

A magyarországi katonai repülőterek elhelyezkedése a hagyományos erőművekhez képest¹

A tanulmány célja a magyarországi katonai repülőterek elhelyezkedésének vizsgálata a hazai hagyományos (azaz nem megújuló, például nukleáris, szén-, gáz- stb.) erőművektől való távolság szempontjából. A kutatás célja feltárni a katonai repülőterek és az erőművek közötti távolságok összefüggéseit, valamint az esetleges térbeli koncentrációkat. A vizsgálat során különféle térbeli adatokat és elhelyezkedési mintázatokat elemeznek a szerzők, figyelembe véve a stratégiai, védelmi és logisztikai tényezőket is. A katonai repülőterek és erőművek közötti kapcsolat megértése kulcsfontosságú a nemzetbiztonság szempontjából, mivel az erőművek stratégiai jelentősége és azok esetleges támadásoknak való kiszolgáltatottsága közvetlen hatással van a védelmi intézkedések tervezésére. A gráfelméleti módszerekkel végzett elemzés során három katonai repülőtér – Pápa, Kecskemét és Szolnok – energiaellátási interdependenciáit vizsgálták a szerzők, különös tekintettel a hálózati struktúra és a légvonalbeli távolságok összehasonlítására.

Kulcsszavak: katonai repülőtér; villamos energia, áram, erőmű, hálózat, legrövidebb út

Bevezetés

A modern katonai létesítmények működésének biztonsága és zavartalansága szorosan összefügg a polgári kritikus infrastruktúrák rendelkezésre állásával és megbízhatóságával. Az energiaellátás kiemelten érzékeny területként jelenik meg ebben a kontextusban, mivel a katonai objektumok, különösen a repülőterek működőképessége jelentős mértékben függ a folyamatos elektromosenergia-ellátottságtól. Ez különösen igaz olyan országokban, mint Magyarország, ahol a katonai infrastruktúra jelentős része közvetlenül a civil infrastruktúra-hálózatoktól kapja energiaellátását.

A globális biztonsági környezet változásai újra ráirányították a figyelmet az infrastruktúra ellátásbiztonságának stratégiai jelentőségére. Másrészt az

¹ A tanulmány a Kulturális és Innovációs Minisztérium DKÖP-NKE-24-01 kódszámú Doktoranduszi Kiválósági Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

interdependenciák vizsgálata hálózatkutató módszerekkel korábban kevésbé vagy egyáltalán nem volt jellemző a magyarországi katonai objektumok kontextusában (RINALDI–PEERENBOOM–KELLY 2001). Ezért indokolt a légibázisok – amelyek gyors reagálóképességük révén stratégiai fontosságúak – energia-biztonságának feltérképezése.

A kutatás eredményei lehetőséget adnak arra, hogy pontosabb képet kapjunk a vizsgált objektumok stratégiai sérülékenységről, valamint hozzájárulhatnak a katonai tervezés során alkalmazott kockázatsökkentési intézkedések kialakításához is. Az elemzés a továbbiakban alapját képezheti a hálózati centralitási és redundanciavizsgálatoknak, amelyek hosszabb távon is javíthatják az infrastruktúra ellenálló képességét.

Az elemzés során nyilvánosan elérhető adatokkal dolgoztak a szerzők, amelyek elsődleges forrása a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) és az Európai Villamosenergia Átviteli Hálózat (ENTSO-E) honlapján található energetikailétesítmény-lista és koordináták, valamint az érintett települések koordináta-adatbázisai (MAVIR [é. n.]; BUKTA et al. 2023; ENTSO-E [é. n.]). A kutatás során alkalmazott gráfelméleti és távolságszámítási módszereket Python programozási nyelvben, a pandas, a geopy.distance (geodesic) és a networkx csomag, valamint a Gephi hálózatelemző szoftver segítségével végezték el (Gephi [é. n.]).

