



EDT geopolitika

A feltörekvő és diszruptív technológiák egyes nemzetbiztonsági kihívásai

EDT Geopolitics
Certain national security issues of emerging and disruptive technologies

Ollári Viktor

doktorandusz
Nemzeti Közszerológati Egyetem,
Katonai Műszaki Doktori Iskola
Nemzetbiztonsági Szakszerológát,
Polgári Nemzetbiztonsági Szerológatok Tudományos Innovációs Fóruma
ollari.viktor@protonmail.com



Absztrakt

Cél: Jelen írásban az EU/NATO relevanciájú, feltörekvő és diszruptív technológiák (EDT-k) egyes sajátosságait, geopolitikai, valamint biztonsági relevanciáit ismerteti vázlatosan a szerző, kitérve a téma geoökonómia összetevőire.

Módszerant: A publikáció készítéséhez a hazai és nemzetközi szakirodalmat, statisztikai adatbázisokat vizsgálta és vetette össze a szerző.

Megállapítások: Az EDT-k kiemelt szerepet játszanak korunk geopolitikai és geoökonómiai folyamataiban, jelentős biztonsági kihívásokat generálva. Az üzleti és az államigazgatási szféra a diszruptív technológiák fogalmát eltérően definiálja, mely egyeztetések hiányában téves következtetések levonásához vezet.

Érték: A szerző vázolta az EDT-k geopolitikai jelentőségét, az „Ée” egyenletben betöltött szerepüket, s megjelölte egyes stratégiai szintű biztonsági kihívásaikat.

Kulcsszavak: EDT, nemzetbiztonság, geopolitika, geoökonómia

A szerző a kéziratot magyar nyelven nyújtotta be. Benyújtás: 2024. 08. 23. Átdolgozás: 2024. 10. 14.
Elfogadás: 2024. 10. 24.

Abstract

Aim: Some of the characteristics, geopolitical and security relevance of emerging and disruptive technologies (EDTs) with EU/NATO relevance were discussed briefly in this paper, covering the geo-economic aspects of the subject.

Methodology: National and international literature and statistics databases were surveyed and analysed.

Findings: EDTs play a crucial part in the geopolitical and geo-economic dynamics of our era, posing significant national security threats. The business and government sectors provide different definitions of disruptive technologies, which, in the absence of consultation, may lead to misleading assumptions.

Value: The geopolitical significance of the EDTs and their role in the “Ée” equation was presented. Some of their strategically important security issues were indicated.

Keywords: EDT, national security, geopolitics, geo-economics

Bevezető

A 21. század második évtizedére a mindennapi életünket átszövő infokommunikáció kínálta lehetőségek mellett a vonatkozó kihívások száma is jelentősen megnövekedett, új – gazdasági és a biztonság más szféráit érintő – frontot nyitva az államok közötti versengésekben. A feltörekvő és diszruptív technológiák (Emerging and Disruptive Technologies – EDT) kategóriába sorolt technológiák (MI, autonóm rendszerek, újgenerációs kommunikációs hálózatok, kvantum-, űr- és biotechnológiák, hiperszonikus rendszerek, új anyagok és gyártási eljárások, energia és meghajtás) domináns szerepet kapnak úgy Kína 14. öt-éves tervében, mint az EU vonatkozó stratégiai terveiben. Az EDT-k alapvető jellegzetessége, hogy K+F+I folyamataikat és későbbi gyártásukat három kritikus „szűkösség” korlátozza: a) a humán kompetencia szűkössége, vagyis a szükséges tudással rendelkező és azt alkalmazni képes emberek száma; b) a speciális alapanyagok és erőforrások szűkössége; c) az adott állam innovációs költségvetése. Jelen írás célja az EDT-k egyes sajátosságainak, geopolitikai és biztonsági relevanciáinak vázlatos ismertetése.

EDT kitekintés

Az emberi civilizáció történelmét és jelenét vizsgálva nehéz lenne tagadni, hogy a technológia alapvető szerepet játszik az emberi kultúra létrehozásában,

továbbadásában és integrálásában, illetve elpusztításában. Bain (1937) szerint a technológia, kiterjesztett nézőpontból vizsgálva, magában foglal minden eszközt, melyet az emberiség alkalmaz(ott), illetve az előállításukhoz és felhasználásukhoz szükséges eljárások, valamint kompetenciák összességét.

Az EDT-k geopolitikai, nemzetbiztonsági súlyának vizsgálata előtt érdemes tisztázni a kifejezés hátterét. Az EDT, elnevezéséből kikövetkeztethetően, két technológiai alapú, jövőkutatás jellegű koncepcióból tevődik össze.

Feltörekvő technológiák

A feltörekvő technológiák (Emerging Technologies – ET) vizsgálata, kutatása talán egyidősnek tekinthető az emberiséggel. Az eszközhasználat kezdeteitől vizsgálták őseink, miként lehet azokat tökéletesíteni, illetve, hogy más csoportok milyen eszközöket, eljárásokat alkalmaznak, amivel megkönnyítik, hatékonyabbá teszik mindennapi tevékenységeiket. Ennek ellenére az ET mégsem rendelkezik egységesen elfogadott tudományos meghatározással.

