

## DIGITÁLIS DÖNTÉSTÁMOGATÓ ESZKÖZÖK ALKALMAZÁSA A KÖZLEKEDÉSI IGAZGATÁSBAN

### APPLICATION OF DIGITAL DECISION-SUPPORT TOOLS IN TRANSPORT ADMINISTRATION

Kovács Márk\* – Czékmann Zsolt\*\*

#### Absztrakt

A tanulmány a digitális döntéstámogató eszközök, elsősorban a közlekedésszimulációs szoftverek közigazgatási alkalmazhatóságát elemzi. Vizsgálja az autonóm járművek okozta jogalkotási kihívásokat, a felelősségi kérdéseket és a hazai tesztelési környezetet. Részletesen bemutatja a közúti, vasúti, légi és vízi közlekedésigazgatásban használt speciális szimulációs technológiákat (pl. RailSys, ATCoach, RAMS Plus), rávilágítva azok nemzetközi és hazai jogi beágyazottságára. A szerzők megállapítják, hogy ezen eszközök integrálása nélkülözhetetlen a megalapozott, transzparens és jogbiztonságot garantáló hatósági döntéshozatalhoz.

*Kulcsszavak: közlekedésigazgatás, digitalizáció, döntéstámogató, szimuláció, autonóm járművek, jogi szabályozás.*

#### Abstract

This study analyses the administrative applicability of digital decision-support tools, with a focus on transport simulation software. It examines the legislative challenges, liability issues, and domestic testing environments related to autonomous vehicles. The paper details specialised simulation technologies used in the administration of road, railway, air, and maritime transport (e.g., RailSys, ATCoach, RAMS Plus), highlighting their international and national legal frameworks. The authors conclude that integrating these tools is essential for well-founded, transparent administrative decision-making that ensures legal certainty.

*Keywords: transport administration, digitalisation, decision-support, simulation, autonomous vehicles, legal regulation.*

#### Kutatási kérdés, hipotézis és hozzájárulás

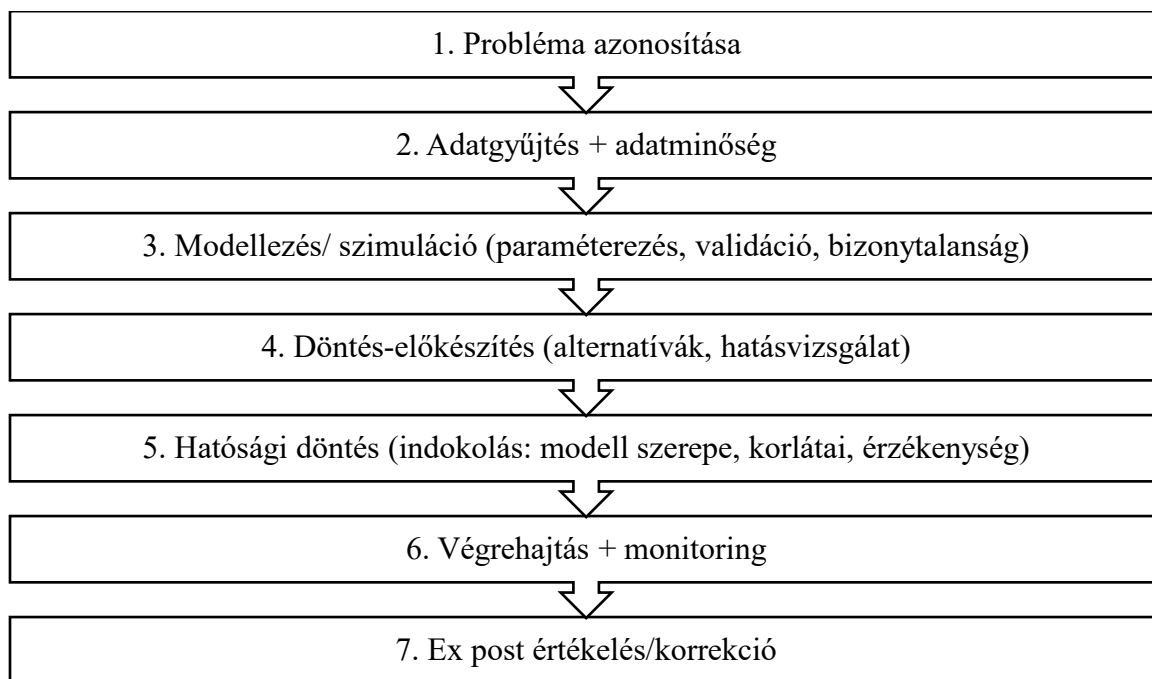
Jelen tanulmány fő kutatási kérdése a következő: milyen anyagi jogi és eljárásjogi feltételek mellett integrálhatók a közlekedésszimulációs és egyéb digitális döntéstámogató eszközök a közlekedési igazgatás hatósági döntéshozatalába úgy, hogy az a döntések megalapozottságát és transzparenciáját növelje, ugyanakkor biztosítsa a jogbiztonságot, az indokolási kötelezettség teljesülését és a felülvizsgálhatóságot.

---

\* Kovács Márk, negyedik évfolyamos hallgató, Miskolci Egyetem Állam- és Jogtudományi Kar, mark.ko.miskolc@gmail.com

\*\* Czékmann Zsolt, tanszékvezető egyetemi docens, Miskolci Egyetem Állam- és Jogtudományi Kar, Államtudományi Intézet, Közigazgatási Jogi Tanszék, zsolt.czekmann@uni-miskolc.hu

A tanulmány hipotézise szerint a szimulációs eredmények csak akkor képesek jogilag legitim módon erősíteni a döntések racionalitását és társadalmi elfogadhatóságát, ha (i) a modellezés módszertana dokumentált, (ii) a bemeneti adatok és paraméterek kontrolláltak, (iii) a validáció és bizonytalanságkezelés igazolható, továbbá (iv) az eredmények a határozati indokolásban ellenőrizhető és vitatható formában kerülnek felhasználásra. Módszertani szempontból a vizsgálat dogmatikai-elemző és összehasonlító megközelítést alkalmaz: a közúti, vasúti, légi és vízi közlekedés igazgatási-jogi sajátosságait a döntéstípusok és kockázati profilok felől rendezzi, majd ezekhez illeszti a döntéstámogató eszközök szerepét, korlátait és a szükséges eljárási garanciákat.