Célkitűzés

A katonai repülőterek megbízható energiaellátása alapvető fontosságú a nemzeti és szövetségi védelmi képességek fenntartása szempontjából. Mivel ezen létesítmények túlnyomórészt a polgári villamosenergia-hálózatokra támaszkodnak, az infrastruktúra-függés mértékének és szerkezetének vizsgálata stratégiai jelentőségű. A repülőterek által igényelt villamos energia általában nagy távolságra fekvő, országosan elosztott erőművekből érkezik, gyakran több köztes csomóponton és átviteli útvonalon keresztül. E hálózati útvonalak fizikai és szerkezeti jellemzői hatással lehetnek az energiaellátás gyorsaságára, megbízhatóságára és sérülékenységre.

A 2025 áprilisában bekövetkezett, Ibériai-félszigetet érintő kiterjedt áramszünet és kockázatok valóságát szemlélteti (HARDIMAN 2025). Az átviteli hálózat feltelelezett meghibásodása miatt Portugália és Spanyolország több nagy forgalmú repülőterén fennakadások következtek be a légi forgalomban, egyes esetekben teljesen megbénítva az irányítást és a földi kiszolgálást. A zavar következtében

számos járatot töröltek vagy átirányítottak, ami jól mutatja, hogy az energiahálózati zavarok képesek megbénítani vagy jelentősen korlátozni a repülőterek működését, még viszonylag fejlett, magas rendelkezésre állású hálózati környezetben is. Ez az eset nemcsak egy technikai probléma következménye volt, hanem a rendszerszintű hálózati sérülékenység valós példája.

Jelen kutatás célja, hogy gráfelméleti módszerekkel vizsgálja meg, milyen mértékű és szerkezetű az energiaellátási interdependencia három magyarországi katonai repülőtér – Pápa, Kecskemét és Szolnok – és a polgári villamosenergia-termelő kapacitások között (NEWMAN 2010). A vizsgálat középpontjában az erőművektől a repülőterekig vezető legrövidebb hálózati utak hossza áll (BARABÁSI 2016). Az elemzés során a hálózati távolságokat összevetjük a légvonalban mért távolságokkal, feltárva a topológiai eltérésekből fakadó ellátásbiztonsági következményeket. Külön figyelmet fordítunk a paksi atomerőműhöz való kapcsolatok elemzésére, mivel ez az erőmű az ország villamosenergia-termelésének meghatározó szereplője. A hipotézis szerint a hálózati struktúra sajátosságai miatt bizonyos objektumok esetében a tényleges hálózati távolságok jelentősen meghaladhatják a légvonalban mért távolságokat, ezzel potenciálisan megnövelve a sebezhetőséget és csökkentve az ellátásbiztonságot.

A kutatás célkitűzése, hogy azonosítsa azokat az eseteket, amelyekben a hálózati távolság lényegesen meghaladja a földrajzi közelséget, és ezzel sebezhetővé teszi az ellátási láncot. Ezek az eredmények hozzájárulhatnak az ellátásbiztonsági kockázatok azonosításához, valamint megalapozhatják a későbbi, centralitás- és redundanciaalapú elemzéseket, amelyek hosszú távon támogatják a katonai infrastruktúra stratégiai védelmi tervezését és megerősítését.

A fenti tényezők mind megerősítik, hogy a témakör nemcsak elméleti szempontból releváns, hanem konkrét gyakorlati és biztonságpolitikai jelentőséggel is bír, különösen a jelenlegi nemzetközi biztonsági környezet és az európai villamosenergia-hálózat egyre növekvő komplexitása mellett.

Vizsgálati módszertan

Módszertani keretek

A kutatás módszertani kereteit a hálózat- és gráfelméleti megközelítés alkotja (BARABÁSI 2016; NEWMAN 2010). A választott megközelítés lehetővé teszi, hogy a repülőterek, az erőművek és az energetikai infrastruktúra átviteli elemei egyetlen

integrált hálózatként (gráfként) legyenek ábrázolva, amelynek csomópontjai a releváns létesítmények, élei pedig az azok között lévő közvetlen hálózati kapcsolatokat reprezentálják. A gráfelméleti elemzés fő célja, hogy meghatározza a legrövidebb hálózati utakat, valamint összevesse ezeket a légvonalban számított távolságokkal, feltárva ezzel a hálózati struktúrából fakadó stratégiai összefüggéseket.