A definíciós megközelítésekben két közös jellemző azonosítható: a) az ET-k jelentős hatást gyakorolnak a gazdaságra és társadalomra; b) igen magas bizonytalansági tényezővel rendelkeznek. Az ET-k azonosítása szempontjából két fő elemzői nézőpont figyelhető meg. A konzervatívabb irányvonal az ET-k szerkesztettségét elemzi a jelen és a közeljövő technológiáihoz, eljárásaihoz. Egy progresszívebb megközelítés az újdonságtartalmat, a technológia relatíve magas penetrációs képességét,¹ koherenciáját² és a közép- vagy hosszútávon realizálódó (jelentős) gazdasági és társadalmi hatását vizsgálja. Korunk online elérhető adatbázisai (szabadalmi nyilvántartások, statisztikai adatok stb.), akár Big Data és mélytanuló vagy egyéb neurális hálózatok (mesterséges intelligencia – MI) trendelemző és előrejelző képességeit kiaknázó eljárások alkalmazását is támogatják. Ez utóbbi eljárások előnye az egzaktabb tudományos igazolhatóságában rejlik, azonban kitettek a rendelkezésre álló adatok, tárolt minták mennyiségének és minőségének (Rotolo et al., 2015).

Habár a progresszív megközelítés radikális újdonságot vár el, más megközelítések szerint ET-nek tekinthető minden olyan eszköz, eljárás, innováció, fejlesztés, amely az adott emberi csoport céljainak megvalósítását hivatott támogatni, és az adott technológia (illetve annak specifikus alkalmazása) még nem terjedt el. Nyers megfogalmazással: minden technológia feltörekvő, míg nem a

1 Adott időintervallumon belül dinamikusan táguló kutatói, fejlesztői, felhasználói kör kezd foglalkozni vele.

2 Az új technológia elkülönül a „szülő” technológiáktól, és adott időtávon belül önazonos marad.

felhasználó célközönség kritikus tömegénél áttöri a „még nem” tűzfalakat, és eléri a „sine qua non”³ státuszt (Veletsianos, 2010).

Az ET-ket hajlamosak vagyunk összemosni az újdonságokkal, azonban ez nem minden esetben helytálló. A feltörekvők lényeges jellemzője az újdonságtartalom, de ET lehetnek még: a) az ismert, de még nem kifarított/kiaknázott technológiák; b) azok, melyek az eredeti fejlesztési fókuszot tekintve erősen korlátozott eredményességet mutattak, de más területen végül átütő sikerrel alkalmazták. Az előbbiekre (a) jó példa az ötödik generációs mobilkommunikáció (5G), melynek lehetséges potenciálját ismerjük, de még a legkevesébé sem lehet kifarítottnak tekinteni, sem – teljes potenciálját kiaknázó módon – elterjedtnek nevezni. Az utóbbiakhoz (b) a teljesség igénye nélkül, olyan megoldások tartoztak, mint a cianoakrilát⁴ (Millet, 1986) és a szildenafil-citrát⁵ (Ghofrani et al., 2006).

Diszruptív technológiák

A diszruptív technológia (Disruptive Technology – DT) fogalmát az 1990-es évek közepén alkalmazták először az üzleti tudományok területén (Bower & Christensen, 1995). A kifejezés szakirodalmi alkalmazásának „sokszínűsége” legalább annyira problematikus, mint a fogalom magyar nyelvre ültetése. A diszruptív jelzőt alkalmazzák (és fordítják) forradalmi, felforgató, áttörést hozó és romboló (a fennálló „status quót” felborító) újdonság értelemben egyaránt. A technológiai K+F+I stratégiájukat megfogalmazó nemzetek és szervezetek, az EDT-k diszruptív elemeit – a felmerülő kihívásokat szem előtt tartva – inkább pozitív jelleggel vázolják, azok áttörő, világot megváltoztató, a katonai szövetségek (például NATO) műveleti környezetét befolyásoló sajátosságait emelve ki, melyek olyan fejlődést indukálnak, ami gyökeresen megváltoztathatja az emberiség életét.⁶

Az államigazgatás és az üzleti szféra megközelítése között árnyalatnyi különbség állapítható meg. Bár mindkettő egyetért abban, hogy a DT-k révén a piaci szereplők pozíciója gyökeresen megváltozhat, az üzleti szféra látásmódjában a DT nem szükségszerűen egy gyökeresen új megoldás. Sőt, a fogalom megalkotója (Clayton Christensen) szerint nem áttörést hozó technológiákról beszélünk, melyek az ismert megoldások hatékonyságát szignifikánsan megnövelik,

3 Elengedhetetlen feltétel.

4 A pillanatragasztók alapanyaga. Először (1942) műanyag fegyvertárcsölencse, majd (1951) hőálló pilótafülke-tető fejlesztésénél alkották meg (ismét).

5 Véryomás és szívelégtelenség gyógyszer alapanyaga lett volna, de végül a Viagra alkotóelemeként híresült el.

6 Lásd pl. 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról 1. fejezet.

hanem olyan innovációkról, melyek adott termékeket tesznek nagyobb felhasználói kör számára elérhetővé. DT lehet egy meglévő technológia teljesítményjellemzőinek „újracsomagolása” annak érdekében, hogy alkalmazása más célcsoportok számára vonzóvá váljon. Azonban ez a változás olyan folyamatokat indít el a piacon, mely adott idő elteltével az eredeti („szülő”) technológia teljesítményjellemzőivel kapcsolatban is megváltoztatja a piaci elvárásokat. Ennek következtében a DT a szülőtechnológia felségterületén jelentős jelenlétet, piaci részesedést szerezhet, hiszen az előd technológia időhátránnyal indul, melyet be kell hoznia, míg a DT már kész megoldást kínál. A DT-k azonosítása nem kevésbé összetett, mint az ET-k felismerése és bizonytalansági (sikerességi) tényezőjük sem alacsonyabb náluk. Nem elég megállapítani, hogy az adott technológia olcsóbb, elérhetőbb megoldást kínál a forrástechnológia célcsoportjától eltérő közönségnek; a stratégiai (status quót borító) potenciált is szükséges meglátni benne (Christensen, 1997).

