

Hegedűs Ferenc¹

AZ EURÓPAI VÉDELMI TECHNOLOGIAI ÉS IPARI BÁZIST TÁMOGATÓ KRITIKUS INFRASTRUKTÚRÁK KATONAI FELHASZNÁLHATÓSÁGA ÉS SEBEZHETŐSÉGE

MILITARY USABILITY AND VULNERABILITIES OF
CRITICAL INFRASTRUCTURES SUPPORTING THE
EUROPEAN DEFENCE TECHNOLOGICAL AND
INDUSTRIAL BASE

[HTTPS://DOI.ORG/10.30583/2026-1-2-074](https://doi.org/10.30583/2026-1-2-074)

Absztrakt

A tanulmány az európai kritikus infrastruktúra hálózatok – közlekedési, energetikai és infokommunikációs – katonai felhasználhatóságát és sebezhetőségét elemzi az európai védelmi technológiai és ipari bázis (EDTIB²) szempontjából. Bemutatja a katonai mobilitási folyosók, a vasúti gördülőállomány, a közúti és belvízi hálózat, valamint a kettős felhasználású repülőterek szerepét a nehéz haditechnika és az utánpótlás mozgatásában. Rátekint az energiarendszer átalakulására, valamint az adatközpontok növekvő villamosenergia-igényére. Végül kiemeli az infokommunikációs infrastruktúrákat érő fizikai és kiberfenyegetéseket, valamint a redundancia, a hálózati összekapcsoltság, illetve a kettős felhasználású beruházások erősítésének szükségességét.

Kulcsszavak: katonai mobilitás; kettős felhasználású infrastruktúra; energetikai biztonság; kritikus infokommunikációs rendszerek; EDTIB

¹ Hegedűs Ferenc százados, NKE-HHK, Műveleti Logisztikai Tanszék, tanársegéd, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0447-2817>, e-mail: hegedus.ferenc@uni-nke.hu

² EDTIB (European Defence Technological and Industrial Base – európai védelmi technológiai és ipari bázis).

Abstract

The study analyses the military usability and vulnerabilities of European critical infrastructure networks – transport, energy, and info-communication – from the perspective of the European Defence Technological and Industrial Base (EDTIB). It presents the role of military mobility corridors, railway rolling stock, road and inland waterway networks, as well as dual-use airports in the movement of heavy military equipment and supplies. It examines the transformation of the energy system and the growing electricity demand of data centres. Finally, it highlights the physical and cyber threats affecting infocommunication infrastructures and the need to strengthen redundancy, network inter-connectedness, and dual-use investments.

Keywords: military mobility; dual-use infrastructure; energy security; critical infocommunication systems; EDTIB

Bevezetés

Az európai infrastruktúra katonai felhasználhatóságának elemzése kulcsfontosságú a kontinens védekezőképességének megértéséhez. A közlekedési hálózatok közül a közút és a vasút játszik stratégiai szerepet. A transzeurópai TEN-T (Trans-European Transport Network – transzeurópai közlekedési hálózat) hálózatfejlesztések³ és a katonai mobilitási cselekvési tervek⁴ célja a nehéz haditechnikai eszközök gyors mozgatása egy feltételezett konfliktus esetén. A közúti közlekedés számára a határokon átnyúló teherszállítási korlátok és a másodrendű utak hídjainak teherbíró képességei jelentenek limitáló tényezőket. A vizsgált terület kiegészül a vízi- és légikikötő kapacitások elemzésével, hiszen a tengerentúli szövetségesek csak így tudják csapataikat eljuttatni a kontinensre.⁵

Az energiahálózatok terén a földgáz- és a kőolajvezetékek, valamint a villamosenergia-hálózatok rendszerét vizsgálom. A kontinens

³ EU reg. 2024/1679 - TEN-T, <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1679/oj>. (Letöltés ideje: 2025.05.15.)

⁴ Európai Bizottság, "A Katonai Mobilitásról Szóló Cselekvési Terv 2.0," Európai Bizottság, november 10, 2022, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022JC0048>. (Letöltés ideje: 2025.05.15.)

⁵ Tania Latici, *Military Mobility: Infrastructure for European Defence* (European Parliamentary Research Service, 2020), <https://coilink.org/20.500.12592/w19qdv>. (Letöltés ideje: 2025.05.15.)

folyamatosan jelentős mértékű energiaimportra szorul, ezért az ezek átvitelére szolgáló infrastruktúra korlátainak és fojtópontjainak feltérképezése elengedhetetlen. Az EU 2022-es TEN-E (Trans-European Network for Energy – transzeurópai energetikai hálózat) rendelete⁶ egy- szerre célozza a villamos hálózatok ellenálló képességének, a meg- újuló energiaforrások integrációjának és a hidrogéninfrastruktúra kiépít- ésének erősítését, azonban ezekből a projektekből az EU szankciós politikája⁷ kizárja az orosz kivitelezőket.⁸

Az infokommunikációs rendszerek nemzetek közötti integrációja döntő a modern hadviselésben, ezért erre a területre is kitérek a ta- nulmányban. Az 5G-technológiák elterjedése technológiai alapot te- remt a NATO kommunikációs és információs rendszere, valamint a civil hálózatok integrációjához a polgári-katonai adatcsere gyors meg- valósítása érdekében. Napjaink informatikai eszközökkel átszőtt vilá- gában a hálózatbiztonság felügyeletére létrehozott uniós szerv, az ENISA (Európai Unió Kiberbiztonsági Ügynökség) által kidolgozott iránymutatások és koordinált szakmai támogatás kulcsszerepet ját- szanak a tagállami kibervédelmi kapacitások fejlesztésében, miköz- ben a harctéri adatátvitel biztonságának garantálása továbbra is az egyik legnagyobb kihívás marad.⁹

E publikáció célja, hogy feltárja ezen infrastruktúráknak a haderőkre és a hadiiparra gyakorolt hatásait, sebezhetőségeit és az EU-s koordi- nációs hiányokat, különös tekintettel a kettős felhasználású projektek gazdasági hatására.¹⁰

⁶ EU reg. 2022/869 - TEN-E, <http://data.europa.eu/eli/reg/2022/869/oj>. (Letöltés ideje: 2025.05.15.)

⁷ Európai Tanács, "EU Sanctions against Russia," Európai Tanács, 2024, <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions-against-russia/>.

⁸ Hans Liwång, "Future National Energy Systems, Energy Security and Compre- hensive National Defence," *Energies* 16, no. 18 (2023): 6627, <https://doi.org/10.3390/en16186627>.

⁹ Tóth András, "Military 5G as a Critical Information Infrastructure," in *The Impact of the Energy Dependency on Critical Infrastructure Protection*, szerk. Kovács Tünde Anna et al. (Springer Nature Switzerland, 2025), https://doi.org/10.1007/978-3-031-78544-3_57.

¹⁰ A tanulmányban vizsgált kritikus rendszer elemek igénybeviteléhez elengedhe- tetlen említést tenni a katonai beszerzési rendszerről, mely jogszabályi és eljá- rási keretei csak az uniós és NATO-előírásokkal összhangban képesek biztosí- tani a haderő folyamatos ellátását normál és különleges jogrend idején is. Bő- vebben: Derzsényi Attila, "Katonai Beszerzés II. - A közbeszerzés, (köz)beszer- zés, beszerzés rendszere," *Hadmérnök* 10, no. 2 (2015): 135–47.

A közlekedési infrastruktúra

A katonai mobilitás megvalósítása során az európai államok négy szállítási mód közül választhatnak, melyek kapacitásuk szerint sorba rendezve a vasúti, a közúti, a belvízi és a légi módusok. A vasúti szállítás elemzésével kezdem, mivel katonai szempontból ez bizonyul a legelőnyösebbnek, ugyanis ez képes egységnyi költségre vetítve a legnagyobb mennyiségű teher mozgatására. Ezt követően a közúti-, a belvízi-, majd a légiszállítás adják az utánpótlás-biztosítás alternatív lehetőségeit, mindegyik más-más előnyökkel és korlátokkal.

Az európai vasúthálózat védelmi szempontú elemzése komplex képet mutat. A katonai mobilitás logisztikai igényei az orosz-ukrán háború kitörése óta az EU-s beruházási stratégia középpontjában állnak, azonban ezek az infrastrukturális fejlesztési projektek – különösen a közlekedési folyosók mentén – csupán a fojtópontok részleges feloldására irányulnak.¹¹ Az Unió kötőtpályás rendszerének jelentős része – különösen Kelet-Európában – életkorából adódóan fejlesztésre szorul, mivel a modern védelmi követelményeknek nem megfelelő kapacitás- adatokkal rendelkezik.¹²

A nehézpáncélosok szállítására a vasút nélkülözhetetlen, hiszen például egy Leopard 2A7 harckocsi közel 70 tonnás tömege¹³ meghaladja a közúti teherbírési korlátokat (40 tonna),¹⁴ így azok csak speciális eljárások megtétele után közlekedhetnek rajta. A lánctalpak elhasználódása pedig kilométer futáshoz kötött, ami rendkívül megdrágítja az ilyen eszközök „lábon” történő átcsoportosítását.

Az állítással egybevégezve az Európai Vasút- és Infrastruktúra Vállalatok Közösségének elemzése is, amely szerint a vasút a

¹¹ Európai Unió, „White Paper for European Defence - Readiness 2030,” Európai Unió, 2025, https://commission.europa.eu/document/download/e6d5db69-e0ab-4bec-9dc0-3867b4373019_en. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

¹² Carlos Rico - Benedikt Heyl, *The State of the EU's Rail Infrastructure: Investment Priorities for More Connected and Resilient Networks* (European Federation for Transport and Environment, 2025), https://www.transportenvironment.org/uploads/files/Tracking-Europes-rail-infrastructure-REPORT_2025-06-24-072810_gqwa.pdf.

¹³ Kurcz Kristóf et al., „A Leopard 2 harckocsicsalád és a Magyar Honvédség 2A4 és 2A7+ típusváltozatai I. rész,” *Haditechnika* 54, no. 5 (2020): 2–7, <https://doi.org/10.23713/HT.54.5.01>.

¹⁴ EC dir. 96/53/EC, <http://data.europa.eu/eli/dir/1996/53/oj>.

legalkalmasabb szárazföldi rendszer nagy tömegű hadi eszközök hosszútávú és költséghatékony mozgatására.¹⁵

A szállítási kapacitások növelése érdekében az EU 2025-ig – három pályázati szakaszban – 1,69 milliárd eurós támogatást hagyott jóvá az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz¹⁶ (a továbbiakban: CEF¹⁷) program keretében, például 38 olyan vasúti projekt számára, melyek mindegyike katonai mobilitási szempontokat elégít ki, mint például nagyvárosokat elkerülő, folyókat átívelő és fojtópontokat felszámoló vasútvonalak építése. Továbbá a TEN-T hálózat részeként négy stratégiai korridor beazonosítása is megtörtént (pl. Balti-tenger–Fekete-tenger), melynek célja az erők átcsoportosításához szükséges kritikus hálózati elemek célzott fejlesztése.¹⁸ Az európai kötőtpályás szállítmányozás legnagyobb kihívását továbbra is a kontinentális Európa többségének, a Szovjetunió volt tagköztársaságainak, illetve az Ibériai-félsziget országainak vasúti nyomtávkülönbsége jelenti.¹⁹

Egy elhúzódó fegyveres konfliktus esetén a legfontosabb szempontok egyike az utánpótlások eljuttatása a harcérintkezési körletekbe. Az egyik legjelentősebb hadianyag a lőszer, mely a veszélyes áruk nemzetközi vasúti fuvarozásáról szóló szabályzat szerinti szállítási protokollt igényel, beleértve a megfelelő műszaki állapotú és engedélyezett vasúti kocsik alkalmazását, a megfelelően képzett kezelőszemélyzetet és a szükséges szállítási dokumentáció rendelkezésre állását.²⁰ Ezen szerelvények prioritizálása a forgalomirányítás feladata, mely a légi közlekedéshez hasonlóan a vasút esetében is komplex feladat.

