

Óbudai Egyetem  
Doktori (PhD) értekezés  
tézisfüzete



**Intelligens vasúti informatikai és biztonsági rendszerek fejlesztése**

*Tokody Dániel*

Témavezető: Dr. Schuster György

**Biztonságtudományi Doktori Iskola**

Budapest, 2020



## TARTALOMJEGYZÉK

1. Summary .....	3
2. A kutatás előzményei és időszerűsége .....	4
2.1. A kutatási téma és a biztonságstudomány kapcsolata .....	6
3. Célkitűzések .....	9
3.1. Tudományos problémafelvetés, kutatási kérdések.....	9
3.2. Kutatási célkitűzések – megvalósítandó eredmény.....	11
4. Kutatási és vizsgálati módszerek .....	14
5. Új és újszerű tudományos eredmények.....	18
5.1. A tézisek témájához kapcsolódó publikációim .....	20
6. Ajánlások, a kutatási eredmények hasznosítása.....	22
7. A kutatás távlatai, nyitott kérdések .....	22
8. Irodalmi hivatkozások listája/ Irodalomjegyzék .....	24
9. Értekezéssel kapcsolatos publikációim .....	27
10. További publikációim - MTMT közlemény és idéző összefoglaló táblázat .....	31

## **1. SUMMARY**

My doctoral research was focused on the research and development of railway systems, especially railway control and signalling systems. Within this framework, my specific aim was to research and develop an Intelligent Railway System in Hungary. My theoretical research work at the university is combined with practical experience gained at the Hungarian State Railways. In the course of this research, I participate in the development work related to the intelligent railway system currently being developed at the University. My research work aimed to promote the results of the development by applying and integrating them into the railway system, and to introduce new components (for example, founding the safety and security-driven planning method, suggesting a railway intelligent agent model, etc.) In my Doctoral Thesis, I presented these activities and their results in a thesis-like way. My opinion, experience, and research results on the development of the railway system have been published with the aim of opening a debate and starting an exchange of views in this field. There is a demand for railway developments based on scientific grounds. Intelligent transport systems will have to provide a holistic solution across the whole range of transportation. The infrastructure of transportation (including railway interlocking systems) can be considered critical from the point of social well-being; therefore, its protection is of primary importance. Machine intelligence and smart systems are transforming our societies. Intelligent machines must also be used in the railway system, as the complexity of infrastructural networks is growing exponentially. Networking and communication-based operation will have an increasingly important role in the railway system, too. A large amount of data generated by network-based operation and automatically transformed into information will allow the basic forms of automatic operations in the railway system. In conclusion, the use of machine intelligence will result in increased efficiency, sustainability and safety in transportation in the future.

## 2. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI ÉS IDŐSZERŰSÉGE

A magyar vasúti rendszer automatika elemei emberi léptékkal nézve is középkorú átlagéletkorban vannak. Ez befolyásolja a rendszer üzemeltetését és megújításának szükséges ütemét is. Az infrastruktúra felújításának tervezett ütemét évekre előre meg kell határozniuk a vasúti szakembereknek. Teszik mindezt a manuálisan gyűjtött adatok segítségével és a szakmai tapasztalataik, illetve a gazdasági lehetőségek és a korlátozott humán erőforrás tudatában.

Európai viszonylatban a vasúti szektor kihívásokkal néz szembe. Ilyen változás az, hogy egyre inkább a szolgáltató szemlélet fejlesztése és az utasközpontú szolgáltatás megvalósítására törekednek a technológiai változások inspirálta működési átalakítások közepette a vasúti szektor résztvevői. Az Európai Bizottság célja, hogy a vasúti közlekedés váljon az európai közlekedés gerincévé. Ez a vezető szerep csak úgy érhető el, ha a vasút versenyképessége az egyes alternatívákhoz mérten növekszik. A nagytávolságú utazások esetén ilyen versenytársak lehetnek az olcsó fapados repülő járatok, illetve az európai nemzetközi buszjáratok. Ugyanakkor újabb szereplők is megjelentek a mobilitás terén az utóbbi időben. Ezek tovább színesítik az utazási lehetőségek palettáját. A hagyományostól eltérő üzleti modellt folytató szolgáltatókkal, mint például az autómegosztó vállalkozásokkal kell felvennie a versenyt a közösségi közlekedésnek. [1]

Mindemellett cél a vasúti közlekedés biztonságának növelése, a nagysebességű közlekedés biztosítása, az európai szintű közlekedés menedzsment és a közlekedés hosszú távú fenntarthatóságának létrehozása. Hosszútávon a vasúti közlekedés energiahatékony és megbízható szolgáltatásával eleme lehet a különféle közlekedési módokat integráló fenntartható utazási formának Európa-szerte. [2][3][4][5]

A társadalmi átalakulás által generált utas igények változása – a mindennapi életben tapasztalt trendeknek megfelelően – a vasúti ipart és a kapcsolódó szolgáltatásokat is átalakítja. Jelentős szerep jut a digitalizációs folyamatoknak, amelyek hatására a különféle közlekedési módokban digitális átalakulás megy végbe. A digitalizációt jellemző globális technológiai címkék például IoT, Big Data, M2M, autonóm járművek, robotok stb. értelmet nyernek a közlekedés területén is. [6][7][8][9][10][11]

A digitalizáció az utasok számára többek között a valós idejű utazási információk biztosítását, jegyrendszerek egységesítését, illetve a közlekedés automatizáltságának növekedését is jelentheti. [12] Az infrastruktúrák virtualizálódása további kihívásokat jelent a vasúti infrastruktúra védelme kapcsán is. [13]

Mai világunkban – és a fejlettebb országokban bizonyára – a **személyes mobilitás** egyre inkább **alapjogként** realizálódik az emberek életében. Az egyéni **utazási költségek növekedésével** egy időben egyre nagyobb igény mutatkozik a közösségi közlekedés iránt. Például Magee et al. a komplex

rendszerek osztályozása munkájában írja, hogy a közlekedés az egyik **legfőbb humán szükséglet**. [14] A versenyképesség fenntartása végett a folyamatos fejlődés elégedhetetlen ezen a területen is. Mindeközben az élet minden területén a minket körülvevő technológiától való függőségünk egyre nagyobbá válik.

Az úttörő „okos” koncepció lényege, hogy a különböző struktúrák közös, kooperatív, szinergikus együttműködés révén létrehozható legyen pl.: egy élhetőbb város vagy egy biztonságosabb és minden eddiginél hatékonyabb közlekedési infrastruktúra. Természetesen ezzel pl.: a közlekedési infrastruktúra, mint rendszer összetettsége nő. A **komplexitás növekedése** a különféle rendszerek összekapcsolása **új kihívások** elé állítja mind a szakértőket, mind pedig a társadalom egészét. [15][16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27]

Az **okos rendszerek** megvalósításának **kulcs gondolata**: a felhasználó központú fejlesztés, a **használhatóság** materializálódása. Vagyis minden „okos” törekvésnek az emberek jóllétét kell elsődlegesen megvalósítani. Az okos dolgok (város, anyagok, közlekedés stb.) célja az embert körülvevő környezet **élhetőbbé** tétele és ennek biztosítása hosszabb távra is. Mindezt úgy, hogy a felhasználók legkisebb ráfordítással a legtöbb előnyhöz jussanak. A „okos” rendszerek leginkább utópiának, idealisztikus célnak tűnnek. *De hogyan is lehetne egy ilyen rendszert megvalósítani?* Az okos rendszerek létrehozásának az alapja az intelligens rendszerek megvalósításában rejlik.

Arisztotelész szerint a dolgokat a céljuk felől kell megközelíteni. Az intelligens rendszerek célja az embert körülvevő környezet élhetővé, emberbaráttá tétele. Mindez az infrastrukturális rendszerek esetében jelentheti a **fenntartható, biztonságos, gazdaságos, jól használható** rendszerek létrehozását.

Tzafestas et al. szerint „Az **intelligens rendszerek tudományterülete** igazából egy új interdiszciplináris kutatási terület, amely a klasszikus rendszertechnika, irányításelmélet, mesterséges intelligencia, információelmélet, operációkutatás, lágy számítási módszerek, kommunikáció és egyéb tudományterületek interakciójából, együttműködéséből és szinergiájából jön létre. [28] Az intelligens rendszerek alkalmazása érinti a biztonságtudomány területeit is. [29]

Ezzel kapcsolatban munkámban megkülönböztetem az alábbi két fogalmat:

- Az **intelligens rendszer** olyan rendszer vagy hálózat, amelyben a különböző struktúrák egymással koherens módon képesek működni. [30]
- **Okos rendszer**/struktúra, olyan intelligens rendszer, amelynek a szolgáltatásait a felhasználók maximálisan ki tudnak használni. [30]

Ez idő tájt az Egyesült Államok Szabadalmi Hivatalának adatbázisa a **US Patent Collection** 1021 bejegyzést tartalmaz az intelligens és vasút szavak keresési feltételként való megadása esetén. Amelyből **3 releváns** „intelligens vasúttal” kapcsolatos szabadalom. Az Európai Szabadalmi Hivatal

a **European Patent Office**, Espacenet világszintű adatbázisában az intelligens és vasút szavak keresési feltételként való megadása esetén 42 db releváns szabadalmat találunk.

**A 42+3 releváns szabadalom vizsgálatával kijelenthető, hogy egyike sem tartalmaz komplex intelligens struktúrát, amelyet a mai magyar vasúti rendszerbe egyértelműen adaptálhatónak ítélnénk. Nem érintenek olyan szakterületet és rendszer szintű alapelveket, amelyeket az általam tervezett rendszer viszont biztosan fog.** Személetes az **intelligens vasúttal** kapcsolatos **kutatások növekedésének üteme** az említett két adatbázisból nyert adatok alapján.

A nemzetközi tapasztalatok szerint a vasúti jelzőrendszer és a vonat követés jelenti az **okos vasúti hálózatot**. [31] Mások szerint az okos vasúti hálózat a vasúti jelzőrendszert, a vasutat körülvevő kommunikációs rendszereket és IT technológiát, az utasinformációs és jegyrendszereket és a gördülő állománnyal kapcsolatos (információs) rendszereket is magába foglalja. [32] Kutatásomban ezt több **új elemmel bővítem** majd, ilyen új szempont lehet a **használhatósági tervezés** és az **intelligens rendszerek alkalmazása** is. [33]

A **vasút automatizálás** az infokommunikációs rendszerek térnyerésével, a rendszer elemek hálózatba kapcsolásával és a hálózati szinten mind több és több adat generálódásával jár. [29] Nemzetközi szinten a vasúti rendszer komplexitásának növekedésével az emberi problémamegoldás gépi úton való leképzésével kívánják javítani a működés hatékonyságát. A vasúti rendszeren belül leginkább a **biztosítóberendezések** valósítják ez meg.

