



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS
TÉZISFÜZETE

BÓDI ANTAL

Közlekedésbiztonság fokozását megalapozó Komplex ITS Ökoszisztéma kialakításának kérdései

Témavezető: DR. MAROS DÓRA PHD

Tartalomjegyzék

1	Summary	3
2	A kutatás előzményei	4
3	Célkitűzések	5
4	Vizsgálati módszerek	6
5	Új tudományos eredmények.....	8
6	Az eredmények hasznosítási lehetősége	9
7	Irodalmi hivatkozások listája/ Irodalomjegyzék	11
8	Publikációk	17
8.1	A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények	17
8.2	További tudományos közlemények (opcionális)	18

1 Summary

This thesis of „Issues for development of a Complex ITS Ecosystem to improve transport safety and security” gives a proposal for the development of a transport-wide safety log for the ITS ecosystem, based on the EU Data Strategy.

The EU have set long-term guidelines aiming for Member States to optimize their transport by introducing coordinated, innovative transport technologies. The existing intelligent transport systems are mostly island-like. This requires an assessment of the integrability of existing systems and everywhere where is possible have to make the dynamic collection of all data generated by traffic systems. It needs to analyze to data usability for all entire system and for all stakeholders, even for multiple purposes, to be used with maximum consideration of GDPR considerations and fundamental cybersecurity protection issues. The inevitable digitization of transport as a whole - the proliferation of interlinked intelligent transport systems (ITS) - has important, future-oriented challenges and opportunities. Based on the widely used info communication technologies and IoT sensors, a unique digital ITS ecosystem will be created to optimize modes of transport, improve cost efficiency, reduce environmental burden, improve road safety, and provide more information, predictability and comfort for both society and individuals. The digitization of traffic and the collection data of tracking systems (as a new digital license plate) require the creation of specific legal background and regulation.

Thesis 1. *In line with European digitalisation and regulatory efforts, the data generated by ITS currently operating in an island manner are capable of creating the basis of the Complex ITS Ecosystem.*

Thesis 2. *The operational and IT security and high availability required for the digitalisation of transport can only be ensured by a sufficiently robust 5G mobile network. The usage of DSO networks to create a suitable 5G network offers a cost-effective, fast and secure solution.*

Thesis 3. *The theoretical basis of the Complex ITS Ecosystem consists of two main different parts: the Public Trusted Transport Trajectory Database and the ITS Ecosystem.*

Thesis 4. *The Complex ITS Ecosystem will allow and help for the transition from the “non-self-driving world” to the “self-driving world” and facilitates their parallel collaboration. The public trusted digitization of data related to transport trajectories will change the behavior and compliance of transport participants, thus making a major contribution to accident-free transportation.*

2 A kutatás előzményei

A digitális technológiák alkalmazása ma már a közlekedési rendszerek számos területén elterjedtek. A komplex közlekedési rendszerek kialakításában jelentős számú fejlesztés párhuzamosan zajlik, azonban még nagyon sok olyan kérdés megoldása szükséges, amely a rendszerek kockázati tényezőinek és biztonságának vizsgálatára irányul. A közlekedés digitalizációja olyan új technológiai és szabályozási kihívásokat jelent, amely fokozottan érinti a komplex közlekedési rendszerekben alkalmazott járművek és eszközök kommunikációjának biztonságát, az általuk generált adatok tárolásának és integritásának védelmét.

Az Európai Unió kiberbiztonsági stratégiája kiemelten foglalkozik a digitális rendszerek összekapcsolásának kérdéskörével, így azok sebezhetőségének vizsgálatával és kiberbiztonságának biztosításával is. Mivel a közlekedési rendszerek kritikus infrastruktúráknak számítanak, különösen nagy jelentőségű a magas rendelkezésre állásuk és a biztonságos működtetésük. Az intelligens közlekedési rendszerek (Intelligent Transportation Systems, továbbiakban ITS) kialakítása tekintetében az Európai Parlament és a Tanács hosszú távú irányelveket határozott meg, amelyek célja, hogy a tagállamok – összehangolt, innovatív közlekedési technológiák bevezetésével – optimalizálják, többet között a városok közötti forgalmát. A közlekedési rendszerek digitális integrációja révén olyan informatikai infrastruktúra jön létre, amelynek elemei közvetlenül vagy közvetve jelentős hatással lesznek egymásra.

Az intelligens közlekedési rendszerek kialakításával növelhető a közlekedésbiztonság, a személy- és teherszállítási forgalomszervezés hatékonysága, és a közlekedési hálózatok kapacitásának jobb kiaknázása. Az ITS Nemzeti jelentése külön kiemeli, hogy az intelligens közlekedési rendszerek által nyújtott potenciál kiaknázása a gazdaság erőforrás-hatékony működéséhez stratégiai fontosságúnak tekinthető [1].

A jelenleg többnyire még csak szigetszerűen működő, intelligens közlekedési rendszerek összekapcsolásával jelentősen csökkenthetők lennének az utazási és szállítási idők, a torlódások, a balesetek száma, az üzemanyag fogyasztás és a levegőszennyezés, amennyiben ezekből egy összefüggő, a jelenleginél kiterjedtebb és kontrolálhatóbb komplex ITS ökoszisztémát lehetne létrehozni.

