

Napjaink hadászati fegyvere – a nemzetközi energiahálózatok

Preambulum

A történelem során a háborúkat rendszerint valamilyen fontos stratégiai vagy hadászati céllal vívták meg, mint víz, élelmiszer, termőföld, majd a közelmúltban az értékes energiahordozókért (például kőolaj, földgáz, ritka fémek). A háborúk során a felek törekedtek az erőforrást birtokló fél területének tényleges elfoglalására. De mi történt akkor, amikor egy paradigmaváltás során néhány ország rájött arra, hogy nincs szükség területi expanzióra, hanem sokkal fontosabb maga a források és a fogyasztási helyek közötti útvonál és annak biztosítása? Új korszak kezdődött a történelemben...

Energiaellátás és energiabiztonság

A világ energiaellátásnak biztonsága számos primer és szekunder követelményen múlik. A primer követelmények közé sorolandók, hogy legyen elegendő energiaforrás, álljon rendelkezésre a szükséges energiaszállító kapacitás, a fogyasztási pontok legyenek felkészülve az energiaforrás fogadására és felhasználására.

Szekunder követelmény, hogy ellátási zavar esetére legyen elegendő forrástartalék, előre tervezett ütemben lépjenek be a szükséges új kapacitások mind a forrás, mind pedig a szállítás tekintetében, a rendszerek műszaki megbízhatósága pedig elégséges legyen.

Ezeket a szempontokat nemzetközi szintű szerződéses keretrendszerbe szükséges foglalni, amely szavatolja a globális energiaellátás biztonságát. Könnyen belátható, hogy egy globalizálódó világban az energiaellátó rendszer bármely elemének véletlen kiesése vagy szándékos kiiktatása azonnali ellátási zavart okoz minden olyan országban, amely energiaimportra szorul, legyen az bármilyen típusú energiahordozó.

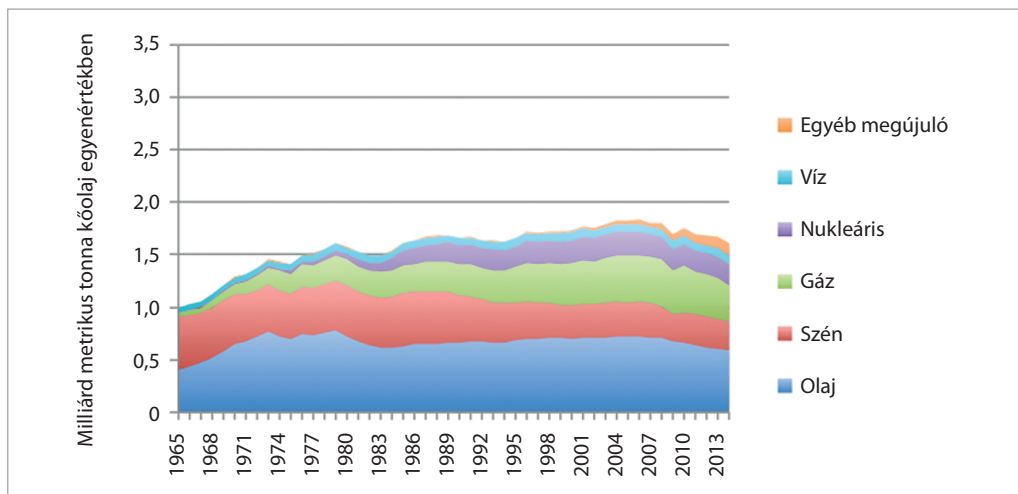
Energiaforrások

Napjainkban az energiaforrásokat három fő csoportra oszthatjuk:

- fosszilis energiahordozók (például szén, kőolaj, földgáz);
- nukleáris energiahordozók (például urán, plutónium);
- megújuló energiahordozók (például nap, szél, víz, geotermia).

A felsorolás már önmagában is egyfajta időrendi-történeti fejlődést mutat, mind az energiaforrás, mind a hozzá kapcsolódó szállítási igény, mind pedig az ezekkel rendszerint összefüggő katonai/biztonságpolitikai kérdések tekintetében. A fejlődés során érvényesíteni kellett a gazdaságpolitikai, társadalmi és katonapolitikai elképzeléseket, figyelembe véve a geopolitikai adottságokat és az aktuális nemzetközi követelményeket. Bármely ország életében meghatározó jelentőségű, hogy milyen energiaforrást választ vagy választhat. E döntésének következménye az energiaellátás biztosításának módja. Az energiabiztonság kialakításához az országok számára fontos szemponttá vált a források diverzifikálásnak lehetősége – amely valamely forrás kiesése esetén megoldást jelenthet az ellátási zavar kezelésére –, hiszen az energiaellátás a gazdaság működőképességét és végső soron a társadalmi békét döntően meghatározó ügy.

