibásodások számával és azok forgalmi következményeivel. Az eszközpark és infrastruktúra hasznos élettartamon túli üzemeltetése felveti az üzemeltető által vállalt vagy vállalható kockázat mértékének kérdését is (Farkas et al., 2010).

Mindezen tényezők és folyamatok, valamint a kapcsolódó kockázatok tükrében a BKV Zrt. vezetősége és szakemberei részéről *felmerült az igény* a hasznos élettartamukat meghaladó eszközök és az infrastruktúra továbbüzemeltetésének nemcsak üzemeltetői oldalú, hanem tudományos alapon és auditált módon támogató rendszerének kidolgozására. Felelősséggel ugyanis csak akkor lehet az üzemeltetési élettartamokat növelni, ha megfelelően megalapozott feltételrendszert is alkalmaznak.

Tekintettel arra, hogy az eszközrendszereknél tipikus, hogy az üzemeltetése során nem minden részegysége kerül felújításra még optimális esetben sem (ez többek között a műszaki színvonal fejlődésével is magyarázható), ezért azoknál a tervezői méretezés a mérvadó. Ezt a tervezői méretezést, kizárólag hasonló szakmai (tudományos) környezetben lehet újraértékelni, mert ez túlmutat az üzemeltetői gyakorlaton és kompetencián.

Mindezek alapján – illetve tekintetbe véve, hogy a továbbüzemeltetés komplex feltételrendszerét korábban nem definiálták – vált szükségessé a *tudományos alapú továbbüzemeltetési protokoll modell, vagyis a hasznos élettartamot növelő technológia* (a továbbiakban: TTP, Technológia) kidolgozása.

A Technológia kidolgozását összefoglalóan az alábbi körülmények *indokolták*:

- az eszközpark átlagos életkora meghaladja a tervezett élettartamot – tehát a kérdéssel átfogóan indokolt és érdemes foglalkozni,
- az üzemeltetői felelősség megközelíti, sok esetben meghaladja a még vállalható kockázatok mértékét,
- az eszközök hasznos (tervezett) élettartamára külső előírások gyakorlatilag nem voltak hatályban:
  - üzemeltetésük ideje társasági (elsősorban műszaki és üzembiztonsági) megfontolások alapján volt meghatározható,
  - üzemeltetésük idejének meghatározására csak a korábbi gyakorlat állt a döntés-előkészítő és a döntéshozó rendelkezésére,
- a szokásos üzemeltetési határ túllépésére a gyártói ajánlások nem jelentettek feltétel nélkül elfogadható direktívákat,
- a műszaki engedélyezési, vizsgáztatási eljárások nem érintették teljes körben az eszközt – tehát a

vizsgált kérdésben nem voltak relevánsnak tekinthetők a megállapításaik,

- egy eszköz használata során tudatos és természetes módon nem kerül vizsgálat alá minden egyes részegysége (azok tervezési kérdések), viszont az üzemviteli körülményekre a fizika törvényszerűségei az üzemeltetőtől szinte függetlenül hatnak – tehát egy megalapozott üzemeltetési határkitolást és annak feltételrendszerét a tudományos tudásbázis érintett területeinek független és az üzemvitel szokásos területein túlmutató megállapításai alapján szabad végrehajtani (Vermes, 1997). Ezzel teremthető meg a műszaki és üzembiztonsági kérdéskör biztosíthatóságának a minősége és tehető teljessé a szakmailag alátámasztott üzemeltetői felelősség vállalása.

### A Technológia kidolgozása során figyelembe vett főbb elvek

A Technológia kidolgozása során elsődleges szempontnak számított, hogy a BKV Zrt. számára egy olyan *komplex és tudományosan megalapozott módszertan*, ezzel egyidejűleg *felhasználóbarát és az operatív munkát hatékonyan segítő*, hozzá kapcsolódó *modell* kerüljön kidolgozásra, mely *objektív értékelést adva támogatja a döntéshozót* a továbbüzemeltetéssel kapcsolatos kérdésekben.

A Technológiával szembeni elvárásként fogalmazták meg a Társaság részéről, hogy az *teljes mértékben illeszkedjen* a hatályos Közszolgáltatási Szerződés, valamint a számvitel, a beruházások előkészítése és az érvényben levő szabványok/technológiák vonatkozó előírásaihoz.

### A tudományos megalapozás elve

A Technológia kidolgozása során *kizárólag azon eszközök/rendszerek* képezték az elemzés és a vizsgálatok tárgyát, amelyek a Társaság számviteli politikája alapján *meghaladták tervezett élettartamukat*.

A Technológia kizárólag az adott eszköz/rendszer élettartamára meghatározó súllyal vonatkozó azon részegységekre/részegységekre került értelmezésre és kidolgozásra, amelyek nem képezik részét a karbantartási, javítási technológiáknak.<sup>1</sup>

A kidolgozott Technológiának tehát nem képezte tárgyát:

- a műszaki állapot feltárása, véleményezése,
- a ciklusrendi szabvány megfelelőségének véleményezése,
- az ellenőrzési, karbantartási és javítási előírások véleményezése, illetve betartásának ellenőrzése,

- jelenlegi eszköz/rendszer elvi felépítésének és a jövőbeli koncepciójának véleményezése,
- az eszközrendszer erkölcsi avulás mértékének figyelembevétele.

A hasznos élettartamot növelő technológia kidolgozásakor az előbbieken túl messzemenően figyelembe vettük és meghatározónak számítottuk az üzemeltetési tapasztalatokat (Nagy et al., 2008; Nagy et al., 2009).