¹⁵ CER, *Rail's Vital Role in Enabling the Future of EU Defence*, Position Paper (CER, 2025), https://www.cer.be/images/publications/positions/250218_CER_Position_Paper_Military_Mobility.pdf. (Letöltés ideje: 2025.05.15.)

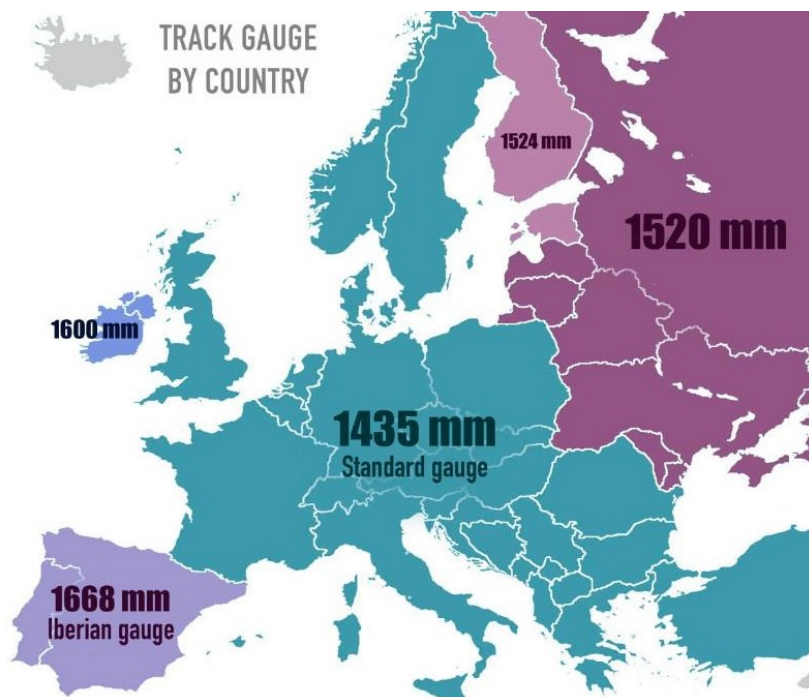
¹⁶ Európai Unió, "Az Európai Parlament És a Tanács (EU) 2021/1153 Rendelete (2021. Július 7.) Az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz Létrehozásáról, Valamint Az 1316/2013/EU És a 283/2014/EU Rendelet Hatályon Kívül Helyezéséről," Az Európai Unió Hivatalos Lapja, July 7, 2021, <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1153/oj>.

¹⁷ Connecting Europe Facility

¹⁸ Ref. 10.

¹⁹ Douglas J. Puffert, *Tracks Across Continents, Paths Through History: The Economic Dynamics of Standardization in Railway Gauge*, Emersion: Emergent Village Resources for Communities of Faith Series (University of Chicago Press, 2009), https://doi.org/10.1111/j.1468-0289.2009.00511_34.x.

²⁰ OTIF, "Convention Concerning International Carriage by Rail (COTIF) Appendix C – Regulation Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID)," Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail, August 20, 2025, https://otif.org/fileadmin/docs/LegalTexts/COTIF/Dangerous-GoodsRID/RID_2025_e_20_August_2025_signed.pdf.



1. számú ábra. Európában rendszeresített vasúti nyomtávok²¹

A standardizált gördülő kapacitások megalapozása érdekében az Európai Bizottság 2025 áprilisában bevezette az Egységes vasúti kocsienedélyezési rendszert,²² amely lehetővé teszi olyan vagonok gyártását, melyek az EU teljes területén belül – az egységes vonatbefolyásoló rendszereknek köszönhetően – szabadon közlekedhetnek, mentesülve a határátkelési engedélyeztetési eljárások alól. A harmonizált műszaki követelményeknek és a szabványosított forgalomszabályozó rendszereknek köszönhetően lehetőség nyílik a tagállamok között a kötöttpályás eszközállomány átcsoportosítására, beleértve nem csak a nehéztechnikák szállítására alkalmas kocsikat, hanem a nyomvonalak helyreállítására és az akadályelhárításra szakosodott munkaeszközöket, melyek elérhetősége háborús helyzetben rendkívül felértékelődik.

Az európai vasúti járműpark átalakítására és újjászervezésére sürgősen szükség van, különösen a többcélú mozdonyok és pórkocsik, valamint a süllyesztett rakmintás, nehézpáncélos harcjárművek szállítására alkalmas (22,5 – 25 tonnás tengelyterhelésű) vagonok

²¹ Trains for Europe, “On What Tracks Do You Want Night Trains to Run?,” *Trains for Europe*, 2025, <https://trainsforeurope.eu/detail/on-what-tracks-do-you-want-night-trains-to-run/>. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

²² EU reg. 2025/675 - DIR, http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2025/675/oj.

terén.²³ Az EU Vasúti Ügynökségének (a továbbiakban: ERA²⁴) 2024-es jelentése alapján a meglévő gördülő állomány elegendő a katonai igények kielégítésére, azonban a kocsik átlagos életkora egyes régiókban eléri a 35 évet és nem alkalmasak a különleges katonai felszerelések szállítására.

EURÓPÁBAN RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ GÖRDÜLŐ ÁLLOMÁNY²⁵

1. számú táblázat

Gördülő eszköz	Becsült mennyiség
Mozdony	kb.: 130 000
Tehervagon	kb.: 635 000
Speciális vagon	kb.: 18 000
Személyszállító kocsik	kb.: 45 000
Összesen	kb.: 828 000
Inaktív eszközök	kb.: 150 000
Aktív eszközök összesen	kb.: 678 000

A frontvonalak biztosítása szempontjából a legnagyobb kockázatot a kelet-európai vasúti kapcsolatok elavultsága és a határokon átnyúló koordinációs nehézségek jelentik. A nyomtáveltéréssel érintett országok határaiban a 740 méteres NATO standard hosszúságú szerelvények átrakására alkalmas intermodális állomások fejlesztése, illetve az eltérő karakterisztikájú vasúti kocsik megfelelő darabszámának megéléte a határ mindkét oldalán elengedhetetlen. A vasúti pályák egységesítése EU szinten mérhetetlen költségekkel járna és akár 40-50 évet is igénybe vehetne főleg, ha Ukrajnát is bele vesszük a számításokba.²⁶

²³ Deepak Ronanki, "Overview of Rolling Stock," in *Transportation Electrification: Breakthroughs in Electrified Vehicles, Aircraft, Rolling Stock, and Watercraft*, ed. Ahmed A. Mohamed et al., IEEE Press Series on Power and Energy Systems, ed. Sarah Spurgeon (John Wiley & Sons, 2022), <https://doi.org/10.1002/9781119812357.ch11>.

²⁴ European Union Agency for Railways

²⁵ European Union Agency for Railways, *ERA Rolling Stock Fleet Study*, Final Report (European Union Agency for Railways, 2024), <https://www.era.europa.eu/sites/default/files/2024-12/era%20rst%20fleet%20study%20-%20final%20report.pdf?t=1747229439>. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

²⁶ Sérgio Lousada et al., "Bridging the Gap: Overcoming the 85 Mm Railway Gauge Difference between Ukraine and Europe Using Principles of Circular Economy and European Service Quality Standards," *Journal of Infrastructure, Policy and Development* 8, no. 16 (2024): 10555, <https://doi.org/10.24294/jipd10555>.

Az eltérő nyomtávok hosszú távú kezelésére az EU a 2024-es TEN-T rendeletében²⁷ az 1435 mm-es szabvány fokozatos, elsősorban az új transzeurópai szakaszokra vonatkozó bevezetését irányozza elő, és előírja, hogy az ettől eltérő vasúti nyomtávval rendelkező tagállamok készítsenek terveket a hálózatuk kritikus elemeinek átalakítására. Ugyanakkor a teljes fizikai egységesítés rendkívül költséges lenne, ezért az Unió technológiai megoldások – például nyomtávsváltó berendezések és változó nyomtávú forgóvázak – alkalmazását is ösztönzi, amelyek az Ibériai-félszigeten már most is lehetővé teszik az 1435 és 1668 mm közötti automatikus átalakítást.²⁸ Hasonló konstrukciók elvben az 1435 és 1520 mm közötti váltásnál is alkalmazhatóak, és több uniós projekt (pl. Rail Baltica²⁹ és EU-Ukrajna szolidaritási folyosók³⁰) vizsgálja a hadianyag-szállítás szempontjából is elfogadható, nagy teherbírású nyomtávsváltó rendszerek és az ezekhez kapcsolódó logisztikai eljárások alkalmazhatóságát.

Összességében a vasúti hálózat hadi célú használata dinamikusan fejlődik, de a teljes körű háborús helyzethez szükséges redundancia és rugalmasság még nem biztosított.³¹ Az infrastruktúra mellett a jogharmonizáció is kiemelkedő fejlesztési terület, mivel egy feltételezett konfliktus esetén a baráti erők mozgósításában a határátlépési engedélyek és NATO menetparancsok kiállítása a jelenlegi környezetben akár 45 napot is igénybe vehetne. E bürokratikus folyamat felgyorsítása kulcsfontosságú a gyors reagálóképesség megteremtése érdekében.³²

A közúti szállítás kiterjedtségét tekintve egy elfogadható alternatívája a vasútnak, azonban az európai közúthálózat katonai szállítmányozás célú felhasználását számos tényező korlátozza, közöttük az alacsonyabb rendű utak és a hidak súlykorlátai, az alagutak és a közúti csomópontok geometriai paraméterei (fordulási sugár, szélességi- és magassági úrszelvény), a határátlépést nehezítő bürokratikus

²⁷ Ref. 2.

²⁸ I. Kaiser et al., "Contribution of Variable Gauge Freight Wheelsets to Interoperability," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit* 233, no. 5 (2019): 489–505, <https://doi.org/10.1177/0954409718804960>.

²⁹ Agata Pomykała, "Rail Baltica – the Project of the Century," *Technika Transportu Szynowego* (Warsaw, Poland) 25, no. 4 (2018): 33–36.

³⁰ European Commission. Directorate General for Communication., "EU-Ukraine Solidarity Lanes," Publications Office, 2024, <https://doi.org/10.2775/125560>.

³¹ Gulyás György, "A katonai vasúti szállítás kihívásai Európában," *Hadtudomány* 34, no. E-szám (2024): 206–20, <https://doi.org/10.17047/Hadtud.2024.34.E.206>.

³² European Court of Auditors, *EU Military Mobility – Full Speed Not Reached Due to Design Weaknesses and Obstacles En Route*, Special report no. 04/2025 (European Court of Auditors, 2025), https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2025-04/SR-2025-04_EN.pdf. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

akadályok és a jogi keretek elavultsága.³³ Ez összhangban áll a katonai műszaki infrastruktúra hazai elméletével, amely a közlekedési hálózatokat folyosók és csomópontok rendszerében értékeli, nem pusztán vonalszakaszok halmazaként.³⁴ Mindezek felett a katonai menetoszlopok jellegükből fakadó hossza önmagában egy olyan korlát, mellyel a vasút esetében nem kell számolni, hiszen ott egy vontatmány formájában nem kell tartani a távközök fluktuációja (lemaradás vagy összezsúszás) okozta forgalmi nehézségektől. A NATO STANAG 2021 szabvány szerinti katonai mobilitáshoz a lánctalpas járművek számára MLC70 (70 tonna) vagy annál magasabb besorolás szükséges, amely 22,5 tonna/tengely terhelhetőséget jelent. Az EU közúti híd-hálózatának jelentős része azonban az 1960–1970-es tervezési szabványok szerint épült, amikor a polgári maximális összteher 40 tonna volt. Ebből következik, hogy a napjaink nehézpáncélosai által képviselt 70 tonnát is meghaladó összömegek például a Magyarországon található hidak 45%-ánál meghaladják a súlykorlátokat.³⁵

A helyzetet természetesen árnyalja, hogy a lánctalpas eszközök fajlagos talajterhelése sokkal kisebb, mivel nagyobb felületen érintkeznek az útfelülettel, így jobban eloszlik a súly. Ugyanez figyelhető meg a túlméretes vontatmányok esetében is, ahol jellemzően egy sokkal hosszabb területen történik a terhelés, így a tengelyterhelési küszöböt nem haladja meg a teljes szerelvény a kisebb teherbírású hidak esetében sem.³⁶ Emiatt – katonai értelemben – ez a szállítási forma csak korlátozottan alkalmas nagy távolságok megtételére. Az önerőből végrehajtott menetek esetén pedig az orosz-ukrán háború kezdeti fázisában is megfigyelhető volt, hogy nagyon könnyen támadhatóvá váltak a menetoszlopok, amikor azok feltorlódtak a fojtópontok közelében.³⁷

³³ Ferenc Kovács, *Európai Szempontból Létfontosságú Hazai Közlekedési Infrastruktúrák Elemzése* (Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, 2008).