Elnagyolt példával megvilágítva, a legtöbb katonai drónnal szemben elvárás például a jelentős repülési idő és hatótáv, hibatűrő kommunikáció, autonóm küldetésfolytatási kompetenciák. A kedvtelési célú drónok mindezekkel általában nem rendelkeznek, ellenben méretük kisebb, egyszerűbb alapanyagokból is előállíthatók, moduláris felépítésük⁷ sokoldalú felhasználást és rugalmasabb gyártást tesz lehetővé, kezelésük túlzott mértékű oktatást nem kíván. Ami a legfontosabb, lényegesen olcsóbbak, mint professzionális (például katonai) „versenytsaik”, és a polgári drónhasználat felfutásával jelentős K+F és gyártási kapacitás épült ki mögöttük. Az ukrán–orosz konfliktusban mindez vonzó opcióvá tette a polgári drónok katonai célú alkalmazását. Következésképp az olyan gyártók, mint a kínai DJI – hivatalos közleményei szerint akaratan kívül – katonai beszállítóvá váltak (Kesteloo, 2024).

Az ET-k és DT-k azonosítása jellemzően egyes iparágak szintjén történik meg. Átfedések természetesen vannak (például MI alkalmazása), de alapvetően az adott szegmens sajátosságait, céljait figyelembe véve definiálják azokat. Nemzeti és szupranacionális szintű azonosítása csak adott fókuszok, például az Ipar 4.0/5.0 célkitűzései figyelembevételével lehetséges.

Egyes nemzeti és szupranacionális EDT-k

Feltételezve, hogy technológiai civilizációnk fejlődése a jelenlegi trendek mentén folytatódik, az EDT-k már középtávon is meghatározó hatást fognak gyakorolni

7 Elsődlegesen csatlakoztatható „rakományra” (például érzékelők, kamerák) célok, de szempont az egyes részegységek (például rotor) modellek közti „csereszabotossága” is.

mindennapjainkra. A NATO terminológia szerinti EDT-k (Siposné Kecskeméthy, 2021), az Európai Unió Bizottsága vonatkozó ajánlásának mellékletében sorolt kritikus technológiák (URL1), továbbá az USA Tudományos és Technológiai Tanácsa által évente felülvizsgált, úgynevezett kritikus és feltörekvő technológiák (URL2), a kínai 14. ötéves tervben meghatározott stratégiai kutatási és technológiai irányok (URL3), a Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájában⁸ vázolt képességfejlesztési fókuszok jelentős részt megfeleltethetők egymással, még ha a kutatásokra fordítható finanszírozási költségvetés mértéke jelentősen különbözik is egymástól. Habár a „kritikus” jelző közelebb áll a sorolt technológiák praktikus megközelítéséhez, a továbbiakban egységesen az EDT kifejezést alkalmazom.

1. számú táblázat

Egyes nemzetek és szervezetek EDT fókuszai

EDT	EU	NATO	Kína	Magyarország	USA
Fejlett félvezető technológiák	X	X	X	X	X
Mesterséges intelligencia	X	X	X	X	X
Kvantumtechnológiák	X	X	X	X	X
Biotechnológiák	X	X	X	X	X
Fejlett konnektivitás és navigáció	X	X	o	X	X
Fejlett érzékelő technológiák	X	X	X	X	X
Űr- és meghajtástechnológiák	X	X	X	X	X
Energetika	X	X	o	X	X
Robotika és autonóm rendszerek	X	X	o	X	X
Fejlett anyag- és gyártástechnológiák	X	X	o	X	X
Agytudományok, ember-számítógép fúzió	-	X	X	X	X

Forrás. A szerző saját szerkesztése [1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat, 1299/2023. (VII. 19.) Korm. határozat, URL1, URL2, URL3, URL4, URL5].

Az 1. számú táblázatban meghatározott kategóriák az EU csoportosítását veszik alapul. Az egyes stratégiák adott esetben eltérő megnevezésű, számú és rétegezettségű főcsoportot tartalmaznak, azonban tartalmuk nagy vonalakban összecseng egymással. A táblázatban szereplő „o”-k nem azon technológiákat jelzik, melyeket a kínai stratégiák a már megvalósítandó célként és nem feltételezett, potenciális technológiaként értelmeznek⁹.

⁸ 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról.

⁹ Ilyen például a fejlett konnektivitás (6G hálózatok), fúziós energia kiaknázása és a zöld átállást támogató technológiák stb.

A NATO 2023-ban frissített EDT listája már kiegészült a fejlett félvezető technológiákkal ([URL5](#)). A címszó alatt található egyes alirányok – mint például a gallium-nitrit és grafénalapú technológiák fejlesztése – összevethetők a Kínai XIV. ötéves tervben meghatározott előirányzatokkal ([URL3](#)).

Az államok és az afeletti szerveződések (nevesen az EU) közti különbséget jól jellemzi (kiragadott példaként) az MI-vel kapcsolatos K+F gondolatok kifejtettsége. Amíg EU konszenzusos alapon megfogalmazott, reálisan teljesíthető célokat (gépi látás, nyelvfeldolgozás, objektumfelismerés stb.) fogalmaz meg, addig az USA és Kína által lefektetett célok kiegészülnek – egyebek mellett, példaként kiragadva – „űjgenerációs alapelméletek” létrehozásával, tervezési/érvelési/döntéshozatali képességek növelésével. Külön érdekesség, hogy míg más stratégiák erőteljesen az űr (-technológiák) felé fordulnak, a kínai tervek nevesítve foglalkoznak a mélytengeri és „földmélyi” (mélyfúrásos) technológiákkal.