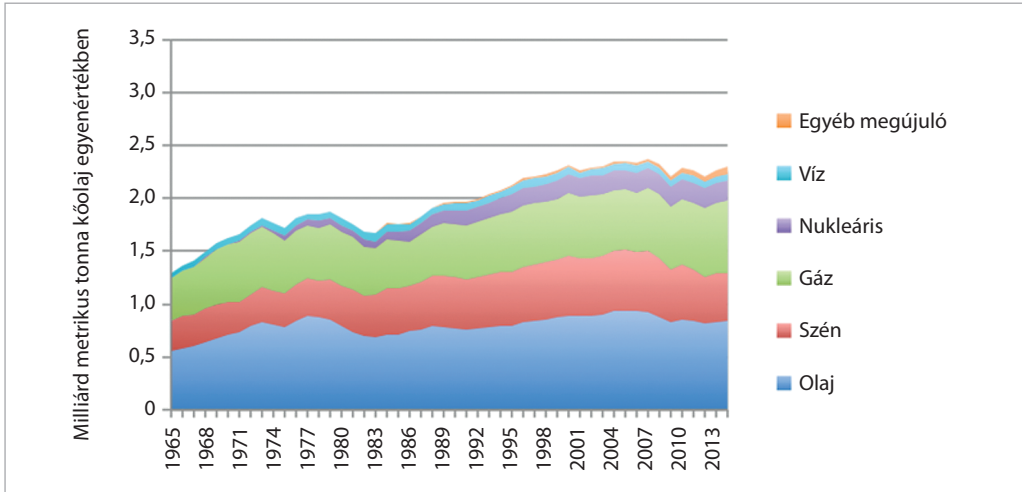
Érdekes összefoglalni a világ néhány nagy geopolitikai centrumának kialakult energiamixét.



1. ábra: Az Európai Unió energiafelhasználása

Forrás: Energy Information Administration (EIA)

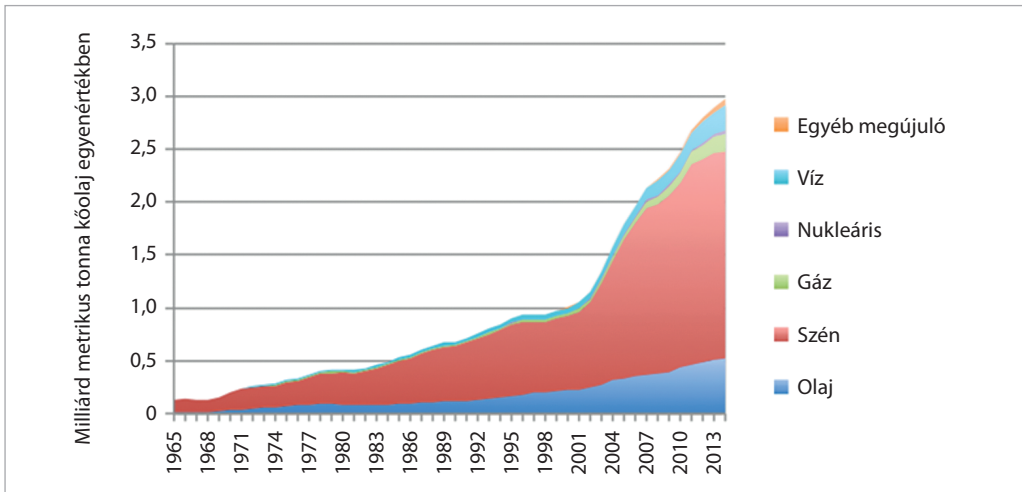
Az 1. ábrán látható az Európai Unió energiamixének alakulása az elmúlt fél évszázadban. Ez az egyetlen olyan régió a világ vezető gazdasági térségei közül, amelyben az energiafogyasztás csökkenése volt a jellemző. A tendencia a népesség csökkenésének, az energiafogyasztás hatékonyabbá válásának és sajnos az ipar egyre gyengülő szerepének is köszönhető.



2. ábra: Az Egyesült Államok energiafelhasználása

Forrás: EIA

A 2. ábrán látható az Amerikai Egyesült Államok jellemző energiamixe az elmúlt évtizedekből. A bekövetkezett gazdasági válságoktól függetlenül folyamatosan növekvő energiaigény alakult ki, amely meghaladja a teljes Európai Unió energiafogyasztását.



3. ábra: Kína energiafelhasználása

Forrás: EIA

A 3. ábrán látható Kína energiafogyasztása. Megdöbbentő mértékű a növekedés meredeksége és az, hogy a mértéke szintén meghaladja az EU energiaigényét. Ma már kijelenthető, hogy a világ két meghatározó energiafelhasználó országa az Egyesült Államok és Kína, energiaellátási igényük a geopolitikai helyzetüket is meghatározza.