Adatforrások

A kutatás során nyíltan elérhető online adatforrásokat használtunk fel. A MAVIR és az ENTSO-E weboldaláról származnak az erőművek, valamint az átviteli hálózat fontosabb elemeinek településszintű adatai (MAVIR [é. n.]; ENTSO-E [é. n.]). A települések földrajzi koordinátáinak meghatározásához településkoordináták nyilvános adatbázisait használtuk. A katonai repülőterek koordinátáit (Pápa, Kecskemét, Szolnok) a Google Térkép alapján pontosítottuk. Az adatokat egységes formában dolgoztuk fel, és a végleges elemzési adatbázis a pandas Python-csomag segítségével készült el.

A gráf kialakítása

Az infrastruktúra-rendszert gráfelméleti modellként ábrázoltuk, amelynek főbb elemei a következők. A csomópontok (*nodes*) körébe tartoznak a katonai repülőterek, az erőművek, valamint az energetikai infrastruktúra egyéb releváns csomópontjai. Az élek (*edges*) a csomópontok között közvetlen kapcsolatot reprezentáló vonalak, amelyek földrajzi koordináták alapján meghatározott légvonalbeli távolsággal (km-ben) súlyozottak.

A távolságok meghatározásának módszere

A légvonalbeli távolságok számítása

A repülőterek és az erőművek, valamint a hálózati elemek közötti légvonalbeli távolságok számításához a Python `geopy.distance` moduljának `geodesic` függvényét alkalmaztuk. A geodéziai távolságokat kilométerben adták meg az egyes koordinátapárok között. Az adatok ellenőrzésére és bizonyos esetekben a jobb

vizuális feldolgozás érdekében a *Distance Calculator* weboldalt használtuk (*Distance Calculator* [é. n.]).

A hálózati távolságok számítása gráfelméleti úton

A hálózati távolságokat – azaz a ténylegesen rendelkezésre álló fizikai összeköttetések szerinti legrövidebb útvonalakat – a Python networkx csomagjával számítottuk ki, alkalmazva a Dijkstra-algoritmust, amely alkalmas pozitív élsúlyok esetében a legrövidebb útvonalak meghatározására (BARABÁSI 2016).

Az elemzés végrehajtása

Az elkészült gráf elemzése során először meghatároztuk az egyes katonai repülőterektől a legközelebbi, második legközelebbi erőművekhez, valamint kiemelten a paksi atomerőműhöz vezető legrövidebb út hálózati távolságait. Másodszer azonosítottuk, hogy a légvonalbeli és a hálózati távolságok között mely repülőterek esetében jelentkeznek jelentős eltérések. Az eredményeket táblázatban összesítettük, amely tartalmazza a katonai repülőterek nevét, az adott erőművek nevét, a légvonalban számított távolságot kilométerben, a hálózati úton mért távolságot kilométerben és a két távolság közötti különbséget százalékos értékben.

Korlátozások

Jelen tanulmányban nem vettük figyelembe az átviteli hálózat kapacitását, üzembiztonságát vagy redundanciáját, ezek vizsgálata jövőbeli kutatási irányként kerülhet sorra. Jelen elemzéshez kizárólag földrajzi koordinátákon alapuló távolságokat és nyíltan elérhető hálózati információkat használtunk.

Az eredmények bemutatása

Az elemzés során vizsgáltuk a pápai, a kecskeméti és a szolnoki katonai repülőtér távolságát az egyes erőművektől, különös figyelemmel a hálózati úton számított

8.1. táblázat. *A repülőterek és az erőművek hálózati és légvonalbeli távolsága*

Repülőtér	Erőmű	Hálózati távolság	Légvonalbeli távolság	Különbség
Pápa	Lítér	48 km	48 km	0%
	Ajka	82 km	26 km	215%
	Paks	133 km	132 km	1%
Kecskemét	Máttra	118 km	102 km	16%
	Kispest	174 km	73 km	138%
	Paks	236 km	71 km	232%
Szolnok	Máttra	69 km	69 km	0%
	Kispest	125 km	85 km	47%
	Paks	187 km	119 km	57%

Forrás: a szerzők szerkesztése

legrövidebb távolságokra, illetve ezek összevetésére a légvonalban mért távolságokkal. A 8.1. táblázat mutatja az eredményeket.