## **2.1 A KUTATÁSI TÉMA ÉS A BIZTONSÁGTUDOMÁNY KAPCSOLATA**

A biztonság egy összetett fogalom, ami a teljesség igénye nélkül jelentheti a politikai, katonai, szociális, társadalmi, környezeti, munkahelyi, energetikai, közlekedési, információ vagy akár technikai rendszerek biztonságát. [34] A mérnöki biztonság tudomány a biztonságnak a társadalom által elvárt magas szinten tartását védelmi, biztonságtechnikai rendszerekkel való megvalósítását jelenti. A **biztonság megteremtése** intelligens műszaki megoldásokkal, rendszerek fejlesztésével, az ember, gép, technikai környezet vizsgálatával, a **kritikus infrastruktúrák** védelmének mikéntjével tudományos igényű kutatásával érhető el. [34]

Nemzetközi viszonylatban számos területet sorolnak a biztonság tudományhoz. Olyan szocio-technikai rendszereket, amelyekben a technikai, műszaki, humán, szervezeti stb. területeken a biztonság alapvető kérdés. A biztonság tudomány művelői foglalkoznak proaktív, illetve reaktív módon a társadalom által elvárt biztonsági szint megvalósításával, fenntartásával, fejlesztésével, valamint például az incidensekhez vezető esetleges forgatókönyvek és feltételek elemzésével, az összefüggő események társadalmi hatásának ok-okozati összefüggéseinek valószínűségi értékelésén alapuló vizsgálatával számos területen. Mint például a kritikus infrastruktúrák, a nukleáris ipar, a veszélyes anyagok szállítása és kezelése, katasztrófavédelmi tevékenységek, egészségügyi biztonság,

építési biztonság, gyártási biztonság vagy éppen a közlekedési szektorral kapcsolatos **műszaki rendszerek biztonsága**. [35]

Az **intelligens rendszerek biztonság szempontú tervezése**, a **biztonságkritikus rendszerek** fejlesztése, a biztonság értelmezése és kockázati alapú megközelítése során a vasúti rendszerek teljes életciklusára nézve biztonság orientált fejlesztésének kutatásával foglalkozom.

Miért kell foglalkoznunk a vasút biztonságával? „Mert a vasút veszélyes üzem!”

A veszélyes üzemi kárfelelőség az 1870-évekhez vezethető vissza amikor is a törvényalkotó az 1874. évi XVIII. törvénycikkben „a vaspályák által okozott halál vagy testi sértés iránti felelősségről” így fogalmaz annak 1. §-ban: „Ha valamely, habár a közforgalomnak még át nem adott vaspálya üzeménél valaki életét veszti, vagy testi sértést szenved, az ezáltal okozott károkért az illető **vaspályavállalat felelős**, kivéve, ha a **vállalat bebizonyítja**, hogy a halált vagy a testi sértést elháríthatatlan esemény (vis major), vagy egy harmadik személynek elháríthatatlan cselekménye, melyet a vaspályatársulat megakadályozni képes nem volt, vagy a megholtak, illetőleg a sérültek saját hibája okozta.” [36]

Ez a felelősség a disszertációm írásának idején sincs másképpen: 2013. évi V. törvény 'a Polgári Törvénykönyvről'- 6:535.§-ban - A veszélyes üzemi felelősségről szóló rész (1) pontjában így fogalmaz a törvényalkotó: „Aki **fokozott veszéllyel** járó tevékenységet folytat, köteles az ebből eredő kárt megtéríteni. **Mentesül** a felelősség alól, **ha bizonyítja**, hogy a kárt olyan elháríthatatlan ok idézte elő, amely a fokozott veszéllyel járó tevékenység körén kívül esik.” [37] Ezért a vasúti szolgáltatónak külön figyelmet kell fordítania a biztonságra. A szakirodalom a biztonságot befolyásoló veszélytényezők közül megkülönböztet **objektív, szubjektív és rejtett okokat**.

Az objektív tényezők közé soroljuk azokat a paramétereket, amelyek viszonylagosan lassan változnak, vagyis a vizsgált időablakon belül állandónak tekinthetők, illetve függetlenek az embertől. Ilyen tényező lehet a vasúti infrastruktúra, az adott technológiai fejlettségű rendszerek megléte, illetve a vasúti rendszert körülvevő környezet. [38] [39]

A műszaki biztonság szubjektív tényezőit az emberi faktor és a vele összefüggésben lévő paraméterek valósítják meg. Az emberi tényező a műszaki rendszerek biztonságával kapcsolatosan a tervezéstől, a megvalósításon át az üzemeltetésig mindenhol jelen van (lásd.: az emberi cselekvési hiba ábrája). Ezért egyelőre a vasúti biztonság megvalósításában elsődleges jelentőséggel bír a **humán faktor**. Ez a helyzet akkor változhat meg, ha az emberi tevékenység, a döntések meghozatala és a folyamatok ellenőrzése, végrehajtása és azokba való beavatkozás lehetőségét már nem csak az emberre bízunk. Ennek fontos lépése az **automatizáció** (lásd később GoA). Ezeknek a rendszereknek a lényege, az emberi korlátok legyőzése, a csökkentett számú emberi beavatkozással való működés megvalósítása, a balesetmentes, gazdaságos és hatékony működés végrehajtása. [38] [39]



Rejtett veszélytényezők közé soroljuk azokat az okokat, amelyeket nem tudunk pontosan meghatározni. Ezeket előre jelezni, csakhogynem lehetetlen, így kivédésük, konkrét kockázatként való megfogalmazásuk nem lehetséges az objektív vagy a szubjektív veszélytényezők kapcsán bevált módszerekkel. [38] [39] Az ilyen rejtett tényezők vizsgálatára használhatjuk az adatbányászat módszerét, amely a rendszerről gyűjtött adatok elemzését valósítja meg, segíti elő, például a prediktív karbantartást. [40]

A veszélytényezők csökkentésére törekszünk a műszaki rendszerek tervezésekor is, hogy a hibaesemény alkalmával (és persze a rutin/normál működés során is) a rendszer ne okozzon balesetet vagy anyagi kárt, ne veszélyeztesse a rendszert használók egészségét, életét, illetve a környezetre se legyen káros hatással. A biztonságkritikus rendszerek esetében erre különösen figyelemmel kell lenni. A biztonságkritikus rendszerek közé soroljuk az űrtechnológiai, repülési, illetve a vasúti rendszereket is.

A **biztonságot** alapvetően **befolyásolja** a tervezési metódus a „**tervezési filozófia**”, amivel a rendszert létrehozták.

Reason vizsgálata szerint a **hiba evolúciója** és a hibá(k) **balesetté** való összerendeződése a **svájci sajt modell** szerint képzelhető el. A Reason-féle svájci sajt modell (lásd. 1.2.2. ábra.) azt mutatja, hogy a **veszély** és az azt **kiváltó ok** már a tervezésnél belekerülhetnek a rendszerbe. A balesethez vezető út a hibáknak teret engedő rendszerelemeken és szinteken halad át mindaddig, amíg valami/valaki idő előtt fel nem fedi azokat. Arra is rávilágít, hogy a baleset bekövetkezése nem egy ok miatt fog megtörténi, hanem a sajt szeletek együtt állása, vagyis több minden közrejátszása miatt következhetnek be. Ezek az okok többek között a tervezésből, a berendezések állapotából, az előírásrendszer korlátaiból és az egyének oktatottságából is fakadhatnak. Természetesen az oktatás nem állhat önmagában. A rendszerrel kapcsolatban lévőknek megfelelő szintű tudásra és annak szükség szerű használatára is képesnek kell lenniük. Sok esetben probléma a rutinból vagy rutintalanságból fakadó baleseti helyzet. [39] [41]

A **baleset számos értelmezése** ismert. Vasúti területen az alábbi értelmezés elfogadott: a 2016/798 vasútibiztonságról szóló irányelv szerint a „baleset: olyan nem kívánatos vagy nem szándékos váratlan esemény, illetve ilyen események sajátos láncolata, amelynek káros következményei vannak; a balesetek a következő kategóriákra oszthatók: ütközés, kisiklás, baleset vasúti átjáróban, mozgó gördülőállománnyal összefüggésben okozott személyi sérülés, tüzeset és egyéb baleset.” [42]

„Súlyos baleset: vonatok összeütközése vagy kisiklása, amely legalább egy halálos áldozattal, illetve öt vagy több személy súlyos sérülésével, vagy a gördülőállomány, az infrastruktúra vagy a környezet jelentős károsodásával jár, valamint bármely más, ugyanilyen következményekkel járó baleset, amelynek nyilvánvaló hatása van a vasútbiztonsági szabályozásra vagy a

biztonságirányításra; a fent említett „jelentős károsodás” olyan kár, amelyről a vizsgáló testület azonnal megállapíthatja, hogy az összesen legalább 2 millió eurót tesz ki.” [42]

Például egy biztonságkritikus rendszer esetében, amit fail-safe elvű működésre terveztek a **biztonság értelmezését** többféleképpen tehetjük meg. Az egyik változat, hogy a biztonságkritikus rendszert ne érje veszélyeztetés a környezetéből (pl.: szándékos szabotázs). A másik értelmezés szerint a biztonságkritikus rendszer ne veszélyeztesse a környezetét és az ott tartózkodókat. [43] A biztonság fogalma vasút rendszerben a MSZ EN 50128:2001 szerint „a biztonság (safety) az elfogadhatatlan kockázatoktól való mentesség. A **kockázat** (risk) egy meghatározott veszélyes esemény bekövetkezési gyakoriságának, valószínűségének és követelményeinek kombinációja.” [44]

A műszaki rendszerek üzemeltetése során a biztonságot befolyásolja az üzemeltetést végző szervezetek **biztonság kultúrája**, ami jelentős hatással lehet a kialakult biztonsági helyzetre. A balesetek alkalmával az egyén felelőssége mellett mindig a teljes rendszerre kiterjedő vizsgálatot kell lefolytatni. Nem szabad tartózkodni a magasabb szintű felelőségi körök, szabályrendszerek baleset kialakulásában betöltött szerepének vizsgálatától sem. [45]

Ezért is célom az IIVR projektben folytatott munkám során a komplex biztonság szempontú rendszertervezés és fejlesztés bevezetése.

### 3. CÉLKITŰZÉSEK

#### 3.1 TUDOMÁNYOS PROBLÉMAFELVETÉS, KUTATÁSI KÉRDÉSEK

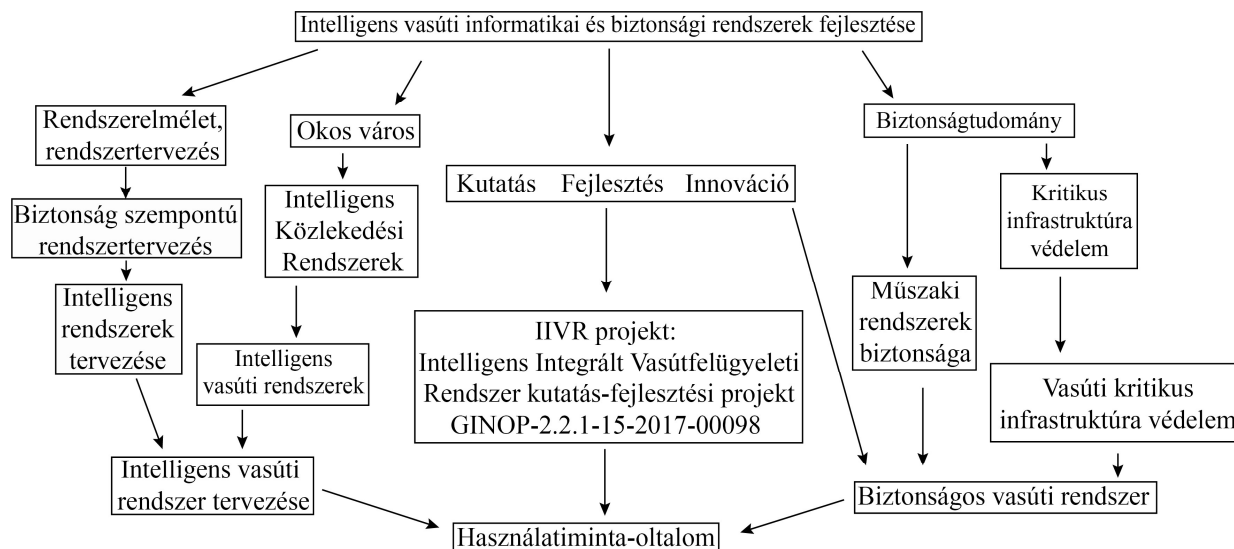
Általánosságban a probléma egy olyan feladat, illetve kérdés, melynek a megoldását vagy megválaszolását nem tudjuk azonnal nyilvánvalóan megtenni. A tudományos probléma felvetését kutatási kérdések feltevésével valósítom meg disszertációmban.