Adott megközelítésből a NATO által meghatározott EDT-k közti (kiemelt) összekötő kapocs a 4. ipari forradalom technológiai keretrendszere, mint arra Reding és Eaton (2020) rávilágított ([URL6](#)). Más megfogalmazással élve, fejlesztésük épít az egyre hatékonyabbá váló MI kapacitásokra és/vagy támogatja ezek létrehozását, ideértve az energetikai, bio- és anyagtechnológiákat is. Meglátásom szerint összeállításuk a technológiák jövője mellett a predesztinált erőforrás-szűkösségre (humán, energia, nyersanyag) és a bolygónk klimatikus változásaival összefüggésben kialakult/alakuló turbulenciákra is választ kínál nyújtani.

EDT összegzés

Vitába lehet szállni Bain (1937) azon megállapításával, mely szerint „*a társadalmi intézmények és azok úgynevezett nem anyagi kísérőjelenségei, mint például az értékek, az erkölcs, az illem, a kívánságok, a remények, a félelmek és az attitűdök közvetlenül és közvetve a technológiától függenek, és a technológia közvetíti őket.*” Azonban kétségtelen, hogy az első eszközt használó ősünktől kezdődően már nem csak a külső megjelenés, a fizikai erő és az eszközfüggetlen mentális kapacitás játszott szerepet a társadalmi relációk kialakításában. Alapvetően technológiai civilizációinkban legfeljebb gondolat-kísérletek erejéig lehet vizsgálni, miként alakulna át kultúránk, amennyiben kivonnánk belőle a technológiát mint tényezőt. A feltörekvő technológiák folyamatos keresése, kutatása része fajunk mindazon törekvéseinek, melyek célja a mindennapi élet minőségének javítása, a munkavégzés hatékonyabbá tétele stb.; gyakorlatilag túlélési stratégiánk része. A diszruptív technológiák (innovációk) gyökerei szintén a múltba vezetnek, de tudományos vizsgálatuk mintegy harminc évre tekint vissza.

Mint arra rámutattam, némi különbség figyelhető meg egyes állami stratégiák és az üzleti szféra DT felfogása között. Az üzleti szféra megközelítéséhez áll közelebb a NATO szakértői csoportjának értékelése, mely szerint (a hibrid/újgenerációs hadviselésben) „a diszruptív technológiákat a meglévő technológiákkal és katonai képességekkel ötvözik, hogy új módokat és eszközöket hozzanak létre a konfliktusokban való részvételre” (URL6). Ez kiegészül azon szerzők észrevételével, mely szerint nem minden ET diszruptív, és nem minden DT feltörekvő; valamint, hogy a diszruptív jelleg nem csak technológia alapokra vezethető vissza. Amennyiben a diszruptivitás szakirodalmi (Christensen, 1997) megközelítését tekintjük, akkor az 1. számú táblázatban sorolt EDT-k közül főként az autonóm rendszerek és az ember–számítógép fúzió területén jöhetnek létre olyan technológiák az elkövetkező években, melyek nagyobb tömegek számára elérhetővé teszik a technológiát, jelentős társadalmi és gazdasági hatást kifejtve. Az MI – magas valószínűséggel – a ChatGPT 2022-es debütálásával már a diszruptív fázisba lépett. Ha nem is maga a technológia, de a ráépülő szolgáltatások a globális népesség széles köre számára „ingyen”,¹⁰ vagy a fejlettebb verziók reális költségek mellett elérhetővé váltak. Végül, de nem utolsó sorban, az 1. számú táblázatban felsorolt EDT-k túlnyomó része közvetlenül, míg a fennmaradó részük közvetetten kapcsolódik az IKT univerzumhoz, másként a kibertérhez.

Az EDT-k geopolitikai szűk keresztmetszetei

A brazil geopolitikai iskola képviselője, Carlos de Meira Mattos szerint egy adott ország nemzetközi státusza a következő képlettel határozható meg:

$E_e = (K_{rt} + G_k + K_k) \times (S_c + A + M_e)$ ¹¹ (Szilágyi, 2007).

A múlt század hetvenes éveinek végén megalkotott képlet elméleti hiátusa a technológiai képességek (T_k) rejtett volta, mely a gazdasági kapacitás (G_k) egyik befolyásoló összetevőjének tekinthető. Elsődlegesen az 1980-as évek végétől felpörgő információs technológiai (IT) forradalom globális hatását figyelembe véve, jelenünkben érdemes a T_k -t külön választva kezelni az egyenletet: $E_e = (K_{rt} + G_k + T_k + K_k) \times (S_c + A + M_e)$. Habár a képlet alapvetően az egyes országok érdekérvényesítő, erő kivetítő képességét hivatott mérni, az egyenlet változóinak „testre szabásával” bármely szervezet esetén alkalmazható lehet.

10 Nehezen ellenőrizhető, hogy a felhasználók által megadott adatokat, bevitt információkat milyen mértékben használják fel a modell fejlesztéséhez.

11 E_e : érzékelt erő, K_{rt} : kritikus tömeg (népesség + terület), G_k : gazdasági kapacitás, K_k : katonai kapacitás, S_c : stratégiai cél, A : akarat a stratégia végrehajtására, M_e : meggyőző erő.

Kifejezett előnye, hogy rávilágít arra, miként lehetséges, hogy egyes kisebb államok miként „vethetnek nagy árnyékot”, míg nagyobb területű és népességű országok érdekérvényesítő képessége miatt szorul fejlesztésre.

