

**Opponensi bírálat Csiszár Csaba**  
**“Személyközlekedési rendszerek és szolgáltatások**  
**informatikai elemzési, fejlesztési és integrálási**  
**módszerei” c.**  
**doktori értekezéséről**

**Készítette: Tar József**

2021. szeptember 12.

**1. A témaválasztás aktualitásának értékelése gyakorlati és tudományos szempontból**

Az értekezés centrális tárgya a gyors ütemben fejlődő személyközlekedési rendszerek várható jövőbeni állapotának feltárása volt az azokat igénybe vevő ember mint komplex szolgáltatások megrendelője viselkedése várható változásának figyelembevételével. A változásokat részben a technikai, részben az azzal párhuzamosan járó gazdasági fejlődés fogja kikényszeríteni. A jelenleg általánosnak mondható modell a járművek személyek általi tulajdonlásán alapul, ami meglehetősen gazdaságtalan megoldás. A tulajdonos olyan nagy értékű eszköz többnyire valamilyen hitelezési formában történő megvásárlására kényszerül, amelyet nem tud hatékonyan kihasználni. Használati idejének jelentős részében egy gépkocsi vagy egy garázsban, vagy többnyire valamilyen fizetős parkolóban áll, miközben az eszköz "technikai értelemben" előregszik és értékét veszíti. Karbantartása rendszeres költségeket generál. Ennél lényegesen hatékonyabb megoldás, ha ezek az eszközök egy vállalat mint szolgáltató tulajdonát képezik, az ügyfelek pedig csak rövidebb időszakra, tényleges közlekedési idejükre veszik azokat igénybe, "bérelik ki". A hagyományos taxi szolgáltatás egy viszonylag egyszerű informatikai modellen alapult, ami az informatikai rendszerek fejlődésével meghaladható a járműmegosztás, utazásmegosztás módszereinek elterjedésével, amennyiben a szolgáltatást igénybe vevő ember is hajlandó önmagát képezni, és a rendelkezésre álló informatikai rendszereket igénybe tudja venni.

**Az értekezés témaköre roppant nagy gazdasági és gyakorlati jelentőséggel bír.**

Tudományos értelemben utazási láncok markáns megjelenése, jelentős mértékű integráció és klímabarát, digitális automatizáción alapuló automatizálás, a mesterséges intelligencia előtérbe kerülése várható kommunikációintenzív rendszerek használatával. Ezek a változások tudományos módszerek alkalmazásával új közlekedésinformatikai modellezési, elemzési, értékelési, valamint rendszertervezési módszerek kidolgozását igénylik a személyközlekedés fejlesztése érdekében. A közlekedésinformatika valódi interdiszciplináris terület, amelynek műszaki (közlekedéstudományok és járműtudományok), gazdasági, szociológiai és a pszichológia tárgykörébe eső vonatkozásai is vannak. A klímaváltozás előrehaladtával különös fontosságra tett szert a közlekedési rendszerek környezetükre kifejtett hatása és annak vizsgálata. Az adaptív és az öntanuló tulajdonság korszerű rendszerekben való megjelenése és ennek a tulajdonságnak a kihasználása tudományos újdonságnak

tekinthető.

Az értekezés sajátja, hogy az jelenlegi ismereteink alapján a jövőben várható folyamatok előrejelzésére is vállalkozik. Ezért a Szerző közlekedési informatikai kérdéskörökben rendszertervezési, hálózattervezési, technológiai, energetikai, környezeti, gazdasági, társadalmi és emberi döntési aspektusokat is figyelembe vett. Új rendszertípusok meghatározására törekedve az értekezés definiál, rendszerező részeivel a tudományterület legújabb részeit alapozta meg.

A közlekedési informatika mint a közlekedési információk rendszerszintű kezelése a múlt század második felétől kezdődően alakult ki és azóta is folyamatosan fejlődik, technikai háttere az infokommunikációs eszköztár. A Szerző a tudományos előzmények részletes áttekintésére alapozta új tudományos eredményeit, támaszkodva a Műegyetemen belül végzett korábbi és jelenleg is folyó kutatások eredményeire is. Ezek alapján határozta meg a még "nem feltárt területeket", amelyeken érdemes volt további kutató munkát végeznie.