³⁴ Lukács László, "A KMDI katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területének alapítása, elért eredményei és továbbfejlesztésének lehetőségei," in *Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában*, szerk. Padányi József - Gőcze István (Ludovika Egyetemi Kiadó, 2023), https://doi.org/10.36250/01130_13.

³⁵ Kovács Ferenc - Hajós Bence, "Meglévő közúti hidak teherbírásai megfelelőségének értékelése honvédelmi szempontból a katonai célú közlekedésfejlesztési feladatok tükrében," *Műszaki Katonai Közlöny* 35, no. 2 (2025): 5–17, <https://doi.org/10.32562/mkk>. (Letöltés ideje: 2025.2.1.)

³⁶ Hajós Bence, "Paradigmaváltás a közúti hídtervezésben a hasznos járműterhek vonatkozásában: Katonai alapterhek helyett polgári járműterhek bevezetéséről," *Műszaki Katonai Közlöny* 34, no. 2 (2024): 5–16, <https://doi.org/10.32562/mkk.2024.2.1>.

³⁷ Josef Danczuk, "Bayraktars and Grenade-Dropping Quadcopters," *Military Review* 103, no. 4 (2023): 21–33.

Egy feltételezett konfliktus esetén a kelet-európai úthálózat jelentős része – főleg az alacsonyabb rendű utak, melyek alternatív szállítási útvonalak szerepét töltik be – nem bírja el a folyamatos nehézgépjármű-forgalmat. A logisztikai utánpótlás jelentős része ma néhány, kapacitása és földrajzi elhelyezkedése miatt kiemelten sebezhető szárazföldi átkelőn – mindenekelőtt a lengyel-litván határon fekvő Suwałki-folyosón – keresztül jut el keleti irányba, amelyet NATO- és egyéb szakértői elemzések is potenciális fojtópontként azonosítanak.³⁸ Fojtópont alatt ebben az összefüggésben olyan szűk, alternatív útvonalakkal csak korlátozottan kiváltható közlekedési korridort értek, ahol néhány vasúti és közúti tengelyre koncentrálódik a tranzitforgalom, ezért egy katonai vagy infrastrukturális zavar gyorsan forgalmi torlódásokhoz és az utánpótlás késedelméhez vezethet. A háborút megelőző fázisban a polgári lakosság (államhatáron belüli és kívüli menekültek) és a katonai mozgások közös úthasználata miatt a hadi szállítások előnyben részesítése ütközhet a közúti rendszabályokkal, ezért javasolt ilyen időszakban a katonai prioritási forgalmi sávok bevezetése, a hidak teherbírásának átfogó felmérése, valamint az EU-s jogharmonizáció gyorsítása az útvonalengedélyek kiadásának felgyorsítása érdekében.³⁹

Egy további praktikus alternatíva a kontinentális víziút-hálózat igénybevétele, amelynek stratégiai jelentősége a védelemben folyamatosan növekszik. A több mint 30 000 km hosszú, hajózható folyók – közöttük a Duna, a Rajna és a Majna-Duna-csatorna – lehetővé teszik a nehézfegyverzetek és a lőszerek tömeges szállítását, különösen a keleti hadszíntér közelében. A kettős felhasználású vízi infrastruktúra korszerűsítése azonban továbbra is komoly feladatot jelent az EU számára.⁴⁰ A belvízi útvonalak fő előnye a magas teherbírás (hajónként akár 3 000 tonna), amely lehetővé teszi nagymennyiségű hadi- és üzemanyag költséghatékony szállítását. Ugyanakkor hátrányt jelent, hogy a folyók alacsony vízállás esetén csak korlátozottan alkalmasak betölteni a fő ellátási útvonalak szerepét a megfeneklés veszélye miatt, ami folyamatban lévő műveleti körülmények között nem engedhető meg.

³⁸ Kevin Rowlands and Andrew Young, "Mind the (Suwałki) Gap," *The RUSI Journal* 171, no. 1 (2026): 96–101, <https://doi.org/10.1080/03071847.2026.2607289>.

³⁹ Ref. 31.

⁴⁰ Christa Sys et al., "Pathways for a Sustainable Future Inland Water Transport: A Case Study for the European Inland Navigation Sector," *Case Studies on Transport Policy* 8, no. 3 (2020): 686–99, <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.07.13>.

A Fekete-tenger felé a Duna és a konstancai kikötő biztosít csatlakozást, míg a Balti-tenger elérése a Visztula és az Odera folyókon át történik. Ezen útvonalak ki- és berakó állomásainak fejlesztése – akár Ro-Ro⁴¹, akár folyékony üzemanyagok szállítására alkalmas hajók fogadására – szükséges a katonai mobilitási képesség emelése érdekében. Az EU támogatja az ilyen beruházásokat, például a francia Rhône folyó zsilipjeinek felújítását és a Majna-Duna-csatorna kapacitásának bővítését. A CEF keretében a Duna-Majna-Rajna folyosó mentén is több kikötőfejlesztés zajlik, részben kifejezetten katonai mobilitási szempontok figyelembevételével, ideértve a Győr-Gönyű kikötő kapacitásbővítését is.⁴²

A legkisebb áteresztőképességű és a legmagasabb költségekkel járó, de a leggyorsabb közlekedési forma a légi szállítás. Ezt főleg egy váratlanul kirobbanó konfliktus kezdeti szakaszában a különleges műveleti erők bevetéséhez lehet alkalmazni, amikor az alacsony létszámú alogységeket gyorsan kell a műveleti területre juttatni.

Az európai stratégiai légi szállítások gerincét az Airbus A400M Atlas és a Boeing C-17 Globemaster III flották alkotják. Ezen repülők akár harcjárművek szállítására is alkalmasak, de a NATO keleti szárnyának védelméhez nem lehet belőlük elégséges mennyiséget légi úton elszállítani. A közepes méretű szállításokra az Airbus C295 a legelterjedtebb eszköz, melyet Spanyolországban gyártanak. A típus 9,25 tonnás maximális teherbírással rendelkezik, harcanyagok vagy két szakasznyi élőerő szállítására ideális.⁴³

A frontvonal ellátásához kulcsfontosságú a kettős felhasználású repülőterek megléte. Ezen létesítmények integrálása a TEN-T közúti és vasúti hálózatba létfontosságú az intermodális szállítások végrehajtásához. A keleti szárny északi részén Tallinn, Riga, Vilnius, Kaunas és Palanga, a déli részén Bukarest és Burgas, míg logisztikai elosztó központként Lengyelországban a Rzeszów-Jasionka repterek

⁴¹ Ro-Ro (roll-on/roll-off) rendszerű közúti-vízi kombinált szállítás; a közúti járművek megfelelően kiépített rakodókon át a saját kerekeiken felgördülnek a vízi járművek rakfelületére, illetve a vízi szállítási út végpontján hasonló módon legördülnek azokról.

⁴² Yuliya Sahitava, "EU Allocates €636 Million in CEF Funding for IWT Projects," *European IWT Platform*, 2023. július 03. <https://www.inlandwaterwaytransport.eu/cef-funding/>. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

⁴³ Paulov Attila, "A légi közlekedés szövetségi szintű átfogó megközelítése, a NATO Légügyi Bizottság szerepe a katonai légi közlekedés fejlesztésében," *Honvédségi Szemle* 151, no. 03 (2023): 17–26, <https://doi.org/10.35926/HSZ.2023.3.2>.

rendelkeznek minden igényt kielégítő infrastruktúrával. Hazai viszonylatban Kecskemét és Pápa légibázisok esetében merült fel több alkalommal is a polgári-katonai légiforgalom fogadására is alkalmassá tétel igénye, azonban politikai döntés és gazdasági ráció hiánya miatt ezek eddig nem valósultak meg.

Összességében megállapítható, hogy a légi szállítási forma a magas költségek és az alacsony kapacitások miatt nem optimális egy elhúzódó konfliktusban a szárazföldi erők logisztikai támogatásához. Alkalmazása esetükben jellemzően a légi kiürítésre és esetlegesen a legszükségesebb utánpótlások gyors biztosítására korlátozódik.⁴⁴

Az európai közlekedési hálózatok kettős célú felhasználása stratégiai jelentőségű a modern védelem rendszerében.⁴⁵ Ez az infrastruktúra katonai felhasználása elengedhetetlen eleme a hadipari termékek alkalmazási helyükre történő eljuttatásának. Kiemelendő, hogy ugyanazok az útvonalak alkotják a mozgósítás során a logisztikai biztosítás gerincét is, amelyek békeidőben a nyersanyagok gyárakba történő eljuttatását szolgálják.

Ezért ezek fejlesztése, különösen a keleti szárnyon, nemcsak gazdasági, hanem védelmi szempontból is prioritás, hiszen háborús helyzetben ugyanezek a közlekedési folyosók teszik lehetővé a haderő gyors reagálóképességét (közúti és légi szállítás) és a folyamatos utánpótlás fenntartását (vasúti és belvízi szállítás).

Már a 2000-es években végzett hazai kutatások is rámutattak arra, hogy a NATO-követelményeknek megfelelő katonai mobilitás biztosítása csak akkor lehetséges, ha a polgári TEN-T fejlesztéseket már tervezési fázisban integrálják a katonai infrastruktúra követelményeivel. Összegzőként elmondható, hogy a TEN-T hálózat több egybehangzó elemzés alapján is körülbelül 93 – 95%-ban egybeesik⁴⁶ a NATO terveiben szereplő katonai mobilitási folyosókkal,⁴⁷ ezért is öröndetes, hogy az EU a 2021 és 2027

⁴⁴ Larysa Lebedeva - Diana Shkuropadska, "Resilience of Transport Logistics in EU and Ukraine," *Foreign Trade: Economics, Finance, Law* 135, no. 4 (2024): 108–27, [https://doi.org/10.31617/3.2024\(135\)07](https://doi.org/10.31617/3.2024(135)07).

⁴⁵ Európai Unió, "A Strategic Compass for Security and Defence," 2022, https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/strategic_compass_en3_web.pdf. p. 29

⁴⁶ CER, *Rail's Vital Role in Enabling the Future of EU Defence*.

⁴⁷ Ionela Cătălina Manolache - Aurelian Eusebio Manolache, "The Correlation between the Military Transport Network and the Trans-European Transport Network," *Bulletin of "Carol I" National Defence University* 13, no. 03 (2024): 240–52, <https://doi.org/10.53477/2284-9378-24-43>.

közötti időszakban 1,69 milliárd eurót fordított katonai mobilitási projektek támogatására a CEF keretében. A jelentős fejlesztések között szerepel Észtország 31 millió eurós projektje a Tapa katonai bázis közlekedési kapcsolatainak javítására, valamint Németország 49,6 millió eurós beruházása a keleti korridorok korszerűsítésére.