A tudományos kutatásom lényege, hogy a vasúti világunk megismerését és megértését vigyem véghez. A **megismerési-folyamat** során, az összefüggések keresésére, szabályszerűségek és törvényszerűségek feltárására törekszem: egy **tervszerű**, a vasúti kutatási témám lehetőség szerint minden körülményét szisztematikusan figyelembe vevő folyamatban. A fő műszaki probléma, hogy ma Magyarországon nincsen vasúti rendszer tervező iskola, tudományos műhely, a biztosítóberendezés tervezés is kiveszőben van. A biztosítóberendezés a műszaki tervezés szempontjából egy összetett gép, berendezés. Korábban jelfogós berendezéseket svájci licenc alapján gyártották Budapesten a Telefongyárban és később a Baján, a Ganz Villamossági Művek Bajai Készülékgyárában. A hazai tervezés a speciális berendezés tervezésre korábban ki volt alakítva. Ma már ezt is kevés helyen művelik. Viszont a **generikus megoldások** már régebben is csak elvétve fordultak elő, inkább a meglévő rendszerstruktúra adaptációjáról beszélhattünk.

A **berendezés tervezés tudományos alapjaival**, a berendezés fejlesztéssel, és biztonságkritikus szoftverfejlesztéssel, termékesítés témakörével foglalkozom munkám során ehhez kapcsolódik

kutatásom is. Legfőbb tudományos probléma, amivel foglalkozom az az intelligens gépek, berendezések **tervezésemélete**, szorítkozva ez alkalommal a vasúti biztosítóberendezések speciális területére.

A következő elsődleges és speciális kutatási kérdésekre keresem a választ munkámban. Az elsődleges kutatási kérdések **három területet** érintenek. Ehhez kapcsolódóan minél több speciális kutatási kérdést teszek fel a témakörök, minél alaposabb vizsgálatának elősegítésére.



3. 1.1. ábra. A disszertációm logikai felépítése

### A kutatási kérdéseim első csoportja

Amely a **technikai rendszerek automatizálását**, azon belül is a vasúti automatizálás témakörét érinti.

#### K1. elsődleges kutatási kérdésem:

Milyen kapcsolat áll fenn az **automatizálás**, a **digitalizáció** és az **intelligens közlekedési rendszerek** kialakítása között?

##### K1.1. speciális kutatási kérdésem:

Milyen az intelligens közlekedési rendszerek kialakításának európai helyzete az okos városok kialakításával kapcsolatosan?

##### K1.2. speciális kutatási kérdésem:

Van-e kapcsolat és milyen relációval jellemezhető a közlekedés automatizálás és az intelligens közlekedési rendszerek kialakítása között?

##### K1.3. speciális kutatási kérdésem:

Mi a vasúti közlekedés automatizálásának időszerű fogalma?

##### K1.4. speciális kutatási kérdésem:

Mit érthetünk a vasúti rendszer digitalizációja alatt?

### A kutatási kérdéseim második csoportja

Amely a gépi rendszerek intelligenciájának kutatásának témakörét érinti.

#### K2. elsődleges kutatási kérdésem:

Mit jelent és mérhető-e, meghatározható-e a gépi **rendszerek intelligenciája** (MIQ) a vasúti automatika rendszerek tekintetében?

##### K2.1. speciális kutatási kérdésem:

Van-e a relevanciája a gépi intelligencia alkalmazásának az intelligens közlekedési rendszerekben?

##### K2.2. speciális kutatási kérdésem:

Meghatározható-e a vasúti rendszerek gépi intelligenciája?

##### K2.3. speciális kutatási kérdésem:

Értelmezhető-e és hogyan az intelligens vasúti rendszer fogalma?

##### K2.4. speciális kutatási kérdésem:

Vannak-e a mai hagyományos vasúti rendszerben intelligens elemek?

##### K2.5. speciális kutatási kérdésem:

Hogyan alakítható ki, az intelligens vasúti rendszer? Tervezhető-e egyes részletei?

### A kutatási kérdéseim harmadik csoportja

Amely a vasúti rendszer biztonságának növelésének témakörét érinti.

#### K3. elsődleges kutatási kérdésem:

Van-e létjogosultsága az intelligens rendszerelemek alkalmazásának a vasúti közlekedési rendszerben a **biztonság növelésnek** szempontjából?

##### K3.1 speciális kutatási kérdésem:

Az intelligens rendszerelemek használata van-e hatással, és ha igen, akkor milyen hatással a vasúti rendszer működésre?

##### K3.2 speciális kutatási kérdésem:

Lehet-e hatása az intelligens rendszerelemeknek a vasúti kritikus infrastruktúra biztonságára?

##### K3.3 speciális kutatási kérdésem:

Van-e a jövőben létjogosultsága az intelligens rendszerelemek alkalmazásának a vasúti rendszeren belül?

## 3.2 KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK – MEGVALÓSÍTANDÓ EREDMÉNY

Disszertációm missziója: Meghatározni az intelligens vasúti rendszert.

A céljaim megfogalmazása során meghatároztam a disszertációm főbb irányvonalait, vagyis a célkitűzésekkel az elérni kívánt eredményeket vetítettem előre. [46]

A kutatásom három területből tevődik össze. **Egyrésről vizsgálom a vasúti rendszer automatizáltságát.** Kiindulva a vasúti rendszer analíziséből, a társtudományok eredményeinek szakmaorientált explicit módú adaptációja útján a vasúti infrastruktúra automatizálására, modernizációjára, fejlesztésére teszek javaslatokat.

**Másodsorban** a műszaki szervezés és tervezés módszereivel **intelligens vasúti rendszer létrehozására** teszek javaslatot.

**Harmadsorban** vizsgálom a **vasúti kritikus infrastruktúra biztonságát**, azáltal, hogy a vasúti rendszer elemzését a védelem szemszögéből közelítem meg. Melynek során számos elméletet integrálok (általános rendszerelmélet [47] [14] [48] [49] [50], információelmélet[51] [49], mesterséges intelligencia [52], szemantikus rendszerek (tudásábrázolás szemantikus hálóval) [53] stb.) vasúti kutatásomba. Elemzem a vasúti rendszer intelligens elemekkel való bővítésének hatását a teljes rendszer biztonságára tekintettel.

## **C1. fő célkitűzésem**

Nemzetközi vizsgálat során az iparági trendnek megfelelően meghatározni és összegezni a **vasúti automatizálás** időszerű **fogalmát**. [54] [55]

### **C1.1. rész-célkitűzésem:**

Az okos városok okos mobilitási alappilléreinek elemzése az intelligens közlekedési rendszerek kialakításának szempontjából. [56] [57] [58] [59]

### **C1.2. rész-célkitűzésem:**

A közlekedés automatizálás és az intelligens közlekedési rendszerek közötti kapcsolat vizsgálata. [56] [57] [58] [59] [60]

### **C1.3. rész-célkitűzésem:**

Meghatározni a vasúti automatizálás időszerű fogalmát. [60]

### **C1.4. rész-célkitűzésem:**

Meghatározni és összegezni a vasúti rendszer digitalizációjának lényegét. [61]

## **C2. fő célkitűzésem**

Vizsgálat útján meghatározni a **gépi intelligencia fogalmát** és elemezni használatának lehetőségeit a vasúti közlekedésben. [62] [63] [64] [65]

### **C2.1 rész-célkitűzésem:**

A gépi intelligencia alkalmazásának lehetőségeinek feltárása az intelligens közlekedési rendszerekben. [62] [63] [64] [65]

### **C2.2 rész-célkitűzésem:**

A vasúti rendszerben a gépi intelligencia meghatározásához szükséges javaslatok, módszerek, eljárások keresése és megfogalmazása. [62] [63] [64] [65]

### **C2.3 rész célkitűzésem:**

Definiálni az intelligens vasúti rendszer fogalmát, kereteit meghatározni. [46] [50] [66]

### **C2.4 rész célkitűzésem:**

Az intelligens vasúti rendszer létrehozásához szükséges követelmények elemzése és definiálása. [46] [50] [66]

### **C2.5 rész célkitűzésem:**

Az intelligens vasúti rendszer megvalósítása, néhány lehetséges módjának feltárása és vizsgálata. [46] [50] [66]

## **C3. fő célkitűzésem**

A **vasúti kritikus infrastruktúra védelmének** kiterjesztése új módszerek, eljárások keresésével. [50] [62] [67]

### **C3.1. rész célkitűzésem:**

Az új intelligens rendszer elemek hatásának vizsgálata alkalmazhatóságuk útján.

### **C3.2 rész célkitűzésem:**

Az új intelligens rendszer elemek hatásának vizsgálata a kritikus infrastruktúra védelem szemszögéből.

### **C3.3 rész célkitűzésem:**

Az új intelligens rendszer elemek jövőbeni hatásának vizsgálata.

A vasúti rendszer intelligenssé tétele különleges helyzetéből adódóan további szakterületek integrálását teszi szükségessé kutatásomban: komplex rendszerek elmélete, biztonság tudomány, intelligens közlekedési rendszerek, robotika, automatizáció, intelligens vezérlés, irányító rendszerek elmélete, megbízhatóság-elmélet, mesterséges intelligencia, ember-gép rendszerek, biztonságkritikus szoftver fejlesztése, hardver és interfészek tervezése, beágyazott rendszerek, kiber-fizikai rendszerek, okos városok, energiaellátó rendszerek, okos hálózatok, kommunikációs rendszerek stb.