Az eddig megvalósult ITS célok ugyan nagy előrelépést jelentenek a jövő közlekedési rendszereinek kialakításában, azonban a jövő közlekedésére – mint komplex rendszerre - másként kell gondolni, paradigmaváltásra van szükség. Kizárólagos szerepet kell kapnia a

közlekedés egészére horizontálisan kiterjedő adat digitalizációnak, ahogy más kritikus infrastruktúrát érintő területeken ez már bekövetkezett, vagy már elkezdett kialakulni. A közlekedés komplex egészébe itt beleértjük nem csak a közlekedési infrastruktúrát és a forgalom menedzseléséhez köthető informatikai rendszereket, hanem a járművek gyártásához és üzemeltetéséhez kapcsolható adatteret is különös tekintettel a közlekedésbiztonsági szempontok figyelembe vételére. Fel kell mérni a meglévő rendszerek adatintegrálhatóságát, és törekedni kell arra, hogy lehetőleg minden keletkező adat dinamikus és többcélú hasznosítása a GDPR szempontok maximális figyelembevételével történjen.

A közlekedésben az önvezetési képességek megjelenésével jelentkező új természetű kihívásokra a közlekedésbiztonság növelésével és a digitalizációval elő lehet segíteni a társadalmi elfogadottságához szükséges bizalom kialakulását és ennek következményeként a közlekedés modernizációját.

3 Célkitűzések

A Célkitűzésim közé tartozott, hogy megvizsgáljam és kidolgozzam, hogyan lehet a meglévő intelligens közlekedési rendszereket összekapcsolni és egy olyan Komplex ITS Ökoszisztémát létrehozni, amely a közlekedés egészének EU szinten közhiteles digitalizációjával képes lesz elősegíteni a társadalomnak a „nem önvezető világból” az „önvezető világba” való átvezetését, növelve a XXI. századi közlekedés iránti bizalmat és annak biztonságát.

Az ITS ökoszisztéma a közlekedésben alkalmazott infokommunikációs technológiák alkotta olyan egységes rendszer, amelynek segítségével csökkenthető a környezeti terhelés, optimalizálhatók a közlekedési módok, javítható a költséghatékonyság és a közlekedés biztonsága, növelhető a közlekedésben résztvevők informáltsága és komfortja mind társadalmi, mind pedig egyéni szempontból.

Az általam javasolt Komplex ITS Ökoszisztéma egy új közhiteles, hálózatba kötött, integrált digitális hatósági rendszer alapja lehet, amely adatvédelmi szempontból az EU GDPR, valamint az eIDAS és a NIS kötelező érvényű rendeleteinek megfelel.

Fontos megvizsgálni, hogy a Komplex ITS Ökoszisztéma kialakításában hogyan valósítható meg a közlekedésben részt vevő, mozgó és nem mozgó járművek és eszközök adatainak biztonságos kommunikációs csatornákon való továbbítása, ezek integrálhatósága és az adatrendszerek egymásra gyakorolt kölcsönhatásának elemzése. Külön elemzést igényel, hogy a kommunikációt milyen jelenleg rendelkezésre álló távközlési hálózati megoldás támogatja a

leghatékonyabb módon, különös tekintettel a szolgáltatásminőségre, a szolgáltatás elérésére és az informatikai biztonságra.

Kutatási célok összefoglalása:

- *a kialakult ITS alkalmazások kritikai elemzése;*
- *Komplex ITS Ökoszisztéma kialakításának kérdései, műszaki, jogi és társadalmi feltételrendszerének vizsgálata;*
- *a közhitelesen rögzített ITS alkalmazások által elérhető vezetői felelősség változásának vizsgálata;*
- *az EU kötelező érvényű rendeleteinek eIDAS, GDPR és NIS érvényre juttatásának kérdése a komplex ITS rendszerekben;*
- *mobil hálózati megoldások vizsgálata, különös tekintettel a szolgáltatás igénybevételének lehetőségeire és a kommunikációs csatornák informatikai biztonságára.*

4 Vizsgálati módszerek

A közlekedésbiztonság vizsgálata rendkívül összetett tevékenység, így pl. műszaki (jármű- és úttechnikai), szervezési (forgalomtechnikai), jogi-szabályozási, oktatási, ellenőrzési, egészségügyi, gazdasági és környezetvédelmi kérdés is egyben, így erre komplexen és horizontálisan irányult a kutatási módszerem. A kutatásom során feladatomban tekintettem a különböző digitalizációs modellek alkotását és az ezekhez kapcsolódó hipotézisek folyamatos fejlesztését, az új hazai és nemzetközi kutatási eredményekkel összhangban.

A kutatásaim során egyaránt éltem az indukció és a dedukció módszerével. A gyakorlati tapasztalataimat, amelyeket korábban nagy országos, globális rendszerek kialakítása során szereztem, induktív módon általánosítottam, és folyamatosan meggyőződtem arról, hogy a saját tapasztalatom ebben az esetben mennyire helytálló. Mindeközben az információbiztonság általános érvényű elveit az általam a közlekedés digitalizációjára kidolgozott esetekre, deduktív módon alkalmaztam.

Minden új rendszer felhasználhatóságát jelentősen befolyásolja a társadalmi befogadókészség, azaz a gyakorlatban használhatók-e az általánosan megfogalmazott elvek, így számos vitát és megbeszélést folytattam különböző felhasználói körökben, egyetemi előadásokhoz kapcsolódóan vagy akár online fórumokon és szakmai csoportokban egyaránt. Nagyon sok szempontot sikerült megismerni, feltárni és begyűjteni, amelyek felhasználásával a modellek finomhangolását el tudtam végezni. A jövő közlekedése és annak digitalizációja szinte

mindenkit foglalkoztat, és igen impulzív reakciókat vált ki az emberekből, a maximális elhatárolódástól a teljes azonosulásig. Igen hasznos tapasztalatot szolgáltatott ezek a megbeszélések, mert sokan, akik első reakcióként még a maximális elutasítási állásponton voltak, megismerve az ellenérveket, korábbi véleményüket módosították. A tanulság, hogy egy ilyen nagymértékű változást a közlekedésben csak a megfelelő társadalmi konszenzus alapján, széleskörben folytatott, moderált vitákat követően szabad bevezetni.