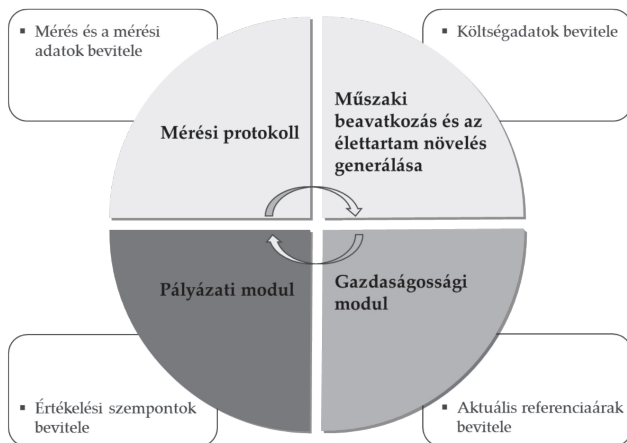
### A TTP-modell elvi felépítése

A TTP egy olyan speciális állapotfelmérő feladatsor, amely egy részletesen kidolgozott mérési protokoll alapján meghatározza az adott eszközön/rendszeren szükség esetén elvégzendő műszaki beavatkozásokat, azok műszaki tartalmát, sorrendjét, illetve végrehajtásuk után az élettartam meghosszabbítására vonatkozó konkrét értéket (lásd 1. ábra). Emellett a kidolgozott rendszer biztosítja a meghatározott feladatsor egzakt eredményeinek értékelését és annak minősítését is (műszaki modul).

A meghatározott műszaki beavatkozások végrehajtása előtt, a generált élettartam-növekedés figyelembevétele mellett elvégzendő gazdaságossági elemzés (gazdaságossági modul) is részét képezi a komplex modellnek, valamint a kapcsolódó eszközbeszerzések esetén alkalmazható pályázatminősítő rendszer is (pályázati modul).

1. ábra

### A TTP-modell elvi felépítése



Forrás: saját szerkesztés

A tudományos alapú továbbüzemeltetési protokoll módszertan és a kapcsolódó modell elsődleges feladata annak megállapítása, hogy az adott eszköz/berendezés járműműszaki, biztonsági és gazdasági szempontok alapján továbbüzemeltethető-e vagy sem.

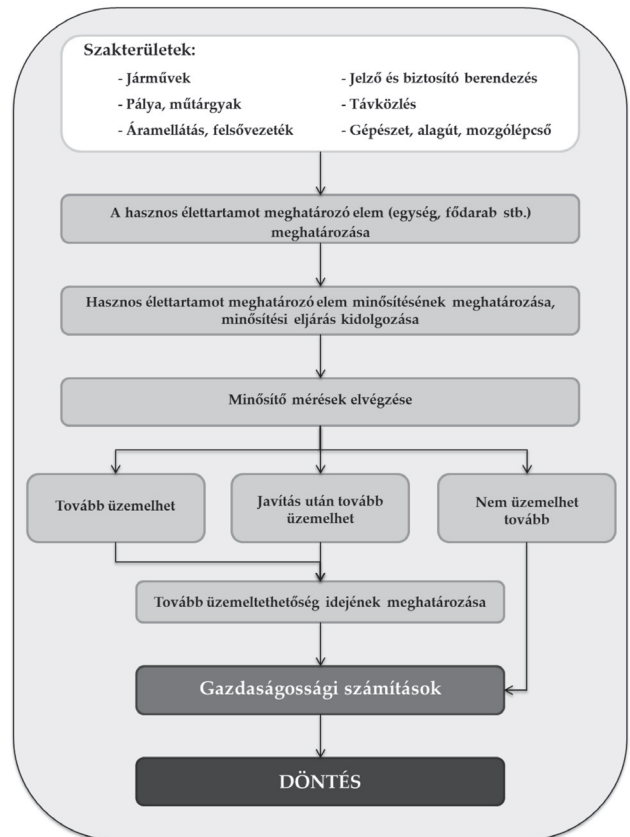
A Technológia kidolgozása során érintett területek az alábbiak voltak:

1. milleniumi földalatti vasút (MFAV),
2. villamos (típuseltérések meghatározásával),
3. fogaskerekű,
4. HÉV (típuseltérések meghatározásával),
5. pálya, műtárgyak (típuseltérések meghatározásával),
6. áramellátás, felsővezeték (típuseltérések meghatározásával),
7. jelző- és biztosítóberendezések (típuseltérések meghatározásával),
8. távközlés (típuseltérések meghatározásával),
9. gépészet, alagút (típuseltérések meghatározásával),
10. mozgólépcső (típuseltérések meghatározásával).

A városi kötöttpályás szakterületekre vonatkozóan a hasznos élettartamon túli üzemeltetés tudományos megalapozás elvének folyamatábráját mutatja a 2. ábra. A továbbiakban az egyes modulokat részletesen is bemutatjuk.

2. ábra

### A tudományos megalapozás elvének folyamatábrája



Forrás: saját szerkesztés

## A műszaki modul

A *műszaki modul* elsődleges feladata a hasznos élettartamon túli üzemeltetés műszaki kereteinek és feltételeinek definiálása, illetve a továbbüzemeltetés idejének meghatározása.

A *műszaki modul* kidolgozása során az egyes területek vizsgálati körei az alábbiak voltak:

- vonatkozó előírások,
- jelenlegi műszaki állapot,
- üzemeltetési határ:
  - gyári ajánlások,
  - üzemeltetési tapasztalatok.

Általánosan elmondható, hogy sem a járművek (metró, villamos, fogaskerekű, HÉV), sem az infrastrukturális eszközök/berendezések (áramellátás, felsővezeték, jelző- és biztosítóberendezések, távközlés, gépészet, alagút, mozgólépcső) esetén nem tesznek ajánlatot a gyártók a tervezett élettartamon túli üzemeltetésre. Ennek oka részben az, hogy csak az üzemben tartásra – üzemeltetésre – vonatkoznak fizikai alapfogalmak, illetve jogszabályi, szabványi előírások. Ezek elsősorban nem életkort tartalmaznak, hanem a működési és üzemeltetési biztonsággal kapcsolatban előírásokat, melyeket az eszközöknek teljesíteniük kell. Sok esetben a különböző részegységeket nem azonos forgalmi és erőtan igénybevétel terheli, ezért ezekre nincs ajánlás. A sokkal összetettebb egészre pedig nehéz lenne ilyen felelősséggel megalkotni, ha számításba vesszük az eltérő körülményeket és igénybevételeket (Hanneforth – Fischer, 1986; Nagy et al., 2002).