Ábra 1. (saját szerkesztés)

## 1. A közúti közlekedés

A közúti közlekedés igazgatásában a hatósági döntések gyakran forgalomszervezési és infrastruktúra-alakítási intézkedésekhez (pl. forgalomcsillapítás, korlátozások, jelzőlámpa-programok) és hatásvizsgálati követelményekhez kapcsolódnak. A szimuláció itt elsősorban a döntések előzetes tesztelését és arányossági igazolását segíti, különösen környezeti és biztonsági hatások tekintetében.

### 1.1. A PTV Vissim és a közúti közlekedési igazgatás kapcsolata

Elsőként a PTV Vissim<sup>1</sup> nevű szoftvert érdemes kiemelni, amely az egyik legelterjedtebb mikroszkopikus közlekedési szimulációs eszköz, széles körű alkalmazással mind a mérnöki gyakorlatban, mind a tudományos kutatásokban.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lásd: <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim> (letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>2</sup> Lásd: TETTAMANTI Tamás – CSIKÓS Alfréd – VARGA István – ELEÖD András: Iterative Calibration of VISSIM Simulator Based on Genetic Algorithm, Acta Technica Jaurinensis, 2015, 145.

A program lehetővé teszi a közlekedési infrastruktúra és a tervezett intézkedések forgalmi teljesítményének elemzését még azok megvalósítása előtt, ezáltal támogatva az optimális megoldások kiválasztását és a költséges hibák elkerülését. A PTV Vissim valóságűen képes modellezni bármilyen úthálózatot, kerékpáros- vagy közösségi közlekedési infrastruktúrát – ideértve a vasutat is.<sup>3</sup> Az általános ismertetést követően gyakorlati példákon keresztül kívánjuk szemléltetni, mi teszi a szoftvert különösen népszerűvé a közlekedésigazgatás számára, valamint azt is, hogy milyen módon járulhat hozzá e közigazgatási terület modernizációjához. Elsőként érdemes kiemelni a Széchenyi István Egyetem Járműipari Kutatóközpontja által készített esettanulmányt<sup>4</sup>, amelyben a kutatók a városi közlekedésből származó szennyezőanyag-kibocsátás minimalizálását vizsgálták. Ebben kiemelt szerepet kapott a PTV Vissim is, mivel a szennyezés mértékének pontos meghatározása<sup>5</sup> előtt elengedhetetlen volt a közlekedési folyamatok szimulációja és a forgalmi adatok elemzése. Az esettanulmány számos, közigazgatási jogi szempontból releváns következtetésre világít rá. Mindenekelőtt szemlélteti, hogy a közúti infrastruktúra fejlesztése és a városi mobilitás környezetbarát átalakítása komplex döntéshozatali és engedélyezési eljárásokat igényel, amelyekben több állami és önkormányzati szerv – például közútkezelők, közlekedési és környezetvédelmi hatóságok – összehangoltan vesznek részt. A szimulációs eszközök alkalmazása ezen eljárások előkészítésében új lehetőségeket nyit meg, különösen a környezeti hatásvizsgálatok és a települési közlekedésszabályozás területén. A városi forgalom optimalizálása nem csupán közlekedési, hanem környezeti igazgatási feladat is, mivel az alacsony kibocsátású közlekedési megoldások előmozdítása közérdekű cél. Ennek érdekében a hatóságoknak olyan jogszerű és megalapozott korlátozásokat kell alkalmazniuk, mint például a behajtási tilalmak vagy a forgalomcsillapított övezetek kijelölése<sup>6</sup>. Az esettanulmány egyúttal arra is felhívja a figyelmet, hogy a közigazgatási jognak alkalmazkodnia kell a technológiai fejlődéshez, hiszen a jövő közlekedésszabályozása mindinkább adatalapúvá és prediktív jellegűvé válik<sup>7</sup>. Ennek előfeltétele azonban a megfelelő jogi keretrendszer kialakítása, amely biztosítja az új eszközök hatékony és jogszerű alkalmazását a közigazgatási gyakorlatban.

Másodsorban egy olyan kutatást<sup>8</sup> érdemes kiemelni, amely egy integrált szimulációs környezet kialakítását mutatja be a PTV Vissim mikroszkopikus közlekedési szimulációs

---

[https://epa.oszk.hu/02500/02537/00027/pdf/EPA02537\\_acta\\_technica\\_jaurinensis\\_2015\\_02\\_145-152.pdf](https://epa.oszk.hu/02500/02537/00027/pdf/EPA02537_acta_technica_jaurinensis_2015_02_145-152.pdf)  
(letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>3</sup> PTV Vissim. <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim> (letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>4</sup> A Széchenyi István Egyetem Járműipari Kutatóközpontja *Smart City, Smart Transportation* című projektje 2.2-es K+F alprojektje. [https://www.innoteka.hu/cikk/varosi\\_kozlekedes\\_iranyitasa\\_mso\\_eszkozokkal.1050.html](https://www.innoteka.hu/cikk/varosi_kozlekedes_iranyitasa_mso_eszkozokkal.1050.html) (letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>5</sup> HORVÁTH Zoltán: Városi közlekedés irányítása MSO eszközökkel, Innotéka, Közlekedésfejlesztési Különszám, 2014. [https://www.innoteka.hu/cikk/varosi\\_kozlekedes\\_iranyitasa\\_mso\\_eszkozokkal.1050.html](https://www.innoteka.hu/cikk/varosi_kozlekedes_iranyitasa_mso_eszkozokkal.1050.html) (letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>6</sup> Az alacsony kibocsátású övezetek (*Low Emission Zones*) létrehozása már több európai városban (pl. Berlin, London) bevett gyakorlat, Magyarországon pedig egyre inkább előtérbe kerül. Jogszályi alapot biztosít például a levegő védelemről szóló 306/2010. (XII. 23.) Korm. rendelet. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1000306.kor> (letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>7</sup> Lásd: Az Európai Parlament és a Tanács 2010/40/EU irányelve (2010. július 7.) az intelligens közlekedési rendszereknek a közúti közlekedés területén történő kiépítésére, valamint a más közlekedési módokhoz való kapcsolódására vonatkozó keretről. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/40/oj/hun> (letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>8</sup> TETTAMANTI Tamás – VARGA István: Development of road traffic control by using integrated VISSIM-MATLAB simulation environment. *Periodica Polytechnica ser, Civil Eng*, 2012. <https://pp.bme.hu/ci/article/view/445/202> (letöltés ideje: 2026. január 24.).