Folyamatosan figyelemmel kísértem a témához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalmat, az előzmények vizsgálatát és az azokból leszűrhető tapasztalatokat beépítettem az értekezésembe. A jelenlegi és a tervezett, nemzetközi szabályozási környezet legfontosabb elemeit, stratégiai dokumentumait és publikációit összegyűjtöttem, és feldolgoztam, valamint azokkal összehasonlító elemzéseket végeztem. Ugyancsak hasznos módszertani lehetőséget nyújtott a témában érintett, illetve analógiai szempontból érdekes, nemzetközi és hazai K-F projektekbe és kutatásokba való bekapcsolódás és az ottani tapasztalatok beépítése, elsősorban a kutatásom kibervédelmi vonatkozásaiba és a poszt-kvantum reziliencia kérdések tanulmányozásában. Nagyon előre tekintő szempontokat is figyelembe vettem a 6G, a kvantum számítástechnika és a mesterséges intelligencia együttes megjelenése alapján várható kihívások vonatkozásában [2].

5 Új tudományos eredmények

Tézis 1.

Megvizsgáltam, hogy az európai digitalizációs és szabályozási törekvésekkel összhangban, a jelenleg szigetszerűen működő intelligens közlekedési rendszerek által keltett adatok alkalmasak lehetnek egy Komplex ITS Ökoszisztéma létrehozására. Megállapítottam, hogy ezek az adatok csak akkor használhatók fel, ha biztosított a létrejövő közlekedési adattér kiberrezilienciája. [BA4] [BA5] [BA8] [BA9] [BA10] [BA12]

Tézis 2.

Megvizsgáltam a közlekedési adatok továbbításához szükséges infokommunikációs hálózatok technológiai feltételeit és lehetőségeit. Megállapítottam, hogy a közlekedés digitalizációjához szükséges üzem- és IT biztonságot, valamint a magas rendelkezésreállást kizárólag egy kellően robusztus, mindenhol elérhető homogén lefedettségű 5G hálózat biztosíthatja. Javaslatot tettem, hogy az erre alkalmas 5G hálózat kialakításához a DSO hálózatok felhasználása költséghatékony, gyors és biztonságos megoldást kínál. [BA1M] [BA1] [BA2] [BA3] [BA4] [BA5] [BA6]

Tézis 3.

Megalkottam a Komplex ITS Ökoszisztéma elvi alapjait, amely két fő részből áll: a közlekedési rendszerekhez kapcsolódó Közhiteles Közlekedési Trajektória Adatbázisból és az ITS Ökoszisztémából. Bizonyítottam, hogy az eSZIG és a duális hatósági nyomkövető segítségével a közlekedési adatok közhitelessé tehetők. Rámutattam, hogy az ITS Ökoszisztéma anonimizált trajektóriadatainak felhasználása jelentősen hozzájárul a közlekedés kiber-fizikai rendszereinek védeltségéhez és ezzel a közlekedésbiztonság növeléséhez. [BA1M] [BA2] [BA4] [BA5] [BA7] [BA8] [BA9] [BA10] [BA11] [BA12] [BA13] [BA14]

Tézis 4.

Megállapítottam és bizonyítottam, hogy az általam javasolt Komplex ITS Ökoszisztéma lehetővé teszi a „nem önvezető világból” az „önvezető világba” való átmenetet és elősegíti azok párhuzamos együttműködését. Rámutattam, hogy a közlekedés trajektóriákhoz kapcsolódó adatok közhiteles digitalizációja meg fogja változtatni a közlekedésben résztvevők viselkedését és szabálykövetését, így nagymértékben hozzá fog járulni a balesetmentes közlekedéshez.[BA2] [BA4] [BA5] [BA7] [BA9]

6 Az eredmények hasznosítási lehetősége

A Komplex ITS Ökoszisztéma és a biztonságos, nem kötött pályán is működő önvezető környezet kialakításához mielőbb újra kell értékelni az 5G fejlesztési célokat és módszereket. A közlekedés szempontjából az 5G hálózat csak akkor fog az infokommunikációs alaphálózattá válni, ha minden út mentén a megfelelő minőségben folyamatosan elérhető lesz. Ehhez célszerű lesz közcélú szolgáltatásként tekinteni az 5G alaphálózat létrehozására a megfelelő redundanciák beépítésével és ebbe beleértendő a megfelelő aktív elemek redundáns áramellátása is.

A közös európai mobilitási adattér és a Komplex ITS Ökoszisztéma közlekedési rendszerek esetén a kiberfenyegetettség minimalizálása, illetve lehetőség szerinti kizárása kiemelt feladat. Ennek érdekében olyan 5G hálózati lefedettséget kell kialakítani, amely magas rendelkezésre állással és megfelelő biztonsággal képes az adatátvitelre. Az adatok összegyűjtése és mozgatása során az adattér számára részben az 5G hálózat fogja az itt megosztott adatokból létrejövő trust space¹ (bizalmi tér) garantálását és az EU kiberbiztonsági keretrendszer szerinti tanúsíthatóságát is megteremteni. A Komplex ITS Ökoszisztéma esetén a közhitelességi és a GDPR elvárások teljesülését rendszerszinten kell garantálni. Ehhez az eIDAS szerint kell kialakítani a hozzárendelhetőséget az eID-hez (elektronikus azonosítóhoz).

