

# Az önvezető autózás kihívásai és biztonsági kérdései a digitális államban

Zöldy Máté\*, Szalay Zsolt, Török Árpád

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépjárműtechnológia Tanszék, Budapest

Beérkezett: 2020. október 18.; Elfogadva: 2020. október 27.

## Összefoglalás

A XXI. század első felében a korábban sok évtizeden keresztül lassan változó közlekedés gyorsított ütemben alakul át. Ez alatt a pár év alatt több változás következik be, több kihívást kell leküzdeni, mint a korábbi időszakban. Az elektromos hajtás térnyerése, új járműhasználati módok mellett a járművek autonomizálódása és összekapcsolódása jelenti az új irányokat, amelyek kihívás elé állítják nemcsak az autóiipart, hanem a járművek használóit és a szabályozókat, az államot is. Kutatásainkban az önvezető autózás jelentette kihívásokat emeljük ki a többi, röviden bemutatott trend közül, majd pedig vizsgáljuk, milyen kihívásokat támaszt a digitalizálódó állam felé az önvezetés felé elmozduló járműves technológia.

**Kulcsszavak:** önvezető autózás, kihívások, szabályozás, sérülékenységi, cyber security

## Challenges and safety, security questions of autonomous vehicles in the digital state

Máté Zöldy\*, Zsolt Szalay, Árpád Török

Budapest Technical and Economic University, Faculty of Transportation Engineering and Vehicle Engineering, Budapest, Hungary

## Summary

In the first half of the 21st century, transportation that has been slowly changing over many decades has been transforming at an accelerated rate. Over the course of these few years, there will be more changes and more challenges to overcome. For a century it was unquestionable that a vehicle is driven by a driver and its energy comes via diesel or petrol from crude oil. Today vehicles' autonomy in driving is increasing, and instead of crude oil based fuels first biocomponents and gaseous fuels appeared, and now electricity knocks at the door. The proliferation of the electric driving, the new modes of vehicle use, and the autonomy and connectivity of vehicles represent new directions that challenge not only the automotive industry, but also vehicle users and regulators, and the states. New technologies bring about new security and safety challenges as well. Most of the challenges pop up in the cyber security domain. And its result is that a closer cooperation is necessary between the automotive industry and informatics. As these two leading industrial fields have a different setup, the cooperation is energy demanding task for all participants. Modification and upgrade of the homologation process seems to be one of the potential gateways that could merge the safety requests. Improving traditionally rigid automotive homologation processes needs a lot of extended test opportunities. In our research, we highlight the challenges posed by self-driving cars and show some trends briefly, and then examine the challenges posed by vehicle technology moving towards self-driving, and towards digitizing. The certification process of the automotive industry is highlighted and modifications are proposed. We propose to extend the traditional proving ground based certification processes with special, autonomous vehicles designed processes that are partially made within the virtual reality-proving ground mixtures. A newly designed proving ground not only offers a wide range of vehicle and traffic tests for conventional, connected and automated vehicles, but can also be used to test possible prototype solutions, as well as helps to develop the type-approval process, and useful for educational purposes. Cyber security has special dimensions, newly developed test environment is necessary to validate the vehicles and their elements. A complete vehicle testing and validation center is proposed to establish for automotive cyber security features, focusing not only on known, but also on unknown vulnerabilities. It will help to develop dedicated tests to eliminate unknown vulnerabilities and potential new vulnerabilities.

**Keywords:** self-driving, challenges, regulation, vulnerability, cyber security

## Bevezetés

Az okostelefonok megjelenése – amely tulajdonképpen tekinthető a korábbi asztali számítógép és a vonalas telefon integrálódásának – már előrevetítette, hogy hamarosan a közlekedés területén is nagy változások várhatók (Zöldy 2016). Az ezredforduló környékén a tudományos társadalom még a bioüzemanyagok elterjedésében látta a legnagyobb fejlődési potenciált. Bioetanol- és biodizelgyárak épültek, és hamarosan elkezdődött ezek bekeverése az üzemanyagokba (Zöldy 2009). A trend messze nem követte a várakozásokat, bár még manapság is a motorhajtóanyagok fontos komponensei a bio- és más alternatív üzemanyagoknak, a járműipar figyelme a hibrid járművek, majd az utóbbi években az elektromos autózás felé fordult (Emőd et al. 2006). Bár már a XIX–XX. század fordulóján is volt elektromos autózás, a kőolajtermékek árának csökkenése és könnyű kezelhetősége majd 100 évre visszavetette az elektromos áram közlekedési célú, széles körű használatát. Az elmúlt évek óriási várakozásai is részben teljesülnek csak, amelynek egyik oka a járművek akkumulátorainak nagy gyártási költsége és nehézkes tölthetősége. Másik oldalon az infrastruktúra hiánya az, amely hátráltatja az elektromobilitás térnyerését (Csiszár 2019).