rendszer és a MATLAB<sup>9</sup> programozási környezet összekapcsolásával. A cél egy fejlett, valós idejű forgalomirányítási megoldás tesztelése és alkalmazása volt. A PTV Vissim részletes járműviselkedés-modellezést alkalmaz, amely lehetővé teszi a forgalmi folyamatok valósághű leképezését az adott úthálózaton. A rendszer működése során folyamatosan szolgáltat forgalmi adatokat – például járműsebességeket, torlódási információkat –, amelyeket a MATLAB külső vezérlőalgoritmusai dolgoznak fel. Ezen algoritmusok előrejelzik a forgalom várható alakulását, majd ennek alapján dinamikusan optimalizálják a jelzőlámpák időzítését. A döntéseket a MATLAB visszaküldi a PTV Vissimnek, amely végrehajtja azokat a szimulációban, így folyamatos, kétirányú adatáramlás jön létre a rendszerek között. Ez az integrált megoldás lehetővé teszi, hogy a forgalomirányítás ne statikus, előre rögzített szabályok alapján működjön, hanem valós idejű adatokra reagálva, adaptív módon igazodjon a változó körülményekhez.<sup>10</sup> Közlekedésigazgatási szempontból ez a megközelítés jelentős előrelépést jelent. Az adaptív jelzőlámpa-vezérlés segítségével csökkenthetők a torlódások és a várakozási idők, ami javítja a közúti hálózat áteresztőképességét, miközben mérsékli a közlekedési eredetű környezeti terhelést – például a károsanyag-kibocsátást. Emellett az integrált szimulációs környezet rugalmas és biztonságos tesztelési keretet nyújt új forgalomirányítási stratégiák kipróbálására és finomhangolására még azok gyakorlati bevezetése előtt, ezáltal növelve mind a rendszerbiztonságot, mind a gazdaságosságot.

### *1.2. Az Eclipse SUMO és a közúti közlekedési igazgatás kapcsolata*

Az Eclipse SUMO egy ingyenesen elérhető közlekedési szimulációs szoftvercsomag, amelynek fejlesztése 2001-ben indult a Német Űrközpontban. A program lehetőséget biztosít intermodális közlekedési rendszerek – így például a közúti járműforgalom, a közösségi közlekedés és a gyalogosforgalom – modellezésére és elemzésére. A szoftvert számos kutatási projektben alkalmazták különféle tudományos és gyakorlati kérdések megválaszolására. Használatával vizsgálták például a közlekedési lámpák teljesítményét és az időzítési algoritmusok hatékonyságát, készítettek forgalmi előrejelzéseket – többek között Köln városának hatósági számára a 2005-ös pápalátogatás és a 2006-os labdarúgó-világbajnokság idején –, fejlesztettek mesterséges intelligencia alapú forgalomirányítási rendszereket, valamint elemezték a zaj- illetve légszennyezési hatásokat is.<sup>11</sup>

Ahogy látható, a PTV Vissim és a SUMO szoftverek hasonló elvek mentén működnek, és egyaránt hatékony eszközei lehetnek a közlekedésigazgatás technológiai fejlesztésének és modernizációjának. E rendszerek alkalmazása nem csupán a közlekedési infrastruktúra tervezésében és optimalizálásában jelent előrelépést, hanem jelentős jogalkotási és jogalkalmazási következményekkel is jár. Jogalkotási szempontból a forgalomszimulációs rendszerek jelentős mértékben hozzájárulhatnak az empirikus adatokon alapuló, racionális és célorientált szabályalkotás megvalósításához. A PTV Vissim és a SUMO lehetőséget teremtenek arra, hogy különféle közlekedéspolitikai intézkedések – például a sebességhatárok módosítása – hatásai előzetesen, kockázatmentes szimulációs környezetben vizsgálhatók legyenek. A jogalkalmazás területén e technológiák szintén jelentős hozzáadott értéket képviselnek, mivel növelik a hatósági munka hatékonyságát és pontosságát. A forgalmi szabályszegések – például a gyorsajtás – szimulációs elemzése révén pontosabban

<sup>9</sup> A *MATLAB* egy olyan szoftver, amely egy kellemes, könnyen használható felületet nyújt a felhasználónak, különösen akkor, ha ismétlődő elemzéseket vagy tervezési munkákat végez. <https://www.mathworks.com/products/matlab.html> (letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>10</sup> TETTAMANTI – VARGA: Development of road traffic control..., 43–49. <https://pp.bme.hu/ci/article/view/445/202> (letöltés ideje: 2026. január 24.).

<sup>11</sup> Eclipse SUMO. <https://eclipse.dev/sumo/about/> (letöltés ideje: 2026. január 24.).

meghatározható, milyen mértékű veszélyt jelentenek a közlekedés biztonságára, ami közvetve a szankciórendszer arányosságának finomhangolását is indokolttá teheti. Emellett a baleseti kockázatok térbeli modellezése lehetőséget ad a megelőző közlekedésbiztonsági intézkedések – például traffipaxok, jelzőlámpák – optimális elhelyezésére. Ennek eredményeként a jogalkalmazás preventív, megelőző jellege erősödik, ami hosszú távon hozzájárulhat a közlekedésbiztonság javításához és a közérdek hatékonyabb érvényesítéséhez.

### *1.3. Az autonóm járművek hatása a közúti közlekedésre*

A technológia dinamikus fejlődése, különösen az autonóm rendszerek megjelenése, alapvető kihívások elé állítja a jogalkotót és a jogalkalmazó hatóságokat a közúti közlekedés igazgatása és a közlekedésbiztonság szavatolása terén. Az autonóm gépjárművek olyan intelligens rendszerekként definiálhatók, amelyek humán beavatkozás nélkül, szenzoros környezetérzékelés útján képesek a szabályozott haladásra.<sup>12</sup> A továbbiakban ezen intelligens rendszerekről fogunk szót ejteni.