További feladat, hogy a jövőben kiberbiztonsági szempontból meg kell vizsgálni az örökölt (legacy) forgalomirányító rendszerek integrálhatóságát, a közlekedésbiztonságot támogató rendszereket, illetve a járműveken belüli, aktív közlekedésbiztonsági rendszerek esetén is a mesterséges intelligencia alkalmazhatóságát kiberbiztonsági szempontból.

Az informatikai rendszerek átlagos felhasználóin kívül kiemelten kell kezelni elsősorban a privilegizált felhasználók, a rendszergazdák és az adatgazdák kiberbiztonsági tudatosságát, valamint a szabályok betartását és betartatását, mert az adatbiztonsági sérülékenységek és azok kihasználhatósága a legtöbb esetben emberi hibákra vagy mulasztásokra vezethetők vissza. A Komplex ITS Ökoszisztéma megvalósításánál erre kiemelt figyelmet kell fordítani.

A nagyvárosok közlekedését jelentősen befolyásolja, hogy általában a belvárosi területeken jóval kevesebb a parkolóhely, mint a jármű. Több kutatás is kimutatta, hogy ez a helyzet nagymértékben befolyásolja a dugók kialakulását is, hiszen a belvárosi forgalomban az autók akár 20–25 %-a is csak azért van mozgásban, mert éppen parkolóhelyet keres, és ez akár 15-20

¹ <https://www.x-ehealth.eu/trust-space-background/>

percet is eltarthat. Kifejezetten előnyös felhasználása lehet, hogy azzal, ha minden járműről anonim módon tudjuk, hogy merre van, így azt is tudhatjuk, hogy egy-egy parkoló hely foglalt vagy sem. Ezzel a parkolási rendszer teljes reformjának az alapját megteremthetjük a San Franciscói rendszerhez hasonlóan.

A kutatási eredményeim hasznosítására lehetőséget ad, hogy a Nemzeti ITS jelentésben megfogalmazott „Pilóta Nélküli Rendszerek követése közhiteles módon – ITS ökoszisztéma kialakítása” projektterv [1] megvalósítását szakmai vezetésemmel megkezdtük egy konzorcium keretében. A projekt neve „Pilóta nélküli, autonóm repülésre is képes légi járművek konfliktus kezelésére alkalmas közhiteles intelligens közlekedési rendszer (ITS) kifejlesztése” (azonosítószám: 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00215).

7 Irodalmi hivatkozások listája/ Irodalomjegyzék

- [1] ITS Nemzeti jelentés, Innovációs és Technológiai Minisztérium Budapest, 2020. augusztus
- [2] Syed Junaid Nawaz, Shree K. Sharma, Shurjeel Wyne, Mohammad N. Patwary, and Md Asaduzzaman, Quantum Machine Learning for 6G Communication Networks: State-of-the-Art and Vision for the Future, IEEE Access · April 2019, DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2909490
- [3] Daniel Albalade, and Xavier Fageda : Congestion, Road Safety, and the Effectiveness of Public Policies in Urban Areas <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/18/5092/pdf>
- [4] Á. Lindenbach, “European tendencies and co-operation in the field of ITS systems - national achievements and challenges in Hungary The objectives of European Transport Policy for 2050 National transport policy – National Transport Infrastructure Development Strategy,” vol. 11, no. 1, 2016, doi: 10.1515/sspjce-2016-0010.
- [5] Kiss Miklos, Muha Lajos, The Cybersecurity Capability Aspects of Smart Government and Industry 4.0 Programmes INTERDISCIPLINARY DESCRIPTION OF COMPLEX SYSTEMS 16 : 3 pp. 313-319. , 7 p. (2018)
- [6] Tomislav Erdelić, Tonči Carić, Martina Erdelić, Leo Tišljarić, Ana Turković, Niko Jelušić, Estimating congestion zones and travel time indexes based on the floating car data, Computers, Environment and Urban Systems, Volume 87, 2021, ISSN 0198-9715
- [7] Holló Péter - Hermann Imre: A közúti közlekedési balesetek által okozott társadalmi-gazdasági veszteségek aktualizálása, Közlekedéstudományi Szemle 63. évf. 3. sz. / 2013 22-27. p
- [8] Holló Péter: A közúti közlekedésbiztonság helyzete. „A közlekedésbiztonság aktuális kérdései – KTE-KTI Szakmai Roadshow 2014” keretében: „Közúti infrastruktúra biztonsága” c. rendezvény, Szombathely, 2014. március 26.
- [9] O M Pisareva and V A Alexeev, Organizational Aspects of Ensuring Information Security in the Framework of Creating an Intelligent Transport System in the Russian Federation, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 666 (2021) 062077, doi:10.1088/1755-1315/666/6/062077
- [10] T. Roberts, “Quantum Resilience: A Generalized Theory Tom Roberts” no. 1, pp. 1–134. 2015 researchgate.net
- [11] Szunomár Ágnes, A digitális nagy ugrás, Közgazdasági Szemle, LXVI. évf., 2019. december (1312–1346. o.)
- [12] European Commission, “Intelligent transport systems,” , [Online]. Available: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/intelligent-transport-systems_en elérhető: 2022.04.11.
- [13] N. Asselin-Miller et al., “Study on the Deployment of C-ITS in Europe : Final Report,” Dg Move, 2016, [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-c-its-deployment-study-final-report.pdf>.