Az, hogy egy ország rendelkezik-e a területén fosszilis energiahordozóval, egyszerűen a földrajzi elhelyezkedésén múlik, illetve azon, hogy a területén végzett kutatások során megtalálták-e ezek forrásait. A fosszilis energiahordozók kutatása rendkívül költséges és nagy kockázatú, és csak kellően magas piaci ár esetén térül meg.

A nukleáris energiahordozók kérdése már egyben erősen katonapolitikai kérdés is, mivel a dúsított fűtőanyagot elsősorban katonai nagyhatalmak képesek előállítani a nukleáris hadviseléshez szükséges dúsítási eljárás mellékfolyamataként. Minden olyan ország, amely nem rendelkezik nukleáris dúsítókkal, viszont használja az atomenergiát saját polgári célú atomerőműveiben, importfüggővé vált hasadóanyag tekintetében.

Teljesen új geopolitikai-energetikai helyzetet fog mindemellett teremteni a megújuló energiák megjelenése, aminek hatása jelenleg még kiszámíthatatlan, de az már most kijelenthető, hogy teljesen fel fogja borítani a jelenlegi fosszilis/nukleáris energiahordozókra épült világrendet.

Energiaszállító kapacitás

Napjainkban, amikor még a fosszilis energia a meghatározó az energiaellátásban, a források véletlenszerű földrajzi eloszlása miatt kiterjedt energiaszállítási tevékenységre van szükség. A témakör szempontjából ez elsősorban azt jelenti, hogy folyamatosan biztosítani kell az energiahordozó szállítását a kitermelés helyétől a végfelhasználóhoz, amely szállítást jellemzően nemzetközi útvonalakon, számos országhatárt keresztezve kell megszervezni és végrehajtani. Tovább bonyolítja a feladatot, hogy nemcsak az energiaforrások és a végfogyasztók helyezkednek el szétszórva a földrajzi térben, hanem a fogyasztókat időben változó igényű felhasználás is jellemzi. Mivel műszaki rendszerekről beszélünk, nyilvánvalóan elkerülhetetlenek az üzemzavari problémák is, amelyeknek az áthidalására tartalék kapacitásokat is ki kell építeni.

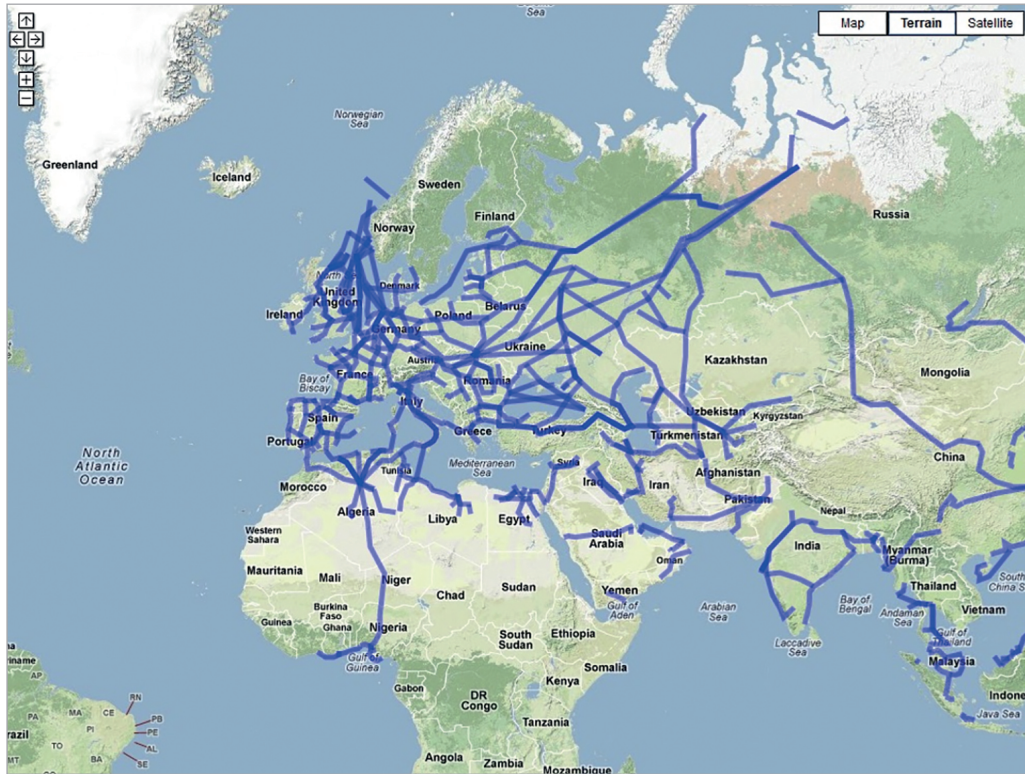
Az energiahordozók szállítása önmagában is nagyon kockázatos tevékenység, amely térbeli kiterjedése miatt nemzetközi egyezményeken alapul. Emellett gyakran igényli speciális előírások betartását. Például a nukleáris hasadóanyagok szállításánál biztosítani kell, hogy ne legyen sugárveszély, és a szállításhoz használt tárolóeszközök még katasztrófa esetén is megőrizzék épségüket. A nukleáris fűtőanyagok szállítását mindig hivatásos fegyveres alakulatoknak kell végezniük, aminek módja, időpontja és útvonala titkosított. A nemzetközi földgázszállítások során kiemelt figyelmet kell fordítani a lehetséges robbanásveszélyekre stb. Az energiahordozók szállításához szükséges kapacitások értelmezhetők közúton, csővezetéken vagy tengeri útvonalakon.