A parkolási információs rendszerek integrációjának és a személyre szabott tájékoztatásnak a tudományos megalapozása eddig hiányzott.

Az elektromos közúti járművek energiatárolási problémái miatt számos új kihívás jelent meg. A töltőtelepítési vizsgálatainál rendszerszemléletű, többlépcsős, töltési igény számító módszer ezidáig nem állt rendelkezésre. A hosszútávú utazásoknál felmerülő töltési igény modellezésekor olyan, pont- és szakasz-orientált kombinált módszer, amely azokban az esetekben is használható, amelyekben nem állnak rendelkezésre részletes adatok a közlekedési áramlatokról, továbbá amely figyelembe veszi a potenciális helyszínek szolgáltatási színvonalát is, ezidáig nem volt kifejlesztve. A nagyobb területegységeknek a városi publikus töltési igény nagysága alapján történő makró szintű értékelő eljárása éppúgy hiányzott, mint a szofisztikáltabb töltőállomáshelyszín-kijelölő módszerek alkalmazása. A töltési terv optimalizáló módszerek a járművek töltési igényét, a közlekedési igények sajátosságait és a felhasználói elvárásokat csak részben vagy egyáltalán nem veszik figyelembe.

Megfigyelhető volt, hogy a keresleti jellemzők (pl. preferált szolgáltatástípus, gyaloglási hajlandóság, elfogadott díjak mértéke) jelentősen megváltoznak az új utazói csoportok és az új mobilitási lehetőségek hatására, ami kihat a forgalmi paraméterekre és az infrastruktúrára is. A személyre szabott útvonaltervezés fejlesztése viszonylag új területnek tűnik.

A kutatási terület érdekessége, hogy bár a rendszerelméleti ismeretek jelenlegi fejlettségi szintjén az utazói elégedettséget is lehetne a rendszertervezés központi feladatává tenni, a tudásbázis bővítése csak mérsékelten képes lépést tartani a gyors technológiai fejlődéssel, mivel a keletkező dokumentációk jelentős része nem tudományos igényességű, és gyakran üzleti titoknak minősül.

**A különböző részterületek kölcsönhatásában fejlődő folyamatok predikciója tudományos értelemben is igen aktuális kihívást jelent.**

## **2. Az alkalmazott kutatási módszerek értékelése tudományos szempontból**

A Jelölt rendszerszemléleten alapuló tárgyalásmódot alkalmazott a problémák megközelítésében. Ennek megfelelően a Szerző rendszerezett, a meglévők mellett új kategóriákat/fogalmakat definiált, s a köztük fennálló kapcsolatok feltárására, leírására törekedett. Ezek a lépések minden egyes tudományág közös sajátjai. Amiben a különböző tudományágak egymástól lényegesen eltérnek,

az a megfigyelések, kísérletek különböző mértékű reprodukálhatósága, a különböző fogalmak egyszerűbb vagy bonyolultabb mérhetősége, megfigyelhetősége. A maga szakterületén a Szerző joggal támaszkodhatott statisztikai megfigyelések eredményeinek feldolgozására a társadalmi/gazdasági tárgyterületen. Munkájában jelentős kihívást jelentett a többféle forrásból származó, heterogén adathalmazok együttes, korrekt felhasználása. A "1.3. Alkalmazott tudományos kutatási és vizsgálati módszerek" c. szakasz a 8. oldalon tételesen listázza azt a tudományos eszköztárat, amelynek használatával a Szerző módszeresen élt. Ezek kategóriái: informatikai módszerek, kvalitatív elemzési módszerek, matematikai statisztikai módszerek, és analitikus matematikai módszerek voltak.