Németország centrális szerepe különösen fontos, mivel mind a keleti, mind a déli irányba elosztó központ szerepét tölti be földrajzi elhelyezkedése és fejlett közlekedési hálózata miatt.⁴⁸ Hazai kitekintésként, Nyugat-Magyarországon 12 TEN-T vasútállomás és berakóhely kettős felhasználású átalakításának tervezése valósult meg CEF források segítségével.⁴⁹

Ezek közül a Magyar Honvédség szempontjából kiemelt projekt a tatabányai vasúti berakó állomás felújítása, amely közvetlenül kapcsolódik a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program⁵⁰ keretében beszerzett Leopard 2A7HU harckocsik vagonírozásának feladataihoz.⁵¹ Ezen a területen a beruházási intenzitás várhatóan tovább nő, mivel a Bizottság javaslata szerint a következő, 2028 – 2034 közötti CEF ciklusban mintegy 17,6 milliárd eurót különítenének el katonai mobilitási célú, kettős felhasználású közlekedési infrastruktúra-fejlesztésekre.⁵²

Ugyanakkor katonai szempontból elengedhetetlen annak elemzése, hogy a TEN-T törzshálózat egyes szakaszainak ideiglenes kiesése esetén milyen alternatív folyosók alkalmasak a tranzitforgalom és a haderőátcsoportosítás lebonyolítására. Magyarország esetében ez egyrészt a három, országon áthaladó TEN-T törzshálózati folyosóhoz (Mediterrán, Kelet/Kelet-Mediterrán, Rajna-Duna) kapcsolódó párhuzamos útvonalak, másrészt a főirányokat biztosító, részben nem

⁴⁸ Európai Bizottság, "Connecting Europe Facility - Transport," Európai Bizottság, January 2024, <https://cinea.ec.europa.eu/system/files/2023-04/MilMob%20factsheet%202023-web.pdf>. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

⁴⁹ Sándor Csilla, "Tizenegy dunántúli vasútállomást alakítanak át polgári mellett katonai célú használatra," Magyar Építők, 2025. október 25. <https://magyarepitok.hu/vasutfejlesztes/2025/10/tizenegy-dunantuli-allomast-alakitanak-atpolgari-es-katonai-celu-felhasznalasra>. (Letöltés ideje: 2026.02.03.)

⁵⁰ Honvédelmi Minisztérium, "Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program," Honvédelmi Minisztérium, 2017, https://web.archive.org/web/20180306144605/https://honvedelem.hu/files/files/108409/zrinyi2026_190_190_7.pdf. (Letöltés ideje: 2025.08.09.)

⁵¹ Ref. 30.

⁵² Mathias Gullentops, *Connecting Europe Facility 2028-2034: Financing EU Infrastructure Networks*, PE 779.264 (European Parliamentary Research Service, 2025), [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2025/779264/EPRS_BRI\(2025\)779264_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2025/779264/EPRS_BRI(2025)779264_EN.pdf).

TEN-T-besorolású gyorsforgalmi és főúti tengelyek katonai célú minősítését és terhelhetőségének vizsgálatát jelenti.⁵³

Az energetikai infrastruktúra

Az energia-infrastruktúra kritikus tényező az EDTIB működő- és ellenálló képességének biztosításában.⁵⁴ A következőkben egy áttekintést nyújtok az EU jelenlegi kapacitásairól, különös tekintettel a védelmi ipari komplexum igényeire, kihívásaira és a közelmúltban történt ibériai áramszünet tanulságaira. Az EU villamosenergia-hálózata egyre nagyobb terhelés alatt áll a növekvő energiaigény, a megújuló források ingadozó termelése és a nagy fogyasztók, mint például az adatközpontok, robbanásszerű elterjedése miatt. Erre mutat rá az Európai Környezetvédelmi Iroda jelentése is, melyben javasolja, hogy az EU területén meglévő hálózati átviteli képességnek 2035-ig 131%-kal kell bővülnie, hogy alkalmas legyen az évi mintegy 100 GW újonnan telepített megújuló energiatermelési kapacitás befogadására.⁵⁵

A zöld energia termelésének jellegéből fakadó ingadozást kiküszöbölendő folyamatos zsinóráram⁵⁶ biztosítása érdekében újszerű

⁵³ Kovács Ferenc, *A Magyar Köztársaság közlekedési hálózatának vizsgálata a NATO és a NATO PfP tagországok csapatai gyors, akadálymentes átvonulását biztosító útvonalak kiválasztása és azok életképességét növelő létesítmények szempontjából – különös tekintettel az EU közlekedési folyosók hazai szakaszainak fejlesztésére* (Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, Védelemkoordinációs Főosztály, 2004).

⁵⁴ Az ellátási lánc minősített időszakban történő működése, valamint a különleges jogrendhez igazított beszerzési eljárások részleteit nem célozom vizsgálni jelen tanulmányban, azonban mindenképpen meg kell említeni, hogy az ellátási láncok jogi és logisztikai keretei önmagukban is létfontosságú rendszerelemek, amelyek meghibásodása a műveleti utánpótlás folyamatosságát veszélyeztetik. Bővebben: Derzsényi Attila, "Különleges jogrend szerinti beszerzés az ellátási lánc folyamatában," in Humánvédelem - békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése, ed. Csengeri János and Krajnc Zoltán (Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2016), https://real.mtak.hu/33554/1/tanulmanygyujtemeny%20ujratervezes_CsJ_KZ_1.5.pdf#page=615

⁵⁵ Dimitris Tsekeris et al., *Wired for Climate Neutrality: A Paris Agreement Compatible (PAC) Roadmap for Power Grids* (European Environmental Bureau, 2024), https://www.pac-scenarios.eu/fileadmin/user_upload/PAC/PAC_documents/2024_Brief_Wired-for-Climate-Neutrality.pdf. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

⁵⁶ Naár Antal Tamás, "A magyar háztartások villamosenergia-fogyasztási magatartásmintázatainak feltárása a fenntarthatóság kontextusában" (PhD értekezés, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2022), <https://doi.org/10.54598/002140>.

megoldásként a kis méretű, moduláris reaktorok (a továbbiakban: SMR⁵⁷) egyre inkább előtérbe kerülnek. A TANDEM⁵⁸ projekt például olyan hibrid-rendszereket vizsgál, ahol az SMR-ek kiegyenlítik a megújuló források termelésének kilengéseit, miközben alacsony szén-dioxid-kibocsátást biztosítanak.⁵⁹

Ezt a technológiát akár egyes vállalatok saját energiaigényük kizárólagos biztosítása érdekében is felhasználhatják. Ez megoldást jelenthet a mesterséges intelligencia (a továbbiakban: MI) és a közösségi média adatközpontjai hatalmas villamosenergia-felvételének fedezésére is. Így elkerülhetők az olyan lokális konfliktusok, mint a norvég Nammo lőszergyár esete, ahol a gyártás bővítési tervei ütköztek egy TikTok-adatközpont áramigényével, mivel a helyi hálózat szabad kapacitásait már szerződéssel lefoglalták. Az ilyen konfliktusok mutatják az energiaelosztás stratégiai irányításának szükségességét.⁶⁰

Az ehhez hasonló adatközpontok villamosenergia-igénye rohamosan növekszik az EU-ban, ahol ez 2018-ban már a teljes fogyasztás 2,7%-át tette ki, és a volumen bővülésének üteme 2030-ig tartó becslések szerint 2 – 4% közé fog esni.⁶¹ Az MI-alapú rendszerek különösen nagy fogyasztók; 2026-ra az éves áramfelvételük elérheti a 90 TWh-t. Ez a tendencia komoly kihívást jelent a hálózati mérnökök számára, különösen a védelmi létesítmények ellátásának biztosítása szempontjából.⁶² Ebben a környezetben felértékelődik az ipari léptékű energiatároló rendszerek szerepe, amelyek képesek időben elválasztani a termelés és a fogyasztás csúcsait, valamint tehermentesíteni a villamosenergia-hálózatot.⁶³

⁵⁷ Small Modular Reactor

⁵⁸ Small Modular Reactor for a European safe and Decarbonised Energy Mix

⁵⁹ Claire Vaglio-Gaudard et al., "The TANDEM Euratom Project: Context, Objectives and Workplan," *Nuclear Engineering and Technology* 56, no. 3 (2024): 993–1001, <https://doi.org/10.1016/j.net.2023.12.015>.

⁶⁰ Atle Hauge et al., "Contested Visions of Regional Futures in Inland Norway: Data Storage, TikTok and the Symbolic Value of Megaprojects," *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2025. február 27. rsae048, <https://doi.org/10.1093/cjres/rsae048>.

⁶¹ Francesco Montevercchi et al., *Energy-Efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-Friendly Cloud Market*, KK-03-20-210-EN-N (Publications Office of the European Union, 2020), <https://doi.org/10.2759/3320>.

⁶² Paolo Bertoldi - George Kamiya, *Energy Consumption in Data Centres and Broadband Communication Networks in the EU*. (Publications Office of the European Union, 2024), <https://doi.org/10.2760/706491>.

⁶³ Balogh Béla, "Egyedi skálázható zöldenergia termelő és tároló rendszer fejlesztése és projektszintű megközelítése" (Diplomadolgozat, Magyar Agrár- és

A felmerülő problémára adott válaszok közé tartoznak a nagy kapacitású akkumulátoros-,⁶⁴ a szivattyús-,⁶⁵ valamint a hidrogénalapú energiatároló-rendszerek,⁶⁶ amelyek az EU szerint kulcsfontosságúak a megújuló források magas részarányához szükséges rendszerrugalmasság biztosításában. Szintén a lehetséges megoldások közé tartozik a transznacionális átviteli kapacitások bővítése, az ipari léptékű akkumulátoros energiatároló-rendszerek fejlesztése és integrálása, valamint az SMR-ek bevetése a rendszerinercia⁶⁷ növelésére. A norvég eset tanulsága, hogy a kritikus infrastruktúrák prioritizálása és a mikrohálózatok kiépítése elengedhetetlen a védelmi ipar energiabiztonsága érdekében. A jövőben a hálózattervezésnek nemcsak a mennyiségi, hanem a minőségi követelményeket is figyelembe kell vennie a megújuló források dominanciája mellett.⁶⁸

A zöld technológiák előretörése ellenére még mindig nagy mennyiségű fosszilis energiahordozót fogyaszt Európa az elektromos áram előállításához, melyet főleg importból szerez be. A kontinens egyes régiói történelmi múltjuknak köszönhetően jól kiépített csővezetékes hálózattal vannak ellátva, azonban az Oroszországot sújtó szankciók miatt egy jelentős forrás kizárásra került a beszállítók közül. Emiatt az EU olaj- és gázvezeték-hálózatának felhasználása jelentős változáson megy keresztül. Az orosz Barátság kőolajvezeték 2022-ig mintegy 1-1,4 millió hordó/nap kapacitással látta el Kelet-Közép-Európa finomítóit, de az orosz eredetű olajra kivetett uniós szankciók következtében a vezeték kihasználtsága 2022 után drasztikusan visszaesett, egyes szakaszokon csak töredéke maradt a korábbi mennyiségeknek. Ezt pótolni a Törökországon átvezető útvonalakon keresztül próbálják, ahol a Török Áramlat vezeték névleges kapacitása évi 31,5 milliárd köbméter, míg a Déli

Élettudományi Egyetem, 2024), <https://stud.mater.uni-mate.hu/12568/1/839469337.pdf>.

⁶⁴ Sörös Milán Attila és Hartmann Bálint, "Az akkumulátoros energiatárolás lehetőségei a hálózati szolgáltatások területén," *Magyar Kémikusok Lapja* 78, no. 11 (2023): 320–23, <https://doi.org/10.24364/MKL.2023.11>.

⁶⁵ Soha Tamás et al., "Szivattyús energiatároló létesítmények területalkalmassági vizsgálata az Észak-magyarországi régióban," *Hidrológiai Közöny* 106, no. 1 (2026): 32–42, <https://doi.org/10.59258/hk.22210>.

⁶⁶ Sárdy Kata Eszter és Szén István, "A hidrogén szerepe az energiabiztonság növelésében a megújuló energiaforrások integrációja mellett," *XLI Kandó Konferencia 2025, 2026*, <http://hdl.handle.net/20.500.14044/37342>.