Az elektrotechnika, szenzorika és a számítástechnika fejlődése folytán a járművekben egyre több érzékelő, feldolgozó és beavatkozó egység jelent meg. Elterjedtek a vezetéstámogató rendszerek, amelyek fő alkalmazási okai a biztonság növelése és a kényelmi funkciók bővítése volt (Rödönyi 2014). Ezek a rendszerek egyre magasabb szintet értek el, és összekapcsolásuk révén a járművezető támogatása mellett esetenként, majd egyre több esetben, a járművezető szerepének az átvétele valósul meg. Kutatásaink ez utóbbi területre, az önvezető járművek fejlesztésére fókuszálnak és igyekeznek feltárni a járművek használatbavételéhez szükséges ún. homologációs eljárások és tesztek kritikus pontjait, illetve erre fejlesztési javaslatokat is kínálnak.

## Irodalmi áttekintés

A hagyományos homologációs folyamat fő mozgatórugója annak biztosítása, hogy csak a biztonságos járművek vehessenek részt a közúti forgalomban. A járműnek egy meghatározott piacra történő bevezetése érdekében a gyártónak hivatalosan gondoskodnia kell a járműtípus

jóváhagyásáról vagy annak megerősítéséről, különös tekintettel a vonatkozó szabályozási szabványoknak és specifikációnak való megfelelésre. Világszerte három módszer létezik (Zöldy 2018) annak tanúsítására, hogy egy újonnan forgalomba helyezendő járműtípus megfelel-e az adott térségben meghatározott szabályozási előírásoknak (1. táblázat).

1958-ban a hozták létre a Járműves Szabályok Harmonizálásának Világforumát (WP 29) az élenjáró belső égésű motorokat gyártó országok. Az ilyen jellegű harmonizált szabályozások kézzelfogható pozitív hatást gyakorolnak a közlekedés biztonságára, a környezetvédelemre vagy akár a kereskedelemre is. A WP 29 csoport kezeli a típusjóváhagyási, illetve homologációs típusú eljárásokat. Az ENSZ–EGB megközelítése szerint független, harmadik fél által kell a tanúsítási folyamatot elvégezni és az újonnan forgalomba helyezendő járműtípust jóváhagyni (típusjóváhagyás), a másik véglet az autógyártójának (OEM-nek) önHITELESÍTÉSE. Ennek során az OEM, mint a jármű gyártója kijelenti, hogy a jármű megfelel/megfelel a jogszabályok listájának, és kijelenti, hogy a közúti forgalom számára biztonságos.

A típusjóváhagyási folyamatot egy OEM-től független szervezet végzi, például a TÜV, vagy a DEKRA; akik igazolhatják, hogy az alkatrész/termék megfelel az érvényes előírásoknak és készen áll a forgalomba helyezésre. Ezt a megközelítést főként az EU-ban, Indiában és Kínában használják. Az önHITELESÍTÉS elsősorban a termékfelelősséggel kapcsolatos aggályok vizsgálatára irányuló eljárás, amely leginkább az Egyesült Államokban alkalmazott megközelítés. Ez a gyártó által kiadott tanúsításon alapul, amely garantálja, hogy a termék megfelel minden vonatkozó szabványnak.