### A műszaki megbízhatóság

Tágabb értelemben és leegyszerűsítve egy technikai eszköz (objektum) műszaki megbízhatóságán azt a képességét értjük, hogy az üzemeltetés (használat és fenntartás) meghatározott feltételei mellett megőrzi minőségét, eredeti állapotjellemzőit. Így a megbízhatósági

vizsgálat alkalmas arra, hogy az eszközök hasznos élettartamának növelési lehetőségeit megalapozza, eldöntse és kitűzze. Ily módon a megbízhatóság végső soron a minőség időbeli változásának leírására is alkalmas. Az idő helyett általános esetben a megbízhatósági analízis más független változók alkalmazását is indokoltá teheti. Ez utóbbi esetben az időtől eltérő független változók (paraméterek) időfüggvényeinek ismerete feltétel a megbízhatósági jellemzők időbeli függvényeinek előállításánál.

### A hasznos élettartamon túli üzemeltetés példája a millenniumi földalatti vasút járművén

A 3. ábrán látható MFAV-jármű hasznos élettartamon túli üzemeltetését a jármű kocsiszekrénye határozza meg:

- a karbantartás során alapvető beavatkozást nem tartalmazhat,
- a jármű hasznos élettartamon túli üzemeltetését meghatározó gyenge pont.

### A módszer kifejlesztése

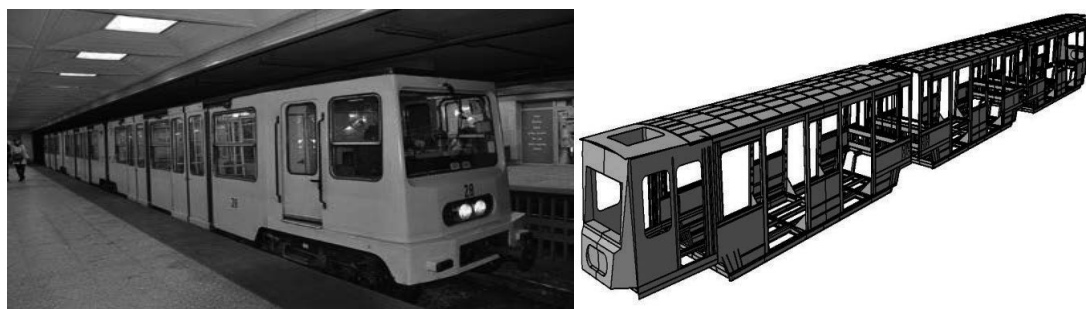
A jármű kocsiszekrények műszaki állapotítéletére és a szilárdsági értékek műszaki okainak feltárására kifejlesztett mérési–vizsgálati módszer számos tudományos kutatási elemzés és mérésorozat eredményeire támaszkodik (Nagy et al., 2009; Nagy et al., 2015).

A MFAV-járműre alkalmazott példa ismerteti a hasznos élettartamon túli üzemeltetéshez szükséges beavatkozások mélységét megalapozó tudományos vizsgálati és mérési módszert (Vermes, 1997).

A módszer kifejlesztését eredményező kutatás során feltárt ismeretek és a kifejlesztett modell birtokában az élettartam-növelő beavatkozás után a várható élettartam tervezhető és az új módszer a teljes járműparkra kiterjeszhető. Az együttműködés során szükség volt a tudomány és a gyakorlat számára egyaránt hiányzó ismeretanyag megszerzésére, valamint új összefüggések, törvényszerűségek és módszerek feltárására, amelyek egy referencijárművön keresztül valósultak meg.

3. ábra

### A millenniumi földalatti vasút járműve



Forrás: saját szerkesztés

A modul kidolgozásához alkalmazott módszerek az alábbiak voltak:

- kutatási terv és innovációs feladatterv kidolgozása a kitűzött feladatok megoldására,
- a járművek karbantartásánál jelenleg alkalmazott vizsgálati módszerek elemzése és értékelése,
- a járművek üzemi vizsgálata, jármű-paraméterek közötti összefüggések feltárása mérések, kutatási jelentések eredményeinek átfogó értékelésével és elemzésével,
- egy referencijárművön vizsgálatok és mérések végzése, új összefüggések és törvényszerűségek feltárása, valamint
- az új ismeretek birtokában új vizsgálati módszer kifejlesztése.

A városi vasúti járművek továbbüzemeléséhez szükséges értéknövelő felújítások műszaki tartalmának meghatározása feltételezi a járművek műszaki állapotának pontos megadását. A jelen cikkben szereplő példa olyan módszert mutat be, amellyel a városi vasúti jármű kocsiszekrények műszaki állapota a lehető legnagyobb pontossággal megítélhető.