- [14] Négyesi Imre, Izsó Ottó Developments of Identification and Trust Services in Public Administration through eIDAS AMERICAN JOURNAL OF RESEARCH EDUCATION AND DEVELOPMENT 2017: 3 pp. 35-47. , 13 p. (2017)
- [15] Gábor Klimkó, Péter József Kiss, József Károly Kiss The effect of the EIDAS Regulation on the model of Hungarian public administration In: Hansen, Hendrik; Müller-Török, Robert; Nemeslaki, András; Prosser, Alexander; Scola, Dona; Szádeczky, Tamás (szerk.) Central and Eastern European e|Dem, and e|Gov Days 2018 : Conference proceedings Wien, Ausztria : Facultas Verlags- und Buchhandels AG, (2018) pp. 103-113. , 11 p.
- [16] Európai Adatvédelmi Testület, 01/2020. sz. iránymutatás a személyes adatok hálózatba kapcsolt járművek és mobilitáshoz kapcsolódó alkalmazások vonatkozásában történő kezeléséről 2.0 változat Elfogadás időpontja: 2021. március 9.
- [17] Gáspár Péter, Autonóm közúti járművek irányítása 2021. április 21, Autonóm Rendszerek Nemzeti Laboratórium
- [18] Martin Steinert, Larry Leifer, Scrutinizing Gartner’s Hype Cycle Approach, PICMET 2010 Proceedings, July 18-22, Phuket, Thailand
- [19] D. Silva and D. Földes, “Autonomous Vehicle Use and Urban Space Transformation : A Scenario sustainability Autonomous Vehicle Use and Urban Space Transformation : A Scenario Building and Analysing Method,” no. March, 2021, doi: 10.3390/su13063008.
- [20] M. Bernas, B. Płaczek, W. Korski, P. Loska, J. Smyła, and P. Szymała, “A survey and comparison of low-cost sensing technologies for road traffic monitoring,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 10, pp. 1–27, 2018, doi: 10.3390/s18103243.
- [21] Y. Zguira, H. Rivano, and A. Meddeb, “Internet of bikes: A DTN protocol with data aggregation for urban data collection,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 9, pp. 1–39, 2018, doi: 10.3390/s18092819.
- [22] D. Tokodi, G. Schuster, and J. Papp, “The challenges of the intelligent railway network implementation,” *3rd Int. Conf. Work. Mechatronics Pract. Educ. - MECHEDU 2015.*, no. April 2016, pp. 179–185, 2015, [Online]. Available: <http://mechedu.vts.su.ac.rs/wp-content/uploads/2015/06/35.pdf>.
- [23] Holló Péter: Gondolatok a hazai közúti közlekedés biztonságáról A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata. 169. évfolyam – 2008/2. szám
- [24] Palkovics László, Kiberbiztonság a járműiparban, *Scientia et Securitas* 2020. 1. évfolyam, 1. szám
- [25] Car2X & C-V2X – connected vehicle pilot projects from the US, <https://www.audi.com/en/innovation/autonomous-driving/car-to-x.html> letöltve: 2022.02.14.

- [26] Gangel, Kálmán és Hamar, Zoltán és Háy, András és Horváth, Áron és Jandó, Gábor és Pataki, Márton és Szalay, Zsolt és Tettamanti, Tamás és Tihanyi, Viktor Roland és Tóth, Bálint és Varga, Balázs és Viharos, Zsolt János (2021) Modelling the ZalaZONE Proving Ground: a benchmark of State-of-the-art Automotive Simulators PreScan, IPG CarMaker, and VTD Vires. *ACTA TECHNICA JAURINENSIS*, 14 (4). pp. 488-507. ISSN 1789-6932 10.14513/actatechjaur.00606
- [27] Torok Arpad, Szalay Zsolt, Saghi Balazs, New Aspects of Integrity Levels in Automotive Industry-Cybersecurity of Automated Vehicles, *IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS* 23 : 1 pp. 383-391. , 9 p. (2022)
- [28] B. Sheehan, F. Murphy, M. Mullins, and C. Ryan, “Connected and autonomous vehicles: A cyber-risk classification framework,” *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 124, no. xxxx, pp. 523–536, 2019, doi: 10.1016/j.tra.2018.06.033.
- [29] Tuncay Ercan, Mahir Kutay, Smart cities critical infrastructure recommendations and solutions, Editor(s): John R. Vacca, *Solving Urban Infrastructure Problems Using Smart City Technologies*, Elsevier, 2021, Pages 503-541, ISBN 9780128168165
- [30] T. Specification and ETSI TS 102 940, “ITS communications security architecture and security management,” *Tech. Specif.*, vol. 1, pp. 1–29, 2012.
- [31] European Telecommunications Standards Institute, “Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Stage 3 Mapping for IEEE 1609.2,” vol. 1, pp. 1–26, 2012.
- [32] European Union Agency for Cybersecurity., *ENISA good practices for the security of smart cars.*, no. November. 2019.
- [33] ETSI (European Telecommunications Standards Institute), “ETSI TS 103 097 - Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Security header and certificate formats,” vol. 31, pp. 1–33, 2015, [Online]. Available: <http://www.etsi.org/standards-search>.
- [82] Varga Attila Károly, Hegedűs Péter, FTTH optikai hálózatok tervezése, *Multidiszciplináris tudományok*, 10. kötet (2020), 4. sz. pp. 174-181 <https://doi.org/10.35925/j.multi.2020.4.21>
- [34] Kovács László – Krasznay Csaba: Digitális Mohács – Egy kibertámadási forgatókönyv Magyarország ellen. Nemzet és Biztonság, 2010. február. p. 48. http://www.nemzetesbiztonsag.hu/cikkek/kovacs_laszlo__krasznay_csaba-digitalis_mohacs_.pdf ; letöltés: 2022.02.11.
- [35] W. Wang, M. Zhong, and J. D. Hunt, “Analysis of the Wider Economic Impact of a transport infrastructure project using an integrated land use transport model,” *Sustain.*, vol. 11, no. 2, 2019, doi: 10.3390/su11020364.
- [36] N. Sikirica, D. Špoljar, B. Lawon, and B. Rabi, “Impact of geomagnetic storm on GPS positioning performance,” *Proc. Elmar - Int. Symp. Electron. Mar.*, vol. 2018-Septe, pp. 179–181, 2018, doi: 10.23919/ELMAR.2018.8534673.