A világ fejlett részén kiépített kiváló úthálózat jelentős előny a közúton történő energiaszállítás számára, amelyet csak rövid időre tudnak akadályozni a természeti, időjárási hatások.

A csővezetékes energiaszállítás jelenleg a leghatékonyabb és legbiztonságosabb energiaszállítási mód. Azonban a hosszú távvezetékek nagymértékben ki vannak téve a természeti erőknek és a műszaki meghibásodás kockázatainak. További probléma ezekkel kapcsolatban, hogy mivel a vezetékeket jellemzően lakatlan területen fektetik le, azok

egyre kedveltebb célpontjai a terrorista támadásoknak, hiszen így alacsony kockázattal tudják ezeket végrehajtani. Ennek megelőzése és megakadályozása egyre nagyobb kihívás elé állítja a biztonságért felelős erőket.

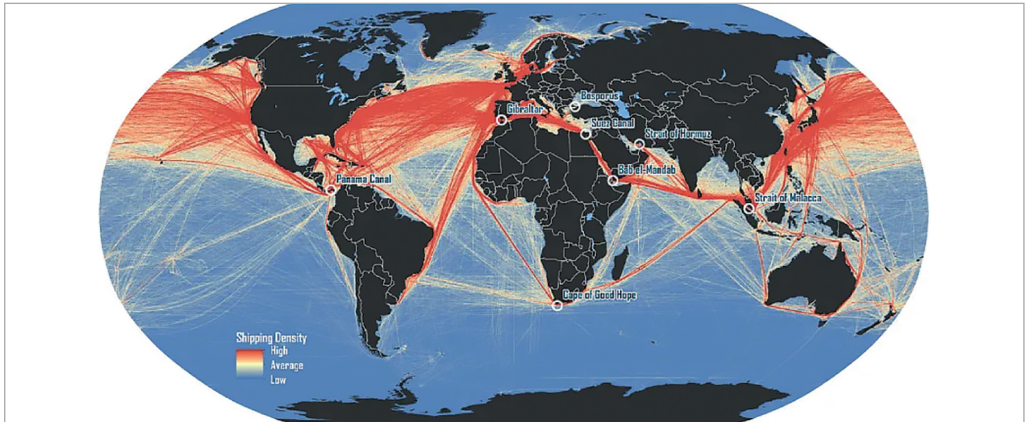
A 4. ábra bemutatja az Európában, a Közel-Keleten és Afrikában kiépített földgáz-távvezeték-rendszereket. A térképen is jól látható, hogy mekkora földrajzi távolságokat kell áthidalni a termelési pontok és a fogyasztók között.



4. ábra: Távvezetékrendszerek Európában, a Közel-Keleten és Afrikában

Forrás: EIA

Az energiahordozók további jelentős része a világ tengerein keresztül jut el a felhasználókhoz. Ennek előnye a szállítási útvonalak és időpontok megválasztásának nagy fokú szabadsága, azonban sajnos a kockázata is egyre nő a különböző államközi konfliktusok, a kalóztámadások és a területi hovatartozással kapcsolatos viták miatt (lásd az 5. ábrát). A tengeri útvonalak biztosításához jelentős katonai erőre és állandó nemzetközi összefogásra van szükség.