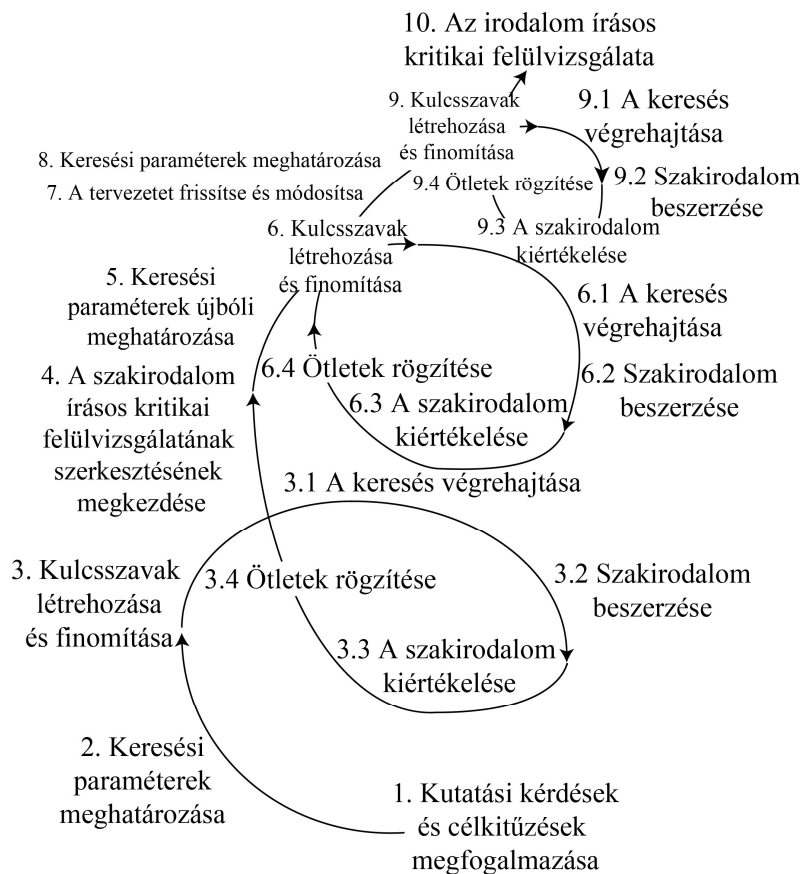
#### 4. KUTATÁSI ÉS VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

„A tudományos kutatás: a megismerés útja, valamely probléma megoldása hipotézis-alkotással és annak induktív vagy deduktív bizonyításával. Tudományos kérdések megoldása, összefüggések feltárása érdekében folytatott tevékenység.” [68] Vagy, másképpen: „A tudományos kutatás adott helyen, időben, tudományterületen és vizsgálati szinten az a tervszerűen végzett, és az adott vonatkozásban rendelkezésre álló, eddigi tudományos ismereteken alapuló emberi tevékenység, amelynek célja új, az eddigi ismeretek rendszeréhez kapcsolódó (azt kiegészítő, általánosító vagy helyettesítő), adott területen hosszabb vagy rövidebb távlatban általános érvényű adat, összefüggés, hatás vagy kölcsönhatás megállapítása, vagy létrehozása.”[68]

Általánosságban. A kutatási módszer egy olyan alkalmazási mód, amelyet a kitűzött kutatási célok elérése – azaz a disszertáció missziójának megvalósítása - érdekében tudatos módon felhasználunk. A kutatási eredményének elérésének gyakorlati módja, azaz az eljárás, amellyel a kutatási feladatot végrehajtjuk. A kutatásom során a valóságot strukturálom és lehatárolom. A kutatásom részfolyamatainak nevet adok. A tudományos probléma meghatározása során **megfogalmazok kutatási kérdéseket** és ezek alapján hipotéziseket állítok fel. A kutatási kérdésekből nyert hipotéziseimet próba alá vetem. A próba alatt azt értem, hogy a vizsgálataim során azt keresem, hogy bármilyen okból el kell-e vetnem a feltevésemet. A releváns hazai és nemzetközi szakirodalmi forrásokból, szabadalmakból, szabványokból indulok ki. A vizsgált, megfigyelt vasúti rendszerről adatok, információk és gyakorlati ismeretek összegyűjtésével foglalkozom. A megtalált, összegyűjtött adatok és ezekből feltárt információk elemzésével, vizsgálatával, megvitatásával, megmagyarázásával módszeresen áttekintem az összegyűjtött ismereteket. A kutatásom során feltárom a fogalmak tartalmát.

A fenti gondolatmenet átlátása után megfogalmazom konklúziómat, amelyet munkámban érvelés során alátámaszok, bizonyítok a kutatási témához kapcsolódó megfelelő érvek felvonultatásával. Végül pedig következtetéseket vonok le tézisek formájában. A következtetéseimet ellentmondás mentesen megfogalmazva többszörösen ellenőrizve a hazai és nemzetközi szakmai és tudományos közélet kontrollja mellett fogalmazom meg. [69]

A kutatási projektek többségénél a szakirodalmi kutatással kezdődik a munka. Az általam alkalmazott szakirodalmi felülvizsgálatot szemlélteti az alábbi felfelé irányuló spirál.



4.1. ábra. A disszertáció megírása és az IIVR projekt során általam alkalmazott hélix szerű irodalomkutatás módszertana [70]

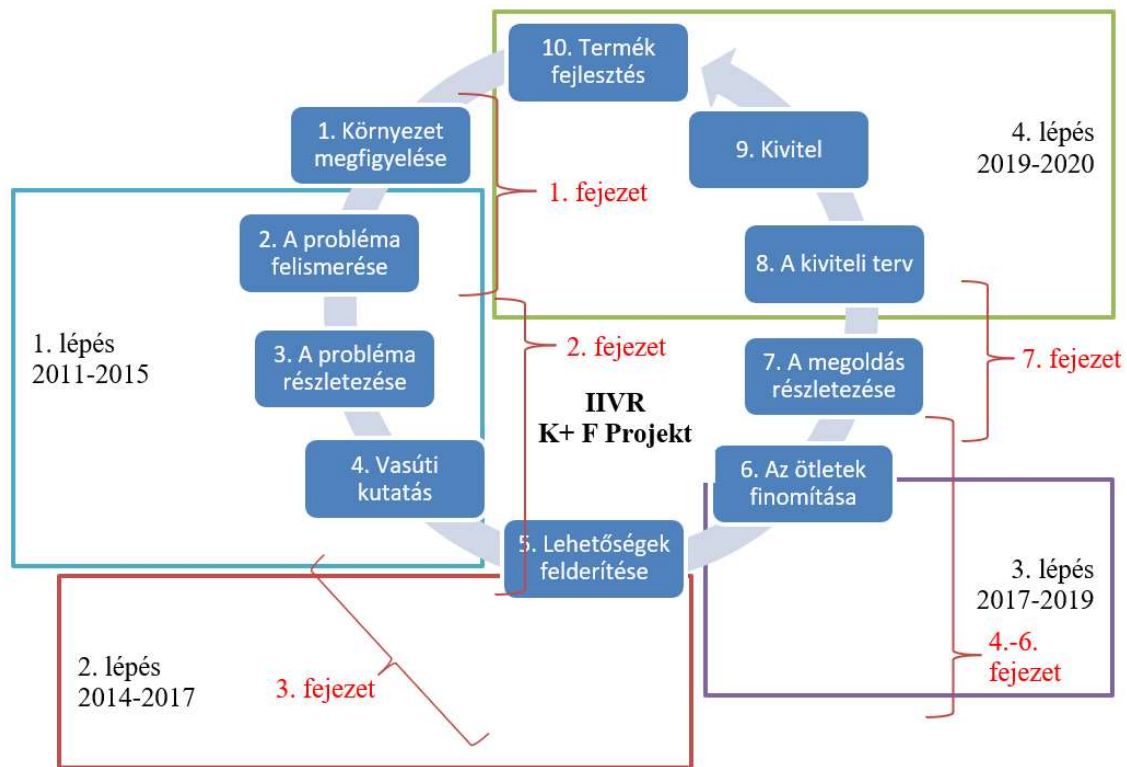
Az IIVR projekt tapasztalatai szerint ez a keresés jelentős ideig folyamatosan fennállt a projekt lebonyolítása során. Ez a folyamat csak akkor fejeződhet be, ha az szakirodalom írásos kritikai felülvizsgálata megtörténik. A **kritikai vizsgálat** a kutatási kérdések és célkitűzések meghatározásával kezdődik. A kérdések alapján meghatároztam néhány keresési paramétert, majd kulcsszavakká alakítottam. A több éves keresés során számos szakirodalmat tekintettem át, melyek értékelését is megtettem. Ezután a kutatási témámmal kapcsolatos ötleteimet rögzítettem és a szakirodalom írásos felülvizsgálatának vázlat szerű megfogalmazását hajtottam végre. Ezt a folyamatot többszörösen megismételve és finomítva jutottam el a vasúti rendszerek fejlesztésével kapcsolatos szakirodalom átfogó írásos kritikai vizsgálatához, melynek eredményét a további fejezetekben fogom bemutatni.

Továbbá, mindezt kiegészítve, az InnoTrans 2018 világkiállításon gyűjtött anyagok elemzésével is módszeresen meghatározom a tudomány jelenlegi állását kutatási területemre nézve.

Vasúti környezet megfigyelésével töltött hét év után egy a vasúti rendszerre vonatkozó és megoldásra váró problémakört ismertem fel. Amely probléma a kutatási kérdésekben reprezentálódik. A kutatási kérdésekre keresem disszertációmban és kutatásomban a válaszokat a



célkitűzéssel koherens egységben. Minél több lényegi kutatási kérdést fogalmazok meg, mellyel a legnagyobb mértékben leszűkítem a kutatási területem.



4.2. ábra. A tudományos problémamegoldás folyamata az IIVR K+F+I Projekt kapcsán [71]

Az előző alfejezetben való részletes leírásával megalapoztam saját kutatásomat. A disszertáció írása során olyan lehetőségeket kerestem, amely segítségével a kutatási kérdések megválaszolhatók. Ennek során is alkalmazom az irodalomkutatás eszközét és a fogalomalkotás módszereit is.

Az összehasonlító módszerrel elemzem a meglévő vasút automatika rendszereket. A tervezésre vonatkozó ötleteim kidolgozásával, finomításával egy részletes megoldási javaslatot fogalmazok meg a vasúti rendszer tervezésére (intelligens biztosítóberendezés) vonatkozólag, mely alapjául szolgálhat a rendszer kiviteli terveinek létrehozásához.

A fejlesztési és kivitelezési szakaszt a következő években egyetemi K+F+I projekt keretében hajtom végre, kollégáimmal közösen. A disszertációm írása során és az IIVR projektben alkalmazott tudományos módszerek között említhető, a vasúti rendszerrel kapcsolatos ismeretek szisztematikus megszerzése során felhasznált eljárások. A probléma felismerés és részletezése, a problémához kapcsolódó adatgyűjtésből fakadó hipotézis felállítása és ellenőrzése. [71]

Az analógiás gondolkodás segítségével - amely a hasonlóságokon alapuló következtetés módszeres alkalmazása - az intelligens rendszerek működésének és alkalmazhatóságának mikéntjét a vasúti rendszerekre vonatkoztatom.

A szakirodalom kritikai felülvizsgálata és a célkitűzésekkel kijelölt új célrendszer közötti kapcsolatot állítok fel. [72] Összehasonlítom a tanulmányomban kidolgozott koncepciót és a fellelhető elméleti és gyakorlati példákat.

Valamint empirikus kutatási módszerek használatával előkészítem és megtervezem a már megfigyelt területen végzendő több kísérletet (elméleti, gondolati, logikai kísérlet), ezeknél szem előtt tartva a téma nem diszjunkt **kompetenciaterületeit**. A kísérlet során a megfigyelt tények válnak ellenőrizhetővé a későbbiekben.

Elméleti-logikai kutatási módszerek felhasználásával készítem el a vasúti rendszerek analízisét. Az egyes esetek tapasztalatainak indukciójának és a kapott általánosítás dedukciójának szintézisével, a vasúti és más közlekedési rendszerekben is alkalmazható (pl.: intelligens közlekedési rendszerek) analógia feltárásával és az általánosítás tudományos módszerével határozom meg a hipotéziseimmel kapcsolatos konklúziókat.

A disszertációban hipotéziseket állítok fel, amelyek a kutatói munkám során igazolásra vagy cáfolatra kerülnek. Megállapításaimat a munkám végén összegzem.

A táblázatban feltüntetett négy lépés közül a disszertációmban csak az 1-3. lépések megvalósítását fogom bemutatni, a 4. lépés előkészítésével és megtervezésével.