Az autonóm járművek globális elterjedése jelentős hatást gyakorol a közúti közlekedésről alkotott fogalmainkra, és alapvetően új perspektívákat nyit a jövő mobilitási rendszereinek kialakítása terén.<sup>13</sup> „Az Európai Unióban például már 2022-ben létrejött az autonóm közlekedés jogi szabályozása, amely lehetővé teszi a SAE 4-es szintű teljes automatizáltsággal rendelkező teherautók és buszok előre jóváhagyott útvonalakon történő közúti használatát. Németország volt a legelső, ahol a 2022. július 28-án hatályba lépett *Autonomous Driving Act and the Ordinance Regulating the Operation of Motor Vehicles with Automated* és a *Autonomous Driving Functions and Amending Road Traffic Regulations (AFGBV)* jogszabályok lehetővé tették a biztonsági sofőr jelenlétének mellőzését, ezzel egy következő szintre emelve a technológia széleskörű alkalmazását a gyakorlatban.”<sup>14</sup>

Hangsúlyozandó ugyanakkor, hogy a technológiai transzfer önmagában nem garantálja a közlekedési rendszerek optimális működését; a nem megfelelően szinkronizált alkalmazások akár kedvezőtlen hatásokat is generálhatnak. E kockázatok mérséklése érdekében elengedhetetlen, hogy a döntéshozók és közlekedési szakértők komplex, helyspecifikus hatásvizsgálatokra alapozva alakítsák ki azokat a mobilitási terveket, amelyek szervesen illeszkednek az egyes városok egyedi adottságaihoz és társadalmi-gazdasági igényeihez.<sup>15</sup>

A közlekedéstervezési szempontokon túl az autonóm járművek technológiája számos, a hatályos jogrendszert érintő komplex kérdést vet fel, tudniillik ezen rendszerek hatósági kezelhetőségének előfeltétele egy minimális fogalmi és felelősségi készlet rögzítése. A „vezető” kategória bizonytalan tartalma miatt a jogalkalmazás számára olyan funkcionális fogalmak szükségesek, amelyek a valós működési szerepeket írják le: üzembentartó/operátor (aki a szolgáltatást működteti), felügyeletért felelős személy vagy szervezet (aki beavatkozási jogkörrel és felelősséggel rendelkezik), valamint rendszerfelelős (aki a szoftver és frissítések megfelelőségét biztosítja). E fogalmak nélkül a felelősségi lánc és a hatósági kötelezés (pl.

---

<sup>12</sup> VARGA István – TETTAMANTI Tamás: A jövő intelligens járművei és az infokommunikáció hatása, Híradástechnika, Budapest, 2016, 60. [https://www.hte.hu/documents/10180/1727937/HT\\_2016-1\\_MJK2015\\_9\\_Varga\\_Tettamanti.pdf](https://www.hte.hu/documents/10180/1727937/HT_2016-1_MJK2015_9_Varga_Tettamanti.pdf) (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>13</sup> TÓTH Hilda – RIMÁN Áron: Az autonóm közlekedés jogi keretei: az MI-alapú irányítás és annak felelősségi kérdései az okos városokban - különös tekintettel a munkajogi vonatkozásokra. In: MÉLYPATAKI Gábor (szerk.): Okos városok – Szociális és társadalmi felelősség, Miskolci Egyetem Állam- és Jogtudományi Kar, 2025, 94. [https://tinlab.hu/wp-content/uploads/2025/05/Melypataki-G-szerk-Okos-varosok\\_Szocialis-es-tarsadalmi-felelosseg.pdf](https://tinlab.hu/wp-content/uploads/2025/05/Melypataki-G-szerk-Okos-varosok_Szocialis-es-tarsadalmi-felelosseg.pdf) (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>14</sup> Uo. 94.

<sup>15</sup> Uo. 94-95.

korrekció, kivonás, korlátozás) normatív alapja gyengül. A szakirodalmi diskurzusban megjelenő elméletek a mesterséges intelligencia önálló jogszerűségének lehetőségét is vizsgálják, ám a technológiai fejlődés üteme sürgetővé teszi a koherens szabályozás kidolgozását mind hazai, mind uniós szinten.<sup>16</sup>

A felelősségi minimumok másik eleme az, hogy a döntéstámogató és autonóm rendszerek esetében a hatósági eljárásban kimondható legyen: mire alapozható a rendszer „megbízhatóságának” igazolása. Ide tartozik a tesztelési környezet meghatározása, a validáció és a bizonytalanság kezelése, továbbá annak rögzítése, hogy egy adott esemény bekövetkezése esetén ki viseli a felelősséget a (i) tervezési, (ii) üzemeltetési, illetve (iii) felügyeleti mulasztásokért.

Az autonóm közlekedés szabályozási környezetének elemzésekor különbséget kell tenni a kísérleti fázisú tesztelés és a tényleges közúti használat között. Míg Németországban már megnyílt a lehetőség az „éles” üzemű alkalmazásra, addig a hazai szabályozás – elsősorban az 5/1990. és 6/1990. KöHÉM rendeleteket<sup>17</sup> módosító 11/2017. (IV. 12.) NFM rendelet<sup>18</sup> útján – jelenleg kizárólag a fejlesztési célú tesztvezetést teszi lehetővé. Ez a keretszabályozás a járművet olyan eszközként definiálja, amelyben a technikai szinttől függetlenül a tesztvezető jelenléte kötelező, aki a közlekedésbiztonság érdekében bármikor képes a manuális beavatkozásra vagy az irányítás teljes átvételére.<sup>19</sup>

A jelenlegi magyar normaanyag tehát a korlátozott és felügyelt közúti jelenlétre fókuszál; a teljes emberi közreműködés nélküli, SAE 5. szintű automatizáció<sup>20</sup> integrációja és az ahhoz kapcsolódó felelősségi alakzatok kidolgozása még várat magára.<sup>21</sup>

Tevékenység	Gyártó/fejlesztő	Üzemeltető/üzemben-tartó	Felügyeleti szereplő	Hatóság
Modell/rendszer validáció	R	A	C	I
Frissítések és verziózás	R	A	C	I
Üzemeltetési feltételek betartása	C	R/A	R	I
Incidensjelentés, adatszolgáltatás	C	R	A	I

<sup>16</sup> Uo. 100.