Az EDT-kre fókuszáló, technológiai fejlődésre épített érdekérvényesítő képesség megalapozásának/megtartásának hátterét egy zárt rendszer (Föld) limitált erőforrásai biztosítják. Paradox módon túlnépesedésről beszélünk, de az EDT-k kapcsán az egyik szűk keresztmetszet a megfelelő kompetenciákkal rendelkező, a fejlesztésükhöz hatékonyan hozzájárulni képes humán erőforrás. Az EDT-khez szükséges speciális nyersanyagok – például a ritkaföldfémek – felügyeletéért és kiaknázásáért folyó küzdelem egyre kiélezettebb (Pető, 2021). Ezen versengés végigkíséri az emberiség történelmét, és egyben az innovációs kényszer egyik markáns ösztönzője, nem mellesleg az EDT-k anyagtudományával kapcsolatos kutatások egyik forrása (Khan et al., 2022).

Az erőforrásokért folyó küzdelemben a fenti képlet meggyőző erő értékének kialakításában változó fontosságú szerepet töltenek be az úgynevezett „puha” eszközökként jellemzett befolyásteremtő/-fenntartó megoldások. Habár a „puha” jelző a kemény (katonai) megoldásoktól mentes érdekérvényesítést sugallja, egyes szerzők jelzik, hogy például a puha eszközök közé sorolt geoökonómia *„a háború (konfliktus) logikájának keveredése a kereskedelem módszereivel”* (Luttwak, 1990).

A vázolt egyenlet gazdasági kapacitás összetevőjének jelentőségét jelzi, hogy az adott állam geopolitikai célkitűzéseinek megvalósításához szükséges a gazdasági erő és a geoökonómia eszközmátrixának – kereskedelmi/befektetési/pénzügyi és monetáris/támogatási (segélyezési)/energiaügyi és nyersanyag/szankciós politikák – céltudatos alkalmazásával létrehozott erős belső gazdaság és a hatékony külgazdasági stratégia (Blackwill & Harris, 2016). Természetesen a geoökonómia hatékony alkalmazása feltételezi az adott állam célirányos, gazdasági fókuszú irányításának művészetét, melybe beleértendő a gazdasági prosperitást támogató egyéb eszközök (nemzetközi keretrendszerek és együttműködések, hatékony haderő stb.) célirányos felhasználása (Troxell, 2018).

A múlt nagy tengeri hatalmai stratégiai előnyben voltak a szárazföldi hatalmakkal szemben a természeti kincsek, tudás/információ kontrollálása területén. A szárazföldi hatalmak, függetlenül az általuk birtokolt technológiák fejlettségétől, az olcsó globális termelési/kereskedelmi és kiemelten a logisztikai láncoktól (tengerek, óceánok) elvágvá korlátozott lehetőségekkel rendelkeztek (Csizmadia, 2017). Habár a kinetikus erőkitetés, valamint a termelési/kereskedelmi értékláncok vonatkozásában a „földrajz hatalma” továbbra is megkerülhetetlen, a kibertér kitágulása, ezzel az információáramlás „liberalizációja” elősegítette új, jelentős játékosok felemelkedését. Az internet globális

elérhetősége megalapozta a Globalizáció 3.0-t. A globalizáció első két hullámának egyértelmű nyertese a Nyugat volt, és a harmadik hullám első részét is dominálta. A digitalizáció – átalakítva a gazdaság értékláncait – utat nyitott a kínai gazdaság szintet lépéséhez és az ország vezető pozíciójához, valamint számos egyéb „felzárkózó állam” (például India, Brazília, az „újrázó” Oroszország) egyre növekvő befolyását eredményezte a globális gazdasági folyamatokra (Friedman, 2005).

Az MI egyre szélesebb körű alkalmazása előre vetíti annak lehetőségét, hogy egyfajta DT-spirál¹² révén egyre több globális jelenléttel bíró mikro- és KKV entitás gyakorol befolyást a társadalom és a gazdaság nagyobb szegmensei felett. A globális digitalizációs szint exponenciális növekedése – kiemelten a mobilkommunikáció területén – egyaránt támogatja az MI-re épülő technológiák alkalmazását, valamint az ezeket fejlesztő entitások növekvő térnyerését a világpiacon (Bánkuty-Balogh, 2022).

A technológiai koncentráció csökkenésének jelenleg erős finansziális korlátai vannak. Példának okáért az LLM-ek¹³ fejlesztése erősen tőkeigényes folyamat. A ChatGPT tanításához mintegy 30 000 db, darabonként hárommillió forint értékű NVIDIA A100 GPU-t használtak fel. A 2023-as 12 milliárd amerikai dollárnyi tőkeinjekció lehetővé tette az OpenAI számára, hogy megkezdje GPU-parkjának frissítését NVIDIA H100-asokkal (13 millió forint/db) (Sims, 2013).

Az IT, IKT¹⁴ és MI-technológia „sine qua non”-ja a chipgyártás. Egy újgenerációs chipfejlesztés költségei olyan összegeket emésztenek fel mely, nagyobb cégek számára is kihívást jelentenek. 2023-ban az IBM 6,77 milliárd, míg a chipgyártás tajvani óriása (TSMC) 5,96 milliárd amerikai dollárt fordított K+F-re (URL7; URL8). Összehasonlításképpen, ez az EU 2022. évi K+F ranglistájának 7. és 8. helyén álló országok által kutatás/fejlesztésre fordított (valamennyi kutatási irányt magában foglaló) teljes összegének felel meg. K+F teljes vertikumát felölelő világranglista második helyén, megközelítőleg 50%-kal lemaradva az USA mögött, Kína és az EU (tagállamok összesített) költsége áll, megközelítőleg holtversenyben (Nindl et al., 2023).