A vizsgálat során három katonai repülőtér (Pápa, Kecskemét és Szolnok) energiaellátását elemeztük a hálózati és légvonalbeli távolságok összevetésével. A részletes eredmények a következőképpen alakulnak.

A *pápai repülőtér* esetében a lítéri erőművel kapcsolatban a hálózati és a légvonalbeli távolság egyaránt 48 km, eltérés nincs, így ez ideális állapotnak tekinthető az ellátásbiztonság szempontjából. Az ajkai erőművel való kapcsolat esetében a hálózati távolság 82 km, míg légvonalban csupán 26 km, az eltérés jelentős, 215%. Ez jelentős kockázatokat hordozhat magában. A paksi atomerőművel való kapcsolat vonatkozásában a hálózati távolság 133 km, légvonalban pedig 132 km. Ez minimális, 0,76%-os eltérést jelent, ami gyakorlatilag ideális ellátási viszonyt tükröz.

A *kecskeméti repülőtér* tekintetében a Mátrai Erőművel való kapcsolat esetében a hálózati távolság 118 km, légvonalban 102 km, az eltérés mérsékelt (15,7%), még elfogadható tartományban van. A Kispesti Erőműnél a hálózati távolság 174 km, légvonalban 73 km. Ez a jelentős, 138%-os eltérés magas stratégiai kockázatot jelenthet. A paksi atomerőművel kapcsolatban a hálózati távolság 236 km, légvonalban 71 km. A 232%-os eltérés kiemelten magas, jelentős stratégiai és ellátásbiztonsági kockázatot hordoz magában.

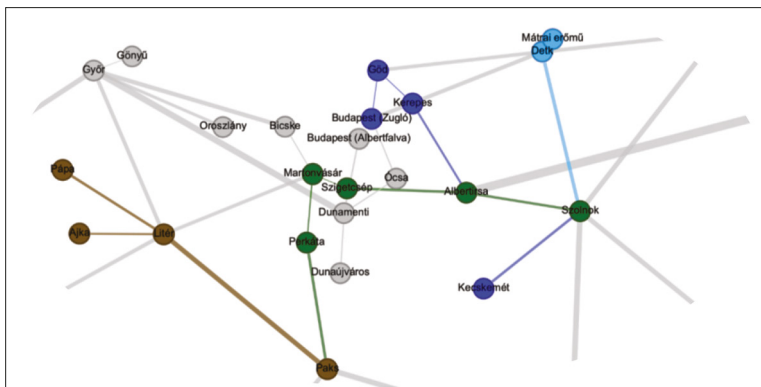
A *szolnoki repülőtér* vonatkozásában a Mátrai Erőművel való kapcsolat esetében a hálózati és légvonalbeli távolság egyaránt 69 km, optimális helyzetet jelezve az energiaellátás tekintetében. A Kispesti Erőműnél a hálózati távolság 125 km, légvonalban

85 km, ami 47%-os eltérést jelent, közepes kockázati kategóriába sorolható. A paksi atomerőművel kapcsolatban a hálózati távolság 187 km, légvonalban 119 km. Ez 57%-os eltérést jelent, ami mérsékelt stratégiai kockázatokat hordozhat magában.