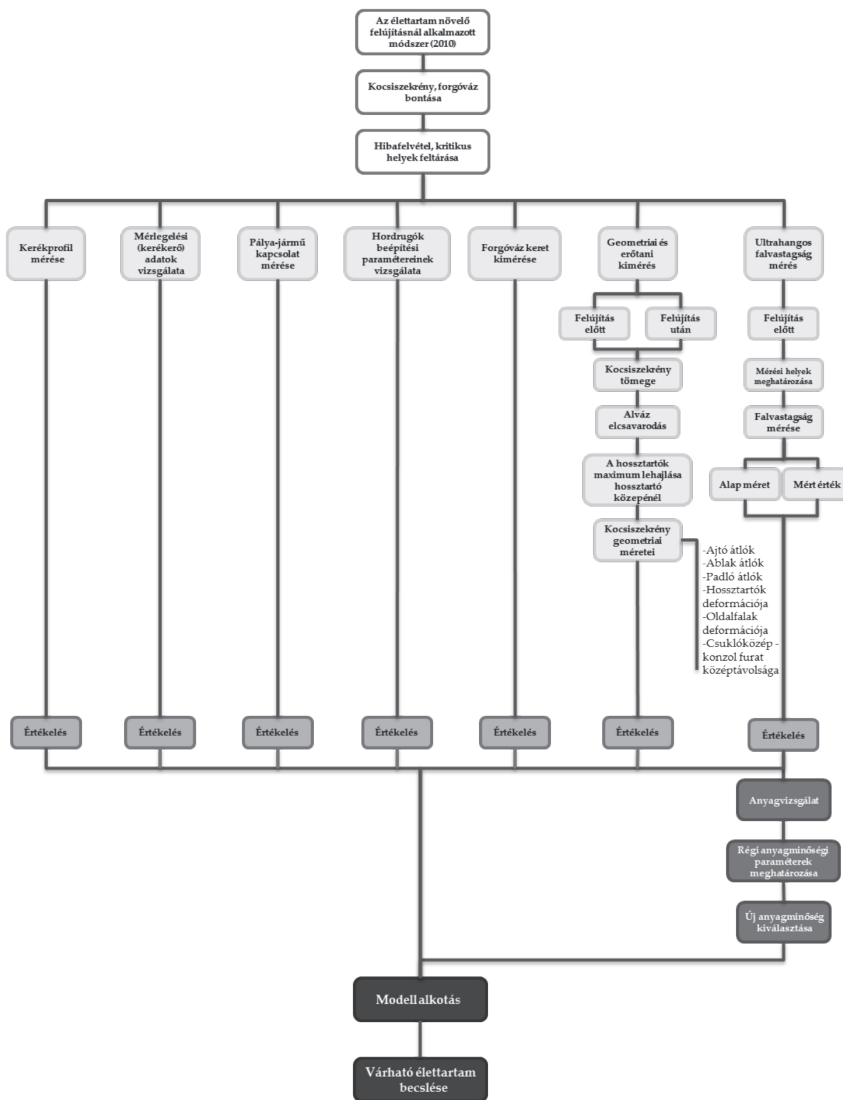
**A városi vasúti jármű kocsiszekrények műszaki állapotútelére kifejlesztett módszert támogató mérések és vizsgálatok**

A városi vasúti járművek élettartam növelő felújításához kifejlesztett mérési rendszer blokkvázlatát a 4. ábra összegzi.

A jármű kocsiszekrény üres és műterhelt állapotában a hossztartóra vonatkozó, optikai úton mért magassági értékeket a mérési lap tartalmazza.

4. ábra

**A mérési rendszer blokkvázlata**



Forrás: saját szerkesztés

A számértékek képletbe való behelyettesítésével meghatározhatók a hossztartók lehajlás mérőszámai üres járműszerkénynél a jobb és bal oldalon, ami a műterhelés hatására jobb oldalon és bal oldalon egyaránt a határértéken belüli értékkel változnak.

A hossztartók üres járműszerkénynél mért lehajlás mérőszám értékeinek terhelés hatására bekövetkezett változásai alapján az „A” kocsisrész – a hossztartók deformációja szempontjából a további üzemeltetés kerül döntésre.

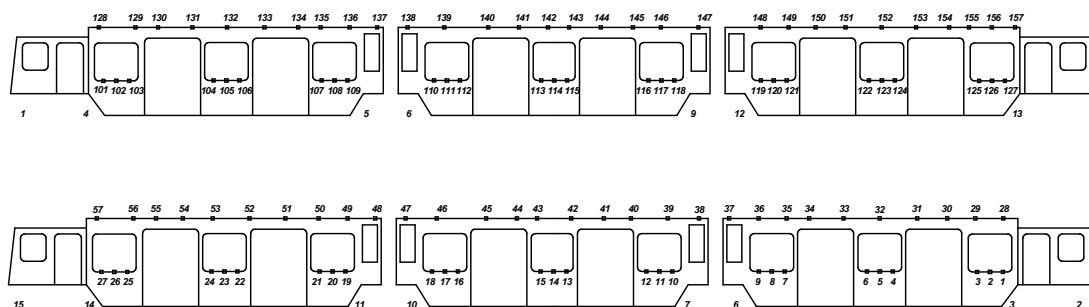
**A kocsiszekrény szilárdsági értékeinek műszaki okait feltáró vizsgálat**

A mérés és a vizsgálati eredmények értékelése alapján határozzák meg a továbbüzemeltetés feltételeit, például:

- a kocsiszekrény bal oldalán teljes hosszban, egy osztsánsyi szélességben a tetőlemez ki-cserélése,
- a kocsiszekrény bal oldalán teljes hosszban az esőcsatorna felújítása,
- a kocsiszekrény jobb oldalán teljes hosszban, egy osztsánsyi szélességben a tetőlemez ki-cserélése,
- a kocsiszekrény jobb oldalán teljes hosszban az esőcsatorna felújítása,
- a kocsiszekrény mindkét oldalán a tetőszigetelés javítása, ellenőrzése.