A típusjóváhagyás ellentmondása a fejlesztés korai szakaszában az, hogy a hatósági és a szabályozási oldalon hiányoznak a technológiával kapcsolatos ismeretek. Nincsenek általánosan elfogadott tesztesési módszerek és tisztázott folyamatok, amelyek lehetővé teszik a típusjóváhagyást. A helytelen szabályozás az innováció blokkolásának következménye lehet. Valójában a tudás olyan innovatív ipari szereplők által jön létre, amelyek versenyeznek egymással a piaci pozíciókért. Az öntanúsítás rendszer magában hordozza a közbiztonság szabályozási keret nélkül történő befolyásolhatóságát, kockázatát. Jó megközelítésnek tűnik, amikor az ipari intenzív vállalatok innovációs tevékenységet folytatnak, de egy biztonságos szabályozási rendszer által határolt kereteken belül. Tulajdonképpen, ez történt Magyarországon 2017-ben (Tettamanti et al. 2016).

## Autonóm járművek jelentette kihívások

A korszerű mély neurális hálózatok, például az autonóm járművekben alkalmazott rendszerek, óriási számítási kapacitást igényelnek. A számítási képesség folyamatosan növekszik, manapság egyetlen számítógép, amelyet fejlesztési célok tesztelésére használtak, elérheti a világ

1. táblázat | A jármű megfelelőségének jelzésére szolgáló hivatalos módszerek

Módszernév	Tanúsító	Példák
Típusjóváhagyás	kormány	EU, Kína, India
Ön-tanúsítás	gyártó	USA, Kanada
Kombinált önbizonyítvány és típusjóváhagyás	kombinált	Brazília

Forrás: (Zöldy 2018)

2010-es vezető szuperszámítógépeinek számítási teljesítményét. Noha ez a fejlődés történelmi léptékben is egyedi (Sabjanics 2010), ezzel párhuzamosan nő a legújabb neurális hálózatok számítási igénye.

A számítási teljesítmény iránti növekvő igény különösen igaz a biztonsági szempontból kritikus rendszerekre, például az önvezető járművekre. Az autonóm autók esetében az érzékelési igény pontossága határozottan nagyobb, mint más iparágakban. Ezeknek a rendszereknek tökéletesen kell működniük, függetlenül az útfelület minőségétől, a láthatóságtól vagy az időjárási körülményektől (Pinchon et al. 2018).

A neurális hálózatokat reprezentatív adatkészleteken kell tanítani, hogy elérjék a szükséges megbízhatósági szintet. A felhasznált adatbázisoknak lehetőség szerint tartalmazniuk kellene az összes lehetséges vezetési, forgalmi, helyzet- és meteorológiai állapotmintát. Az előzetes számítás szerint szükség esetén a memóriaszükséglet akár száz petabájt tárolókapacitást is elérhet (Grzywaczewski 2017). Ezenkívül, a mély neurális hálózatoknak megfelelő számú paraméterrel kell rendelkezniük, hogy hatalmas adatbázisokból tanulhassanak anélkül, hogy elveszíthetnék saját korábbi tapasztalataikat (Goodfellow et al. 2016). Például, az adatbázis attribútumainak növekedése esetén a korábbi teljesítményszint eléréséhez szükséges a számítási kapacitások négyzetes növelése, amely valódi sokrétű mérnöki kihívásként azonosítható. Egyetlen grafikus feldolgozóegységen történő tanítás akár évekbe is kerülhet, eltolva a betanítási folyamat befejezését, a neurális hálózat belső kialakításától függően. Nemcsak a tanítási/tanulási folyamatot kell figyelembe venni, hanem a hálózatépítést, a tárolást és az algoritmust is.

Az autonóm és összekapcsolt járművekben alkalmazott mély neurális hálózatok számítási követelményei óriásiak. Mintaszámítások (Grzywaczewski 2017) alapján

elmondható, hogy az önvezető járművek fejlesztése és kutatása nagyszámú grafikus feldolgozó egység felhasználását fogja szükségessé tenni.