Bár a személyközlekedési rendszerrel szembeni elvárások három – egymással nem mindig azonos érdekű – szinten fogalmazódnak meg: a felhasználó (utazó), az üzemeltető (társaság) és a társadalom képviselőjéért felelős szervezet (önkormányzat, állam), a Szerző vizsgálatánál az utazóra fókuszált. Különös figyelmet fordított a kidolgozott módszerek alkalmazhatóságára. A módszerek többségét úgy alakította ki, hogy a bemeneti adatok rendelkezésre álló, vagy könnyen hozzáférhető adatforrásokból származzanak. A nagy méretű, komplex személyközlekedési rendszerek átfogó modellezésekor a kvalitatív összefüggéseket ún. "lágymodellek" formájában adta meg. Hierarchikus rendszermodellek kialakítására törekedett, melyben funkcióik szerint elkülönülnek egymástól a "horizontális" és a "vertikális" irányú kapcsolatok.

**Megállapítható, hogy a Szerző tudományos módszerei minden tekintetben megfelelnek a kor általános követelményeinek.**

### **3. A doktori értekezés formai értékelése**

A 153 oldalból álló értekezés rendkívül arányosan szerkesztett munka. A "törzsanyag" 116 oldal terjedelmű, a maradék a kutatások részleteinek megértését segítő számos mellékletből áll. A 103. oldalon kezdődik az értekezés témájában megjelent, a Szerző által hivatkozott művek bibliográfiai adatainak jegyzéke, elkülönítve egymástól a "könyvek/könyvfejezetek/disszertációk", folyóirat cikkek, konferenciatickek és "egyéb források" listáját. Hasonló igényességgel tagolt a "Tézispontokhoz kapcsolódó saját közlemények jegyzéke" c. rész is.

A kötelező listákon és jegyzékeken túl az értekezés "érdemi része" magában foglalja a 98. oldaltól a 101. oldalig tartó "Fogalomtárat", amely a használt fogalmak precíz definícióját adja meg.

Az értekezés rövid, 9 oldal terjedelmű bevezetésében a Szerző motivációit, céljait, a saját munkáját közvetlenül érintő tudományos előzményeket, az általa alkalmazott tudományos és vizsgálati módszereket foglalja össze, és vázolja az értekezés szerkezetét.

Külön fejezet foglalkozik a személyközlekedési rendszerek elemzési módszereivel, amiben a személyközlekedési módok csoportosítása, elemzése, átalakulási módjainak vizsgálata és ennek alapján e rendszerek modellezése, minőségének elemzése kerül bemutatásra kb. 14 oldal terjedelemben. E fejezetben már megjelennek a Szerző új tudományos eredményei is.

A 3. fejezet a személyközlekedési információs rendszerek integrációjával foglalkozik kb. 15 oldal terjedelemben.

A "4. A közúti elektromobilitást támogató informatikai módszerek" c. fejezet a 41-59 oldalakon az elektromos járművek töltési problémájával foglalkozik, ami e járműtípus elterjedése legagyobb jelenlegi problémájának tűnik, aminek megoldására a jövőben sem várható jelentős mértékű áttörés.

Az "5. Az autonóm járművekre épülő mobilitási szolgáltatások informatikai fejlesztése" c. fejezet valóban erősen jövőkutatásnak számít, noha kis mennyiségben már ma is léteznek többé-kevésbé autonóm járművek.

A "6. Az utazóval kapcsolatos információkezelés fejlesztése" c. rész kiemelkedő érdekessége "az utazói képességek változásának" előrejelzése.

A rövid, kb. 2 oldalas 7. fejezet összefoglalja az elért új tudományos eredményeket és azok hasznosíthatóságát, míg a 8. fejezet az egész munka nagyon tömör összefoglalását adja meg.

A 16. oldalon adott "2.2 táblázat: Személyközlekedési módok, szolgáltatások elemzési szempontrendszer" c. táblázat részletesen ismerteti a Szerző által a személyközlekedési módok és a mobilitási szolgáltatások elemzésére kidolgozott általános szempontrendszert.

## 4. A tézisek értékelése

Téziseit a Szerző logikus módon a szakterület állapotában megfigyelt "hiányosságok" megállapításával, és a hiányok pótlása céljából végzett kutató munkája és elért eredményei leírásával fogalmazza meg. Minden egyes tézisét elfogadom új tudományos eredménynek a Szerző által adott megfogalmazásban. Ezeket nem ismételném meg az alábbiakban, csupán igyekszem összefoglalni az egyes tézisek lényegét.