5. ábra

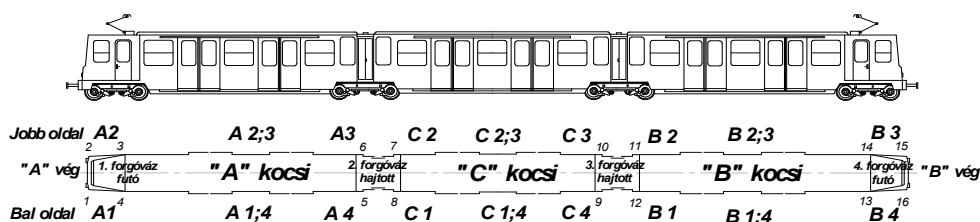
A falvastagság eloszlásának mérése



Forrás: saját szerkesztés, Nagy et al. (2009) alapján

6. ábra

A jármű kocsiszekrény hossztartó lehajlás mérési elrendezése



Forrás: saját szerkesztés, Nagy et al. (2009) alapján

A korrekt és megalapozott hasznos élettartam meghatározása túlmutat a műszaki, üzemviteli kérdéskörön, jelentős pénzügyi hatása is van. Fontos leszögezni, hogy a mindenkorai számviteli politika a hasznos élettartamot egy kiemelt paraméternek tekinti, amelynek meghatározása a műszaki terület kompetenciája. Szintén fontos tényező, hogy egy adott értéknövelő felújítás automatikusan nem növeli a hasznos élettartamot, annak eldöntése és a növelés esetén a mértékének meghatározása szintén műszaki kérdés. A gazdaságossági modul bemutató részben a műszaki és pénzügyi területek közötti összefüggést (pl. élettartam – értékcsökkenési leírás) is vizsgáljuk.

A gazdaságossági modul

A műszaki modulban meghatározott műszaki beavatkozások végrehajtása előtt, a generált élettartam-növekedés figyelembevétel mellett elvégzendő gazdaságossági elemzés is részét képezi a TTP-nek. A műszaki modul tartalmazza, hogy milyen gyakorisággal kell elvégezni a mérési protokollt a hasznos élettartamukat meghaladott eszközök esetén, és ez egyben meghatározza a kapcsolódó gazdaságossági modell alkalmazásának rendszerét is.

A gazdaságossági modul keretében, az egyes vizsgált területekre kidolgozott gazdaságossági modellek

kialakítása során tehát a műszaki-technológiai outputok (beavatkozási lehetőségek, azok költségvonzata, élettartamra gyakorolt hatása stb.) gazdasági szempontú leképezése, azok közgazdaságilag értelmezhető inputokká konvertálása valósult meg a megfelelő vetítési alapok segítségével, illetve a jármű-infrastruktúra és az infrastruktúra-infrastruktúra kölcsönhatások költségvonzatainak paraméterezése.

A technológiához kapcsolódóan kialakított gazdaságossági modul célja, hogy választ adjon arra, hogy a meghatározott műszaki beavatkozások gazdaságosan elvégezhető-e vagy sem, illetve komplex gazdaságossági számítások elvégzésével megtérülés szempontjából értékeljen különböző beruházási alternatívákat.

Az alkalmazott módszertan

A gazdaságossági modul keretében kidolgozott gazdaságossági modellek a diszkontált költségalapú értékelési módszertanra épülnek.

A gazdaságossági modellek az egyes beruházási alternatívák esetén felmerülő költségtételeket reál és nominál értéken is figyelembe veszik és a megfelelő diszkontráták alkalmazásával határozzák meg az egyes alternatív beruházási lehetőségek adott időpillanatra (vizsgálat évére) vonatkoztatott diszkontált költségtömegét. E diszkontált költségtömegek összehasonlítása

segítségével lehet meghatározni, hogy melyik alternatíva választása a legkedvezőbb a Társaság szempontjából (Nemzeti Fejlesztési Ügynökség, 2007).

A gazdaságossági modellekben négy eltérő beruházási alternatívát értékelnek, azonban az egyes alternatívák esetében eltérő költségelemek merülnek, merülhetnek fel:

1. *hasznos élettartamot növelő technológia alkalmazása,*
2. *élettartamot növelő nagyfelújítás,*
3. *használt eszköz beszerzése,<sup>2</sup>*
4. *új eszköz beszerzése.*

Az *értékelési időtáv* a vizsgált eszköz tervezett hasznos élettartamának függvényében változik: műszaki szempontból azzal a feltételéssel él a modell, hogy a számviteli politikában meghatározott hasznos élettartamának maximum kétszereséig lehet üzemeltetni,

élettartamát meghaladott jármű és egy új vagy újszerű jármű üzembe helyezése nagymértékben eltérő felhasználói élményt nyújt.

A szubjektív értékelés során egy skála kialakítására van lehetőség, melyben a szolgáltatási színvonal egy adott szintjéhez meghatározott szorzótényező (szakértői súlyérték) tartozik. Például a színvonal alacsonyabb szintjéhez egynél nagyobb szorzótényező párosul, így a diszkontált költségösszeget megszorozva az alacsonyabb szolgáltatási színvonallal nagyobb költséget kapunk, mely pótlólagos költségösszeg a színvonallal magyarázható. A szubjektív értékelés integrálásával tehát a tisztán gazdasági, költségalapú értékelés mellett az egyes alternatívák sokkal közelebb kerülnek a valós értékükhöz.

A 7. ábra az egyes beruházási alternatívák esetén felmerülő költségtételeket mutatja be összefoglalóan.