<sup>17</sup> 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek műszaki megvizsgálásáról, 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99000005.koh>, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99000006.koh> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>18</sup> 11/2017. (IV. 12.) NFM rendelet a közúti járművek műszaki megvizsgálásáról szóló 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet és a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről szóló 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet fejlesztési célú járművek tesztelésével összefüggő módosításáról. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1700011.NFM&timeshift=20170427&xtxtreferer=00000001.txt> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>19</sup> 11/2017. (IV. 12.) NFM rendelet 1. § (2)

<sup>20</sup> „Az önvezető járművek osztályozásának számos rendszere van. A nemzetközileg legelismerőbb az ME International (Autómérnöki Szövetség) J3016. sz. szabványa (SAE), amely 0-tól 5-ig hat szintre osztja az autók automatizálását...” HERKE Csongor: A jogtalanság mint a büntetendő cselekmény ismérve – az önvezető járművekkel kapcsolatos büntetőjogi problémák Finkey Ferenc akadémiai székfoglaló beszédének tükrében, Erdélyi Jogélet, 2021, 96. <https://www.jogélet.ro/index.php/eje/article/view/101/87&quot> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>21</sup> TÓTH – RIMÁN: Az autonóm közlekedés..., 108.

Tevékenység	Gyártó/fejlesztő	Üzemeltető/üzemben-tartó	Felügyeleti szereplő	Hatóság
Engedélyezés/felügyeleti döntés	I	C	C	R/A

Táblázat 1. Felelősségi szerepkörök (RACI)<sup>22</sup> az autonóm közlekedési rendszerek hatósági értékelésében (saját szerkesztés).

## 2. A vasúti közlekedés

A hazai szakirodalom a vasúti igazgatás alapvető célkitűzéseit három fő pillér mentén határozza meg: „a vasúti közlekedés biztonsága feletti őrködés, megfelelő vasúti közlekedési szolgáltatások biztosítása és a vasúti közlekedés területén a versenyfeltételeinek megteremtése, illetve utánzása.”<sup>23</sup> Ezen szakigazgatási prioritások hatékony érvényesítése megköveteli egy olyan korszerű technológiai és infrastrukturális környezet kialakítását, amely érdemben támogatja az ágazati szereplők operatív tevékenységét. A vasúti igazgatásban kiemelt döntéstípus a kapacitáselosztás, menetrendi és pályahasználati döntések megalapozása, valamint a biztonság és szolgáltatási minőség felügyelete. A szimuláció a döntések rendszerszintű következményeit (késési láncok, kapacitás-szűk keresztmetszetek, energiahatás) képes láthatóvá tenni, ezáltal jogilag is releváns dokumentációt támogathat.

### 2.1. Az OpenTrack szerepe a vasúti közlekedési igazgatás fejlesztésében

A vasúti igazgatás korszerűsítésének egyik kiemelkedő eszköze az OpenTrack szimulációs szoftver, amely a kilencvenes évek közepén, a svájci *ETH Zürich* kutatási projektjeként jött létre. Az OpenTrack támogatja az infrastruktúra-követelmények meghatározását, a kapacitáselemzést, a menetrendkészítést, valamint a rendszerhibák és késések hatásainak vizsgálatát.<sup>24</sup>

A szoftver gyakorlati relevanciáját reprezentálja az a tanulmány<sup>25</sup>, amely egy hipotetikus vasúti modellen vizsgálja a pályasebesség növelésének következményeit. A szerzők szimulációkkal igazolták, hogy a sebességhatár emelése az utazási idő csökkenése mellett – optimális megállási struktúra esetén – az energiafelhasználás hatékonyságát is javíthatja. Ezek az eredmények közvetlen hatással vannak a szabályozási környezetre is, mivel a sebességkorlátozások módosítása az infrastruktúra-üzemeltetők részéről alapos műszaki dokumentációt igényel<sup>26</sup>, amelyhez a szimulációs adatok hiteles alátámasztást nyújtanak. Ezen információk jelentős előnyöket kínálnak a környezetvédelmi és engedélyezési eljárásokban is, mivel pontosabb hatásvizsgálatokat tesz lehetővé a zaj- és rezgés kibocsátás terén, megfelelően

<sup>22</sup> R=Responsible, A=Accountable, C=Consulted, I=Informed

<sup>23</sup> LAPSÁNSZKY: Közigazgatási jog..., 458. [https://mersz.hu/dokumentum/wk51\\_\\_458/](https://mersz.hu/dokumentum/wk51__458/) (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>24</sup> OpenTrack. [https://www.opentrack.ch/opentrack/opentrack\\_e/opentrack\\_e.html#Introduction](https://www.opentrack.ch/opentrack/opentrack_e/opentrack_e.html#Introduction) (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>25</sup> Petr NACHTIGALL – Erik TISCHER: Efficiency of Increasing of the Track Speed Using Simulation in Opentrack, 2020.

[https://www.researchgate.net/publication/345438372\\_Efficiency\\_of\\_increasing\\_of\\_the\\_track\\_speed\\_using\\_simulation\\_in\\_Opentrack](https://www.researchgate.net/publication/345438372_Efficiency_of_increasing_of_the_track_speed_using_simulation_in_Opentrack) (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>26</sup> A sebességhatár módosítása általában pályavasúti utasítás szerinti eljárást igényel. Lásd bővebben: <https://www.mavcsoport.hu/palyavasut/szerzodesekhez-kapcsolodo-utasitasok> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

ezzel a hazai környezetvédelmi törvénynek és a vonatkozó uniós irányelveknek.<sup>27</sup> Az OpenTrack így nem csupán technikai segédlet, hanem a vasúti igazgatási és szabályozási döntések megkerülhetetlen, jogilag is releváns eszköze.

## 2.2. A RailSys szerepe a vasúti közlekedési igazgatás fejlesztésében

A vasúti közlekedésfejlesztés területén a nemzetközi szinten is meghatározó *Rail Management Consultants International GmbH* több mint két évtizede kínál innovatív megoldásokat a közlekedésirányítás és szoftverfejlesztés szegmensében. A vállalat által kifejlesztett *RailSys Software Suite* az integrált vasúti tervezés, modellezés és szimuláció egyik globális zászlóshajója, amelyet napjainkban már több mint harmincöt országban alkalmaznak.<sup>28</sup>

A vasúti rendszerek strukturális bonyolultsága és a jövőbeli kereslet bizonytalansága<sup>29</sup> miatt a tervezési folyamat során számos alternatívát kell megvizsgálni, ami nagy teljesítményű számítógépes támogatást igényel. A RailSys e kihívásokra válaszolva lehetővé teszi az infrastruktúra és a menetrendek többváltozós, forgatókönyv-alapú tervezését. A szoftver precíz moduljai révén nem csupán a menetidők számítását és a kapacitáselemzést támogatja, hanem kritikus szerepet játszik a magas költségigényű beruházási döntések megalapozásában is, minimalizálva a hibás döntések kockázatát és elősegítve a fenntartható mobilitás megvalósítását.<sup>30</sup>

A rendszer hazai alkalmazhatósága szigorú jogszabályi keretekhez kötött, melyek közül kiemelkedik a 2005. évi CLXXXIII. törvény<sup>31</sup>. Ez a jogszabály határozza meg a pályahálózat-működtetők kapacitáselosztási és menetrend-tervezési kötelezettségeit, amelyek hatékony teljesítéséhez a RailSys technológiai háttere közvetlenül hozzájárulhat. A rendszer alkalmazása továbbá szorosan kapcsolódik a MÁV Zrt. és a GYSEV Zrt. által alkalmazott hálózati üzletszabályzatokhoz<sup>32</sup>, míg az uniós 1370/2007/EK rendelet<sup>33</sup> értelmében a szoftver által generált szimulációk a közszolgáltatási szerződések gazdaságossági vizsgálatainak alapjául is szolgálhatnak.