⁶⁷ A villamosenergia-rendszer forgó tömegeinek tehetetlensége, amely zavar esetén rövid ideig stabilizálja a frekvenciát, és időt ad a szabályozásnak a termelés és fogyasztás egyensúlyának helyreállítására.

⁶⁸ Carlos A. M. Silva et al., "Enhancing the European Power System Resilience with a Recommendation System for Voluntary Demand Response," *iScience* 27, no. 12 (2024): 111430, <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111430>.

Gázfolyosó gerincét adó TANAP⁶⁹ jelenleg 16 milliárd köbméter/év szállítására képes, amelyet a tervek szerint 32 milliárd köbméter/évre bővítenek. A 2022 – 2024 közötti időszakban mindkét vezeték kulcsszerepet játszott az orosz gáz kiváltásában, bár a pontos évi áramlási mennyiségek országonként és évenként jelentősen ingadoztak. Mindezek hatására Azerbajdzsán szerepe is kulcsfontosságúvá vált, hiszen a Déli Gázfolyosó révén 2024-ben 12,9 milliárd köbméter földgázt exportált az EU-ba, ami 12%-os növekedést jelent 2021-hez képest.⁷⁰

Az energiahálózat és a katonai műveletek kapcsolatát mi sem példázza jobban, mint a Németország földgázellátását biztosító Északi Áramlat 1-2 vezetékpár ellen elkövetett szabotázsakció, amely a Balti-tengeri útvonalon összesen mintegy 110 milliárd köbméter/év műszaki szállítási kapacitást tett gyakorlatilag használhatatlanná Oroszország irányából, noha ennek jelentős része – különösen az Északi Áramlat-2 – már a robbantást megelőzően sem volt kihasználva a politikai és jogi viták miatt.⁷¹ Ez az importképesség-csökkenés nagyon gyorsan rákényszerítette az EU-t alternatív földgázbeszerzési források felkutatására. Így vált a tengeri cseppfolyósított földgáz (a továbbiakban: LNG⁷²) szállítások szerepe kulcsfontosságúvá. A tengeri átféjtő terminálok létesítése a tengerparttal rendelkező államok kiemelt befektetéseivé váltak, ahol például az USA-ból érkező évi 50 milliárd köbméter LNG-t tervezik átféjteni, így megspórolva a tranzitdíjakat a közvetlen átvétellel. A tengeri szállítási lehetőségek nagyban hozzájárulnak a beszerzések diverzifikálásához, mivel a világ óceánjait minden nagyobb termelő el tudja érni, így nemcsak Észak-Amerika, hanem a Közel-Kelet és Észak-Afrika is potenciális importőre lesz Európának.⁷³

A katonai műveletek üzemanyag-ellátásának biztosítása érdekében a NATO is üzemeltet saját csővezetékes hálózatot.⁷⁴ A Közép-Európai

⁶⁹ Trans Anatolian Natural Gas Pipeline – Transzanatóliai Földgázvezeték

⁷⁰ Elena Schislyaeva et al., „The EU - Russia - Turkey Energy Triangle: Legal and Economic Conditions of Gas Transportation via the TurkStream Pipeline,” *Transportation Research Procedia*, X International Scientific Siberian Transport Forum — TransSiberia 2022, vol. 63 (January 2022): 1984–90, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.220>.

⁷¹ Moniek de Jong, „Tracing the Downfall of the Nord Stream 2 Gas Pipeline,” *WI-REs Energy and Environment* 13, no. 1 (2024): e502, <https://doi.org/10.1002/wene.502>.

⁷² Liquefied Natural Gas

⁷³ Török Virág, „Az Európai Unió LNG-importjának jelene, és jövőbeli kilátásai,” *Hadtudomány* 32, no. 4 (2022): 31–44, <https://doi.org/10.17047/HAD-TUD.2022.32.4.31>.

⁷⁴ Fontos megjegyezni, hogy ez az ellátás keretmegállapodások megkötésén keresztül valósulhat meg, mely beszerzési eljárásokat az NSPA folytat le a

Csővezeték Rendszer (a továbbiakban: CEPS⁷⁵) Franciaországot, Németországot, Luxemburgot, Belgiumot és Hollandiát köti össze. Az 5.279 km-es hosszú nyomvonalon 36 raktárkomplexum mintegy 1 millió köbméteres tárolókapacitással, 6 tengeri kikötő, 11 finomító, 4 akkreditált laboratórium és rengeteg közúti terminál helyezkedik el. A CEPS feladata a NATO keleti szárnyának hajtóanyaggal – főleg gázolajjal és repülőpetrólummal – történő ellátása. Azonban az ehhez hasonló hálózatok kiépítése hatalmas költségekkel jár, melyek csak a kettős célú felhasználásuk esetén lehet rentábilis. Ezért a civil és a védelmi szektor összekötésének elősegítése az EU és a NATO közös feladata, akár célzott támogatási programokon keresztül is. Az így létesülő kisebb hálózatok összekapcsolása pedig az utolsó lépés a hadászati ellátásbiztonság megerősítéséhez.⁷⁶

Az EU ambiciózus terveket fogalmazott meg a hagyományos energiahordozók megújuló energiaforrásokkal történő kiváltására. Az Európai Zöld Megállapodás⁷⁷ célja a klímasemlegesség elérése 2050-ig, melynek kézzelfogható akcióterve az Irány az 55% csomag,⁷⁸ ami konkrét intézkedéseket tesz arra, hogy a tagállamok 2030-ra az 1990-es szinthez képest legalább 55%-kal csökkentsék az üvegházhatású gázok kibocsátását. Emellett a vállalatok előírják, hogy a „tisztá áram” aránya az EU teljes bruttó végső felhasználásán belül a jelenlegi átlagos 20%-ról először 32%-ra, majd 45%-ra emelkedjen.⁷⁹ Mindezek megvalósítása érdekében az acél- és más energiaigényes iparágaknak el kell mozdulniuk a fosszilis tüzelőanyagokról a tiszta energiaforrásokra.⁸⁰

Az egyik vállalat teljesítése nem váratott sokat magára, hiszen az EU megújuló forrásokból történő villamosenergia-termelése 2024-ben 47%-os részarányt ért el, főként a nap- és szélenergia miatt.

csatlakozó tagállamok megbízásából. Bővebben: Derzsényi Attila, „Keretmegállapodásos eljárás alkalmazása a honvédségi ellátásban,” *Katonai Logisztika* 21, no. 1 (2013): 35–48.

⁷⁵ Central European Pipeline System

⁷⁶ Jutta Lauf - Reiner Zimmermann, „Costs of Building New Energy Infrastructure and Transporting Energy for a Future Sector-Integrating Energy System with a Focus on Europe,” *Energy Highlights*, no. 18 (2023): 6–20.

⁷⁷ Európai Bizottság, „Az Európai Zöld Megállapodás,” Brussels, Belgium, 2019, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640>.

⁷⁸ Európai Bizottság, „‘Fit for 55’: Delivering the EU’s 2030 Climate Target on the Way to Climate Neutrality,” Brussels, Belgium, 2021. július 14. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021DC0550>.

⁷⁹ EU reg. 2023/2413 - RED III. <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>.

⁸⁰ Eva Eckert - Oleksandra Kovalevska, „Sustainability in the European Union: Analyzing the Discourse of the European Green Deal,” *Journal of Risk and Financial Management* 14, no. 2 (2021): 80, <https://doi.org/10.3390/jrfm14020080>.

robbanásszerű elterjedésének köszönhetően.⁸¹ A napenergia-kapacitás 65,5 GW-os növekedése ebben az évben szintén rekordot jelentett, így az összes telepített teljesítmény elérte a 338 GW-ot. A REPowerEU program⁸² céljai szerint 2030-ig további évi 70 GW új napelem-kapacitás telepítésére van szükség, ami a jelenlegi ütem mellett nehezen kivitelezhető. A szélerőművek fejlesztése sem maradhat el, de több régióban ez jogszabályi kihívásokba ütközik, például a mediterrán régióban a szabályozási keretek hiánya lassítja a technológia elterjedését. Továbbá a megújuló energiaforrások kiaknázásához szükséges erőművek agresszív, jogi eszközökkel való elterjesztése komoly importfüggőséget alakított ki harmadik országok irányába. Az EU-ban telepített napelemek döntő többségét (2022-ben 95%-át) kínai gyártók szállították, miközben az uniós iparpolitika célja, hogy 2030-ra a telepített napelem-kapacitás legalább 40%-a EU-ban előállított modulokból származzon.⁸³ Az élettartamukat kifutott fotovoltaiikus panelek újrahasznosítása szintén nem biztosított sőt a technológia sem áll ehhez rendelkezésre. Ennek fejlesztése komoly befektetéseket igényel, mivel hulladékként történő tárolásuk rendkívül környezetszennyező.⁸⁴

A védelmi ipar szempontjából a zöld energiára való fokozott támaszkodás kettős kihívást jelent. Egyrészt ennek ingadozó jellege veszélyezteti a gyártási folyamatok folyamatos fenntartását, ugyanakkor lehetőséget kínál a védelmi létesítmények energiafüggetlenségének növelésére és az energiamix diverzifikálására akkumulátoros tárolórendszerek telepítésén keresztül, melyekbe több forrásból is be lehet táplálni az előállított villanyáramot.⁸⁵

⁸¹ Eurostat, "Electricity from Renewable Sources Reaches 47% in 2024," Eurostat, March 19, 2025, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250319-1>. (Letöltés ideje: 2025.08.24.)

⁸² Európai Bizottság, "A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának: REPowerEU terv," 2022, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52022DC0230>.

⁸³ Ben McWilliams et al., *Smarter European Union Industrial Policy for Solar Panels*, Research Report no. 02/2024 (Bruegel Policy Brief, 2024), <https://www.econstor.eu/handle/10419/294897>. (Letöltés ideje: 2025.05.26.)

⁸⁴ Sajjan Preet - Stefan Thor Smith, "A Comprehensive Review on the Recycling Technology of Silicon Based Photovoltaic Solar Panels: Challenges and Future Outlook," *Journal of Cleaner Production* 448 (2024. április): 141661, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141661>.

⁸⁵ Abraham Alem Kebede et al., "A Comprehensive Review of Stationary Energy Storage Devices for Large Scale Renewable Energy Sources Grid Integration," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 159 (2022): 112213, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112213>.

Az európai energiahálózat sebezhetőségére és a megfelelő redundancia fontosságára egyértelműen rámutatott a 2025-ös ibériai áramszünet esete. Ez az eset több kulcsfontosságú tanulságot szolgáltat a védelmi ipari komplexum szempontjából. Április 28-án 12:33-kor a spanyol villamoshálózatban öt másodperc alatt 15 GW elektromos teljesítmény kapcsolódott le, ami az ország pillanatnyi termelésének körülbelül 60%-át jelentette. A fennmaradó források nem tudták kielégíteni a keresletet, és megszakadt az áramszolgáltatás Spanyolországban, következképpen Portugáliában, Andorrában és Dél-Franciaországban is. A frekvenciaingadozások miatt Franciaország automatikusan lekapcsolódott a spanyol villamos hálózatról, hogy megvédje saját rendszerét és Európa többi részét. Ez a szeparáció külső támogatás nélkül hagyta az Ibériai-félszigetet, ami hozzájárult az áramellátás teljes összeomlásához. Az áramszünetet követően a spanyol atomerőművek biztonsági okokból szintén automatikusan lekapcsolódtak a villamos hálózatról.