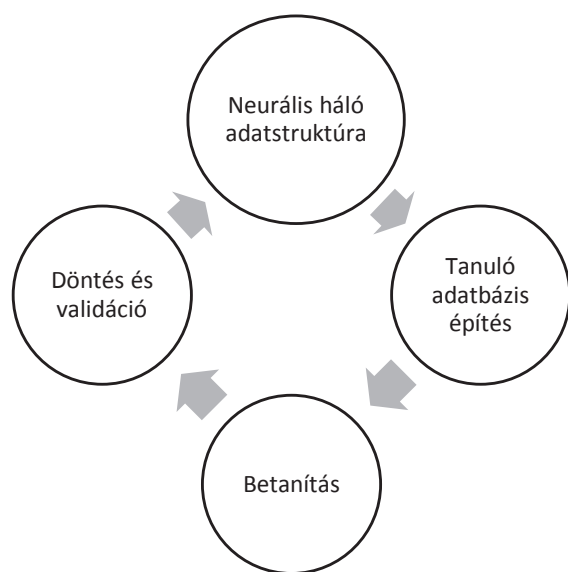
Ezzel az óriási számítási igényvel szerencsére olyan korban szembesülünk, amikor a történelem során először rendelkezésre áll a szükséges számítási teljesítmény. Ennek köszönhetően olyan összetett folyamatokat támogathatunk, mint például az önvezető járművek neurális hálózatokon alapuló döntéshozatali folyamatai. A szükséges erőforrások csak egy korlátos részét allokálhatjuk a számítási teljesítmény fedezésére. Komoly erőfeszítésekre van szükség a mély neurális hálózatok, valamint az autóiipari adatgyűjtési és -felhasználási lehetőségek optimalizálása érdekében (Wang et al. 2018).

Mint az 1. ábra mutatja, erőteljesen integrált folyamat szükséges a mesterséges intelligencia és az automatizált járművek összekapcsolásához. A mély neurális hálózatok belső struktúrájának és alkalmazhatóságának megértése kulcsfontosságú a hatékony betanítási adatkészletek létrehozásához. A terepen szerzett adatok képezik a neurális hálózatok tanításának alapját, a jól betanított hálózatok pedig a kulcsai a biztonságos és jó döntések meghozatalának az utakon.

A Bécsi Egyezmény értelmében az autonóm járművek közutakon történő tesztelése korlátozott Európában. Fentiek értelmében, egy emberi vezetőnek mindig tartózkodnia kell a járműben, és képesnek kell lennie arra, hogy átvegye a jármű irányítását. Az járműipari fejlesztési folyamatok során a járművek zárt tesztpályákon történő tesztelése és fejlesztése általánosnak mondható, ám a meglévő tesztpályák elsősorban a hagyományos járművek vizsgálatára használhatók, és nem rendelkeznek olyan speciális létesítményekkel, melyek az önvezető járművek speciális tesztelését tennék lehetővé. A hazai ZalaZONE tesztpályához hasonló, az önvezető járművek tesztelését magas szinten támogató pályából meglehetősen kevés van a világban, egyedül az Egyesült Államok (MCity) rendelkezik hasonló, releváns létesítményekkel (Szalay et al 2019).

A mesterséges intelligencia gyökerei az informatikai szektorban találhatóak. A járműipari alkalmazásukhoz, azonban kulcsfontosságú, hogy az autonóm járművekbe való beépüléskor megfeleljenek a biztonságkritikus rendszerekkel szemben támasztott elvárásoknak. Ez egy jelentős szakadék napjainkban, amelyet meg kell szüntetni, illetve az egyik legnagyobb kihívás az AI rendszerek autóiiparban történő megvalósítása.

Az említett kihívásokon túl feltétlen megemlítendő, hogy a környezeti körülményekhez való igazodás továbbra is komoly kihívást jelent az önvezető járművek számára. A járművekben található érzékelők az emberi szemhez hasonlóan működnek tiszta időben, így ködben, esőben vagy hóban nem kellően megbízhatóak. Az önvezető járművek különleges körülmények közötti tesztelésére megoldást a kritikus incidensek számának minimalizálása terén.