<sup>27</sup> Lásd: 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól. <https://njt.hu/jogszabaly/1995-53-00-00>; Az Európai Parlament és a Tanács 2002/49/EK irányelve (2002. június 25.) a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=celex%3A32002L0049> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>28</sup> RailSys. <https://rmcon-int.de/en/company/> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>29</sup> A vasúti közlekedéstervezés komplexitásáról lásd: Arne HANSEN – Jörn PACHL: *Railway Timetabling and Operations*, Eurailpress, 2008. [https://www.trackomedia.com/media/e3/40/15/1742414199/978-3-96245-089-2\\_Railway-Timetabling\\_Leseprobe.pdf](https://www.trackomedia.com/media/e3/40/15/1742414199/978-3-96245-089-2_Railway-Timetabling_Leseprobe.pdf) (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>30</sup> Jan-Philipp BENDFELDT – Uwe MOHR – Lars MÜLLER: *RailSys, a system to plan future railway needs. Computers in Railways VI, 2020, 249.* <https://web.archive.org/web/20200710181757/https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/CR00/CR00024FU.pdf> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>31</sup> 2005. évi CLXXXIII. törvény a vasúti közlekedésről. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0500183.tv> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>32</sup> A magyarországi nyílt hozzáférésű vasúti pályahálózat igénybevételének feltételeire és a szolgáltatások díjaira vonatkozó dokumentumot, a Hálózati Üzletszabályzatot, a 2005. évi CLXXXIII. vasúti közlekedésről szóló törvény 59. § (3) bekezdése értelmében a vasúti pályacapacitás-elosztó szerv készíti és teszi közzé honlapján. <https://www.mavcsoport.hu/palyavasut/hatalyos-es-ervenyes-halozati-uzletszabalyzatok> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

<sup>33</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1370/2007/EK rendelete (2007. október 23.) a vasúti és közúti személyszállítási közszolgáltatásról, valamint az 1191/69/EGK és az 1107/70/EGK tanácsi rendelet hatályon kívül helyezéséről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=celex:32007R1370> (letöltés ideje: 2026. január 25.).

Összességében a RailSys bevezetése a magyar vasúti igazgatásban nem csupán technológiai előrelépést, hanem jogilag is megalapozott, a hatékonyságot és a szolgáltatási minőséget egyaránt javító stratégiai döntést jelenthet.

### 3. A légi közlekedés

Noha a szupranacionalitás elvét elsősorban a közúti közlekedés kapcsán hangsúlyoztuk, az valamennyi közlekedési ágazat igazgatásában – így a légi közlekedésben is – alapvető szereppel bír. Magyarország csekély földrajzi kiterjedése miatt a tisztán belföldi légi forgalom kiemelkedő, az ágazat belső természetéből adódóan pedig szinte minden repülési művelet nemzetközi dimenzióban valósul meg. Ennek következtében a légi közlekedés igazgatása hazánkban sajátos helyet foglal el a közlekedési ágak hierarchiájában, ugyanakkor a területet kiterjedt és részletes jogszabályi környezet szabályozza<sup>34</sup>. A légi közlekedésben a hatósági és szabályozói döntések a légtér- és eljárásrend-kialakítás, a biztonsági szint fenntartása és a kapacitás-optimalizálás köré szerveződnek. A döntéstámogató eszközök itt a teljesítménymutatókra épülő validációt (kapacitás, biztonság, környezeti hatás) támogatják, ami különösen alkalmassá teszi őket szabályozási változtatások ex ante vizsgálatára.

#### 3.1. ATCoach – képzést elősegítő szoftver

A légiforgalmi irányítás területén alkalmazott ATCoach szoftvercsalád egy olyan precíziós eszközrendszer, amely átfogó támogatást nyújt a szakirányú képzéshez, az automatizált irányító rendszerek teszteléséhez, valamint a komplex légtérmodellezéshez.<sup>35</sup>

A szoftver kiemelkedő konfigurációs rugalmasságát jellemzi, hogy a fixen telepített rendszerektől a felhőalapú megoldásokig terjedő skálán üzemeltethető, miközben funkcionális képességei teljes mértékben lefedik a nemzetközi alap-, közép- és felsőfokú irányítói képzési programok követelményeit<sup>36</sup>. A rendszer a különböző nehézségű scenáriók és a valós repülési terv- vagy időjárás adatok integrálása révén lehetővé teszi a hallgatók fokozatos oktatását, valamint a tapasztalt irányítók készségeinek folyamatos továbbfejlesztését.<sup>37</sup>

Az ATCoach alkalmazása így hatékonyan előmozdítja a légiközlekedési igazgatás digitalizációját és a biztonsági szint növelését, hozzájárulva a képzési rendszerek nemzetközi harmonizációjához és a szabványosított eljárások rögzítéséhez.