Az Európai Bizottság STEP (Stratégiai Technológiák az Európai Egységért) kezdeményezése a Védelmi Alap költségvetését 1,5 milliárd euróval bővíti a „chip-szuverenitás” érdekében.¹⁵ A Horizont Europe rendeletet kiegészítő EU Chips Act 3,3 milliárd euró központi finanszírozást és 40 milliárd euró magán-tőke allokálást irányoz elő az uniós chip K+F+I támogatására (URL9).

12 A diszruptív technológiák öngerjesztő sorozata.

13 Nagy Nyelvi Modellek – Large Language Models.

14 Infokommunikációs technológia.

15 Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2024/795 Rendelete a STEP létrehozásáról.

Az USA megközelítőleg 53 milliárd dollárnyi (~48,5 milliárd euró) támogatási keretet hozott létre költségvetésében a chipgyártás hazai földre allokálása és fejlesztése érdekében. Egyéb források és pénzügyi eszközök bevonásával (például hitelgarancia) ~250 milliárdra tehető a teljes támogatási portfólió. A tervezett költségvetés 73,6%-át (35,7 milliárd euró) tervezik a gyártáskapacitások fejlesztésére fordítani 2027-ig (Zimmermann, 2022).

Úgy az EU, mint az USA esetében a 2020. évi 10%-os globális chipgyártóipari részesedés a bázis érték, melyet az EU duplázni tervez (az USA hivatalosan nem határozott meg célt). A két támogatási portfólió méreteiben megjelenő eltérés alapján azt a téves következtetést lehetne levonni, hogy az USA a globális gyártói kapacitás minimum 80%-ának saját területre összpontosítását célozta meg. Ez természetesen merész cél lenne még akkor is, ha a teljes tajvani gyártókapacitást (mely jelenleg a globális chipkibocsátás 50%-át adja) az USA-ba vonzanák. Itt érdemes megemlíteni, hogy a világ első öt chip nagyhatalma¹⁶ közül négy a Távol-Keleten található (URL10). Mint azt a jelzett finanszírozási értékek mutatják, nagyságrendi különbségek vannak az egyes szereplők finansziális elszántságában és képességeiben.

Külön kiemелendő, hogy a térség regionális feszültségeinek (Kína–Tajvan, Észak-Korea–Dél-Korea, Kína–USA) eszkalálódása globális hullámokat vetne.

A NATO főtitkára által 2020-ban, a szövetség helyzetének és jövőbeni szerepének megvizsgálására felkért szakértői csoport jelentése (NATO 2030: Egy-ségben egy új korszakért) felhívta a figyelmet arra, hogy a NATO-nak kezelnie kell az egyre jelentősebb geopolitikai pozícióba kerülő Kínával kapcsolatos ki-hívásokat, egy volatilis geopolitikai környezetben, mely időszak jellemzője to-vábbá az EDT-k növekvő jelentősége (Siposné Kecskeméthy, 2022).

Kína, szakítva a Teng Hsziao-ping által megfogalmazott irányelvvel (csend-ben haladás), a Globalizáció 2.0 második felében és a harmadik hulláma alatt létrehozott technológiai, kereskedelmi kapacitásaira építve asszertív geopolit-ikai aktivitásba kezdett. A kínai érdekérvényesítő portfólió elsődlegesen a há-lózatodosott, kölcsönös függőségek mentén szerveződő globális gazdaságban elért kulcspozíciójára és technológiai fejlettségére, felhalmozott tőketöbblet-ének exportjára épül (Csenger & Eszterhai, 2021). A nemzetbiztonsághoz sorolt „portfólió” mellett az ország vezetése elsődlegesen a geoökonómia eszköztárát alkalmazza érdekérvényesítő tevékenysége során.

Technológia-intenzív gazdasági éránk kiemelt fontosságú markere az adott ország innovációs képessége. Kína, okulva a 2008-as gazdasági válságból, fel-gyorsította átállását a munkaintenzívről a magasabb technológiára és tudásra épülő termelésre (Kocsis et al., 2017).

16 1) Tajvan, 2) Dél-Korea, 3) Japán, 4) USA és 5) Kína.

Mint azt Friedmann (2005) megállapította, India és Kína jelentős előnyben van a nyugati társdalmakkal szemben. Lehetséges, hogy ott is csak minden tizedik diák rendelkezik kiemelkedő képességekkel az EDT-kel kapcsolatos természettudományokban, de a meritésalap sokasága jelentősen nagyobb.

A felmutatott tudományos-technológiai eredmények tekintetében ma még az USA és Kína dominanciája jellemző. Az Ausztrál Stratégiai Intézet elemzésében rávilágít, hogy Kína jelentős tudományos potenciált épített ki az elmúlt évtizedekben az EDT-k területén. Kiragadott példaként az 5G/6G és az MI-technológiák területén egyértelmű kínai vezető szerepet azonosítanak az ausztrál kutatók (Gaida et al., 2023).

Az EU a harmadik helyen áll a TOP100 tudományos-technológiai (S&T100) klaszterek számát tekintve, igaz, lemaradva a domináns szereplők mögött. Kína 2023-ra már 24 S&T100-as klasztert tudhatott magáénak, míg az USA 21-et, harmadik helyen Németország áll 9 S&T100 klaszterrel. Az első tízben EU relációban megemlíthető még Franciaország, melynek területén 3 S&T100 klaszter tevékenykedik (URL11). Az S&T100-as klaszterek egyben összefonódnak az adott ország leginnovatívabb, így legvonzóbb ipari klasztereivel. Kiragadott, egyben jelentős példa: a Németországba irányuló kínai befektetések túlnyomó részt „Európa motorjának” legjelentősebb ipari klasztereire összpontosulnak (Béres et al., 2017).