7. ábra

**A különböző beruházási alternatívák esetén figyelembe vett költségtételek**

BERUHÁZÁSI ALTERNATÍVÁK				
KAPCSOLÓDÓ KÖLTSÉGTÉTELEK	Hasznos élettartamot növelő technológia	Élettartamot növelő nagyfelújítás	Használt eszköz beszerzése*	Új eszköz beszerzése
	Hasznos élettartam növeléshez kapcsolódó költségek <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Hasznos élettartam növelés keretében elvégzett javítás költsége</i></li> <li>▪ <i>Értékcsökkenés</i></li> <li>▪ <i>Maradványérték</i></li> </ul>	Nagyfelújításhoz kapcsolódó költségek <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Nagyfelújítás költsége</i></li> <li>▪ <i>Értékcsökkenés</i></li> <li>▪ <i>Maradványérték</i></li> </ul>	Használt eszköz beszerzéséhez kapcsolódó költségek <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Beszerzés költsége</i></li> <li>▪ <i>Értékcsökkenés</i></li> <li>▪ <i>Ciklusrendhez kapcsolódó költségek</i></li> <li>▪ <i>Járulékos infrastruktúraköltségek</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Beszerzés költsége</i></li> <li>▪ <i>Értékcsökkenés</i></li> <li>▪ <i>Járulékos infrastruktúraköltségek*</i></li> </ul>
	Ciklusrendhez kapcsolódó költségek	Ciklusrendhez kapcsolódó költségek	Hasznos élettartam növeléshez kapcsolódó költségek <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Hasznos élettartam növelés keretében elvégzett javítás költsége</i></li> <li>▪ <i>Értékcsökkenés</i></li> <li>▪ <i>Maradványérték</i></li> </ul>	Ciklusrendhez kapcsolódó költségek
	Maradványérték*	Maradványérték*	Maradványérték	Maradványérték
	Új eszköz beszerzéséhez kapcsolódó költségek	Új eszköz beszerzéséhez kapcsolódó költségek		

Forrás: saját szerkesztés

használni az egyes eszközöket. Amennyiben a vizsgált eszköz az értékelési időtáv alatt eléri a számviteli politikában meghatározott hasznos élettartamának kétszeresét, új eszköz beszerzése szükséges.

A módszertanba a *szubjektív tényező figyelembevételével történő értékelés* lehetősége is beépült. Az értékelés évére számított diszkontált költségösszeg esetén a modell lehetőséget biztosít egy szubjektív tényező figyelembevételére, mely tényező a *szolgáltatási színvonal*. A szubjektív tényező figyelembevételét indokolja, hogy az egyes alternatívák jelentős eltérést mutatnak a felhasználói oldalt tekintve, mivel egy, a hasznos

A BKV Zrt. szakembereivel közösen kialakított szakmai álláspont értelmében a *hasznos élettartamot növelő technológia* és az *élettartamot növelő nagyfelújítás* alkalmazása egyben értéknövelést is jelent, így kapcsolódó amortizációt és maradványértéket is figyelembe vettük a kalkuláció során. A műszaki szakemberek megállapították, hogy a *nagyfelújítás a jármű élettartamát a hasznos élettartamának felével növeli meg*, így e feltétellezzel meghatározták a nagyfelújítások lehetséges elkezdésének évét és a kapcsolódó amortizációs mértéket.

Mindkét esetben a *maradványértéket* is elszámolták, ha az értékelési időszak végéig a kapcsolódó értéknöve-

lést nem írják le teljes mértékben, tehát az amortizációs időszak nem ér véget addig, amíg a vizsgált eszköz el nem éri hasznos élettartamának kétszeresét.

Azon további, a Társaság szakembereivel közösen kialakított feltételezéssel él a modell, hogy a hasznos élettartam kétszeresének letelte után az adott eszközt új eszközzel pótolják, így ezen alternatíva esetén az új eszköz beszerzéséhez kapcsolódó költségeket is figyelembe veszik.

Új eszköz beszerzése esetén a beszerzés költségével, az értékcsökkenéssel és a kapcsolódó ciklusrendi költségekkel számolnak a kalkuláció során. Járműbeszerzés esetében az előbbieket mellett járulékos infrastruktúra költségekkel is szükséges kalkulálni. E költség-tétel felmerülésének indokoltsága, hogy a beszerzett jármű számos paraméterben és tulajdonságban eltérhet a jelenlegitől, így szükség lehet pótlólagos beruházásra (pl. peronok átalakítása).

Használt eszköz beszerzése csak jármű esetén releváns alternatíva, melynek során a jármű hasznos élettartama biztosan lejár az utolsó értékelési év előtt, így a *hasznos élettartam növelésének* költségét is figyelembe vették a kalkuláció keretében ezen alternatíva során.

Mind a használt, mind az új eszköz beszerzése esetén az értékelési időtáv végén *maradványértékkel* is számoltak.

### A gazdaságossági modellek felépítése

A vizsgált területekre kidolgozott gazdaságossági modellek általános szerkezeti felépítését a 8. ábra szemlélteti.

esetén elvégzett műszaki vizsgálat eredményeit össze-síti. Az eszköz életkorának figyelembevételével megjelenítik az adott eszköz vonatkozásában a lehetséges élettartam-növelés maximumát, a hasznos élettartamot növelő technológia segítségével elérhető élettartam-növelést, valamint a mérések eredményei alapján összesítik az ezen alternatíva esetén felmerülő költség-tömeget. A „*Kapcsolódó költségek*” tábla tartalmazza a vizsgálat alá vont eszköz jellemző ciklusrendi költségeit (azok felmerülésének gyakoriságával együtt), valamint az esetlegesen felmerülő járulékos infrastrukturális költségeket. Az „*Alapadatok input*” tábla tartalmazza az értékeléshez szükséges diszkontrátákat (reál és nominál), a kapcsolódó inflációs rátát, valamint a szubjektív értékeléshez szükséges szolgáltatási színvonal súlyozási szempontrendszerét.

Az előzőeken kívül feltüntetik, hogy a lehetséges beruházási alternatívák közül melyek tekinthetők relevánsnak megvalósíthatóság szempontjából (az életkori jellemzők és az élettartam-növelő hatások figyelembevételével).

A mérést végző szakembernek lehetősége van annak meghatározására, hogy az adott eszköz műszakilag javítható-e vagy nem, vagyis a mérési érték megfelelő-sége esetén is dönthet úgy a szakember, hogy műszaki szempontból nem érdemes/nem lehetséges javítani az adott eszközt. Amennyiben nem javítható, úgy a hasznos élettartamot növelő technológia alkalmazása nem releváns alternatíva.