- [37] A. Novák, K. Havel, and M. Bugaj, “Measurement of GNSS signal interference by a flight laboratory,” *Transp. Res. Procedia*, vol. 35, pp. 271–278, 2018, doi: 10.1016/j.trpro.2018.12.011.
- [38] A. Stern and A. Kos, “Positioning performance assessment of geodetic, automotive, and smartphone gnss receivers in standardized road scenarios,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 41410–41428, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2856521.
- [39] Sallai, Gyula (szerk.) *Az okos város (Smart City) Budapest, Magyarország : Dialóg Campus Kiadó (2018) , 250 p. ISBN: 9786155920226 ISBN: 9786155920233*
- [40] W. Read, T. Report, and K. Takeaways, “The Forrester Wave™ : Zero Trust eXtended Ecosystem Platform Providers , Q4 2019 The Forrester Wave™ : Zero Trust eXtended Ecosystem Platform,” 2019.
- [41] Jiayu Qi and Tianhan Gao, A Privacy-Preserving Authentication and Pseudonym Revocation Scheme for VANETs, Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2020.3027718 October 8, 2020.
- [42] Peng Yang and Lingli Deng, An effective privacy protection mechanism in VANETs, MOBIMEDIA 2018, June 21-22, Qingdao, People's Republic of China, DOI 10.4108/eai.21-6-2018.2276638
- [43] Amit Pundir, Sanjeev Singh, Manish Shailani, Anil Bafila and Geetika J. Saxena, Cyber-Physical Systems Enabled Transport Networks in Smart Cities: Challenges and Enabling Technologies of the New Mobility Era, 2021, DOI 10.1109/ACCESS.2022.3147323, IEEE Access
- [44] K. A. Awan, I. Ud Din, A. Almogren, M. Guizani, and S. Khan, “StabTrust-A Stable and Centralized Trust-Based Clustering Mechanism for IoT Enabled Vehicular Ad-Hoc Networks,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 21159–21177, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2968948.
- [45] Q. E. Ali, N. Ahmad, A. H. Malik, G. Ali, and W. ur Rehman, “Issues, challenges, and research opportunities in intelligent transport system for security and privacy,” *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 10, pp. 1–24, 2018, doi: 10.3390/app8101964.
- [46] P. S. S. Selvanayaki and V. Kumarkaliappan, “Intelligent transportation cyber physical system toward comfort and safety perspective using fuzzy logic,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1362, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1362/1/012061.
- [47] Developing Cyber-Resilient Systems: A Systems Security Engineering Approach, Draft NIST Special Publication 800-160, Volume 2, <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-160v2r1-draft> , August 2021
- [48] A. Kakkar, “A survey on secure communication techniques for 5G wireless heterogeneous networks,” *Inf. Fusion*, vol. 62, no. December 2019, pp. 89–109, 2020, doi: 10.1016/j.inffus.2020.04.009.
- [49] BME-UNESCO Információs Társadalom- és Trendkutató Központjának kutatócsoportja Évesjelentése 2006. (2006) pp. 84-85. 2 p.

- [50] The 5G Infrastructure Public Private Partnership, “5G Automotive Vision,” *5G-PPP Initiat.*, pp. 1–67, 2015, [Online]. Available: <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2014/02/5G-PPP-White-Paper-on-Automotive-Vertical-Sectors.pdf%0Ahttps://5g-ppp.eu/white-papers/>.
- [51] Kis Gergely A szélessávú infrastruktúra és a szélessávú szolgáltatások nemzetgazdasági hatásai In: 16. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szeminárium és Kiállítás: Előadások gyűjteménye Budapest, Magyarország : KOPINT-DATORG Infokommunikációs Zrt., (2008) pp. 307-318. , 12 p.
- [52] BME-UNESCO Információs Társadalom- és Trendkutató Központjának kutatócsoportja Évtizedjelenés: ITTK Budapest, Magyarország: ITTK (2008) , 275 p.
- [53] Pintér Róbert, Kis Gergely Az információs társadalom és más versengő metanarratívák In: BME-UNESCO, Információs Társadalom- és Trendkutató Központjának kutatócsoportja Évtizedjelenés: ITTK Budapest, Magyarország : ITTK, (2008) pp. 5-62. , 58 p
- [54] A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI), 2020 (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-economy-and-society-index-desi-2020>); https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/S2249_92_2_499_ENG).
- [55] Gigabit Hungary Stratégia (GHS) (2020-2030) (munkapéldány)
- [56] Nemzeti Digitalizációs Stratégia (NDS) 2021-2030 tervezete (munkapéldány)
- [57] Magyar 5G Stratégia szakmai tervezete (munkapéldány)
- [58] Turóczy, A; Podonyi, G; Bodrogi, I Új megoldások alkalmazása az iparágban - Közös oszlopsoros építés másképp - Innovatív távközlési infrastruktúra-építési technológia alkalmazása a távközlési projektek támogatása érdekében, MEE Vándorgyűlés 2017.
- [59] Török Árpád, “A közlekedésbiztonságot javító intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások fejlődési lehetőségeinek, stratégiai célkitűzéseinek meghatározása,” *Ütügyi Lapok*, 4. évfolyam, 7. szám 2016. tavasz
- [60] ETSI (European Telecommunications Standards Institute), “Draft ETSI EN 302 663 v.1.2.0 - Intelligent Transport Systems (ITS); Access layer specification for Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz frequency band,” vol. 0, pp. 1–24, 2012.
- [61] ETSI (European Telecommunications Standards Institute), “TS 102 941 - V1.2.1 - ITS; Security; Trust and Privacy Management,” *ETSI Stand.*, vol. 1, pp. 1–30, 2018.
- [62] ETSI (European Telecommunications Standards Institute), “ETSI TS 103 097 - Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Security header and certificate formats,” vol. 31, pp. 1–33, 2015, [Online]. Available: <http://www.etsi.org/standards-search>.
- [63] European Partnership and Horizon Europe, “European Partnership under Horizon Europe Connected, Cooperative and Automated Mobility (CCAM),” *Ertrac*, no. May, pp. 1–58, 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.13325.54247.2.