#### 3.2. RAMS Plus – működést elősegítő szoftver

A légi közlekedésirányítási (ATM) rendszerek<sup>38</sup> tervezését és elemzését támogató RAMS Plus egy olyan komplex, gyorsidejű szimulációs eszköz, amely döntés-előkészítő modellként funkcionál a hatósági és üzleti szféra számára. A rendszer képességei lehetővé teszik a légiforgalmi mozgások teljes spektrumának modellezését, legyen szó lokális, regionális vagy

<sup>34</sup> Lásd: 1995. évi XCVII. törvény a légiközlekedésről. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500097.tv> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>35</sup> UFA Inc. – ATCoach. <https://www.ufainc.com/products/atcoach/> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>36</sup> Eurocontrol Training Guidelines, 2020. Lásd: <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-guidelines-supporting-implementation-aeronautical-information-requirements> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>37</sup> ATCoach. <https://www.ufainc.com/products/atcoach> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>38</sup> Bővebben lásd: SÁNDOR Zsolt: A légiforgalmi irányítás információrendszerének funkcionális modellezése és ennek integrációs távlatai, Légi közlekedés, 2016. [https://real.mtak.hu/39051/1/KTSZ\\_2016\\_04\\_Sandor\\_Zsolt\\_legi\\_u.pdf](https://real.mtak.hu/39051/1/KTSZ_2016_04_Sandor_Zsolt_legi_u.pdf) (letöltés ideje: 2026. január 26.).

globális szintekről, korlátlan számú repülési útvonal, szektor és repülőtér egyidejű kezelésével. A szoftver minden egyes légi jármű mozgását négy dimenzióban követi nyomon, figyelembe véve a légtérszerkezettel, az eljárásrenddel és a szabályozási környezettel való dinamikus kölcsönhatásokat.<sup>39</sup>

A szimuláció eredményeként generált aggregált teljesítménymutatók kvantitatív alapot szolgáltatnak a rendszer viselkedésének leírásához, támogatva az európai és észak-amerikai hosszú távú irányítási kezdeményezések (ConOps) validációját. Ezek a fejlesztési koncepciók elsősorban a növekvő forgalmi igényekre, a gazdasági hatékonyság fokozására és az új technológiák integrálására reagálnak, miközben kiemelt figyelmet fordítanak a környezeti hatások mérséklésére, valamint a biztonság és kapacitás növelésére.<sup>40, 41</sup>

Közgazgatási szempontból a RAMS Plus alkalmazása kritikus jelentőséggel bírhatna az új légiforgalmi szabályok és légtérhasználati koncepciók bevezetése előtti döntésmegalapozásban. Az eszköz használata elősegíthetné a hazai légügyi hatóságok és a nemzetközi szervezetek – így az ICAO és az Eurocontrol – közötti koordinációt, mivel egységes modellezési alapot biztosíthatna a hatósági engedélyezési folyamatokhoz és a nemzetközi standardoknak való megfelelés igazolásához.<sup>42</sup>

### 3.3. SESAR – fejlesztést elősegítő szoftver

A SESAR (Single European Sky ATM Research) az Európai Unió egységes európai égbolt politikájának<sup>43</sup> technológiai pilléréként, valamint a fenntartható és okos mobilitási stratégia<sup>44</sup> kulcselemeként funkcionál. E kezdeményezés elsődleges célja azon technológiák meghatározása és implementálása lenne, amelyek alapjaiban transzformálhatnák az európai légiforgalom-irányítási rendszert. A folyamat motorja a SESAR 3 Joint Undertaking<sup>45</sup>, egy intézményesített köz-magán partnerség, amely kutatás-fejlesztési tevékenységével gyorsíthatná fel a légi közlekedés digitális átalakulását, vagyis a Digital European Sky<sup>46</sup> megvalósítását. A program keretében fejlesztett korszerű megoldások lehetővé tennék a hagyományos repülőgépek, a drónok, a városi légi taxik és a magaslégköri járművek integrált kezelését. Ezáltal az európai légtér elviekben a világ leghatékonyabb és leginkább környezetbarát környezetévé válhatna, biztosítva az ágazat fenntartható növekedését.<sup>47</sup>

Amint látható, a SESAR számos előnnyel járhat a légi közlekedés igazgatása szempontjából, többek között technológiai és jogi alapot biztosíthat új közösségi rendeletek és irányelvek

---

<sup>39</sup> Eurocontrol Experimental Centre – RAMS Plus. [https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/library/012\\_MFF2\\_Global\\_Aviation\\_Emission\\_Study.pdf](https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/library/012_MFF2_Global_Aviation_Emission_Study.pdf) (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>40</sup> ICAO Global Air Navigation Plan, Doc 9750. [https://www.icao.int/publications/Documents/9750\\_6ed\\_en.pdf](https://www.icao.int/publications/Documents/9750_6ed_en.pdf) (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>41</sup> RAMS Plus. <https://www.ramsplus.com/about/> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>42</sup> Lásd: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-09/ectl-guidelines-harmonised-aip-publication-%202.0.pdf> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>43</sup> Lásd: [https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/single-european-sky\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/single-european-sky_en) (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>44</sup> Lásd: [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/eu-mobility-transport-achievements-2019-2024/sustainable-smart-mobility\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/eu-mobility-transport-achievements-2019-2024/sustainable-smart-mobility_en) (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>45</sup> Lásd: [https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/sesar-3-joint-undertaking\\_en](https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/sesar-3-joint-undertaking_en) (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>46</sup> Lásd: [https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/digital\\_european\\_sky\\_blueprint.pdf](https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/digital_european_sky_blueprint.pdf) (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>47</sup> SESAR. <https://www.sesarju.eu/discover-sesar> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

bevezetéséhez, például a drónintegráció<sup>48</sup> terén, miközben eljárásai és műszaki szabványai *soft law* formájában épülhetnek be a légiközlekedési igazgatás normatív struktúrájába, irányadóvá válva a tagállami hatóságok gyakorlatában is.

#### 4. A vízi közlekedés

A vízi közlekedés igazgatásában a döntéstámogatás kettős: a forgalomszervezési és navigációs feladatok mellett különösen hangsúlyos a képzés-képesítés és vizsgáztatás felügyelete. A szimuláció jogi relevanciája itt elsősorban a kompetenciakövetelmények és biztonsági standardok ellenőrizhető teljesítésében ragadható meg.

Az említett technológia jogi szabályozása többszintű normarendszerre épül, amelyben a nemzeti jogszabályok mellett a Nemzetközi Tengerészeti Szervezet (IMO) standardjai és az Európai Unió irányelvei játszanak domináns szerepet. A hazai szabályozási kereteket a víziközlekedésről szóló 2000. évi XLII. törvény<sup>49</sup> határozza meg, amely a hajózási hatóság feladatává teszi a képzési és képesítési követelmények ellenőrzését<sup>50</sup>. Bár a Hajózási Szabályzat<sup>51</sup> nem nevesíti közvetlenül a szimulációs eljárásokat, a forgalomirányításra és a hajózási műveletekre vonatkozó rendelkezései révén megalapozza azok alkalmazási lehetőségeit.