Ezen input adatok képezik az alapját a gazdaságossági számításoknak.

8. ábra

### A gazdaságossági modellek általános felépítése



Forrás: saját szerkesztés

#### Az Input táblák

A „*Vizsgálati lapok*” táblákban rögzítik a hasznos élettartamot növelő technológia esetén elvégzett műszaki vizsgálatok eredményeit. A „*Műszaki input*” tábla alapvetően a hasznos élettartamot növelő technológia

#### A Gazdaságossági számítás

A Gazdaságossági számítás táblán valósul meg az egyes alternatívák komplex értékelése a „*Vizsgálati lapok*”, az „*Alapadatok*”, a „*Műszaki input*” és a „*Kapcsolódó költségek*” táblán megadott input tényezők figyelembe-



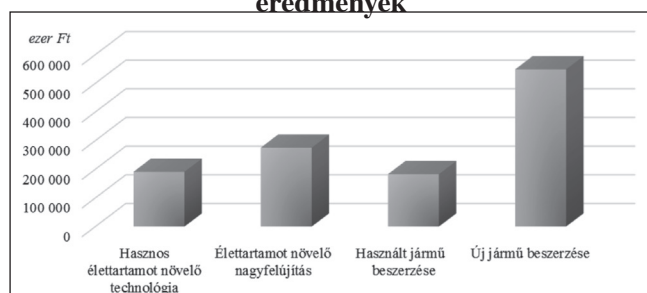
vételével a módszertani részben bemutatottaknak megfelelően.

### Az Eredmények

Az „Eredmények” tábla tartalmazza a vizsgált alternatívák diszkontált költség-tömegének összehasonlítását, valamint az egyes alternatívák évenkénti kiadásainak idősoros ábrázolását is (lásd 9. ábra). A kapott eredmények tehát különböző beruházási döntések műszaki és gazdasági szempontú indoklását segítik elő, illetve felsővezetői döntéstámogató dokumentumok alapját képezik.

9. ábra

### A gazdaságossági modellek által kalkulált eredmények



Forrás: saját szerkesztés

Amennyiben a vizsgált beruházási alternatívák közül az új (vagy használt) eszköz beszerzése bizonyul a leggazdaságosabb megoldásnak, akkor a Technológia részét képező, modellszintű beszerzési pályázatértékelő modul segítségével tovább vizsgálható e kérdéskör.

### A Pályázati modul

A TTP részeként a pályázati modul keretében kidolgoztak egy komplex pályázatminősítő modellt, mely a gazdaságossági modul almoduljaként alkalmazható pályázatértékelő rendszert tartalmaz.

A modell célja, hogy a társaság által kiírt pályázatokra érkezett ajánlatokat egységes módon bírálják el, így egy olyan, rugalmasan paraméterezhető és felhasználóbarát modellt fejlesztettek ki, amely figyelembe veszi a pályázatok költség típusú és nem költség típusú elemeit is és ezek együttes figyelembevétele alapján alakítja ki a végeredményt.

Az együttműködés keretében létrehozott modul kidolgozásának főbb lépéseit a 10. ábra mutatja be.

A kifejlesztett pályázatminősítő modell főbb jellemzői:

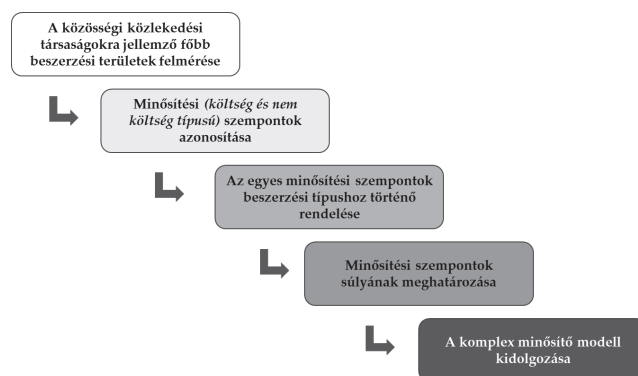
- minden ajánlattevőt azonos szempontok és módszertan mentén képes minősíteni,
- költségben és nem költségben kifejezhető értékelési szempontok együttes figyelembevétele az értékelés során,

- **rugalmas kialakítás:** a felhasználó számára tetszőlegesen paraméterezhető a modell, így bármilyen eszköz/szolgáltatás beszerzésének minősítésére alkalmas:
  - a minősítési szempontok, illetve azok száma szabadon meghatározható,
  - az egyes minősítési szempontokhoz rendelt súlyértékek szabadon paraméterezhetőek,
- homogén portfólió minősítésére is alkalmas egy pályázaton belül, az eszközcsoportonkénti minősítést is lehetővé tesz.

A pályázatminősítő modell által alkalmazott módszertan lényege, hogy a pénzben kifejezhető tételeket a modell a diszkontált cash flow-számítás elvei szerint a kezdő időpontra összegzi, így előáll az ajánlattevők közötti rangsor, illetve lehetőség nyílik összehasonlító elemzésekre is. A pénzben ki nem fejezhető tételeket, szempontokat egy meghatározott pontozási skálán, az értékelés kezdetén megadott súlyokkal értékelik, így szintén előállítható az ajánlattevők közötti rangsor, valamint összehasonlítás. A modell a fenti eredmények automatikus összevetésével és elemzésével adja meg a végső értékelést, illetve döntéstámogató elemzéseket készít.