Gráfábrázolás és vizuális szemléltetés

A gráfok ábrázolása során alapvető fontosságú, hogy a kapott eredményeket vizuálisan is szemléletes módon mutassák be. A 8.1. ábrán a Gephi szoftver Geo layout pluginja segítségével jelenítettük meg a magyarországi katonai repülőterek és villamosenergia-termelő erőművek közötti legrövidebb utak gráfját. Ez a kiegészítő lehetővé teszi, hogy a csúcsokat a gráfban szereplő objektumok valódi földrajzi koordinátái alapján helyezzük el, így nem véletlenszerű, hanem földrajzilag is közel pontos ábrázolás jön létre. A csomópontok színezése továbbá egyértelműen elkülöníti az egyes repülőterekhez tartozó útvonalakat, megkönnyítve ezzel a vizsgált hálózat áttekintését.

A 8.2. ábra ezzel szemben térképi megközelítést alkalmazva szemlélteti Magyarország erőműveinek elhelyezkedését és az országos energiaátviteli hálózat szerkezetét egy hivatalos térképrészleten keresztül. Ez a vizuális megjelenítés jól kiegészíti a Gephiben létrehozott gráfábrázolást, mivel valós térbeli kontextusban mutatja be a hálózati elemeket.



8.1. ábra. *Legrövidebb utak a repülőterek és az erőművek között színekkel elkülönítve a Gephi szoftverben*

Forrás: a szerzők szerkesztése



8.2. ábra. Magyarország erőműveinek és energiaátviteli hálózatának térképrészleten történő megjelenítése

Forrás: ENTSOE_Grid_Map.pdf [é. n.]

Az eredmények értékelése és diszkusszió

Az elemzés során jelentős különbségeket tapasztaltunk a légvonalban mért és a hálózaton ténylegesen megtett távolságok között, amelyek súlyos stratégiai és ellátásbiztonsági következményekkel járhatnak. A hipotézist igazolták az eredmények.

Különösen kritikusnak tekinthető a kecskeméti repülőtér helyzete, amely a paksi atomerőműtől 236 km-es hálózati távolságban helyezkedik el, miközben légvonalban mindössze 71 km-re található. Ez az eltérés (232%) jelentős sebezhetőséget jelent, hiszen a hosszabb hálózati út több potenciálisan sérülékeny pontot tartalmaz, növelve a rendszer kiesésének kockázatát. A Kisésti Erőmű esetében tapasztalt magas eltérés (138%) tovább fokozza a stratégiai kockázatot Kecskemét számára, kiemelve az infrastruktúra fejlesztési igényét.

A pápai repülőtér esetén az ajkai erőművel való hálózati kapcsolat (215%-os eltérés) is jelentős kockázatokat rejt magában. Ugyanakkor a paksi atomerőművel való minimális eltérés pozitív stratégiai helyzetet teremt, potenciálisan stabil ellátási alternatívát jelezve.

A szolnoki repülőtérnél a Mátrai Erőmű esetében tapasztalt optimális távolsági helyzet (azonos hálózati és légvonalbeli távolság) stabil ellátási állapotot jelez.

Ennek ellenére a paksi atomerőművel és a Kiszepesi Erőművel fennálló mérsékelt különbségek szintén jelzik, hogy a hálózati infrastruktúra javítása további stabilitást és biztonságot eredményezhetne.

Az eredmények alapján stratégiai szempontból kulcsfontosságú lehet a kecskeméti repülőtér esetében az infrastruktúra jelentős fejlesztése, az alternatív energiaforrások kiépítése vagy további redundáns kapcsolatok létrehozása, különösen a paksi atomerőmű irányába. Pápánál és Szolnokon a meglévő hálózati viszonyok javítása és további redundanciák kiépítése, a kritikus pontok biztonságának fokozása lehet célszerű.

Összességében megállapítható, hogy a hálózati struktúra pontos ismerete, annak stratégiai elemzése és folyamatos fejlesztése alapvető fontosságú Magyarország katonai infrastruktúrájának biztonságos és zavartalan energiaellátásához. A bemutatott eredmények hatékony alapot adhatnak jövőbeni infrastrukturális döntésekhez, különösen a katonai stratégiai tervezés során.