Következtetések és összegzés

A feltörekvő és diszruptív technológiák folyamatos monitorozása nem csak nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű, de a fentebb megfogalmazottak alapján, az adott ország biztonsága szempontjából is. Mindez a biztonság kérdésköréhez messzemenően proaktív, sokrétű hozzáállását kíván egy olyan technológiai ökoszisztémában, melynél biztos pontokat csak jelentős erőforrás-befektetéssel lehetséges kialakítani. Minden ország képes kell legyen megvédeni EDT (K+F+I és gyártó) ökoszisztémáját, mely feladat számos kihívást generál. Nem mellesleg azért, mivel nehezen jelezhető előre, hogy „holnap” mely ipari/technológiai szektorban jelennek meg új EDT-k. A NATO és az EU által meghatározott EDT listák jelen napig kiállták az idő próbáját, így jó alapnak tekinthetők reziliens és egyben adaptív védelmi stratégiák és eljárások kidolgozásához. Az EDT-k fejlesztésében érdekelt feleket akár szélsőséges cselekedetekre is készítheti a humán- és egyéb erőforrások szűkössége. Az EDT-fókuszú védelmi tevékenység erőforrásigényét mi sem mutatja jobban, hogy még az USA is a jog és a geoökonómia keményebb eszközeihez nyúlt annak érdekében, hogy gazdasági és technológiai érdekeit védelmezze legnagyobb versenytársa blokkolása érdekében.

A Globalizáció 3.0-át megalapozó internet, a fejlődéstámogató információk hozzáférhetőségének „demokratizálásával” megteremtette a korábbi globalizációs hullámok kárvallottjainak felemelkedési lehetőségét. Kína, India, Szingapúr, Észtország pozitív példáit említve kiviláglik, hogy azon nemzetek, melyek arányaiban megfelelő mennyiségű erőforrást allokálnak az EDT-k alkalmazására és kutatására, továbbá képesek K+F stratégiai irányaitakellő előretekin-téssel meghatározni, erős alapokat teremthetnek az elkövetkezendő 100–150 év kihívásainak eredményes kezelésére.

Felhasznált irodalom

- Bain, R. (1937). Technology and state government. *American Sociological Review*, 2(6), 860–874. <https://doi.org/10.2307/2084365>
- Bánkuty-Balogh L. (2022). A mesterséges intelligencia elterjedésének geoökonómiai hatásai és Magyarország. *Külgazdaság*, 66(7–8), 102–130. <https://doi.org/10.47630/KULG.2022.66.7-8.102>
- Béres B., Mozga G., Péti M., & Gossler J. (2017). Az Európai Unió és a magországainak változatos viszonyulása az Új Selyemúthoz és az új kínai gazdasági szerepekhez. In Péti M. (Szerk.), *Az Új Selyemút Gazdasági Övezet geostratégiai és földrajzi dimenziói* (pp. 65–92). Budapesti Corvinus Egyetem Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet.
- Blackwill, R. & Harris, J. (2016). *War by other means: Geoeconomics and statecraft*. The Belknap Press of Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt1c84cr7>
- Bower, J. & Christensen, C. (1995, January–February). Disruptive technologies: Catching the wave. *Harvard Business Review*, 43–53.
- Christensen, C. (1997). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business Review Press.
- Csenger Á. & Eszterhai V. (2021). A konnektivitás mint fegyver: Kína és Ausztrália aszimmetrikus kereskedelmi kapcsolatainak példája. *Külgazdaság*, 20(2), 22–44. https://doi.org/10.47707/Kulugyi_Szemle.2021.2.2
- Csizmadia N. (2017). Az új Selyemút geopolitikai jelentősége. In Péti M. (Szerk.), *Az Új Selyemút Gazdasági Övezet geostratégiai és földrajzi dimenziói* (pp. 37–64). Budapesti Corvinus Egyetem Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet.
- Friedman, T. (2005. április 3.). It's a flat world, after all. *The New York Times Magazine*. <https://www.nytimes.com/2005/04/03/magazine/its-a-flat-world-after-all.html>
- Gaida, J., Wong-Leung, J., & Robin, S. (2023). *Critical technology tracker: Who is leading the critical technology race?* Australian Strategic Policy Institute. <https://techtracker.aspi.org.au>
- Ghofrani, H., Osterloh, I., & Grimminger, F. (2006). Sildenafil: From angina to erectile dysfunction to pulmonary hypertension and beyond. *Nature Reviews Drug Discovery*, 5(8), 689–702. <https://doi.org/10.1038/nrd2030>