10. ábra

### A pályázati modul kidolgozásának főbb lépései



Forrás: saját szerkesztés

### A TTP-modell rendszerbe állítása

A Konzorcium által kidolgozott TTP-modell rendszerbe állítása 2014-ben megvalósult. Felsővezetői jóváhagyással kidolgozták a rendszer gyakorlati alkalmazásának feltételeit, a szükséges szabályzatokat és a kapcsolódó végrehajtási utasításokat, valamint lezajlott a rendszert alkalmazó és a modelleket használó szakemberek oktatása.

A Társaság részéről megfogalmazott elvárásnak megfelelően időtálló rendszert és módszertant fejleszt

tettek ki az együttműködés során, mely rendszer időnkénti felülvizsgálatával, valamint az operatív használat során szerzett tapasztalatok és visszajelzések alapján a TTP-modell hosszú távon támogathatja a BKV Zrt. üzemeltetési és beszerzési gyakorlatát, hatékonyabb döntés-előkészítést lehetővé téve.

## Összegzés

A megbízható és biztonságos közösségi közlekedés mind társadalmi, mind politikai szempontból kiemelt fontosságú napjainkban. A budapesti közösségi közlekedési eszközpark korosságából fakadóan a jelenlegi járművek és infrastruktúra tervezett hasznos élettartamon túli üzemeltetése kizárólag teljes mértékben megalapozott és auditált feltételek alkalmazása mellett biztonságos.

A BKV Zrt. számára kidolgozott TTP-modell tudományosan megalapozott módon, objektív értékelés alapján határozza meg a továbbüzemeltetés komplex feltételeit. Mérések és vizsgálatok eredményei adnak lehetőséget az eszközök továbbüzemeltetési feltételrendszerének – határértékek, beavatkozások mélysége – felállításához mind a műszaki, mind a gazdasági vonatkozások figyelembevételével elsődlegesnek tekintve a közlekedés biztonságát.

A TTP-modell:

- ➔ tudományosan megalapozottan azonosítja az élettartam releváns részeket,
- ➔ meghatározza a mérési protokollt és az értékhatárokat,
- ➔ rámutat az élettartam-növelő beavatkozásokra,
- ➔ generálja az élettartam-növelés elérhető mértékét,
- ➔ elvégzi a gazdaságossági számításokat,
- ➔ lehetőséget ad pályázatok értékelésére.

A Technológia megalkotása és rendszerbe állítása a BKV Zrt. eszközparkjának teljes és átfogó megújításáig a meglévő eszközrendszer korrekt viszonyok közötti üzemeltetését biztosíthatja, miközben lehetőséget ad a vállalható kockázati szint melletti üzemeltetői felelősség gyakorlatára a Társaságnál.

## Lábjegyzet

<sup>1</sup> A városi vasúti járművek (metró, villamos, HÉV, fogaskerekű) esetében az üzemeltetési határ szempontjából azok a részegységek a meghatározóak,

amelyeket csak a jármű részleges újjáépítésével lehet megújítani. Ezek az alváz, a szekrényváz és – ahol jelentősebb teherhordó szerepe is van – a lemezburkolat.

<sup>2</sup> Kizárólag járműbeszerzés esetén releváns alternatíva, járműtől eltérő eszközbeszerzés (pl. pálya, műtárgy, biztosító berendezés stb.) esetén használt eszköz beszerzése nem jellemző a társasági gyakorlatban.

<sup>3</sup> A \*-gal jelzett tételek csak járműbeszerzés esetén relevánsak.

## Felhasznált irodalom

- Farkas, D. – Hagymási, G. – Nagy, B. (2010): A helyközi közösségi közlekedés jelenlegi helyzetének ismertetése és hazai szervezésének lehetőségei. *Veze-téstudomány*, Vol. 41, No. 5: p. 26-36.
- Hanneforth, W. – Fischer, W. (1986): *Laufwerke*. Berlin: Transpress VEB Verlag für Verkehrswesen
- Nagy, V. – Bozóky, L. – Szonntag, A. (2002): Auswirkungen der Belastungszustände eines spurgebundenen Fahrzeugs auf den mechanischen Spannungszustand des Drehgestell. 5. Internationale Schienenfahrzeugtagung, Dresden, 20-22. febr., Hamburg: Eurailpress: p. 64-66.
- Nagy, V. – Bozóky, L. – Tölgyesi, V. – Kiss, L. – Szauter, F. – Orbán, T. (2008): Beobachtung der Veränderung von Eisenbahnradprofilen im Praktischen Betrieb. 9. Internationale Schienenfahrzeugtagung, Dresden, 27-29. febr., Hamburg: Eurailpress: p. 112-115.
- Nagy, V. – Döme, B. – Bozóky, L. – Kiss, L. (2009): Entwicklung eines Muster-Systemmodells für Fahrzeugdepos. 10. International Schienenfahrzeugtagung, Dresden, 23-25. sept., Hamburg: Eurailpress: p. 20-22.
- Nagy, V. – Bozóky, L. – Döme, B. – Titrik, Á. (2011): Method to Evaluate the Mechanical State of Vehicle Chassis and Rotating Sub-frames of Railway Vehicles. 19. International Conference on Mechanical Engineering, 28.04.: p. 275-278.
- Nagy, V. – Bozóky, L. – Kiss, L. – Orbán, T. – Lukács, S. – Piros, K. (2015): Methode für Zustandsbeurteilung von Eisenbahnfahrzeugkasten. 14. Internationale Schienenfahrzeugtagung, Dresden, 23-25. sept., Hamburg: Eurailpress: p. 174-176.
- Nemzeti Fejlesztési Ügynökség* (2007): Módszertani útmutató városi közösségi közlekedési projektek költség-haszon elemzéséhez. <https://www.palyazat.gov.hu>, Letöltve: 2015. október 21.
- Vermes, P. (1997): A vevőszolgálat, a fenntartás, valamint a hiba- és gyengepontelemzés komplex kölcsönhatásai. Ph.D.-dolgozat. Gödöllő: Szent István Egyetem