Az ismertett módszerekkel arra törekszem, hogy a kutatás és kísérleti fejlesztés ismérveit szem előtt tartva a folyamatához megfelelően járjak el, azaz olyan alkotómunkát hajtsak végre, amely a meglévő ismeretanyagot kibővíti és ezt a tudást új alkalmazások kidolgozására használom fel. [73]

Kutatási és fejlesztési lépés	A tudományos problémamegoldás fázisa	Választott kutatási módszer
1. lépés	1. – 3. fázis	általános módszerek
2. lépés	4. – 5. fázis	összehasonlítás módszere irodalomkutatás, tartalom elemzés analízis (elméleti- logikai)
3. lépés	6. – 7. fázis	fogalomalkotás tapasztalati indukción, dedukción, általánosítás, modellalkotás
4. lépés	8. – 10. fázis	empirikus kutatási módszerek, kísérlet, pilotprojekt

4.1. táblázat. A kutatás során választott kutatási módszerek

## 5. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A következő téziseket megalapozó kutatómunkát végeztem. Tudományos kutatásom során az interoperábilis vasúti rendszer energia (ENE) és ellenőrző és irányító (CCS) rendszerekkel kapcsolatos fejlesztési lehetőségeket vizsgáltam. Ennek kapcsán az alábbi téziseket fogalmazom meg kapcsolódva a célkitűzéseimhez és kutatási kérdéseimhez:

Téziscsoport	
T1.	Megmutattam, hogy az automatizáció és a digitalizáció befolyásolja az intelligens vasúti rendszerek jellemzőit és materializálódását. A közúti közlekedés és a földalatti városi közlekedés automatizálásának analógiája alapján új nagyvasúti automatizációs szinteket határoztam meg az alkalmazhatóság érdekében.
T1.1.	Feltártam azon összefüggéseket, amelyek alapján bizonyítottam, hogy az okos városok mobilitási pillérének fontos és szerves részét képezi az intelligens közlekedési rendszer.
T1.2.	Megállapítottam, hogy a közlekedési automatizálás magas szintű megvalósítási formáját jelenti az intelligens közlekedési rendszer.
T1.3.	Meghatároztam a vasúti automatizáció időszerű fogalmát. Amely fogalommal kapcsolatot teremtettem a vasúti automatizáció, az intelligens vasúti rendszer és az intelligens közlekedési rendszerek között.
T1.4.	Felismertem az európai vasúti ipar digitális átalakulásának folyamatát és a vasúti rendszer digitalizációjának hosszútávú hatásait összegeztem a vasúti fejlesztésekre vonatkozólag.
T2.	Igazoltam, hogy a komplex, többszintű rendszerben – ilyen a vasúti rendszer is – elosztott intelligenciának helye van.
T2.1.	A gépi intelligencia (mesterséges intelligencia) alkalmazásának módszerére javaslatot tettem az intelligens vasúti közlekedési rendszerek esetében.
T2.2.	Bebizonyítottam, hogy a gépi rendszerek intelligenciája indikátoraira meghatározhatók.
T2.3.	Létrehoztam az intelligens vasúti rendszer fogalmát.
T2.4.	Keretfeltételeket határoztam meg az intelligens vasúti rendszer megvalósításához.
T2.5.	Kísérleti fejlesztéssel igazoltam, hogy az intelligens vasúti rendszer megvalósítható.

T3.	Bizonyítottam, hogy az intelligens rendszerekkel megvalósított automatizáció fontos szerepet tölt be a fenntarthatóság biztosításában és az emberek jólétének létrehozásában.
T3.1.	Megmutattam, hogy a vasúti infrastruktúra adaptivitásának, rugalmasságának növelésével kitérősége csökkenthető.
T3.2.	Bebizonyítottam, hogy az adaptivitás megvalósítása intelligens rendszerelemek alkalmazása útján történhet meg.
T3.3.	Bizonyítottam, hogy van létjogosultsága a mesterséges intelligencia alkalmazásának a vasúti rendszerben.
T4.	Bevezettem, egy módosított V modell szerinti tervezési gyakorlatot az integrált intelligens vasúti rendszerek tekintetében.
T4.1.	Kísérlettel igazoltam, hogy a 3D pontfelhő technológia, mint digitalizációs technológia alkalmazható a vasúti rendszer tervezése, fejlesztése és karbantartása során.
T4.2.	Létrehoztam a komplex rendszerek biztonság szempontú és intelligencia szerinti tervezésének alapjait.

## 5.1 A TÉZISEK TÉMÁJÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓIM

	Cikk címe	T1.	T1.1.	T1.2.	T1.3.	T1.4.	T2.	T2.1.	T2.2.	T2.3.	T2.4.	T2.5.	T3.	T3.1.	T3.2.	T3.3.	T4.	T4.1.	T4.2.
S1	On the development of intelligent railway information and safety systems: an overview of current research	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S2	CoopRA Algorithm for Universal Characterization of the Experimental Evaluation Results of Cooperative Multiagent Systems						x	x	x				x		x				
S3	Review of Recent Trends in Measuring the Computing Systems Intelligence						x	x	x				x		x				
S4	Digitising the European industry - holonic systems approach	x	x		x	x													
S5	Safety and Security through the Design of Autonomous Intelligent Vehicle Systems and Intelligent Infrastructure in the Smart City	x	x	x	x	x													
S6	An Overview of Autonomous Intelligent Vehicle Systems	x	x	x	x	x													
S8	Smart Systems for the Protection of Individuals												x	x	x	x			
S9	Intelligent Computer-Aided resource planning and scheduling of machining operation	x											x						
S10	The Use of Advanced Manufacturing Technology to Reduce Product Cost	x											x						
S20	Okos, fenntartható és biztonságos városok	x	x	x	x	x													
S37	Creating Smart, Sustainable and Safe Cities	x	x	x	x	x							x						
S38	Vasúti kutatások - az európai vasúti ágazat versenyképessége	x	x	x	x	x													
S39	Development of the Infocommunication System for the Intelligent Rail Transport System of Dangerous Goods in Hungary	x												x					
S40	The Smart Mobility Aspects of Intelligent Railway	x															x	x	
S41	Okos mobilitás	x															x		

5.1.1. táblázat. Tézisekhez kapcsolódó publikációim

	Cikk címe	T1.	T1.1.	T1.2.	T1.3.	T1.4.	T2.	T2.1.	T2.2.	T2.3.	T2.4.	T2.5.	T3.	T3.1.	T3.2.	T3.3.	T4.	T4.1.	T4.2.
S42	The challenges of the intelligent railway network implementation: Initial thoughts from Hungary	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
S43	Smart City, Smart Infrastructure, Smart Railway	x					x			x									
S44	Az intelligens vasúti rendszer megvalósításának elméleti és technológiai háttere	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
S45	I2 - Intelligent Infrastructure	x					x						x						
S46	Study of How to Implement an Intelligent Railway System in Hungary	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
S47	ITS (Intelligent Transportation Systems) szerepe a vasúti kritikus infrastruktúra védelmében	x					x						x	x	x	x			
S22	Kiberbiztonság az autópárhán	x									x		x				x	x	x
S17	Der Weg zur digitalen Bahn: Forschung, Entwicklung und Innovation für ein Verkehrssystem von morgen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S18	The intelligent railway system theory: The European railway research perspective and the development of the European digital railway strategy	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S19	Driving Forces Behind Smart City Implementations - The Next Smart Revolution	x																	
S24	SMART Rail technológiák lehetőségei, az intelligens vasúti hálózatok kialakításának kérdései: Kezdeti gondolatok	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
S30	Okos városok tervezése	x																	
S23	Az okos városok létrehozásának mozgatórugói és lehetőségei	x																	
S48	Az IIVR projekt: integrált intelligens vasútfélti gyéleti rendszer kifejlesztése	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

5.1.1. táblázat. Tézisekhez kapcsolódó publikációim (folytatás)

## 6. AJÁNLÁSOK, A KUTATÁSI EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSA

Kutatásomban elért eredményeim a műszaki tudományok, azon belül is a katonai műszaki tudományok tudományterületéhez katonai, valamint védelmi célú kísérleti fejlesztési, technológiai és műszaki innovációs jellegű kutatási eredményeket jelentenek. A kutatási eredmények speciálisan a kritikus infrastruktúrák védelme, a biztonságtechnika és a műszaki biztonság, ipari automatizálás területén és a velük kapcsolatban álló tudományos és mérnöki, vasútszakmai felhasználási területek modern, eljárásaiban és eszközrendszereiben hasznosulnak. Eredmények közé sorolhatóak például: **A vasút-automatizálására új eljárás, módszer, technológia kidolgozása. Az intelligens vasúti rendszer új konstrukciójának létrehozásához, új tervezési eljárás megalkotása. Az intelligens vasúti rendszer új általános modelljének létrehozása. A vasúti rendszerben alkalmazott intelligens elemek működési jelenségének leírása és magyarázata. A vasúti rendszer okosságának mérésére új összefüggés felállítása.** Általában véve a műszaki tudományok területén elért tudományos eredmények hasznosítása az ipari fejlődésben betöltött szerepével jellemezhető. A fent említett kutatás eredményei ma még nem váltak mindennapossá a nagyvasúti környezetben. Viszont európai és globális szinten jelentős társadalmi változások a közlekedés terén is megkívánják a közlekedéssel kapcsolatos kutatások folytatását. Az intelligens elemekből felépülő vasúti rendszert a koncepcióalkotás és tervezés alatt IntelliSys-R (Intelligent System for Railway) rendszer névvel definiálom. A kutatás szükségességét felismerve és a fent említett témához is kapcsolódóan az Óbudai Egyetemen Dr. Schuster György és Papp József által vezetett kutatócsoport tagjaként több éve folytatom gyakorlati kutatásomat is.

## 7. A KUTATÁS TÁVLATAI, NYITOTT KÉRDÉSEK

A kutatás-fejlesztési időszak lezárultával a termék tervezés, termék fejlesztés, termék piacra való bevezetésére fogunk nagyobb mértékben koncentrálni. A vizionált cél a következő: előzetes koncepciómban az IntelliSys-R rendszert, mint termék definiáltam. A kiépítési változatok tekintetében az alapelv: a testre szabható európai vasúti biztonság mottó szerint épül fel. Az IntelliSys-R rendszer funkció katalógusán alapuló rövid összefoglalót a 7.4.1. táblázatban állítottam össze, amiben a hagyományos és új rendszer közötti összefüggések leképezik az állomási biztosítóberendezés, vonali biztosítóberendezés, vonatbefolyásolás és később automatikus vonat működtetési rendszerét is. A kialakítás során a kiépítettségi szintek közötti kompatibilitás fontos szempont. A kiépítési változatok definiálása esetében két esetet különböztetek meg. Az egyik, amikor az adott rendszert illesztjük az IntelliSys-R rendszerhez, a másik, amikor az adott funkciót az IntelliSys-R rendszerben az új elvek mentén valósítjuk meg. A termékpaletta a digitalizációt a sínektől egészen a járműfedélzeti számítógépig felöleli.