- [64] Holló Péter: Gondolatok a hazai közúti közlekedés biztonságáról A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata. 169. évfolyam – 2008/2. szám
- [65] Farkas Zoltán, Hegedűs Ernő, Fogatolt szállítóeszközök alkalmazásának történeti áttekintése a napóleoni háborúktól a II. Világháborúig. Katonai Logisztika 2016/2. szám
- [66] Gianmarco Baldini, Luigi Sportiello, Michel Chiaramello , Vincent Mahieu, Regulated applications for the road transportation infrastructure: The case study of the smart tachograph in the European Union, *International Journal of Critical Infrastructure Protection* 21 (2018) 3–21
- [67] Z. Cai, F. Ren, J. Chen, and Z. Ding, “Vector-Based Trajectory Storage and Query for Intelligent Transport System,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, pp. 1–12, 2017, doi: 10.1109/TITS.2017.2726103.
- [68] Szádeczky Tamás Adatvédelem és adatbiztonság az elektronikus okmányoknál HADMÉRNÖK 12 : 2. különszám pp. 181-195. , 15 p. (2017)
- [69] C. Cristodaro, L. Ruotsalainen, and F. Dovis, “Benefits and limitations of the record and replay approach for GNSS receiver performance assessment in harsh scenarios,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 7, pp. 1–18, 2018, doi: 10.3390/s18072189.
- [70] Szócska Miklós, Joó Tamás, Vokó Zoltán , Bodrogi József, Demjén Tibor, A dohányzás elleni küzdelem a 2010-2014 közötti időszakban, EGÉSZSÉGPOLITIKA 2017. / 10
- [71] Mészáros Gábor: A sebességellenőrzés szerepe a baleset-megelőzésben. Hadtudományi Szemle, 2018. XI. évfolyam 2. szám.
- [72] Marco Dozza, Alessio Violin, Alexander Rasch, A data-driven framework for the safe integration of micro-mobility into the transport system: Comparing bicycles and e-scooters in field trials, *Journal of Safety Research*, 6 January 2022
- [73] S. Kaffash, A. Truong, and J. Zhu, “International Journal of Production Economics Big data algorithms and applications in intelligent transportation system : A review and bibliometric analysis,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 231, no. December 2019, p. 107868, 2021, doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107868.
- [74] C. Ducuing, “Beyond the data flow paradigm: governing data requires to look beyond data,” *Technol. Regul.*, pp. 57–64, 2020.
- [75] A. Kerman, O. Borchert, and S. Rose, “Implementing a Zero Trust Architecture,” no. March, 2020, [Online]. Available: <https://www.nccoe.nist.gov/sites/default/files/library/project-descriptions/zt-arch-project-description-draft.pdf>.
- [76] David Soldani, “5G Security : Defence-in-Depth Strategy and Zero Trust Model” pp. 1–16, 2020. <https://www.linkedin.com/pulse/5g-security-defence-in-depth-strategy-zero-trust-model-soldani/>
- [77] John P. Mello Jr., “The state of zero trust : A new normal for cybersecurity,” pp. 1–12, 2020. <https://techbeacon.com/security/state-zero-trust-new-normal-cybersecurity>
- [78] National Institute of Standards and Technology, “Zero Trust Architecture - NIST Special Publication 800-207,” *Nist*, p. 49, 2020, [Online]. Available:

<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-207-draft2.pdf>.