1. ábra | Neurális hálózatok felhasználásának egyesített folyamata az önvezető autókban

## Javasolt megoldás

Az autonóm járművek és a mesterséges intelligencia integrálása a homologizációs és önellenőrzési folyamatba történelmi lehetőség, de sok erőfeszítést igényel. Annak érdekében, hogy az autonóm járművek megjelenhessenek a közúti közlekedésben, legalább olyan biztonságossá kell ezeket a járműveket tennünk, mint a hagyományosakat. Ehhez a következő kulcsfontosságú területeket definiáltuk:

### *Autonóm járművek környezettudatossága*

Az autonóm járművek elterjedésével a szenzorrendszer és a környezet érzékelés, valamint a jármű irányítása. A kutatás célja a tényleges és az újonnan kifejlesztett autonóm rendszerek és azok forgalomra gyakorolt hatásainak vizsgálata, valamint az emberi vezetők és a korábbi rendszerek gyengeségein alapuló, az önvezetés legpontosabb és legmegfelelőbb önálló vezetési rendszereinek létrehozásához szükséges tényezők meghatározása. Ehhez szükséges olyan forgalmi helyzeteket meghatározni, amelyek problémákat okozhatnak az autonóm rendszereknél. Ezek alapján kialakított tesztkörnyezet segítségével keresni a megoldásokat a felmerült nehézségekre.

### *A követett trajektóriák továbbfejlesztése*

Az autonóm járművekben alkalmazott algoritmusok mellett ez egy másik kulcsfontosságú terület. A járműdinamika tanulmányozásával jobb modellek hozhatók létre, és pontosabb megfelelő vezérlők fejleszthetők ki. A járműdinamika jobb megértése és modellezése alapvető a szimulációk szerepének és megbízhatóságának növeléséhez, a valós életben történő tesztelés csökkentése érdekében. Az autonóm járművek normál forgalmi vizsgálati idejét csökkenteni lehet magas szintű és validált szimulációk kibővített és egyesített felhasználásával. Az APZ-vel, az autonóm járművek egyik legújabb teszt-központjának szoros együttműködésével, számos tesztterület fejlesztése – mint például városi övezetek, autópálya, vidéki utak – lehetséges szimulációs környezetben. Ezek lehetővé teszik, hogy a szimulációk után valós adatok legyenek megszerezhetők a tesztelés során.

A cikkben ismertetett problémákat felismerve számos megoldás kerül beépítésre az önvezető járművek számára készült tesztpálya fejlesztése során. A tesztpálya nemcsak a járművek és a forgalom tesztjeinek széles skáláját kínálja a hagyományos, csatlakoztatott és automatizált járművekhez, hanem lehetséges prototípus-megoldások tesztelésére is, illetve a típusjávahagyási eljárás fejlesztése és oktatási célokra is felhasználható (Szalay 2016).

A tesztpálya szerves részeként kiberbiztonsági teszt-központ is fejlesztés alatt áll. Az EU kiberbiztonsági tanúsítási keretrendszerének tagjaként kiberbiztonsági kritériumok és követelmények értékelési központja lehet.

Az új tesztközpont lehetővé tenné, illetve javítja az információcserét az ipar szereplői között, megosztja a bevált gyakorlatokat, képes elválasztani és tisztázni a kiberbiztonsági felelősséget (Kasper–Krasznay 2019). Ez egy komplett járműtesztelő és -érvényesítő központ az autópálya kiberbiztonsági funkciókhoz, nemcsak az ismert, hanem a nem ismert biztonsági résekre összpontosítva. Képes lesz arra, hogy dedikált tesztekkel dolgozzon ki az ismeretlen sérülékenységek és a potenciális új sebezhetőségek kiküszöbölésére.

## Összefoglalás

A digitális államban az autópálya valamint az infokommunikációs technológiák összekapcsolódnak és várhatóan az autonóm járművekben integrálódnak. Az eltérő minősítési és tesztelési háttér miatt azonban szükséges új minősítési eljárások kidolgozása. Az egyik fókuszterület a biztonságkritikus rendszerek vizsgálata, amelyben az autópálya komoly hagyományokkal rendelkezik, míg az információs technológia más megközelítést alkalmaz.

Véleményünk szerint elengedhetetlen az AI járművek homologizációs rendszerének kidolgozása, amelybe az információs és kommunikációs technológia elemeit be kell ágyazni. Ezeknek a rendszereknek a létrehozása kiemelten fontos, mert megteremtik a kapcsolódást a közlekedés, a járműipari és a digitális állam között. A két eltérő megközelítés együttes kezelésének kritikus tényezői a kiberbiztonsági rendszerek kezelése és a mesterséges intelligencia alapú rendszerek integrálása. Javaslatunk, hogy a felvetett kérdések megoldására egyedülálló válaszok kerüljenek kidolgozásra, amelyre a szakavatott kutatók és a speciálisan felkészített tesztpálya szoros együttműködésében kerülhet a leghatékonyabban sor.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberi Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mesterséges Intelligencia (BME FIKP-MI/FM) tématerületi programja keretében.