- Kesteloo, H. (2024. május 29.). Ukraine's Defense Ministry buys over \$27 million in DJI drones. *DroneXL*. <https://dronexl.co/2024/05/29/ukraines-buys-27-million-dji-drones>
- Khan, K., Su, C.-W., Umar, M., & Zhang, W. (2022). Geopolitics of technology: A new battleground? *Technological and Economic Development of Economy*, 28(2), 442–462. <https://doi.org/10.3846/tede.2022.16028>
- Kocsis J., Komjáthy D., & Péti M. (2017). Kína Új Selyemút kezdeményezésének bemutatása. In Péti M. (Szerk.), *Az Új Selyemút Gazdasági Övezet geostratégiai és földrajzi dimenziói* (pp. 13–36). Budapesti Corvinus Egyetem Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet.
- Luttwak, E. N. (1990). From geopolitics to geo-economics: Logic of conflict, grammar of commerce. *National Interest*, 20, 17–23. <https://www.jstor.org/stable/42894676>
- Millet, G. (1986). Cyanoacrylate adhesives. In S. Hartshorn (Ed.), *Structural adhesives. Topics in applied chemistry* (pp. 249–307). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-7781-8_7
- Nindl, E., Confraria, H., Rentocchini, F., Napolitano, L., Georgakaki, A., Ince, E., Fako, P., Hernández Guevara, H., Gavigan, J., Tübke, A., Pinero-Mira, P., Rueda-Cantuche, J. M., Banacloche-Sánchez, S., de Prato, G., & Calza, E. (2023). The 2023 EU industrial R&D investment scoreboard. Publications Office of the European Union. <https://dx.doi.org/10.2760/506189>
- Pető G. (2021). Erőforrás-szűkösség. In Tóth P., Csiki Varga T., Fedorkó B., Kovács K., Lakatos L., Németh B., & Tóth P. (Szerk.), *A globalizált világ kihívásai* (pp. 51–80). Ludovika Egyetemi Kiadó.
- Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2015). What is an emerging technology? *Research Policy*, 44(10), 1827–1843. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.006>
- Sims, D. (2013, March 13). ChatGPT was made possible thanks to tens of thousands of Nvidia GPUs, which Microsoft is now upgrading. *Techspot*. <https://www.techspot.com/news/97919-chatgpt-possible-due-tens-thousands-nvidia-gpus-which.html>
- Siposné Kecskeméthy K. (2021). A NATO 2030 jelentés – stratégiai prioritások új megközelítésben. *Honvédségi Szemle*, 149(4), 3–16. <https://doi.org/10.35926/HSZ.2021.4.1>
- Siposné Kecskeméthy K. (2022). Új szinten a partnerségi kapcsolatok a NATO madridi csúcstalálkozó értékelése. *Hadtudomány*, 32(3), 66–79. <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2022.32.3.66>
- Szilágyi I. (2007). A brazil geopolitikai iskola. *Politikatudományi Szemle*, 16(3), 69–83. Forrás: <http://real.mtak.hu/id/eprint/112391>
- Troxell, J. F. (2018). Geoeconomics. *Military Review*, 98(1), 4–22. <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/January-February-2018/Geoeconomics/>
- Veletsianos, G. (2010). A definition of emerging technologies for education. In G. Veletsianos (Ed.), *Emerging technologies in distance education* (pp. 3–22). Athabasca University Press.
- Zimmermann, A. (2022). *R&D funding breakdown: CHIPS and Science Act*. AAAS. <https://www.aaas.org/sites/default/files/2023-01/CHIPS%20AAE.pdf>

A cikkben szereplő online hivatkozások

- URL1: *COMMISSION RECOMMENDATION on critical technology areas for the EU's economic security for further risk assessment. C(2023) 6689 final.* https://defence-industry-space.ec.europa.eu/commission-recommendation-03-october-2023-critical-technology-areas-eus-economic-security-further_en
- URL2: *Critical and Emerging Technologies List. Update.* <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CMR-PREX23-00185928/pdf/CMR-PREX23-00185928.pdf>
- URL3: *Outline of the People's Republic of China 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development.* https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/t0284_14th_Five_Year_Plan_EN.pdf
- URL4: *Magyarország Űrstratégiája.* <https://space.kormany.hu/download/7/bd/c2000/Magyarorsz%C3%A1g%20%C5%B0rstrat%C3%A9gi%C3%A1ja.pdf>
- URL5: *Science & Technology Trends 2023-2043. NATO Science & Technology Organization.* https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2023/3/pdf/stt23-vol2.pdf
- URL6: *Science & Technology Trends 2020-2040. NATO Science & Technology Organization.* https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf
- URL7: *IBM Research and Development Expenses 2010-2024.* <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/IBM/ibm/research-development-expenses>
- URL8: *Taiwan Semiconductor Manufacturing Research and Development Expenses 2010-2024.* <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/TSM/taiwan-semiconductor-manufacturing/research-development-expenses>
- URL9: *Chips Act: Council gives its final approval.* <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/07/25/chips-act-council-gives-its-final-approval/>
- URL10: *Semiconductor Manufacturing by Country 2024.* <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/semiconductor-manufacturing-by-country>
- URL11: *Global Innovation Index 2023.* <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf>

Alkalmazott jogszabályok

- 1299/2023. (VII. 19.) Korm. határozat a Chiphordozó kerámialapka K+F+I projekt 1. fázisának kormányzati támogatásáról
- 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról
- 1606/2021. (VIII. 18.) Korm. határozat Magyarország Űrstratégiája elfogadásáról
- Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2024/795 Rendelete a STEP létrehozásáról

A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

Ollári V. (2025). EDT geopolitika – A feltörekvő és diszruptív technológiák egyes nemzetbiztonsági kihívásai. *Belügyi Szemle*, 73(3), 495–510. <https://doi.org/10.38146/BSZ-AJIA.2025.v73.i3.pp495-510>

Nyilatkozatok

Összeférhetetlenség

A szerző nem jelentett összeférhetetlenséget.

Finanszírozás

A szerző nem kapott pénzügyi támogatást a kutatáshoz, a szerzőséghez és/vagy a cikk publikálásához.

Etikai nyilatkozat

Jelen cikkhez nem kapcsolódik adatkészlet.

Nyílt hozzáférésről szóló tájékoztatás

Jelen cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY NC-ND 2.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje feltüntetésre kerülnek.

Levelező szerző

A cikk levelező szerzője Ollári Viktor, aki az ollari.viktor@protonmail.com e-mail címen érhető el.