Ez az eljárás az ellátás teljes megszűnése esetén az erőművek és reaktorok stabilitásának biztosítása érdekében szokásos protokoll.⁸⁶ A spanyol kormány vizsgálati jelentése szerint az áramszünet oka az egyensúlyhiány volt a villamosenergia-termelés és -kereslet között, vagyis túl nagy volt a feszültség a rendszerben. Az ENTSO-E⁸⁷ vizsgálata pedig "lépcsőzetes feszültségnövekedést" azonosított kiváltó okként, ami addig ismeretlen jelenség volt az európai energiarendszerben. Amikor a feszültség megugrott, kioldódtak az automatikus biztonsági rendszerek a károk elkerülése érdekében, ami sok zöld energiát termelő erőmű hirtelen lekapcsolódásához vezetett.⁸⁸

A megújuló energiaforrások nagy aránya valóban szerepet játszott az instabilitásban. Az áramszünet időpontjában ezek a termelők a spanyol energiamix 78%-át adták, ebből a napenergia egyedül 60%-ot tett ki. A szinkronforrások, mint a vízerőművek, gáz- vagy nukleáris erőművek, elektromos inerciát biztosítanak a rendszernek, ami segít stabilizálni a frekvenciát és a feszültséget gyors változások esetén. Azonban a turbinák tehetetlenségüknél fogva egy bizonyos idő elteltével tudják

⁸⁶ José Guillermo Sánchez León, "Spain-Portugal Blackouts: What Actually Happened, and What Can Iberia and Europe Learn from It?," The Conversation, 2025. május 02. <http://theconversation.com/spain-portugal-blackouts-what-actually-happened-and-what-can-iberia-and-europe-learn-from-it-255666>. (Letöltés ideje: 2025.05.26.)

⁸⁷ European Network of Transmission System Operators for Electricity – a villamosenergia-átadás rendszerüzemeltetőinek európai hálózata

⁸⁸ Casey Crownhart, "Did Solar Power Cause Spain's Blackout?," MIT Technology Review, 2025. május 08. <https://www.technologyreview.com/2025/05/08/1116166/spain-blackout-grid/>. (Letöltés ideje: 2025.05.26.)

csak a szükséges fordulatszámot elérni, mely alatt nem adnak le kellő teljesítményt. Ezzel szemben a nap- és szélenergia, amelyek elektronikus invertereken keresztül kapcsolódnak, természetüknél fogva nem biztosítanak inerciát, ami súlyosbíthatja az instabilitást, ha nem kompenzálják tárolási vagy fejlett vezérlési technológiákkal.⁸⁹

Az ilyen esetek elkerülése érdekében a páneurópai energiamegosztási mechanizmusok megerősítése lehet a megoldás. A kutatások azt mutatják, hogy a zöld forrásokból származó nagy energiaingadozások páneurópai szinten semlegesíthetőek az országok közötti jelentősen megnövelt villamosenergia-cserék révén, ami ellenállóbbá teheti az egész rendszert. Ehhez a nemzetek közötti interkonnektorok létesítésére és az EU-s áramtőzsde optimalizálására van szükség.⁹⁰ A spanyol áramszünet rávilágít arra, hogy az energiarendszer megújulók felé történő eltolódása komoly műszaki feladatokat támaszt a hálózat stabilitásának és megbízhatóságának szavatolása érdekében. A védelmi ipar számára ezért elengedhetetlen, hogy előrelátóan igazodjon ezekhez a kihívásokhoz és megerősítse energiabiztonsági stratégiáit.

Az infokommunikációs infrastruktúra

Az EU infokommunikációs hálózatai stratégiai eszközként szolgálnak az EDTIB számára. Ez a relatíve jól kiépített infrastruktúra az ipari termelés egyik fő hajtóereje, hiszen az előállított javak jelentős része már az online térben kerül értékesítésre. A civil hálózatokkal párhuzamosan dedikált, katonai felhasználású hálózatok is épülnek a haderők számára, azonban egyre elterjedtebbek a kettős felhasználású rendszerek. Ehhez természetesen a megfelelő titkosítási protokollokat kezelni tudó rendszerelemekre van szükség, amely technológiák elterjedésében digitális pénzügyi megoldások, a kriptovaluták és a blokklánc-alapú rendszerek is szerepet játszottak.⁹¹ A hálózati elemek biztonságát azonban nemcsak a lehallgatás elleni védelem jellemzi, hanem azok fizikai biztonsága is.

⁸⁹ Douglas C. Youvan, *Simulation Iberia: Modeling a Silent Electromagnetic Strike Through the 2025 Iberian Blackout*, 2025, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33621.13287>.

⁹⁰ Sarah Becker et al., "Transmission Grid Extensions during the Build-up of a Fully Renewable Pan-European Electricity Supply," *Energy* 64 (2014. január): 404–18, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.10.010>.

⁹¹ Vladimir Pevnev et al., "Ensuring the Data Integrity in Infocommunication Systems," *International Journal of Computing* 21, no. 2 (2022): 228–33, <https://doi.org/10.47839/ijc.21.2.2591>.

A globális nemzetközi adatforgalom mintegy 97-98%-a tenger alatti optikai kábeleken keresztül zajlik, amelyek a modern gazdaság rejtett, mégis kritikus ütőereiként funkcionálnak. Sebezhetőségük azonban látványosan megmutatkozott a Balti-tengeren 2024 novemberében, amikor két, Svédországot Litvániával, illetve Finnországot Németországgal összekötő távközlési kábel megsérült, feltehetően egy kínai teherhajó lehorgonyzó manővere következtében.⁹² Az eset több országban szolgáltatási zavarokat és forgalomterelést okozott, és az Északi Áramlat-vezetékek elleni 2022-es szabotázs fényében különösen ráirányította a figyelmet a távközlési és energiahálózati infrastruktúrák fizikai védelmének stratégiai jelentőségére, valamint a szűrkezőnás, hibrid műveletek új dimenzióira.⁹³ Mindez világosan jelzi, hogy a jövő európai biztonságpolitikájában a távközlési és energiahálózati infrastruktúrák fizikai védelme, valamint a szűrkezőnás, hibrid műveletek kezelésének képessége megkerülhetetlen stratégiai követelménnyé vált.

A földfelszíni infokommunikációs infrastruktúra esetében a vezetékes adathordozás erősen ki van téve az éghajlati hatásoknak, a hőtágulás vagy a jégterhelés is károkat tehet benne. A vezetékek nélküli hálózatok tekintetében a lakossági 4G lefedettség 99%-os Európában, de az alacsony látenciát és magas sáv szélességet biztosító, valódi teljes értékű 5G hálózatok csak a lakott területek lényegesen alacsonyabb hányadát érik el, ráadásul ez a mérték országonként jelentősen el is tér egymástól. Így kijelenthető, hogy a védelmi alkalmazások használatához kritikus, informatikai értelemben véve szinte azonnali átviteli idejű kommunikáció földrajzilag még erősen korlátozott. A föld alatti szál-optikai kábelek tekinthetők a legbiztonságosabb adatátviteli megoldások egyikének, mivel a felszíni és légi infrastruktúrához képest jelentősen jobban védettek a fizikai behatásokkal szemben, több száz kilométeren keresztül is költséghatékonyan üzemeltethetők és felderíthetőségük is alacsony.

A távvezérelt katonai felszerelések üzemeltetéséhez mégis jellemzően műholdas kapcsolat szükséges, mely független a műveleti terület infrastruktúrájától, ahogy ez megfigyelhető volt Irakban is a pilóta nélküli

⁹² Michael Schwirtz et al., "E.U. Vessels Surround Anchored Chinese Ship After Baltic Sea Cables Are Severed.," *The New York Times (Digital Edition)* (New York, NY, USA), 2024. november 27. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=15538095&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA818092854&sid=googleScholar&linkaccess=abs>. (Letöltés ideje: 2026.02.10.)

⁹³ Heiko Meiertöns, "Seabed Warfare," *Völkerrechtsblog*, ahead of print, 2025. január 24. <https://doi.org/10.17176/20250124-192022-0>.

repülőkhöz alkalmazásánál.⁹⁴ Az Egyesült Államok rendelkezik ehhez megfelelő űrképességekkel, melyeket a NATO-n belül hajlandó is megosztani. Ettől függetlenül az EU fejleszti saját IRIS² műholdrendszerét, mely tervezetten 2027-ig kerül földköri pályára, majd 2030-tól fog biztosítani katonai szintű titkosítást és tartalék összeköttetést óriási területeken.⁹⁵

A hálózatok fizikai védelmének és a kibervédelmi stratégiáknak a szinergikus integrációja elengedhetetlen a modern katonai művelethez. Az információs hadviselés korában a dezinformációs kampányok (pl. hamis zászlós műveletek) mellett a konkrét technikai támadások is súlyos kockázatot jelentenek. Egy DDoS-támadás⁹⁶ esetén a támadók akár több száz vagy ezer eszközből indított adatárvízzel terhelik túl a célzott hálózatot, ami a kritikus infrastruktúrák (pl. pénzügyi rendszerek, kormányzati portálok) teljes leállításához is vezethet.⁹⁷ Ilyen esetekre különösen fontos egy önálló katonai hálózat megléte, ahol a nemzeti infrastruktúrától függetlenül folyhat a kommunikáció.

Összegzés

Az EU közlekedési és energiainfrastruktúrája alapvetően képes az EDTIB folyamatos működésének biztosítására, ugyanakkor a redundancia hiánya – különösen a keleti szárnyon – jelentős kockázatot jelent egy elhúzódó konfliktus esetén. A TEN-T hálózat fejlesztésére szolgáló CEF katonai mobilitási keretében a 2021–2027-es időszakra mintegy 1,69 milliárd eurót különítettek el kettős felhasználású projektekre, mely összeget a 2021-es, 2022-es és 2023-as felhívásokban gyakorlatilag teljes egészében le is kötötték, összesen 95 közlekedési projekt – többek között vasútállomások átépítése, hidak megerősítése és logisztikai csomópontok fejlesztése – finanszírozására. A vasúti szállítási kapacitás az ERA⁹⁸ szerint mintegy 685.000 aktív

⁹⁴ Mateusz Pietryka, "War Mediated by Satellites. US Drone Warfare and Its Socio-Political Consequences," *Horyzonty Polityki* 15, no. 52 (2024): 283–300, <https://doi.org/10.35765/hp.2566>.

⁹⁵ João Reis, "European Union Defense and Security Strategy for Space and Ground-Based Systems against Hybrid Threats," *Acta Astronautica* 225 (december 2024): 55–66, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.09.003>.

⁹⁶ Elosztott szolgáltatásmegtagadáson alapuló túlterheléses támadás, amely célja egy weboldal vagy online szolgáltatás megbénítása.

⁹⁷ Sanjay Goel - Brian Nussbaum, "Attribution Across Cyber Attack Types: Network Intrusions and Information Operations," *IEEE Open Journal of the Communications Society* 2 (2021): 1082–93, <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2021.3074591>.

⁹⁸ ERA (European Union Agency for Railways – Európai Unió Vasúti Ügynökség)

gördülőeszközzel elméletileg elegendő a nehézfelszerelések és az élőerő nagytömegű mozgatásához, de továbbra is komoly korlátot jelent, hogy egyes régiókban a vagonok átlagéletkora eléri a 35 évet, a nyomtávkülönbségek, valamint a határokon átnyúló bürokratikus akadályok.

Az energiahálózatok terén a megújuló források 2024-re elért kb. 47%-os részaránya egyszerre jelent jelentős előrelépést a klímacélok elérése felé és új kihívásokat a rendszerirányítás számára. A magas inverteres termelési arány növeli az inerciapótlás és a feszültség-, illetve frekvenciaszabályozás komplexitását, amint azt az Iberiai-félszigeten bekövetkezett 2025-ös áramszünet is jelezte. Az ENTSO-E ERAA⁹⁹ 2024-es értékelése szerint 2035-ig több mint 50 GW új, rugalmas fosszilis gázkapacitás gazdaságilag is indokolható lenne az ellátásbiztonság erősítéséhez, ugyanakkor az EU dekarbonizációs céljai korlátozzák az ilyen beruházások mozgásterét. A földgázimport szerkezete az orosz-ukrán háború és az orosz fosszilis energiahordozókra vonatkozó korlátozások nyomán radikálisan átalakult. Az EU orosz gázimportja 2021 és 2024 között mintegy 150 milliárd köbméterről nagyjából 52-54 milliárd köbméterre esett vissza, miközben a kelet-közép-európai régiók egy része továbbra is korlátozott közvetlen LNG-terminál-kapacitással rendelkezik. A kettős felhasználású infrastruktúra – például a CEPS csővezeték-rendszer – fejlesztése elősegíti a polgári és katonai igények összehangolását, ugyanakkor a nehezen védhető tenger alatti adatkábelek és más kritikus elemek védelme további célzott beruházásokat és NATO-EU szintű koordinációt igényel.