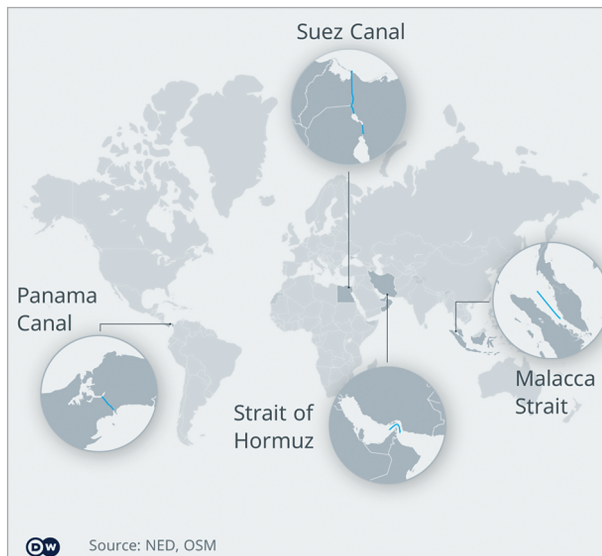


5. ábra: Az energiahordozók szállításának tengeri útvonalai

Forrás: ResearchGate

A világ hajózási útvonalain történő energiaszállításnak jelenleg négy jelentős – szó szerinti – szűk keresztmetszete van, aminek kereskedelmi, katonai jelentősége felbecsülhetetlen (lásd a 6. ábrát):

- Hormuzi-szoros;
- Malaka-szoros;
- Szezi-csatorna;
- Panama-csatorna.



6. ábra: A világ legnagyobb „sebezhető szűk keresztmetszetei” a tengeri hajózásban

Forrás: ResearchGate

Hormuzi-szoros

A Perzsa-öböl és az Ománi-öböl közötti, az Indiai-óceánhoz vezető tengeri átjáró a kőolaj és a folyékony földgáz (*liquified natural gas*, LNG) szállításának legkritikusabb szűk keresztmetszete, amely különösen sebezhető a közel-keleti geopolitika miatt. A szoros számos különböző hatalmat és olajpiaci szereplőt köt össze, köztük Szaúd-Arábiát, Iránt, az Egyesült Arab Emírségeket, Kuvaitot és Irakot.

A tengeri úton szállított kőolaj egynegyede és a világ cseppfolyósított földgázának egyharmada áthalad a 167 kilométer hosszú szoroson. A hatalmas tartályhajók hajóútjának tényleges szélessége mindkét irányban nagyjából 3 kilométer, ami azt jelenti, hogy a vízi út könnyen blokkolható egy konfliktus során. A szoros blokkolásának hosszú történelme van. Az 1980–1988-as iráni–iraki háború során a két fél megpróbálta megzavarni egymás olajexportját: folyamatosak voltak a szállítási útvonal lezárását kilátásba helyező verbális vagy tényleges fenyegetések. Irán napjainkban is többször fenyegetőzött azzal, hogy blokkolja az olajszállítmányokat a szoroson keresztül, megtorlásul az energiaexportját célba vevő amerikai szankciókért. (2019 májusában négy hajót – köztük két szaúdi olajszállító tartályhajót – támadtak meg az Egyesült Arab Emírségek partjainál, Fudzsejra közelében, a szoros mellett, majd 2021 januárjában Irán lefoglalt egy dél-koreai jélszerű tartályhajót az öböl vizein, és őrizetbe vette legénységét.) Biztosak lehetünk sajnos abban, hogy a következő években is konfliktusok fogják alakítani ennek a stratégiai fontosságú helynek a mindennapjait.

Malaka-szoros

A 900 km hosszú szoros Ázsia tengeri kereskedelmének szűk keresztmetszete, és a világ egyik legforgalmasabb hajózási útvonala. Ez köti össze Ázsiát a Közel-Kelettel, illetve Európával, így a globális kereskedelem mintegy 40%-át biztosítja. Évente több mint 100 ezer hajó halad át ezen a vízi úton.

Szingapúrnál, a legkeskenyebb pontján a szoros mindössze 2,7 kilométer széles, ami természetes szűk keresztmetszetet jelent, és ezzel komoly kockázatot jelentenek az ütközések, földrengések.

2016-ban már naponta mintegy 16 millió hordó olaj haladt át ezen a vízi úton, ezzel a világ második legfontosabb energiaátjárója lett. A szoros stratégiaileg egyre fontosabbá vált Peking számára, mivel Kína nyersolajimportjának közel 80%-a ezen keresztül érkezett meg a Közel-Keletről és Afrikából.

Szuezi-csatorna

Ez a mesterséges vízi út összeköti a Földközi-tengert a Vörös-tengerrel, és lehetővé teszi, hogy a hajóknak ne kelljen áthaladniuk a Jóreménység fokán, Dél-Afrika partjai mellett.

Megépítése körülbelül 8900 kilométerrel csökkentette a megteendő út hosszát azáltal, hogy nem kell megkerülniük a teljes afrikai kontinenst.