Az **1. Tézis** egy megállapításon alapul, mely szerint "*Hiányosságok tapasztalhatók a mobilitási szolgáltatások összekapcsolása és a módválasztást segítő, személyre szabott információs szolgáltatások területén. ...Általában hiányoznak a teljes közlekedési rendszert egy egésként kezelő rendszerszemléletű kutatási eredmények.*"

A helyzet javítása érdekében a Szerző a személyközlekedési rendszer új szerkezeti és működési modell típusait vezette be. Megállapította, hogy a jelenlegi, és a jövőbeli közlekedési módokkal nyújtott kínálat is illeszthető a keresleti jellemzőkhöz az integrált információkezelés mint eszköz használatával. A tézist számos tudományos közlemény támasztja alá.

A **2. Tézis** témakörében a Szerző megállapította, hogy a szolgáltatási minőség javítása, az erőforrásráfordítás-hatékonyság növelése érdekében a több részrendszerre, és a teljes rendszerre vonatkozó új komplex funkciók szükséges kialakításához hiányoztak a megfelelő informatikai elemzési és modellezési módszerek.

A Szerző az integrált rendszer és szolgáltatási modellek kidolgozását segítő új elemzési módszereket vezetett be az alkalmazási céloknak megfelelően, rendszer- és folyamatszempléletű megközelítéssel. Összefoglalta a közlekedésinformatikai elemzés és modellezés szempontjait és bevezette az összetevők felbontási szintjeit. Az adatkezelési elemzésekhez bevezette az "*információszerkezeti táblázatot*", amely az információkezelő elemek funkciói és az adatbázisok közötti kapcsolatokat ábrázolja. Az adatáramlási elemzésekhez bevezette az "*információáramlási táblázatot*", amely az integrált információs rendszerekben áramló adatsoportokat ábrázolja, és megmutatja, hogy egy információkezelő elem, egy funkciójánál kezelt adatsoport mint kimenet mely információkezelő elem, mely funkciójánál hasznosul mint bemenet. A információ, információkezelő elem, információkezelés mint fő összetevőtípusok összefüggései ábrázolásának kialakítása céljából jól áttekinthető háromdimenziós térbeli modellt vezetett be, melyben a nem létező összefüggések

„helyén” üres téglatestek szerepelnek. Végül megalkotta az *integrált személyközlekedési információs rendszer* modelljét és a *személyközlekedési alrendszerek integrált információs rendszerének* modelljeit. Megállapította, hogy új módszerei az áruszállítási rendszerek informatikai integrációs feladatainál is hasznosíthatók. A tézist nagyszámú tudományos közlemény támasztja alá.

**A 3. Tézis** témaköre a közúti elektromobilitást támogató informatikai módszerek fejlesztése. A Szerző megállapította, hogy *"a hagyományos járműtől jelentősen eltérő üzemeltetési jellemzőkkel rendelkező elektromos közúti személygépjárművek újszerű döntési helyzeteket idéznek elő a felhasználók és az elektromobilitási rendszer többi szereplője számára. ... Rendszerszemléletű, többlépcsős, töltési igény számító módszer ezidáig nem állt rendelkezésre."*

A Szerző az elektromos közúti gépjárművek töltési igényének becslésére szofisztikált számítási módszert vezetett be. Módszert dolgozott ki az országos átjárhatóságot biztosító elektromos villám-töltő-állomások helyszíneinek kijelölésére. A vizsgált objektumok értékeléshez többkritériumos módszert alkalmazott, amely lehetővé teszi a több, egymástól független szempontok szerinti értékelést és összehasonlítást, és egy abszolút skálán való értékelést is. Módszert dolgozott ki a városi publikus elektromos töltőállomások helyszíneinek kijelölésére is. A töltési terv optimalizálását segítő, kidolgozta az elektromobilitást támogató integrált információs rendszer működésének modellezését. Megállapította, hogy az általa kidolgozott módszerek alkalmazásával javítható az üzemeltetési hatékonyság és az utazói elégedettség, továbbá, hogy módszerei más alternatív energiaforrások esetében és más közlekedési módokra is adaptálhatók. A tézist szintén nagyszámú tudományos közlemény támasztja alá.