- [79] S. Nangare, "How a Zero Trust security model can be applied to 5G networks" pp. 1–5, 2020, <https://www.telecomstechnews.com/news/2020/jan/02/how-zero-trust-security-model-can-be-applied-5g-networks/>
- [80] L. Columbus, "How To Protect Healthcare Records In A Zero Trust World" pp. 5–9, 2020. <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2018/12/16/how-to-protect-healthcare-records-in-a-zero-trust-world/?sh=38eefedff517>
- [81] L. Columbus, "Why healthcare providers need Zero Trust Security to boost their digital initiatives," Cloud Tech News pp. 1–9, 2020. <https://www.cloudcomputing-news.net/news/2018/sep/11/healthcare-providers-zero-trust-security-digital/>
- [82] Varga Attila Károly, Hegedűs Péter, FTTH optikai hálózatok tervezése, *Multi-diszciplináris tudományok*, 10. kötet (2020), 4. sz. pp. 174-181 <https://doi.org/10.35925/j.multi.2020.4.21>
- [83] Üveges Péter – Bogárdi Péter (2019): *Önvezető és vezetést támogató technológiák közötti infrastruktúrája. Közlekedési Kultúra Napja – Siemens megoldások az autonóm közlekedésben*, Budapest, 2019. május 17. <https://docplayer.hu/156287023-Onvezeto-es-vezetest-tamogato-technologiai-kozuti-infrastrukturaja-siemens-mobility.html>

8 Publikációk

8.1 A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények

- [BA1M] Bódi Antal, Maros Dóra, "A közös európai mobilitási adattér és az ITS ökoszisztéma tanúsíthatósága" *Közlekedés és Mobilitás*, 2022, 1(1): 21–25, DOI: xxxxxxxx Megjelenés alatt
- [BA1] A. Bódi, D. Maros, "Az 5G-rendszer költséghatékony és teljes körű bevezetése és annak a fenntartható gazdaságra és a jövőtechnológiákra gyakorolt hatása," in *Fenntarthatósági terek*, 2021, pp. 208–215.
- [BA2] A. Bódi, D. Maros, "Az 5G-hálózat és a közlekedés információbiztonsági kihívásai," *HIRADÁSTECHNIKA: HÍRKÖZLÉS-INFORMATIKA*, vol. 76, no. HTE Infokom 2020, pp. 35–40, 2021.
- [BA3] A. Bódi, D. Maros, "Az 5G-rendszer költséghatékony és teljes körű bevezetése és annak a fenntartható gazdaságra és a jövőtechnológiákra gyakorolt hatása," *DUNAKAVICS*, vol. 2021.IX. évfolyam. I. szám, pp. 39–46, 2021.
- [BA4] A. Bódi, D. Maros, "Az 5G és a közlekedés digitalizációja," in *Rendészet-Tudomány-Aktualitások*, 2020, pp. 55–65.
- [BA5] A. Bódi, "Információbiztonság és a közlekedés, mint létfontosságú rendszerelem esetén," in *AZ IBTV. GYAKORLATA Éves továbbképzés az elektronikus információs rendszer biztonságáért felelős személy számára*, 2020, pp. 37–79.

- [BA6] A. Bódi, D. Maros, “Az önvezető autók és az elektromos meghajtás közlekedésbiztonsági kihívásai és lehetőségei és az 5G hálózat kapcsolata,” in Mérnöki Szimpózium a Bánkin Előadásai, 2020, pp. 95–100.
- [BA7] A. Bódi, “Az eID-vel történő hitelesítés különleges előnye a világjárványban,” BIZTONSÁGTUDOMÁNYI SZEMLE, vol. 2, no. 4, pp. 15–27, 2020.
- [BA8] A. Bódi, D. Maros, “A Komplex ITS Ökoszisztéma alapjai,” ACTA PERIODICA (EDUTUS), vol. 17, pp. 48–70, 2019.
- [BA9] A. Bódi, “A Komplex ITS Ökoszisztéma kialakítása jelenti a közlekedésbiztonság új digitális alapokra történő emelését,” in Okos Közlekedési Tudományos Konferencia 2019., 2019.
- [BA10] A. Bódi, T. Szabó, D. Maros, and L. Gáspár, “ITS ÖKOSZISZTÉMA - A KÖZLEKEDÉS EGÉSZÉNEK DIGITALIZÁCIÓJA,” in Utazás a tudományban, 2018, pp. 82–84.
- [BA11] A. Bódi, T. Szabó, D. Maros, V. Nagy, and L. Gáspár, “A Komplex ITS Ökoszisztéma kialakításának közgazdasági előnyei,” in Innovatív társadalom - Innovatív gazdaság, 2018, pp. 6–6.
- [BA12] Bódi, Antal ; Szabó, Tivadar ; Maros, Dóra THE BASES OF THE ITS ECOSYSTEM In: Zoltán, Rajnai; Peter, Schmidt; Mária, Szivosová; Pavol, Jurík (szerk.) Seventh International Scientific Videoconference of Scientists and PhD. students or candidates „Trends and Innovations in E-business, Education and Security “ : Proceedings Bratislava, Szlovákia : University of Economics in Bratislava (2018) pp. 9-12. , 3 p.
- [BA13] Éva, Beke; Antal, Bódi, “The role of drones in linking Industry 4.0 and ITS ecosystems,” in Kiberbiztonság - Cyber Security, 2018, pp. 313–327.
- [BA14] Éva, Beke ; Antal, Bódi ; Takácsné, György Katalin ; Tibor, Kovács ; Dóra, Maros ; László, Gáspár, “The role of drones in linking industry 4.0 and ITS Ecosystems,” in IEEE 18th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI 2018), 2018, pp. 191–197 doi: 10.1109/CINTI.2018.8928239.

8.2 További tudományos közlemények (opcionális)

- [BA15] A. Bódi, T. Szabó, T. Dr. Wüthl, “Drónok követése közhiteles módon,” REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK (1997-TŐL), vol. 2017, no. 2, pp. 111–118, 2017.
- [BA16] G. Sallai, P. Horváth, I. Abos, I. Bartolits, A. Bódi, and G. Huszty, “A hazai szélessávú infokommunikációs infrastruktúra fejlesztése,” HIRADÁSTECHNIKA: HÍRKÖZLÉS-INFORMATIKA, vol. 64, no. 1–2, pp. 4–17, 2009.