A vizsgálati módszerek értékelése

A gráfelméleti elemzés hatékony eszköznek bizonyult a kritikus infrastruktúrák interdependenciájának feltárására. Az alkalmazott Python-alapú módszertan (geopy, pandas, networkx) pontos, reprodukálható és bővíthető megközelítést kínált. Ez lehetőséget teremt arra, hogy a későbbi kutatások során további tényezők (például redundancia, kapacitás) bevonásával még pontosabb képet kapjanak a kutatók a rendszer működéséről.

Az eredmények általánosíthatósága

Bár jelen kutatás három konkrét repülőtérre fókuszált, a módszertan általánosítható más katonai létesítményekre és más típusú infrastruktúrákra is. A tanulmány eredményei fontos támpontokat adhatnak a katonai tervezők számára, különösen a stratégiai infrastruktúrák biztonságának megerősítésében, a sebezhetőségi pontok azonosításában, valamint a kockázatcsökkentési stratégiák kidolgozásában.

Következtetések, valamint kitekintés és jövőbeli kutatási irányok

Következtetések

Jelen kutatás célja az volt, hogy hálózatzelméleti módszerek segítségével feltárja három kiemelt magyarországi katonai repülőtér (Pápa, Kecskemét, Szolnok) energiaellátási interdependenciáit, különös tekintettel a hálózati struktúra és a légvonalbeli távolságok összehasonlítására. Az eredmények alapján az alábbi fő következtetések vonhatók le.

A hálózati struktúra jelentősége

A légvonalbeli és a hálózati távolságok közötti különbségek stratégiai kockázatok hordoznak, kiemelten Kecskemét esetében, amelynek energiaellátása jelentős hálózati távolságon keresztül biztosított a paksi atomerőműből.

Az ellátásbiztonság kockázatai

A hosszabb hálózati útvonalak magasabb sebezhetőséget jelentenek. Az ilyen hálózati felépítésű energetikai ellátás operatív sérülékenységet okozhat, ami a katonai objektumok működőképességét, ezáltal a nemzetbiztonságot is negatívan érintheti.

Módszertani hatékonyság

A gráfelméleti és Python-alapú megközelítés (geopy, pandas, networkx) alkalmas eszköznek bizonyult az interdependenciák hálózati feltárására, így ez a módszertan széles körben is alkalmazható további elemzések során.

Stratégiai ajánlások

Az eredmények alapján javasolt olyan infrastruktúra-fejlesztések végrehajtása, amelyek csökkentik a hálózati távolságokat, és javítják a redundanciát, ezáltal növelve a katonai objektumok energiaellátási biztonságát.

Összességében a kutatás eredményei hangsúlyozzák a kritikus infrastruktúrák hálózati struktúrájának stratégiai jelentőségét. További kutatási lehetőséget jelent a hálózati centralitási mutatók elemzése, az infrastruktúra redundancia- és kapacitásszemponturn vizsgálat, valamint a sérülékenység értékelése különféle fenyegetési forgatókönyvek alapján. Ezen elemzések segíthetnek még részletesebben meghatározni a kockázatok mértékét, és alapot adhatnak a magyar katonai infrastruktúra energiaellátási rendszerének hatékonyabb stratégiai tervezéséhez és működtetéséhez.

Kitekintés és jövőbeli kutatási irányok

Jelen kutatás számos további kutatási lehetőség előtt nyitja meg az utat, amelyek révén mélyebben megérthetők a kritikus infrastruktúrák és a katonai létesítmények közötti hálózati interdependenciák.

A részletes műszaki paraméterek vizsgálata

A további kutatások során fontos lehet a hálózat további jellemzőinek – például kapacitásának, redundanciájának és üzembiztonsági mutatóinak – vizsgálata. Ezek a tényezők lehetővé tennék az infrastruktúra működésének pontosabb modellezését, valamint az energiaellátás biztonságának részletesebb értékelését.

A centralitáselemzések alkalmazása

A hálózati centralitási mutatók (például fokszám-, közvetítési és közelségi centralitás) alkalmazása további fontos információkat adhat a hálózat szerkezeti jellemzőiről. Ezek az elemzések segítenének azonosítani azokat a kritikus csomópontokat, amelyek kiesése súlyos következményekkel járhat a katonai infrastruktúrák működésére nézve.