Összességében az EU jelenlegi infrastruktúrája képes a hadiipar ellátásának fenntartására, de különösen a keleti régiókban sürgető a redundancia növelése (mikrohálózatok, transznacionális áramcsere kapcsolatok, intermodális logisztikai csomópontok, hidak és alagutak célzott bővítése), valamint a NATO-val összehangolt védelmi és válságkezelési tervek következetes végrehajtása.

Irodalomjegyzék

1. Balogh Béla. "Egyedi skálázható zöldenergia termelő és tároló rendszer fejlesztése és projektszintű megközelítése." Diplomadolgozat, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2024. <https://stud.mater.uni-mate.hu/12568/1/839469337.pdf>.

⁹⁹ Az ERAA (European Resource Adequacy Assessment) az ENTSO-E által évente készített, európai erőforrás-megfelelőségi értékelés, amely a villamosenergia-rendszerek 10 éves ellátásbiztonságát vizsgálja.

2. Becker, Sarah, Rolando A. Rodriguez, Gorm Bruun Andresen, Stefan Schramm, and Martin Greiner. "Transmission Grid Extensions during the Build-up of a Fully Renewable Pan-European Electricity Supply." *Energy* 64 (January 2014): 404–18. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.10.010>.
3. Bertoldi, Paolo, and George Kamiya. *Energy Consumption in Data Centres and Broadband Communication Networks in the EU*. Publications Office of the European Union, 2024. <https://doi.org/10.2760/706491>.
4. CER. *Rail's Vital Role in Enabling the Future of EU Defence*. Position Paper. CER, 2025. https://www.cer.be/images/publications/positions/250218_CER_Position_Paper_Military_Mobility.pdf (Letöltés ideje: 2025.05.15.)
5. Crownhart, Casey. "Did Solar Power Cause Spain's Blackout?" MIT Technology Review, May 8, 2025. <https://www.technologyreview.com/2025/05/08/1116166/spain-blackout-grid/> (Letöltés ideje: 2025.05.26.)
6. Danczuk, Josef. "Bayraktars and Grenade-Dropping Quadcopters." *Military Review* 103, no. 4 (2023): 21–33.
7. Derzsényi Attila. "Katonai Beszerzés II. - A közbeszerzés, (köz)beszerzés, beszerzés rendszere." *Hadmérnök* 10, no. 2 (2015): 135–47.
8. Derzsényi Attila. "Keretmegállapodásos eljárás alkalmazása a honvédségi ellátásban." *Katonai Logisztika* 21, no. 1 (2013): 35–48.
9. Derzsényi Attila. "Különleges jogrend szerinti beszerzés az ellátási lánc folyamatában." In *Humánvédelem - békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*, edited by Csengeri János and Krajnc Zoltán. Nemzeti Közszerzési Egyetem, 2016. https://real.mtak.hu/33554/1/tanulmanygyujtemeny%20_ujratervezes_CsJ_KZ_1.5.pdf#page=615.
10. Eckert, Eva, and Oleksandra Kovalevska. "Sustainability in the European Union: Analyzing the Discourse of the European Green Deal." *Journal of Risk and Financial Management* 14, no. 2 (2021): 80. <https://doi.org/10.3390/jrfm14020080>.
11. Európai Bizottság. "A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának: REPowerEU terv." 2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52022DC0230>.
12. Európai Bizottság. "A Katonai Mobilitásról Szóló Cselekvési Terv 2.0." Európai Bizottság, November 10, 2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022JC0048>.
13. Európai Bizottság. "Az Európai Zöld Megállapodás." Brussels, Belgium, 2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640>.
14. Európai Bizottság. "Connecting Europe Facility - Transport." Európai Bizottság, January 2024. <https://cinea.ec.europa.eu/system/files/2023-04/MilMob%20factsheet%202023-web.pdf>. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

15. Európai Bizottság. “Fit for 55’: Delivering the EU’s 2030 Climate Target on the Way to Climate Neutrality.” Brussels, Belgium, July 14, 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021DC0550>.
16. Európai Tanács. “EU Sanctions against Russia.” Európai Tanács, 2024. <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions-against-russia/>.
17. Európai Unió. “A Bizottság (EU) 2025/675 végrehajtási rendelete (2025. április 4.) az Európai Unió vasúti rendszerének ‘járművek – mozdonyok és személyszállító járművek’ alrendszerére vonatkozó átjárhatósági műszaki előírásról szóló 1302/2014/EU rendelet és az engedélyezett vasútijármű-típusok európai nyilvántartásáról szóló 2011/665/EU végrehajtási határozat módosításáról.” Az Európai Unió Hivatalos Lapja, 2025. http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2025/675/oj.
18. Európai Unió. “A Strategic Compass for Security and Defence.” 2022. https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/strategic_compass_en3_web.pdf.
19. Európai Unió. “A Tanács 96/53/EK IRÁNYELVE (1996. június 25.) a Közösségen belül közlekedő egyes közúti járművek nemzeti és a nemzetközi forgalomban megengedett legnagyobb méreteinek, valamint a nemzetközi forgalomban megengedett legnagyobb össztömegének megállapításáról.” Az Európai Unió Hivatalos Lapja, July 25, 1996. <http://data.europa.eu/eli/dir/1996/53/oj>.
20. Európai Unió. “Az Európai Parlament És a Tanács (EU) 2021/1153 Rendelete (2021. Július 7.) Az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz Létrehozásáról, Valamint Az 1316/2013/EU És a 283/2014/EU Rendelet Hatályon Kívül Helyezéséről.” Az Európai Unió Hivatalos Lapja, July 7, 2021. <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1153/oj>.
21. Európai Unió. “Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/869 rendelete (2022. május 30.) a transzeurópai energiaipari infrastruktúrára vonatkozó iránymutatásokról, a 715/2009/EK, az (EU) 2019/942 és az (EU) 2019/943 rendelet, továbbá a 2009/73/EK és az (EU) 2019/944 irányelv módosításáról, valamint a 347/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről.” Az Európai Unió Hivatalos Lapja, May 30, 2022. <http://data.europa.eu/eli/reg/2022/869/oj>.
22. Európai Unió. “Az Európai Parlament És a Tanács (EU) 2023/2413 Irányelve (2023. Október 18.) Az (EU) 2018/2001 Irányelvnek, Az (EU) 2018/1999 Rendeletnek És a 98/70/EK Irányelvnek a Megújuló Energiaforrásokból Előállított Energia Előmozdítása Tekintetében Történő Módosításáról, Valamint Az (EU) 2015/652 Tanácsi Irányelv Hatályon Kívül Helyezéséről.” Publications Office of the European Union, October 18, 2023. <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>.
23. Európai Unió. “Az Európai Parlament És a Tanács (EU) 2024/1679 Rendelete (2024. Június 13.) a Transzeurópai Közlekedési Hálózat Fejlesztésére Vonatkozó Uniósi Iránymutatásokról, Az (EU) 2021/1153 És a 913/2010/EU Rendelet Módosításáról, Valamint Az 1315/2013/EU Rendelet Hatályon Kívül Helyezéséről.” Az Európai Unió Hivatalos Lapja, 2024. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1679/oj>.
24. Európai Unió. “White Paper for European Defence - Readiness 2030.” Európai Unió, 2025. https://commission.europa.eu/document/download/e6d5db69-e0ab-4bec-9dc0-3867b4373019_en (Letöltés ideje: 2025.05.21.)

25. European Commission. Directorate General for Communication. "EU-Ukraine Solidarity Lanes." Publications Office, 2024. <https://doi.org/10.2775/125560>.
26. European Court of Auditors. *EU Military Mobility – Full Speed Not Reached Due to Design Weaknesses and Obstacles En Route*. Special Report No. 04/2025. European Court of Auditors, 2025. https://www.eca.europa.eu/ECA-Publications/SR-2025-04/SR-2025-04_EN.pdf (Letöltés ideje: 2025.05.21.)
27. European Union Agency for Railways. *ERA Rolling Stock Fleet Study*. Final Report. European Union Agency for Railways, 2024. <https://www.era.europa.eu/sites/default/files/2024-12/era%20rst%20fleet%20study%20-%20final%20report.pdf?t=1747229439> (Letöltés ideje: 2025.05.21.)
28. Eurostat. "Electricity from Renewable Sources Reaches 47% in 2024." Eurostat, March 19, 2025. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250319-1> (Letöltés ideje: 2025.08.24.)
29. Goel, Sanjay, and Brian Nussbaum. "Attribution Across Cyber Attack Types: Network Intrusions and Information Operations." *IEEE Open Journal of the Communications Society* 2 (2021): 1082–93. <https://doi.org/10.1109/OJ-COMS.2021.3074591>.
30. Gullentops, Mathias. *Connecting Europe Facility 2028-2034: Financing EU Infrastructure Networks*. PE 779.264. European Parliamentary Research Service, 2025. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2025/779264/EPRS_BRI\(2025\)779264_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2025/779264/EPRS_BRI(2025)779264_EN.pdf).
31. Gulyás György. "A katonai vasúti szállítás kihívásai Európában." *Hadtudomány* 34, no. E-szám (2024): 206–20. <https://doi.org/10.17047/Hadtud.2024.34.E.206>.
32. Hajós Bence. "Paradigmaváltás a közúti hídtervezésben a hasznos járműterhek vonatkozásában: Katonai alapterhek helyett polgári járműterhek bevezetéséről." *Műszaki Katonai Közöny* 34, no. 2 (2024): 5–16. <https://doi.org/10.32562/mkk.2024.2.1>.
33. Hauge, Atle, Trond Nilsen, and Giuseppe Calignano. "Contested Visions of Regional Futures in Inland Norway: Data Storage, TikTok and the Symbolic Value of Megaprojects." *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, February 27, 2025, rsae048. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsae048>.
34. Honvédelmi Minisztérium. "Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program." Honvédelmi Minisztérium, 2017. https://web.archive.org/web/20180306144605/https://honvedelem.hu/files/files/108409/zrinyi2026_190_190_7.pdf. (Letöltés ideje: 2025.08.09.)
35. Jong, Moniek de. "Tracing the Downfall of the Nord Stream 2 Gas Pipeline." *WIREs Energy and Environment* 13, no. 1 (2024): e502. <https://doi.org/10.1002/wene.502>.
36. Kaiser, I., J. Vinolas, D. Gómez del Pulgar, and R. Galán. "Contribution of Variable Gauge Freight Wheelsets to Interoperability." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit* 233, no. 5 (2019): 489–505. <https://doi.org/10.1177/0954409718804960>.
37. Kebede, Abraham Alem, Theodoros Kalogiannis, Joeri Van Mierlo, and Matiane Berecibar. "A Comprehensive Review of Stationary Energy Storage