## Irodalom

- Csiszár, Cs. (2019) Demand Calculation Method for Electric Vehicle Charging Station Locating and Deployment, *Periodica Polytechnica – Civil Engineering* 63: 1 pp. 255–265. , 11 p. (2019)
- Emőd, I., Tölgyessi, Z. & Zöldy, M. (2006) *Alternatív Járműhajtások*, Budapest, Maróti könyvkereskedés és könyvkiadó Kft, 232 p.
- Goodfellow, I., Bengio, Y. & Courville, A. (2016) *Deep learning*. Cambridge, MA, MIT press.
- Grzywaczewski, A. (2017) Training AI for Self-Driving Vehicles: the Challenge of Scale, October 9, 2017. <https://devblogs.nvidia.com/training-self-driving-vehicles-challenge-scale/>
- Kasper, A & Krasznay, Cs. (2019) Towards Pollution-Control in Cyberspace: Problem Structure and Institutional Design in International Cybersecurity, *International and Comparative Law Review* 19: 2 pp. 76-96. Paper: 3, 20 p.

- Pinchon N., Khedher I., Cassagnol O., Nicolas A., Bernardin F., Leduc P., Tarell J.P., Brémond R., Bercier E. & Julien, G. (2016). All-weather vision for automotive safety: which spectral band? Oct. 2016, Proceeding of VISION SIA, [https://www.researchgate.net/publication/309291304\\_All-weather\\_vision\\_for\\_automotive\\_safety\\_which\\_spectral\\_band](https://www.researchgate.net/publication/309291304_All-weather_vision_for_automotive_safety_which_spectral_band)
- Rödönyi, G., Gáspár, P., Bokor, J. & Palkovics, L. (2014) Experimental verification of robustness in a semi-autonomous heavy vehicle platoon, *Control Engineering Practice* 28: 1 pp. 13-25., 13 p.
- Sabjanics, I. (2010) Az online oktatási forma alkalmazásának lehetősége a képzési struktúrában. *Gazdasági élet és társadalom*, pp. 157–163., 7 p.
- Szalay, Zs., Hamar Z. & Nyerges, Á. (2019) Novel design concept for an automotive proving ground supporting multilevel CAV development. *International Journal of Vehicle Design*, 2019 Vol.80 No.1, pp. 1–22 10.1504/IJVD.2019.105061
- Szalay, Zs. (2016) Structure and Architecture Problems of Autonomous Road Vehicle Testing and Validation. In: *Proceedings of the 15th VSDIA 2016*. Budapest, Hungary, pp. 229-236., (ISBN:978-963-313-266-1)
- Tettamanti T., Varga, I. & Szalay, Zs. (2016) Impacts of Autonomous Cars from a Traffic Engineering Perspective, *Periodica Polytechnica, Transportation Engineering*, Hungary, 44(4), pp. 244–250, 2016, DOI: 10.3311/PPtr.9464
- Wang, M., Cui, Y.R., Wang, X., Xiao, S., & Jiang, J. (2018) Machine Learning for Networking: Workflow, Advances and Opportunities. *IEEE Network*, Vol 32, 92–99. 10.1109/MNET.2017.1700200
- Zöldy, M. (2009) Automotive Industry Solutions in Response to European Legislative Emission Regulation Challenge, *Science – Future of Lithuania / Mokslas – Lietuvos Ateitis 1*: 6 pp. 33–40., 8 p.
- Zöldy, M. (2016) Új kihívások előtt az autóipar a dízelbotrány után. In: Csibi, J., Fülöp, B. (szerk.) *Országos Gépészeti Találkozó 2016*, Nagyvárad, Románia: EMT, (2016) pp. 101–105., 4 p.
- Zöldy, M. (2018) Investigation of autonomous vehicles fit into traditional type approval process. *Proceedings of ICCTE 2018 Beograd*, pp. 517–521. ISBN 978-86-916153-3-8

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID\_1)