Az egyiptomi kormány 2014-ben bővítette az átjáró kapacitását, majdnem megduplázva az áthaladó hajók napi számát (49-ről 97-re). Ennek ellenére néhány szupertanker még mindig nem tudja használni a csatornát annak sekélysege miatt, vagy a rakományuk egy részét kisebb hajókra kell szétosztaniuk, és a másik végén vissza kell rakodniuk.

2020-ban a Szuezi-csatornán keresztül bonyolódott le a világkereskedelmi forgalom mintegy 12%-a. A csatorna hatósága szerint 18 880 hajó haladt át az átjárón az év során, több mint 1 milliárd tonna rakományt szállítva.

A Szuezi-csatorna rendkívül érzékeny a Közel-Kelet politikai zavargásaira. Az arab tavasz és azt követően Hoszni Mubarak egyiptomi elnök 2011-es bukása azonban kevés tényleges hatással volt a forgalomra.

Ugyanakkor sajnos egyértelműen látható, hogy a világ energiakereskedelmének ez az egyik legsebezhetőbb pontja, amely földrajzi tekintetben számos nemzetközi konfliktus közelében fekszik. Érdekességgént megemlítendő, hogy több alkalommal felmerült egy úgynevezett második Szuezi-csatorna megépítése – általában Izrael területén keresztül elképzelve –, amely jelentősen megváltoztatná az erőviszonyokat a térségben.

Panama-csatorna

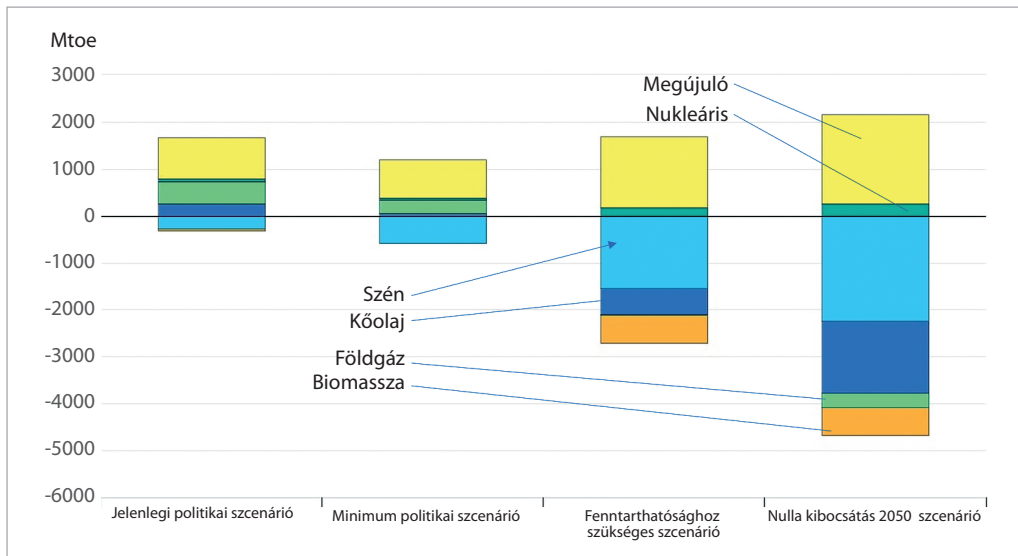
A 80 kilométeres Panama-csatorna Panama állam legkeskenyebb részét vágja át, és összeköti az Atlanti-óceánt a Csendes-óceánnal, kiiktatva a dél-amerikai Horn-fokon át vezető hosszú és veszélyes útvonalat.

A világ egyik legforgalmasabb hajózási átjárója történelmileg a teljes világkereskedelem mintegy 5%-át bonyolította le, és 2020-ban közel 14 000 hajó haladt át rajta. 2016-ban Panama befejezte a csatorna régen várt bővítését, megháromszorozva ezzel az ott közlekedni képes hajók lehetséges méretét.

Bár földrajzi elhelyezkedése miatt a Panama-csatorna nem hordoz ugyanolyan geopolitikai kockázatokat, mint az előző három helyszín, bármilyen mértékű kiesése azonnali hatással járna a világ energiaellátásának biztonságára.