**A 4. Tézis** az autonóm járművekre épülő mobilitási szolgáltatások informatikai fejlesztésével foglalkozik. A Szerző olyan modellek és módszerek kifejlesztésére törekedett, amelyek alkalmazásával az autonóm közúti járművek és a körük épített mobilitási szolgáltatások integrálhatók az átalakuló közlekedési rendszerbe, figyelembe véve a társadalmi-környezeti-gazdasági kapcsolatrendszert is.

Kidolgozott egy, a felhasználói elvárásokat felmérő rendszerszemléletű adatgyűjtési és feldolgozási módszert. Modellezte az autonóm közúti járműveket alkalmazó közlekedési rendszer szerkezetét és működését. Megállapította, hogy az autonómia relatív fogalom. Az autonóm járműves mobilitási szolgáltatás több, eltérő funkciójú irányító központ koordinált együttműködésével valósítható meg, ezért várhatóan a forgalomirányítási és az üzemirányítási tevékenységek a jövőben szorosabban összekapcsolódnak egymással. A Szerző által kidolgozott rendszermodellek alapján szimulációs eljárások és döntéselőkészítési modellek fejleszthetők a jövőben. Ezt a tézist is nagyszámú tudományos közlemény támasztja alá.

**Az 5. Tézis** keretében a Szerző az új közlekedési megoldások elfogadottságának és használati élményének javítása, valamint a személyközlekedési rendszer működtetési célkitűzései szerinti keresletbefolyásolás megvalósítása céljából az utazói döntéseket befolyásoló információs rendszerek és szolgáltatások fejlesztését támogató modelleket és módszereket dolgozott ki.

A tézis központi eleme az *"okos utazó"* fogalma, aki egy olyan ágens, aki egy multiágens környezetben működik. E fogalom lefedi a gyalogost, kerékpárost, utast és az egyéni gépjárművezetőt is. Ez az ágens rendelkezik bizonyos képességekkel, és van hajlama az evolúcióra, ezáltal bizonyos mértékig *"befolyásolhatóvá válik"*. Az automatizálás következtében a szükséges aggregált utazói képességek változása mértékének megállapítása érdekében a Szerző kidolgozott egy értékelő módszert. Ezt a tézist is rengeteg tudományos közlemény támasztja alá.

A tézisek eredményeinek összefoglalásában a Szerző a gyakorlati hasznosulás mellett kitér az

oktatási alkalmazások fontosságára is.

Megítlésem szerint a tézisek tudományos értékét a legvilágosabban a Szerző záró mondata fejezi ki, amelynek tartalmával minden szempontból egyetértek:

*"Olyan új elméleti struktúrákat dolgoztam ki, amelyek megfelelő alapot biztosítanak a közlekedési rendszerek hosszútávú fejlesztéséhez, ugyanakkor rugalmasan alakíthatók és bővíthetők a tudomány, a gyakorlat és az infokommunikációs eszközök fejlődésével párhuzamosan, úgy, hogy a törzsük (bázisuk) invariáns maradhat."*

## **5. Nyilatkozat az egyes tézisek elfogadásáról vagy elutasításáról**

Összefoglalva megismétlem, hogy a Szerző valamennyi tézisét maradéktalanul elfogadom új tudományos eredménynek.

## **6. Nyilatkozat arról, hogy az értekezés hiteles adatokat tartalmaz-e**

A tézisek tudományos tartalmának igényes és részletes ismertetése, a szakterület aktuális állását ismertető alapos és részletes szakirodalmi áttekintés valamint a tézisek megállapításainak erős publikáltsága alapján **az a határozott meggyőződésem alakult ki, hogy az értekezés hiteles eredményekről számol be.**

## **7. Nyilatkozat a nyilvános vita megtartásáról**

A fentiek alapján határozottan javaslom a nyilvános vita megtartását.

## **8. Javaslat az „MTA doktora” cím odaítéléséről**

Értékelésem alapján határozottan javaslom a Jelölt számára az MTA doktora cím megadását.



Tar József egyetemi tanár, az MTA doktora