<b>IntelliSys-R Base</b>
Meglévő állomási és vonali rendszerekből kapott adatok alapján felügyeleti funkciók ellátása.
Kiegészítő érzékelők és illesztések kialakítása a hagyományos és az új rendszer között, amivel az adatgyűjtés teljesé tehető.
Állomási megjelenítés.
<b>IntelliSys-R Base+</b>
Jármű követés RFID rendszer használatával.
Felügyeleti funkciók ellátása.
Megjelenítés az állomásokon és irányítóközpontban is.
Állomási utastájékoztató automatikussá tétele.
<b>IntelliSys-R Normal</b>
<i>Állomási biztosítóberendezési funkciók (vonatvágányutas)</i>
állomási sorompó
védelmi berendezések
<i>Vonali biztosítóberendezési funkciók</i>
önműködő térközbiztosítóberendezés
önműködő vonali útátjáró fedező berendezések
Központi Forgalom Ellenőrző funkciók megvalósítása
FET (Felsővezeteki Energia Távvezérlő) illesztése
<b>IntelliSys-R Advanced</b>
Állomási biztosítóberendezési funkciók (vonat- és tolatóvágányutas)
EVM -120 75 Hz-es jelfeladással (emelt sebesség is – 160 Km/h) illesztése
Központi Forgalom Irányító funkciók megvalósítása
ETCS L1 illesztése
<b>IntelliSys-R Evolution</b>
ETCS L2 (European Train Control System: Európai Egységesített Vonatbefolyásoló Rendszer) illesztése
GSM-R illesztés
ERTMS, FOR illesztése
ETML illesztése
<b>IntelliSys-R Vision</b>
ETCS L3 illesztése
ATO - Automatic Train Operation
Hőnfutásjelző berendezés
Áramszedő vizsgáló berendezés
Dinamikus kerékterhelésmérő
Kerékprofil, nyomkarima ellenőrző berendezés
Rakszelvény figyelő berendezés
<b>IntelliSys-R Supernatural</b>
GoA4 szintű, teljeskörű automatizáltság. Intelligens vasúti járművek.
UTO - Unattended Train Operation

7.1. táblázat. Az IntelliSys-R kiépítési változatai



## 8. IRODALMI HIVATKOZÁSOK LISTÁJA/ IRODALOMJEGYZÉK

- [1] P. Holicza and D. Tokody, 'Field of Challenges: A Critical Analysis of the Hungarian SME Sector within the European Economy', *Hadmernok*, vol. 3, no. September, pp. 110–120, 2016.
- [2] G. K. Kiss Leizer and D. Tokody, 'Radiofrequency Identification by using Drones in Railway Accidents and Disaster Situations', *Interdiscip. Descr. Complex Syst. INDECS*, vol. 15, no. 2, pp. 114–132, 2017.
- [3] D. Tokody, D. Maros, G. Schuster, and Z. Tiszavölgyi, 'Communication-based Intelligent Railway - Implementation of GSM-R System in Hungary', in *SAMI 2016 - IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics - Proceedings*, 2016, pp. 99–104.
- [4] D. Tokody, G. Schuster, and P. Holicza, 'Development of the Infocommunication System for the Intelligent Rail Transport System of Dangerous Goods in', in *International Conference on Applied Internet and Information Technologies.*, 2016, pp. 321–332.
- [5] D. Tokody and F. Flammini, 'Smart Systems for the Protection of Individuals', *Key Eng. Mater.*, vol. 755, pp. 190–197, 2017.
- [6] T. Kovács, Z. Nyikes, and D. Tokody, 'Komplex monitoring-rendszer használata vasúti felépítmény vizsgálatában az Ipar 4.0-hoz', in *XVII. Műszaki Tudományos Ülésszak*, 2017, pp. 151–162.
- [7] A. Rodić, G. Mester, and I. Stojković, 'Qualitative Evaluation of Flight Controller Performances for Autonomous Quadrotors', in *Intelligent Systems: Models and Applications*, E. Pap, Ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 115–134.
- [8] G. Mester, S. Pletl, G. Pajor, and I. Rudas, 'Adaptive Control of Robot Manipulators with Fuzzy Supervisor Using Genetic Algorithms', in *Proceedings of International Conference on Recent Advances in Mechatronics*, 1995, pp. 661–666.
- [9] G. Mester, S. Plet, G. Pajor, and Z. Jeges, 'Flexible planetary gear drives in robotics', in *Proceedings of the 1992 International Conference on Industrial Electronics, Control, Instrumentation, and Automation*, 1992, pp. 646–649 vol.2.
- [10] S. Laghari and M. A. Niazi, 'Modeling the Internet of Things, Self-Organizing and Other Complex Adaptive Communication Networks: A Cognitive Agent-Based Computing Approach', *PLoS One*, vol. 11, no. 1, p. e0146760, Jan. 2016.
- [11] Z. Nyikes and Z. Rajnai, 'The Big Data and the relationship of the Hungarian National Digital Infrastructure', in *Proceedings on Applied Internet and Information Technologies*, 2015, pp. 7–12.
- [12] D. Tokodi, G. Schuster, and J. Papp, 'The challenges of the intelligent railway network implementation', in *3rd International Conference and Workshop Mechatronics in Practice and Education - MECHEdu 2015.*, 2015, pp. 179–185.
- [13] F. D. Priscoli *et al.*, 'Ensuring cyber-security in smart railway surveillance with {SHIELD}', *IJCCBS*, vol. 7, no. 2, pp. 138–170, 2017.
- [14] C. L. Magee and O. L. de Weck, 'Complex System Classification', *INCOSE Int. Symp.*, vol. 14, no. 1, pp. 471–488, 2004.
- [15] G. K. Kiss Leizer, 'Possible Areas of Application of Drones in Waste Management during Rail Accidents and Disasters', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 360–368, 2018.
- [16] D. Simonyi and T. Kovács, 'Brain-Computer Interface-Based Feasibility of Entering Customer Code on Ticket Vending Machines', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 350–359, 2018.
- [17] G. Liebmann, L. Hanka, and G. Schuster, 'Probabilistic Approach and Fuzzy System Based Support of the Railway Stations' Smart Security System', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 342–349, 2018.
- [18] P. M. Hell and P. J. Varga, 'Accurate Radiofrequency Identification Tracking in Smart City Railways by Using Drones', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 333–341, 2018.
- [19] A. Albini, D. Tokody, and Z. Rajnai, 'The Categorization and Information Technology Security of Automated Vehicles', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 327–332, 2018.
- [20] A. Szabó, E. Szucs, and T. Berek, 'Illustrating Training Opportunities Related to Manpower Facility Protection through the Example of Máv Co.', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 320–326, 2018.
- [21] M. Kiss and L. Muha, 'The Cybersecurity Capability Aspects of Smart Government and Industry 4.0 Programmes', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 313–319, 2018.
- [22] A. Nemes, G. Mester, and T. Mester, 'A Soft Computing Method for Efficient Modelling of Smart Cities Noise Pollution', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 302–312, 2018.
- [23] D. Dobrilovic, 'Networking Technologies for Smart Cities: An Overview', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 408–416, 2018.

- [24] J. Simon and G. Mester, 'Critical Overview of the Cloud-Based Internet of Things Pilot Platforms for Smart Cities', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 397–407, 2018.
- [25] D. Tokody, A. Albini, L. Ady, Z. Rajnai, and F. Pongrácz, 'Safety and Security through the Design of Autonomous Intelligent Vehicle Systems and Intelligent Infrastructure in the Smart City', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 384–396, 2018.
- [26] P. Holicza and E. Kédena, 'Smart and Secure? Millennials on Mobile Devices', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 376–383, 2018.
- [27] J. I. Mezei and K. Lázanyi, 'Are We Ready for Smart Transport? Analysis of Attitude Towards Public Transport in Budapest', *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 3A, pp. 369–375, 2018.
- [28] S. G. Tzafestas, *Advances in Intelligent Systems*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1999.
- [29] F. Flammini, Ed., *Resilience of Cyber-Physical Systems*. Springer International Publishing, 2019.
- [30] D. Tokody, J. Papp, and G. Schuster, 'Az intelligens vasúti közlekedési rendszer megvalósításának néhány kérdése', in *Tavaszi szél 2015 Konferenciakötet*, Eger, Budapest: Líceum Kiadó, Doktoranduszok Országos Szövetsége, 2015, pp. 447–461.
- [31] S. Monil, P. Sanket, V. Soamil, and K. Jigar, 'Smart Railway Network', *Int. J. Electron. Commun. Eng.*, vol. 2, no. 4, pp. 131–138, 2013.
- [32] Smart Rail World, 'The Future of Asian Rail'. p. 10, 2014.
- [33] J. Grippenkov, B. Jäger, and A. Naumann, 'Nutzerzentrierte Systemgestaltung am Fahrdirnenleiterarbeitsplatz', *Signal+ Draht*, vol. 105, no. 11, pp. 20–24, 2013.
- [34] 'Biztonság és biztonságstudomány'. [Online]. Elérhető: [https://bdi.uni-obuda.hu/sites/default/files/oldal/csatolmany/a\\_biztonsag\\_es\\_biztonsagtudomany\\_ertelmezese.pdf](https://bdi.uni-obuda.hu/sites/default/files/oldal/csatolmany/a_biztonsag_es_biztonsagtudomany_ertelmezese.pdf). [Letöltve: 2017.12.19.].
- [35] 'Safety and Security Science'. [Online]. Elérhető: <https://www.tudelft.nl/en/tpm/about-the-faculty/departments/values-technology-and-innovation/sections/safety-and-security-science/>. [Letöltve: 2017.12.19.].
- [36] '1874. évi XVIII. törvénycikk a vaspályák által okozott halál vagy testi sértés iránti felelősségről'. [Online]. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/ezer-ev-torveny?docid=87400018.TV&searchUrl=/ezer-ev-torvenyei%3Fpagenum%3D29>. [Letöltve: 2017.12.19.].
- [37] '2013. évi V. törvény a Polgári Törvénykönyvről'. [Online]. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1300005.TV>. [Letöltve: 2017.12.19.].
- [38] L. Pokorádi, 'Technikai rendszerek megbízhatósága és biztonsága', *Szolnoki Tudományos Közlemények*, vol. XIII, pp. 1–12, 2009.
- [39] Z. Dudás, 'A repülési biztonságkultúra fejlesztésének lehetőségei a Magyar Honvédség légierijében különös tekintettel az emberi tényező formálására', 2007.
- [40] W. Sammouri, 'Data mining of temporal sequences for the prediction of infrequent failure events : application on floating train data for predictive maintenance', 2015.
- [41] J. Reason, 'Achieving a safe culture: Theory and practice', *Work Stress*, vol. 12, no. 3, pp. 293–306, Jul. 1998.
- [42] Európai Parlament és a Tanács, 'Az Európai Parlament és Tanács (EU) 2016/798 irányelve (2016. május 11.) a vasútbiztonságról', *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, pp. 102–149, 2016.
- [43] B. Torda, 'Minőség és megbízhatóság'. [Online]. Elérhető: [http://www.sze.hu/~torda/aut/Bizt\\_mech\\_rsz\\_12s.pdf](http://www.sze.hu/~torda/aut/Bizt_mech_rsz_12s.pdf). [Letöltve: 2017.12.19.].
- [44] 'MSZ EN 50128:2011 - Vasúti alkalmazások. Távközlési, biztosítóberendezési és adatfeldolgozó rendszerek. Szoftverek vasúti vezérlő- és védelmi rendszerekhez'. 2011.
- [45] The Guardian, 'Boeing employee raised concern over Max sensor three years before crashes, email shows', 2019. [Online]. Elérhető: <https://www.theguardian.com/business/2019/oct/30/boeing-hearings-dennis-muilenburg-737-max-sensor>. [Letöltve: 2019.11.19.].
- [46] D. Tokody, G. Schuster, and J. Papp, 'Study of how to implement an intelligent railway system in Hungary', in *Intelligent Systems and Informatics (SISY), 2015 IEEE 13th International Symposium on*, 2015.
- [47] L. von Bertalanffy, *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller, 1969.
- [48] K. E. Boulding, 'General Systems Theory—The Skeleton of Science', *Manage. Sci.*, 1956.
- [49] H. Sillitto *et al.*, 'What do we mean by “ system ”? - System Beliefs and Worldviews in the INCOSE Community', 2018, no. June, p. 17.
- [50] D. Tokody and F. Flammini, 'The intelligent railway system theory', *Int. Transp. is a Spec. Ed. Int. Verkehrswesen, ISSN 0020-9511*, vol. 69, no. 1, pp. 38–40, 2017.