Energiafogyasztók

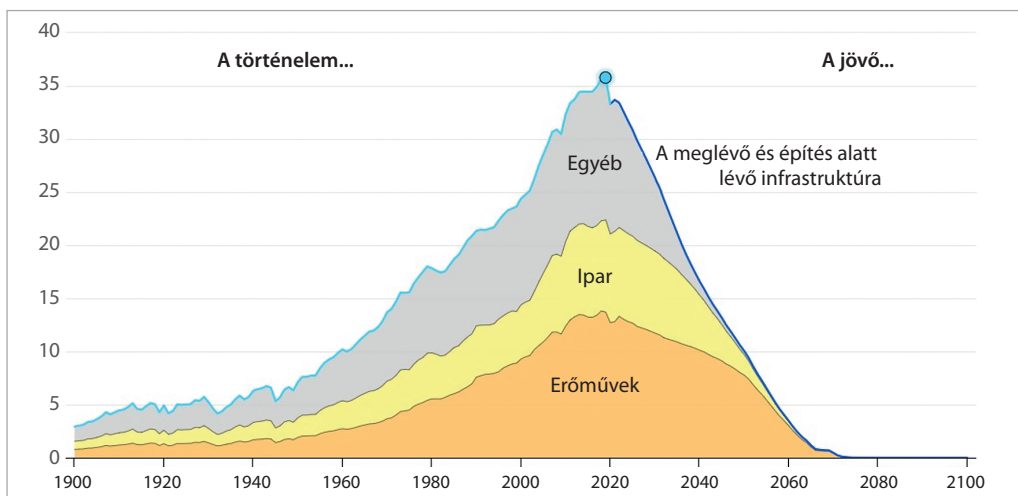
Az energiafogyasztók viselkedését két fő szempont fogja meghatározni a következő évtizedekben is. A primer energiaigény forrásstruktúrája, illetve a felhasználás módszertana. A 7. ábrán látható, hogy a világ primer energiaigényének forrásstruktúrája túlzás nélkül radikális átalakulás előtt áll. A világ politikai döntéshozói – a globális felmelegedés okozta nagymértékű társadalmi nyomásra – elszánták magukat arra, hogy 2050-re elérjék a nulla nettó szén-dioxid-kibocsátást, és vannak olyan hangok is, amelyek ennek időpontját 2035/2040-re hoznák előre.



7. ábra: A globális szinten várható primer energiaigény 2030-ban 2019-hez képest

Forrás: a szerző saját szerkesztése

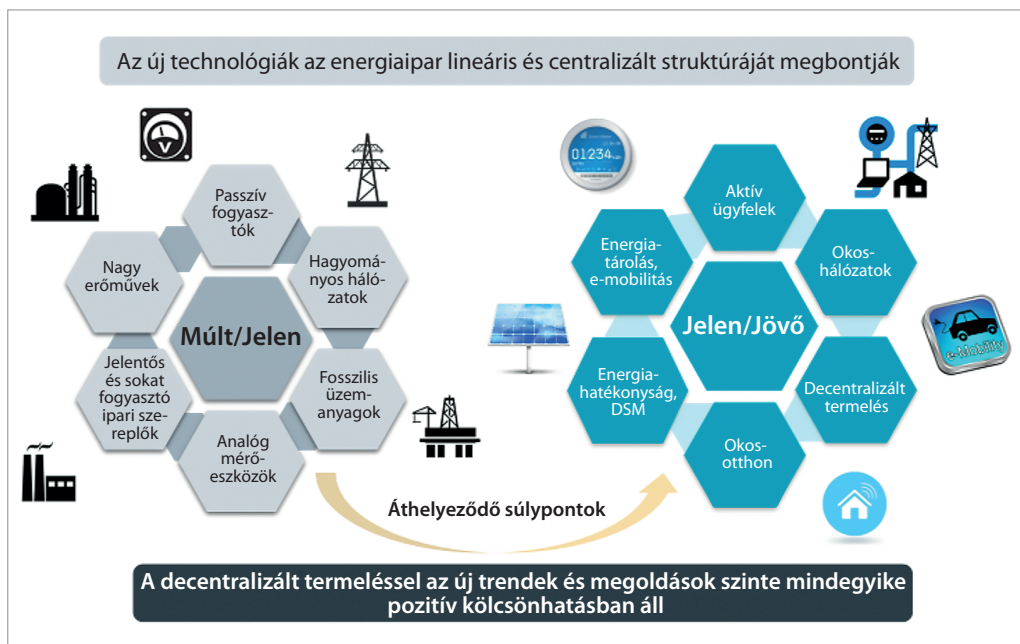
Az ábrán látható, hogy teljes mértékben visszaszorítanák a kőolaj, a földgáz, a szén és a biomassza felhasználását, és megújuló, valamint nukleáris energiahordozókra építenék a világ energiaellátását. A 8. ábrán látható grafikon alapján ettől azt várják, hogy a nettó emisszió lenullázódik, aminek eléréséhez kiemelkedő fontosságú a jelenlegi energiaellátó rendszerek radikális átalakítása.