- Devices for Large Scale Renewable Energy Sources Grid Integration.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 159 (2022): 112213. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112213>.
38. Kovács Ferenc. *A Magyar Köztársaság közlekedési hálózatának vizsgálata a NATO és a NATO PfP tagországok csapatai gyors, akadálymentes átvonulását biztosító útvonalak kiválasztása és azok életképességét növelő létesítmények szempontjából – különös tekintettel az EU közlekedési folyosók hazai szakaszainak fejlesztésére*. Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, Védelemkoordinációs Főosztály, 2004.
39. Kovács, Ferenc. *Európai Szempontból Létfontosságú Hazai Közlekedési Infrastruktúrák Elemzése*. Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, 2008.
40. Kovács Ferenc, and Hajós Bence. “Meglévő közúti hidak teherbírási megfelelőségének értékelése honvédelmi szempontból a katonai célú közlekedésfejlesztési feladatok tükrében.” *Műszaki Katonai Közöny* 35, no. 2 (2025): 5–17. <https://doi.org/10.32562/mkk.2025.2.1>.
41. Kurcz Kristóf, Vég Róbert László, and Hegedűs Ernő. “A Leopard 2 harckocsicsalád és a Magyar Honvédség 2A4 és 2A7+ típusváltozatai I. rész.” *Haditechnika* 54, no. 5 (2020): 2–7. <https://doi.org/10.23713/HT.54.5.01>.
42. Latici, Tania. *Military Mobility: Infrastructure for European Defence*. European Parliamentary Research Service, 2020. <https://coilink.org/20.500.12592/w19qdv>.
43. Lauf, Jutta, and Reiner Zimmermann. “Costs of Building New Energy Infrastructure and Transporting Energy for a Future Sector-Integrating Energy System with a Focus on Europe.” *Energy Highlights*, no. 18 (2023): 6–20.
44. Lebedeva, Larysa, and Diana Shkuropadska. “Resilience of Transport Logistics in EU and Ukraine.” *Foreign Trade: Economics, Finance, Law* 135, no. 4 (2024): 108–27. [https://doi.org/10.31617/3.2024\(135\)07](https://doi.org/10.31617/3.2024(135)07).
45. Liwång, Hans. “Future National Energy Systems, Energy Security and Comprehensive National Defence.” *Energies* 16, no. 18 (2023): 6627. <https://doi.org/10.3390/en16186627>.
46. Lousada, Sérgio, Svitlana Delehan, José Manuel Naranjo Gómez, José Martín Gallardo, Oleh Mandryk, and Andrii Khorolskyi. “Bridging the Gap: Overcoming the 85 Mm Railway Gauge Difference between Ukraine and Europe Using Principles of Circular Economy and European Service Quality Standards.” *Journal of Infrastructure, Policy and Development* 8, no. 16 (2024): 10555. <https://doi.org/10.24294/jipd10555>.
47. Lukács László. “A KMDI katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területének alapítása, elért eredményei és továbbfejlesztésének lehetőségei.” In *Ludovika Egyetemi Kiadó*, edited by Padányi József and Göcze István. Ludovika Egyetemi Kiadó, 2023. https://doi.org/https://doi.org/10.36250/01130_13.
48. Manolache, Ionela Cătălina, and Aurelian Eusebio Manolache. “The Correlation between the Military Transport Network and the Trans-European Transport Network.” *Bulletin of “Carol I” National Defence University* 13, no. 03 (2024): 240–52. <https://doi.org/10.53477/2284-9378-24-43>.

49. McWilliams, Ben, Simone Tagliapietra, and Cecilia Trasi. *Smarter European Union Industrial Policy for Solar Panels*. Research Report No. 02/2024. Bruegel Policy Brief, 2024. <https://www.econstor.eu/handle/10419/294897> (Letöltés ideje: 2025.05.26.)
50. Meiertöns, Heiko. "Seabed Warfare." *Völkerrechtsblog*, ahead of print, January 24, 2025. <https://doi.org/10.17176/20250124-192022-0>.
51. Montevecchi, Francesco, T. Stickler, Ralph Hintemann, and Simon Hinterholzer. *Energy-Efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-Friendly Cloud Market*. KK-03-20-210-EN-N. Publications Office of the European Union, 2020. <https://doi.org/10.2759/3320>.
52. Naár Antal Tamás. "A magyar háztartások villamosenergia-fogyasztási magatartásmintázatainak feltárása a fenntarthatóság kontextusában." PhD értekezés, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2022. <https://doi.org/10.54598/002140>.
53. OTIF. "Convention Concerning International Carriage by Rail (COTIF) Appendix C – Regulation Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID)." Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail, August 20, 2025. https://otif.org/fileadmin/docs/Legal-Texts/COTIF/DangerousGoodsRID/RID/RID_2025_e_20_August_2025_signed.pdf.
54. Paulov Attila. "A légi közlekedés szövetségi szintű átfogó megközelítése, a NATO Légügyi Bizottság szerepe a katonai légi közlekedés fejlesztésében." *Honvédségi Szemle* 151, no. 03 (2023): 17–26. <https://doi.org/10.35926/HSZ.2023.3.2>.
55. Pevnev, Vladimir, Aleksandr Frolov, Mikhail Tsuranov, and Heorhii Zemlianko. "Ensuring the Data Integrity in Infocommunication Systems." *International Journal of Computing* 21, no. 2 (2022): 228–33. <https://doi.org/10.47839/ijc.21.2.2591>.
56. Pietryka, Mateusz. "War Mediated by Satellites. US Drone Warfare and Its Socio-Political Consequences." *Horyzonty Polityki* 15, no. 52 (2024): 283–300. <https://doi.org/10.35765/hp.2566>.
57. Pomykała, Agata. "Rail Baltica – the Project of the Century." *Technika Transportu Szynowego* (Warsaw, Poland) 25, no. 4 (2018): 33–36.
58. Preet, Sajjan, and Stefan Thor Smith. "A Comprehensive Review on the Recycling Technology of Silicon Based Photovoltaic Solar Panels: Challenges and Future Outlook." *Journal of Cleaner Production* 448 (April 2024): 141661. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141661>.
59. Puffert, Douglas J. *Tracks Across Continents, Paths Through History: The Economic Dynamics of Standardization in Railway Gauge*. Emersion: Emergent Village Resources for Communities of Faith Series. University of Chicago Press, 2009. https://doi.org/10.1111/j.1468-0289.2009.00511_34.x.
60. Reis, João. "European Union Defense and Security Strategy for Space and Ground-Based Systems against Hybrid Threats." *Acta Astronautica* 225 (December 2024): 55–66. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.09.003>.

61. Rico, Carlos, and Benedikt Heyl. *The State of the EU's Rail Infrastructure: Investment Priorities for More Connected and Resilient Networks*. European Federation for Transport and Environment, 2025. https://www.transportenvironment.org/uploads/files/Tracking-Europes-rail-infrastructure-REPORT_2025-06-24-072810_gqwa.pdf.
62. Ronanki, Deepak. "Overview of Rolling Stock." In *Transportation Electrification: Breakthroughs in Electrified Vehicles, Aircraft, Rolling Stock, and Watercraft*, edited by Ahmed A. Mohamed, Ahmad Arshan Khan, Ahmed T. Elsayed, and Mohamed A. Elshaer. IEEE Press Series on Power and Energy Systems, edited by Sarah Spurgeon. John Wiley & Sons, 2022. <https://doi.org/10.1002/9781119812357.ch11>.
63. Rowlands, Kevin, and Andrew Young. "Mind the (Suwałki) Gap." *The RUSI Journal* 171, no. 1 (2026): 96–101. <https://doi.org/10.1080/03071847.2026.2607289>.
64. Sahitava, Yuliya. "EU Allocates €636 Million in CEF Funding for IWT Projects." *European IWT Platform*, July 3, 2023. <https://www.inlandwaterwaytransport.eu/cef-funding/> (Letöltés ideje: 2025.05.21.)
65. Sánchez León, José Guillermo. "Spain-Portugal Blackouts: What Actually Happened, and What Can Iberia and Europe Learn from It?" *The Conversation*, May 2, 2025. <http://theconversation.com/spain-portugal-blackouts-what-actually-happened-and-what-can-iberia-and-europe-learn-from-it-255666>. (Letöltés ideje: 2025.05.26.)
66. Sándor Csilla. "Tizenegy dunántúli vasútállomást alakítanak át polgári mellett katonai célú használatra." *Magyar Építők*, October 25, 2025. <https://magyarepitok.hu/vasutfejlesztes/2025/10/tizenegy-dunantuli-allomast-alakitanak-atpolgari-es-katonai-celu-felhasznalasra>. (Letöltés ideje: 2026.02.03.)
67. Sárdy Kata Eszter, and Szén István. "A hidrogén szerepe az energiabiztonság növelésében a megújuló energiaforrások integrációja mellett." *XLI Kandó Konferencia 2025*, 2026. <http://hdl.handle.net/20.500.14044/37342>.
68. Schislyaeva, Elena, Irina Evgrafova, Nadezhda Butakova, and Yuri Mishalchenko. "The EU - Russia - Turkey Energy Triangle: Legal and Economic Conditions of Gas Transportation via the TurkStream Pipeline." *Transportation Research Procedia*, X International Scientific Siberian Transport Forum — TransSiberia 2022, vol. 63 (January 2022): 1984–90. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.220>.
69. Schwirtz, Michael, Muiy Xiao, and Riley Mellen. "E.U. Vessels Surround Anchored Chinese Ship After Baltic Sea Cables Are Severed." *The New York Times (Digital Edition)* (New York, NY, USA), November 27, 2024. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=15538095&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA818092854&sid=googleScholar&linkaccess=abs>. (Letöltés ideje: 2026.02.10.)
70. Silva, Carlos A. M., Ricardo J. Bessa, José R. Andrade, et al. "Enhancing the European Power System Resilience with a Recommendation System for Voluntary Demand Response." *iScience* 27, no. 12 (2024): 111430. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111430>.

71. Soha Tamás, Juhász Kristóf Péter, and Hartmann Bálint. "Szivattyús energiatároló létesítmények területalkalmassági vizsgálata az Észak-magyarországi régióban." *Hidrologiai Közöny* 106, no. 1 (2026): 32–42. <https://doi.org/10.59258/hk.22210>.
72. Sörös Milán Attila, and Hartmann Bálint. "Az akkumulátoros energiatárolás lehetőségei a hálózati szolgáltatások területén." *Magyar Kémikusok Lapja* 78, no. 11 (2023): 320–23. <https://doi.org/10.24364/MKL.2023.11>.
73. Sys, Christa, Eddy Van de Voorde, Thierry Vanelslander, and Edwin van Has-sel. "Pathways for a Sustainable Future Inland Water Transport: A Case Study for the European Inland Navigation Sector." *Case Studies on Transport Policy* 8, no. 3 (2020): 686–99. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.07.013>.
74. Török Virág. "Az Európai Unió LNG-importjának jelene, és jövőbeli kilátásai." *Hadtudomány* 32, no. 4 (2022): 31–44. <https://doi.org/10.17047/HAD-TUD.2022.32.4.31>.
75. Tóth András. "Military 5G as a Critical Information Infrastructure." In *The Impact of the Energy Dependency on Critical Infrastructure Protection*, edited by Kovács Tünde Anna, Stadler Róbert Gábor, and Daruka Norbert. Springer Nature Switzerland, 2025. https://doi.org/10.1007/978-3-031-78544-3_57.
76. Trains for Europe. "On What Tracks Do You Want Night Trains to Run?" *Trains for Europe*, 2025. <https://trainsforeurope.eu/detail/on-what-tracks-do-you-want-night-trains-to-run/> (Letöltés ideje: 2025.05.21.)
77. Tsekeris, Dimitris, Joni Karjalainen, Cosimo Tansini, and Alberto Vela. *Wired for Climate Neutrality: A Paris Agreement Compatible (PAC) Roadmap for Power Grids*. European Environmental Bureau, 2024. https://www.pac-scenarios.eu/fileadmin/user_upload/PAC/PAC_documents/2024_Brief_Wired-for-Climate-Neutrality.pdf. (Letöltés ideje: 2025.05.21.)
78. Vaglio-Gaudard, Claire, María Teresa Dominguez Bautista, Michele Frignani, et al. "The TANDEM Euratom Project: Context, Objectives and Workplan." *Nuclear Engineering and Technology* 56, no. 3 (2024): 993–1001. <https://doi.org/10.1016/j.net.2023.12.015>.
79. Youvan, Douglas C. *Simulation Iberia: Modeling a Silent Electromagnetic Strike Through the 2025 Iberian Blackout*. 2025. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33621.13287>.