- [51] C. E. Shannon, 'A Mathematical Theory of Communication', *Bell Syst. Tech. J.*, vol. 27, no. 3, pp. 379–423, 1948.
- [52] A. M. Turing, 'Computing Machinery and Intelligence', *Mind*, vol. 59, no. 236, pp. 433–460, 1950.
- [53] M. R. Quillian, *Semantic Memory*. Cambridge, 1966.
- [54] C. Gershenson and M. A. Niazi, 'Multidisciplinary applications of complex networks modeling, simulation, visualization, and analysis', *Complex Adapt. Syst. Model.*, vol. 1, no. 1, p. 17, 2013.
- [55] M. A. Niazi and A. Hussain, 'Complex Adaptive Systems', in *SpringerBriefs in Cognitive Computation*, Springer, Dordrecht, 2013, pp. 21–32.
- [56] D. Tokody and G. Schuster, 'Driving Forces Behind Smart City Implementations - The Next Smart Revolution', *J. Emerg. Res. Solut. ICT*, vol. 1, no. 2, pp. 1–16, 2016.
- [57] G. Schuster, D. Tokody, and I. J. Mezei, 'Software Reliability of Complex Systems Focus for Intelligent Vehicles', in *Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME) - Vehicle and Automotive Engineering*, K. Jármay and B. Bolló, Eds. Miskolc: Springer Heidelberg, 2017, pp. 309–321.
- [58] D. Tokody, I. J. Mezei, and G. Schuster, 'An overview of autonomous intelligent vehicle systems', in *Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME) - Vehicle and Automotive Engineering*, K. Jármay and B. Bolló, Eds. Miskolc: Springer Heidelberg, 2017, pp. 287–307.
- [59] D. Tokody and G. Shuster, 'I2 - Intelligent Infrastructure', in *Fifth International Scientific Videoconference of Scientists and PhD. students or candidates*, 2015, pp. 121–128.
- [60] D. Tokodi, G. Schuster, and J. Ihász, 'SMART Rail technológiák lehetőségei, az intelligens vasúti hálózatok kialakításának kérdései', *Vez. Világa Magy. vasúttechnikai Szle.*, vol. XIX, no. 2, pp. 11–15, 2014.
- [61] D. Tokody, P. Holicza, and M. Tor, 'Der Weg zur digitalen Strategie', *Int. Verkehrswes.*, vol. 70, no. 3, pp. 65–67, 2018.
- [62] B. Iantovics and C. Enăchescu, 'Intelligent Complex Evolutionary Agent-Based Systems', in *AIP Conference Proceedings*, 2009, pp. 116–124.
- [63] L. B. Iantovics, A. Gligor, and V. Georgieva, 'Detecting Outlier Intelligence in the behavior of intelligent coalitions of agents', in *2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2017, pp. 241–248.
- [64] D. Tokody and F. Flammini, 'The intelligent railway system theory', *Int. Transp. is a Spec. Ed. Int. Verkehrswesen, ISSN 0020-9511*, vol. 69, no. 1, p. pp-38, 2017.
- [65] L. B. Iantovics, F. Emmert-Streib, and S. Arik, 'MetrIntMeas a novel metric for measuring the intelligence of a swarm of cooperating agents', *Cogn. Syst. Res.*, vol. 45, pp. 17–29, 2017.
- [66] B. Ning, T. Tang, Z. Gao, F. Yan, and D. Zeng, 'Intelligent railway systems in China', *IEEE Intell. Syst.*, vol. 21, no. 5, pp. 80–82, 2006.
- [67] M. Niazi and A. Hussain, 'Agent-based computing from multi-agent systems to agent-based models: a visual survey', *Scientometrics*, vol. 89, no. 2, pp. 479–499, Nov. 2011.
- [68] J. Hornyacsek, 'A tudományos kutatás elméleti és gyakorlati kérdései (A tudományos kutatás folyamata)', *Műszaki Katonai Közöny*, vol. 2, pp. 17–43, 2013.
- [69] D. Mándoki, '1. kutatómódszertani alapok prezentáció' . .
- [70] M. Saunders, P. Lewis, and A. Thornhill, *Research Methods for Bus Stds 5th Edition 2017* . .
- [71] E. Szücs, 'A modellezés módszere', Adalékok a technikai műveltséghez, 2005. [Online]. Elérhető: <http://web.axelero.hu/eszucs7/modell/Modellezmodszere.htm>. [Letöltve: 2018.09.12.].
- [72] N. Lászlóné, K. Erzsébet, P. Attila, V. Gábor, and B. N. Mária, 'A természettudományos gondolkodás online diagnosztikus értékelése', in *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*, B. Csapó, E. Korom, and G. Molnár, Eds. Budapest: Oktatókutatási és Fejlesztő Intézet, 2015, pp. 35–116.
- [73] Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Hivatal, *Frascati kézikönyv*. 2002.

## 9. ÉRTEKEZÉSEL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓIM

### Nemzetközi szakfolyóiratban megjelent tudományos folyóiratcikk Scopusban vagy WoS-ban indexelt

- [S1] D. Tokody, M. Tor, E. Szűcs, F. Flammini, L. B. Iantovics, 'On the Development of Intelligent Railway Information and Safety Systems: An overview of current research', **Interdisciplinary Description of Complex Systems**, vol. 16, no. 1, pp. 176–185, 2018. **WoS: 000431068300014**
- [S2] L. B. Iantovics, M. A. Niazi, A. Gligor, S. M. Szilágyi, M. Dehmer, F. Emmert-Streib, D. Tokody, 'CoopRA Algorithm for Universal Characterization of the Experimental Evaluation Results of Cooperative Multiagent Systems.', **BRAIN: Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience**, vol. 9, no. 3, pp. 37–49, 2018. **WoS: 000443318100004**
- [S3] L. B. Iantovics, A. Gligor, M. A. Niazi, A. I. Biro, S. M. Szilagy, D. Tokody, 'Review of Recent Trends in Measuring the Computing Systems Intelligence', **BRAIN: Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience**, vol. 9, no. 2, pp. 77–94, 2018. **WoS:000435398100007**
- [S4] D. Tokody, 'Digitising the European industry - holonic systems approach', **Procedia Manufacturing**, vol. 22, pp. 1015–1022, 2018. **Scopus: 85049255722, WoS: 000456199200142**
- [S5] D. Tokody, A. Albini, L. Ady, Z. Rajnai, F. Pongrácz, 'Safety and Security through the Design of Autonomous Intelligent Vehicle Systems and Intelligent Infrastructure in the Smart City', **Interdisciplinary Description of Complex Systems**, vol. 16, no. 3A, pp. 384–396, 2018. **WoS: 000454599400011**
- [S6] D. Tokody, I. J. Mezei, G. Schuster, 'An overview of autonomous intelligent vehicle systems', in **Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME) - Vehicle and Automotive Engineering**, K. Jármái és B. Bolló, Szerk. Miskolc: Springer Heidelberg, 2017, pp. 287–307. **Scopus: 85029188872, WoS: 000413478000027**
- [S7] G. Schuster, D. Tokody, I. J. Mezei, „Software Reliability of Complex Systems Focus for Intelligent Vehicles”, in **Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME) - Vehicle and Automotive Engineering**, K. Jármái és B. Bolló, Szerk. Miskolc: Springer Heidelberg, 2017, pp. 309–321. **Scopus: 85029188785, WoS: 000413478000028**
- [S8] D. Tokody, F. Flammini, 'Smart Systems for the Protection of Individuals', **Key Engineering Materials**, vol. 755, p. pp 190-197, 2017. **Scopus: 85033387662**
- [S9] F. Azemi, G. Šimunović, R. Lujić, D. Tokody, 'Intelligent Computer-Aided resource planning and scheduling of machining operation', **Procedia Manufacturing**, vol. 32, pp. 331–338, 2019. **Scopus: 85065648917, WoS: 000471295800047**
- [S10] F. Azemi, G. Šimunović, R. Luji, D. Tokody, Z. Rajnai, 'The Use of Advanced Manufacturing Technology to Reduce Product Cost', **Acta Polytechnica Hungarica**, vol. 16, no. 7, pp. 115–131, 2019. **Scopus: 85073449565, WoS: 000484659400007**

### Csak hazai társszerzőkkel és nem elsőszerzőként

- [S11] A. Albini, D. Tokody, Z. Rajnai, 'Theoretical Study of Cloud Technologies', **Interdisciplinary Description of Complex Systems**, vol. 17, no. 3A, pp. 511-519, 2019. **WoS:000488259200011**
- [S12] R. Petó, D. Tokody, Building and operating a smart city, **Interdisciplinary Description of Complex Systems**, vol. 17, no. 3A pp. 476-484, 2019. **WoS: 000488259200006**
- [S13] A. Albini, D. Tokody, Z. Rajnai, 'The Categorization and Information Technology Security of Automated Vehicles', **Interdisciplinary Description of Complex Systems**, vol. 16, no. 3, pp. 327-332, 2018. **WoS:000454599400004**
- [S14] Z. Nyikes, T. Kovács, D. Tokody, 'In situ testing of rail damages in accordance with Industry 4.0', **Journal of Physics-Conference Series**, vol. 1045, pp. 1-6, 2018. **Scopus: 85051329487**
- [S15] J. Papp, D. Tokody, F. Flammini, 'From traditional manufacturing and automation systems to holonic intelligent systems', **Procedia Manufacturing**, vol. 22, pp. 931-935, 2018. **Scopus: 85049245493, WoS: 000456199200130**

- [S16] G. K. Kiss Leizer, D. Tokody, Radiofrequency Identification by using Drones in Railway Accidents and Disaster Situations, **Interdisciplinary Description of Complex Systems**, vol. 15, no. 2 pp. 114-132, 2017. **WoS: 000410146800001**

### **Nemzetközi szakfolyóiratban megjelent tudományos folyóiratcikk**

- [S17] D. Tokody, P. Holicza, M. Tor, 'Der Weg zur digitalen Bahn: Forschung, Entwicklung und Innovation für ein Verkehrssystem von morgen', **Internationales Verkehrswesen: Fachzeitschrift für Wissenschaft und Praxis**, vol. 70, no. 3, pp. 65–67, 2018.
- [S18] D. Tokody, F. Flammini, 'The Intelligent Railway System Theory', **Internationales Verkehrswesen: Fachzeitschrift für Wissenschaft und Praxis**, vol. 69, no. 1, pp. 38–40, 2017.
- [S19] D. Tokody, G. Schuster, 'Driving Forces Behind Smart City Implementations - The Next Smart Revolution', **Journal of Emerging Research and Solutions in ICT**, vol. 1, no. 2, pp. 1–16, 2016.