A nemzetközi szinten az STCW-egyezmény<sup>52</sup> bír kiemelt relevanciával, amely kötelező jelleggel írja elő a szimulátorok alkalmazását a tengeri hajózó személyzet képzésének meghatározott szakaszaiban, így különösen a radarhasználat és a manőverezési vészhelyzetek modellezése során<sup>53</sup>.

Az uniós jogalkotás, különösen a tengerészek képzéséről szóló 2022/993/EU irányelv<sup>54</sup>, az STCW-előírások átvételével teszi kötelezővé a megfelelő technológiai háttér biztosítását az oktatásban<sup>55</sup>. A belvízi hajózás specifikus igényeit a CESNI technikai ajánlásai fedik le, amelyek részletes követelményeket fogalmaznak meg a szimulátorok technikai paramétereire és az oktatók kompetenciájára vonatkozóan<sup>56</sup>.

Összességében a vízi közlekedés szimulációs rendszerei átfogó és harmonizált jogi szabályozás alá esnek, amely a hajózási biztonság és a szakszerű képzés közérdekű biztosítékeként szolgál, a nemzeti hatóságoknak pedig alapvető szerepük van e normák gyakorlati érvényre juttatásában.

<sup>48</sup> Lásd: A Bizottság (EU) 2019/947 végrehajtási rendelete (2019. május 24.) a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX:32019R0947> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>49</sup> 2000. évi XLII. törvény a víziközlekedésről. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0000042.tv> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>50</sup> 2000. évi XLII. törvény 26/A. § (4)

<sup>51</sup> 57/2011. (XI. 22.) NFM rendelet a víziközlekedés rendjéről. <https://njt.hu/jogszabaly/2011-57-20-2W> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>52</sup> Lásd: <https://www.imo.org/en/ourwork/humanelement/pages/stcw-conv-link.aspx> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>53</sup> Lásd: 2012. évi XIX. törvény a tengerészek képzéséről, képesítéséről és az őrszolgálat ellátásáról szóló 1978. évi nemzetközi egyezmény 2010. évi manilai módosításaival egységes szerkezetbe foglalt szövegének kihirdetéséről, Melléklet, I. fejezet, I/12. szabály, Szimulátorok használata. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200019.tv> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>54</sup> Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/993 irányelve (2022. június 8.) a tengerészek képzésének minimumszintjéről (kodifikáció). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32022L0993> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>55</sup> Lásd: Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/993 irányelve 14. cikk. (letöltés ideje: 2026. január 26.).

<sup>56</sup> Lásd: <https://www.cesni.eu/en/> (letöltés ideje: 2026. január 26.).

## Konklúzió és policy-javaslatok

A tanulmány ágazati összevetése alapján a közlekedésszimulációs és digitális döntéstámogató eszközök a közlekedési igazgatásban nem pusztán technikai segédletek, hanem a döntések indokolhatóságát és legitimitációját meghatározó eljárási infrastruktúrák. Ebből következően a szabályozási kérdés magja nem az, hogy alkalmazhatók-e, hanem az, hogy milyen garanciák mellett alkalmazhatók úgy, hogy a jogbiztonság és a felülvizsgálhatóság ne sérüljön.

A szakpolitikai beavatkozás minimális csomagja az alábbi: (i) kötelező modell-dosszié és verziózás, (ii) dokumentált validáció és bizonytalanságkezelés, (iii) határozati indokolásban rögzített „modellhasználati protokoll”, (iv) auditálható döntési napló (inputok, paraméterek, futtatások), (v) kockázatalapú differenciálás az ágazatok eltérő biztonságkritikussága szerint. E garanciák megléte mellett a döntéstámogatás képes egyszerre növelni a megalapozottságot, a transzparenciát és a társadalmi elfogadottságot.

Jogalkotási szempontból külön feladatként jelenik meg (1) a szimulációs eredmények eljárásjogi státuszának tisztázása (bizonyítás, iratbetekintés, vitathatóság), (2) az autonóm rendszerek felelősségi minimumainak normatív rögzítése, valamint (3) az interoperabilitási és auditkövetelmények intézményesítése. A további kutatás iránya a bírósági felülvizsgálat és a modell-audit gyakorlati kapcsolatának elemzése, illetve olyan mérőszám-készletek kialakítása, amelyek a különböző ágazatokban összehasonlíthatóvá teszik a „megalapozottság” és „arányosság” igazolását.

Garancia	Mit jelent a gyakorlatban?	Mit véd (eljárásjogi elv)?
Modell-dosszié	cél, hatókör, adatok, paraméterek, korlátok	jogbiztonság
Validáció + bizonytalanság	tesztkészlet, érzékenység, hibahatár	megalapozottság
Verziózás + audit log	futtatások, inputok, dátumok, felelős	felülvizsgálhatóság
Indokolási protokoll	modell szerepe és korlátai az indokolásban	transzparencia
Kockázatalapú differenciálás	szigorúbb kontroll biztonságkritikus ágazatokban	arányosság

Táblázat 2. Minimum-garanciák a döntéstámogató eszközök hatósági alkalmazásához (saját szerkesztés).

## Melléklet 1.

A döntéstámogató eszközök igazgatási funkciói és jogi beágyazottsága ágazatonként (saját szerkesztés).

Ágazat	Tipikus igazgatási döntések	Eszköztípus (példa a tanulmányból)	Tipikus output	Jogi „csomópont” (mit kell kontrollálni)
Közút	forgalomszervezés, korlátozás, hatásvizsgálat	mikroszimuláció (PTV Vissim), nyílt szimuláció (SUMO)	szcenáriók, kibocsátás, torlódás	indokolás + arányosság + adatminőség
Közút (autonóm)	tesztelés, engedélyezési keretek	autonóm teszt/üzem feltételrendszer	kockázati profilok, incidensek	„vezető” fogalom, felelősségi lánc, auditálhatóság
Vasút	kapacitás, menetrend, hálózati döntések	OpenTrack, RailSys	késés-hatás, kapacitás, energia	dokumentáció + reprodukálhatóság
Légi	légtér/eljárás, kapacitás, biztonság	ATCoach (képzés), RAMS Plus (ATM elemzés)	KPI-k, ConOps validáció	biztonságkritikus validáció, standardok
Vízi	képzés-képesítés, forgalom	szimulátoros képzés, navigációs rendszerek	kompetencia-igazolás, scenáriók	standard-megfelelés, minőségbiztosítás