Sérülékenység- és szcenárióalapú elemzések

Az infrastruktúra sérülékenységének részletes vizsgálata különféle fenyegetési forgatókönyvek (például természeti katasztrófák, kibertámadások vagy szándékos

rongálás) alapján további hasznos eredményekhez vezethet. Ezek a vizsgálatok lehetővé tennék a potenciális kockázatok pontosabb feltérképezését és az előzetes kockázatsökkentési intézkedések kidolgozását.

Az alternatív energiaforrások és az önállósági lehetőségek vizsgálata

A jövőben kutatás irányulhatna arra, hogy a katonai repülőterek milyen módon tudnának önállóbbá válni energetikai szempontból. Az alternatív energiaforrások (például napenergia vagy decentralizált energiaellátó rendszerek) integrálása növelhetné az objektumok ellenálló képességét és csökkenthetné a civil infrastruktúrától való függőséget.

Hálózatfejlesztési stratégiák és javaslatok kidolgozása

A következő kutatási lépések során célszerű lenne kidolgozni konkrét fejlesztési javaslatokat az infrastruktúra hálózati kialakítására, amelyek hozzájárulhatnak a jelenlegi hálózati útvonalak optimalizálásához és a kritikus objektumok energiaellátási kockázatainak csökkentéséhez.

A fenti irányok követésével átfogóbb képet kaphatnak a kutatók a magyarországi katonai objektumok kritikus infrastruktúrával való kapcsolatáról, továbbá támogatni tudják a stratégiai tervezést, növelve a katonai létesítmények energiaellátásának biztonságát és ellenálló képességét.

THE LOCATION OF MILITARY AIRBASES IN HUNGARY RELATIVE TO POWER PLANTS

The aim of this study is to examine the geographical location of Hungarian military airbases in relation to domestic conventional (i.e. non-renewable, such as nuclear, coal, gas, etc.) power plants. The research explores spatial relationships and potential clustering between military airbases and power plants. Various spatial datasets and location patterns are analyzed, with consideration given to strategic, defense, and logistical factors. Understanding the connections between military airbases and power plants is of critical importance for national security, as the strategic value and potential vulnerability of power plants to attacks have a direct impact

on defense planning. Using graph theoretical methods, the authors examined the energy supply interdependencies of three military airbases – Pápa, Kecskemét, and Szolnok – with particular focus on comparing network structure and straight-line distances.

Keywords: military airbase, electric power, electricity, power plant, network, shortest path

Felhasznált irodalom

- BARABÁSI Albert-László (2016) *Network Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BUKTA Imre et al. szerk. (2023): *A magyar villamosenergia-rendszer 2022. évi adatai*. MEKH–MAVIR. Online: <https://www.mavir.hu/documents/10258/239341959/A+magyar+villamosenergia-+és+földgázrendszer+2022.+évi+adatait+bemutató+kiadvány.pdf>
- Distance Calculator* [é. n.]. Online: <https://www.distance.to>
- ENTSO-E* [é. n.]. Online: <https://www.entsoe.eu>
- ENTSOE_Grid_Map.pdf [é. n.]. *ENTSO-E*. Online: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/maps/2024/ENTSOE_Grid_Map.pdf
- Gephi* [é. n.]. Online: <https://gephi.org/>
- HARDIMAN, Jake (2025): Iberian Blackout Disrupts Flights in Spain & Portugal. *Simple Flying*, 2025. április 28. Online: <https://simpleflying.com/iberian-blackout-disrupts-flights-spain-portugal/>
- MAVIR – Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. [é. n.]. Online: <https://www.mavir.hu>
- NEWMAN, Mark E. J. (2010): *Networks: An Introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- RINALDI, Steven M. – PEERENBOOM, James P. – KELLY, Terrence K. (2001): Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21(6), 11–25. Online: <https://doi.org/10.1109/37.969131>