### **Hazai kiadású szakfolyóiratban magyar nyelven megjelent tudományos folyóiratcikk**

- [S20] D. Tokody, 'Okos, Fenntartható és Biztonságos Városok', **Köztes-Európa Társadalomtudományi Folyóirat: A VIKEK Közleményei**, vol. 9, no. 1–2, pp. 73–81, 2017.
- [S21] D. Tokody, J. I. Mezei, G. Schuster, 'Autonóm intelligens járművek helyzete Európában', **Köztes Európa: Társadalomtudományi Folyóirat: A VIKEK Közleményei**, vol. 8, no. 1-2, pp. 199-206, 2016.
- [S22] D. Tokody, A. Albin, L. Ady, Z. M. Temesvári, and Z. Rajnai, 'Kiberbiztonság az autópárhánban', **Bánki Közlemények**, vol. 1, no. 3, pp. 71–77, 2018.
- [S23] D. Tokody, 'Az okos városok létrehozásának mozgatórugói és lehetőségei', **Lépések: A Fenntarthatóság Felé**, vol. 22, no. 2, pp. 13-15, 2017.
- [S24] D. Tokodi, G. Schuster, J. Ihász, 'SMART Rail technológiák lehetőségei, az intelligens vasúti hálózatok kialakításának kérdései: Kezdeti gondolatok', **Vezetékek Világa - Magyar Vasúttechnikai Szemle**, vol. 19, no. 2, pp. 11–15, 2014.

### **Csak hazai társszerzőkkel és nem elsőszerzőként**

- [S25] L. Ady, D. Tokody, 'Komplex rendszerek kommunikációjának hatásai és tervezési irányelvei', **Repüléstudományi Közlemények**, vol. 31, no. 2, pp. 57-66, 2019.
- [S26] A. Szabó, J. Papp, D. Tokody, 'A biztonsági szolgálat őrzésvédelmi oktatása a MÁV Zrt.-nél', **Műszaki Katonai Közlöny**, vol. 28, no. 4, p. 111-122, 2018.
- [S27] G. Schuster, G. Terpez, D. Tokody, 'Szoftver Megbízhatóság', **Repüléstudományi Közlemények**, vol. 28. no. 2, pp. 33-39, 2016.

### **Könyvrészlet**

- [S28] D. Tokody, J. Papp, L. B. Iantovics, F. Flammini, 'Complex, Resilient and Smart Systems', in **Resilience of Cyber-Physical Systems**, F. Flammini, Ed. Springer International Publishing, 2019, pp. 3–24.
- [S29] D. Tokody, D. Maros, G. Schuster, Z. Tiszavölgyi, 'Communication-based Intelligent Railway - Implementation of GSM-R System in Hungary', in SAMI 2016 - IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics - Proceedings, 2016, pp. 99–104. **Scopus: 84964597602, WoS: 000381795100016**
- [S30] D. Tokody, 'Okos városok tervezése', in **A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken 2017 - Migráció, környezetvédelem - társadalom és természet**, Újvidék: Vajdasági Magyar Tudományos Társaság, 2017, pp. 437–444.

### **Csak hazai társszerzőkkel és nem elsőszerzőként**

- [S31] P. Holicza, D. Tokody, J. Papp, 'A kommunikációs és digitális felügyeleti rendszerek szükségessége a veszélyes áruk biztonságos vasúti szállításához', in **Vállalkozásfejlesztés a XXI. században 2019/2 kötet Kihívások a marketing és a menedzsment területén a XXI. században**, Óbudai Egyetem, 2019, pp. 38–45.

- [S32] M. Tor, P. Holicza, D. Tokody, 'Európai Vasúti Kutatás, Fejlesztés és Innováció', in **Folyamat - Kapcsolat - Menedzsment : PRM: Process Relationship Management**, Szent István Egyetem Egyetemi Kiadó, 2019, pp. 166–173.
- [S33] A. Albini, D. Tokody, J. Papp, 'IT-infrastruktúra informatikai biztonsági aspektusai', in **Kiberbiztonság - Cyber Security: Tanulmánykötet a Biztonságtudományi Doktori Iskola kutatásaiból**, Z. Rajnai, Ed. Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2018, pp. 127–140.
- [S34] A. Albini, D. Tokody, Z. Rajnai, 'The categorization and IT security of automated vehicles', in **Kiberbiztonság - Cyber Security : Tanulmánykötet a Biztonságtudományi Doktori Iskola kutatásaiból**, Z. Rajnai, Ed. Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2018, pp. 229–235.
- [S35] P. Holicza, D. Tokody, J. Papp, 'Európa Súlyos Vonatbalesetei: A Leggyakoribb Kiváltó Okok', in **Vállalkozásfejlesztés a XXI. században VIII./1. : Integrált vállalkozásfejlesztési megoldások**, Á. Csizsárik-Kocsir and M. Garai-Fodor, Szerk. Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, 2018, pp. 116–123.
- [S36] T. Kovács, Z. Nyikes, D. Tokody, 'Komplex monitoring-rendszer használata vasúti felépítmény vizsgálatában az Ipar 4.0-hoz', **Műszaki tudományos közlemények 6.**, pp. 151–162, 2017.

#### **Konferenciaközlemény folyóiratban vagy konferenciakötetben**

- [S37] D. Tokody, I. J. Mezei, 'Creating smart, sustainable and safe cities', in **2017 IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)**, 2017, pp. 000141–000146. **Scopus: 85040197537, WoS: 000427311500025**
- [S38] D. Tokody, 'Vasúti kutatások az európai vasúti ágazat versenyképessége', in **Műszaki Tudományos Közlemények 7. A XXII. Fial Műszakiak Tudományos Ülészak**, 2017, pp. 375–378.
- [S39] D. Tokody, G. Schuster, P. Holicza, 'Development of the Infocommunication System for the Intelligent Rail Transport System of Dangerous Goods in', in **International Conference on Applied Internet and Information Technologies**, 2016, pp. 321–332.
- [S40] D. Tokody, P. Holicza, G. Schuster, 'The smart mobility aspects of intelligent railway', in **SACI 2016 - 11th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics**, Proceedings, 2016, pp. 323–326. **Scopus: 84981320767, WoS: 000387119900058**
- [S41] Tokody D., 'Okos mobilitás', in **Műszaki Tudományos Közlemények 5. A XXI. Fial Műszakiak Tudományos Ülészak Előadásai**, 2016, pp. 401–404.
- [S42] D. Tokodi, G. Schuster, J. Papp, 'The challenges of the intelligent railway network implementation', in **3rd International Conference and Workshop Mechatronics in Practice and Education - MECHEDU 2015.**, 2015, pp. 179–185.
- [S43] D. Tokody, G. Schuster, J. Papp, 'Smart City, Smart Infrastructure, Smart Railway', in **International Conference on Applied Internet and Information Technologies: ICAIT 2015**, 2015, pp. 231–258.
- [S44] D. Tokody, J. Papp, G. Schuster, 'Az intelligens vasúti rendszer megvalósításának elméleti és technológiai háttere', in **Tanulmánykötet a 6. Báthory - Brassai nemzetközi konferencia előadásaiból**, Budapest, 2015, pp. 335–348.
- [S45] D. Tokody, G. Schuster, 'I2 - Intelligent Infrastructure', in **Fifth International Scientific Videoconference of Scientists and PhD. students or candidates**, 2015, pp. 121–128.
- [S46] D. Tokody, G. Schuster, J. Papp, 'Study of how to implement an intelligent railway system in Hungary', in **2015 IEEE 13th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)**, 2015. **WoS: 000376677600037**
- [S47] D. Tokody, G. Schuster, 'ITS (Intelligent Transportation Systems) szerepe a vasúti kritikus infrastruktúra védelmében', in **IESB 2014 : Nemzetközi Gépész és Biztonságtechnikai Szimpózium**, 2014.
- [S48] D. Tokody, 'Az IIVR projekt: integrált intelligens vasútfelügyeleti rendszer kifejlesztése', in **Okos Közlekedési Tudományos Konferencia 2019.**, Doktoranduszok Országos Szövetsége Műszaki Tudományok Osztály, 2017, p. 19.

## További tudományos művek

### Hazai kiadású szakfolyóiratban idegen nyelven megjelent tudományos folyóiratcikk, csak hazai társszerzőkkel és nem elsőszerzőként

[S49] P. Holicza, D. Tokody, 'Field of Challenges: A Critical Analysis of the Hungarian SME Sector within the European Economy' **Hadmérnök**, vol. 11, no. 3 pp. 110-120. , 11 p. (2016)

### Könyvek szerkesztőként

- [S50] D. Tokody (szerk.), E. Balla, Esztella (szerk.), K. Németh (szerk.), **Okos Közlekedési Tudományos Konferencia 2019.: Absztraktkötet**. Doktoranduszok Országos Szövetsége Műszaki Tudományok Osztály, 2019. 19 p. ISBN: 9786155586385
- [S51] D. Tokody (szerk.), N. Tokodyné, Szabadi (szerk.), Z. Tokodi(szerk.), **European Smart, Sustainable and Safe Cities Conference 2019 Abstract Book**, Budapest, Doktoranduszok Országos Szövetsége, 2019. 32 p. ISBN: 9786155586354
- [S52] D. Tokody (szerk.), N. Tokodyné, Szabadi (szerk.), **Smart, Sustainable and Safe Cities Conference 2018 Abstract Book**, Doktoranduszok Országos Szövetsége, 2018. 40 p. ISBN: 9786155586279
- [S53] G. Keresztes (szerk.), Zs. Kohus (szerk.), K. P. Szabó (szerk.), D. Tokody (szerk.), **Tavaszi Szél Konferencia 2017: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia: Absztraktkötet**, Doktoranduszok Országos Szövetsége, 2017. 477 p. ISBN: 9786155586149
- [S54] D. Tokody (szerk.), G. Sopková (szerk.), **Smart City Konferencia 2017 Absztraktkötet: Smart City 2017 Conference Abstract Book**, Doktoranduszok Országos Szövetsége, 2017. 38 p. ISBN: 9786155586101

## 10. TOVÁBBI PUBLIKÁCIÓIM - MTMT KÖZLEMÉNY ÉS IDÉZŐ ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZAT

Készült az MTA VI. Műszaki Tudományok Osztálya követelményeinek figyelembevételével  
Tokody Dániel táblázata, megjelenítve (2020.01.20) – részlet

Tudományos közlemények részletes számai	Magyarországon			Összesen
	Külföldön	idegen nyelven	magyarul	
	megjelent közlemények száma			
Lektorált vagy IF-os folyóiratban teljes <sup>1</sup> cikk	16	2	6	24
IF-ral (vagy várható IF-ral)	0	1	0	1
Egyszerűs IF-os vagy lektorált	1	0	1	2
Folyóiracikk ismeretlen lektoráltságú folyóiratban	6	0	5	11
Konferenciacikk folyóiratban	1	0	0	1
Konferenciacikk könyvrészletként	7	2	3	12
Könyvfejezet	2	1	5	11
Az eddigiek összesen	32	5	19	59
Konferenciakötet szerkesztőként	0	4	1	5
További még nem számolt tudományos	0	3	7	10
A tudományos közlemény teljes szövege elérhető a weben	27	2	11	40
A szerző listájában tudományos jelöléssel megadott közlemények	35	12	27	74
Nem közleményértékű				
Nem tudományos közlemények	0	0	3	3
közérdekű	0	0	2	2
ismeretterjesztő	0	0	1	1
A szerző listájának tételei összesen	35	12	30	77
Néhány további érték				
<b>Idézők<sup>2</sup></b>				
Független/összes idézők	62	/	76	
Független/összes WOS idézők	18	/	23	
Független/összes Scopus idézők	1	/	1	
Független/összes WOS vagy Scopus idézők	19	/	24	
Független/összes WOS vagy Scopus vagy GS idézők	19	/	24	
Disszertáció, egyéb típusú idézők	5	/	5	
h-index csak független hivatkozásból	4			
h-index az összes hivatkozásból	5			

Megjegyzések:

<sup>1</sup>Teljes tudományos közlemények az MTA doktori eljárásban

<sup>2</sup>Független/összes idézők között nem szerepelnek a disszertáció és az egyéb típusú idézők