8. ábra: A szén-dioxid-kibocsátás alakulása

Forrás: IEA

Joggal merül fel a kérdés, hogy mi fog történni a nagy energiaellátó rendszerekkel. Erre ma még nincs egyértelmű válasz, azonban néhány folyamat már jól azonosítható: a múlt passzív fogyasztóit („örülök, hogy van áram és gáz otthon” típus) felváltják az aktív ügyfelek, a hagyományos hálózatokat az úgynevezett „okos” hálózatok, a nagy lineáris és centralizált energiaellátó rendszereket pedig a decentralizált rendszerek (például úgy, hogy minden lakossági fogyasztónak saját energiatermelő rendszere lesz). A 9. ábrán ennek összefoglalása látható.



9. ábra: Az energiaellátó rendszerek átalakulása

Forrás: MVM Zrt.

A múlt már elmúlt, de mi a közeljövő?

A tanulmány első részében megállapítottuk, hogy napjainkban nincs szükség területi expanzióra ahhoz, hogy valamely ország – az energiahordozó vezetékeket fegyverként használva – befolyásolni vagy uralni tudjon más országokat. Azonban a fejlődés, mint a hadviselés történetében oly sokszor, most sem állt meg. Az örök körforgás, amely alapján új típusú fegyverek új típusú védekezést, új típusú elhárítóeszközök kifejlesztését vonják maguk után, az energiaellátás esetében is maximálisan működik. Amennyiben nem lehet kontrollálni valamely energiahordozó kitermelési forrását és/vagy szállítási módzatait, akkor ki kell kényszeríteni a lecserélését.

Napjainkban pontosan ez a folyamat zajlik egyre gyorsuló ütemben. Ráadásul az energetikai stratégiai szempontokon túl ezt támogatja a környezetvédelemmel kapcsolatos egyre növekvő társadalmi elvárás is.

Folyamatosan születnek döntések a szénhidrogén-alapú energiaellátás teljes körű visszaszorításáról, és hasonló tendencia figyelhető meg a nukleáris energia területén is. A környezetvédelmi aspektusokat most félretéve, nézzük meg, mit jelent ez biztonságpolitikai szempontokból.

Ma a világ legnagyobb olaj- és gázexportőr országai – az USA kivételével – a nyugati értékrenddel ellentétes politikát folytatnak, és társadalmi berendezkedésük sem mindig demokratikus. Viszont a legfőbb bevételük a szénhidrogének termeléséből és értékesítéséből származik. Amennyiben az ebből származó bevételek globálisan megszűnnek, ezek az országok elveszítik jelenlegi státuszukat a világpolitikában, és megszűnik az a kockázat is, amelyet forrásaik esetleges korlátozásával jelentettek a világ számára.

A fenti helyzet nagyon gyorsan elő fog állni. Az IEA (Nemzetközi Energiaügynökség) már 2021-ben azt javasolta, hogy szüntessék be az új szénhidrogénmezők termelésbe állítását, és csak a meglévő mezőket termeljék le, majd 2040 és 2050 között teljesen szüntessék meg a szénhidrogén-alapú energia-előállítását és -felhasználást.

Napjainkban a nyugati világrend katonai doktrínáiban stratégiai jelentőségű a meglévő kőolaj- és földgázszállítási útvonalak biztosítása (például Hormuzi-szoros, Szezei-csatorna, lásd a 6. ábrát), hiszen ezek nélkül nagyon gyorsan összeomlana a világgazdaság. Képzeljünk el egy olyan új világot, ahol ennek a jelentősége radikálisan visszaesik. A legfrissebb stratégiai elemzések azt mutatják, hogy ahogy csökken a kőolaj és a cseppfolyós gáz felhasználásának jelentősége, úgy fog – ennek egyenes következményeként – csökkenni a most létfontosságú, de kis kapacitású tengeri áteresztőpontoké is.

Kína szerepe

Az energetika és a hadtudományok területén dolgozó szakértők körében egyetértés van abban, hogy a világ következő 50 évét az úgynevezett „Nyugat”–Oroszország–Kína háromszögön belül kialakuló hatalmi viszonyok fogják meghatározni. Az is kezd világsan kirajzolódni, hogy ezt a hatalmi erősortrendet várhatóan nem fegyveres konfliktusokkal fogják kialakítani, hanem a fosszilis energiakorszakot követő új energiahordozókkal és ezek új szállítási útvonalaival.

Kína „nyitólapja” ebben a geopolitikai játszmában az „új selyemút” terv, amelyet megújuló energiával szándékozik kikövezni. Szun-ce több ezer évvel ezelőtt megfogalmazta *A háború művészete* című könyvében, hogy a háborút lehetőleg nem a csatatéren kell megnyerni, hanem az előkészületek során, és e területen Kína nagyon jól teljesített. Mit tanulhat a világ Kína megújuló energiára, főleg napelemre alapuló diplomáciájából? Leginkább azt, hogy „ha van működő, modern napelemed, indulj útnak, és hamarosan tiéd lesz az egész világ”.

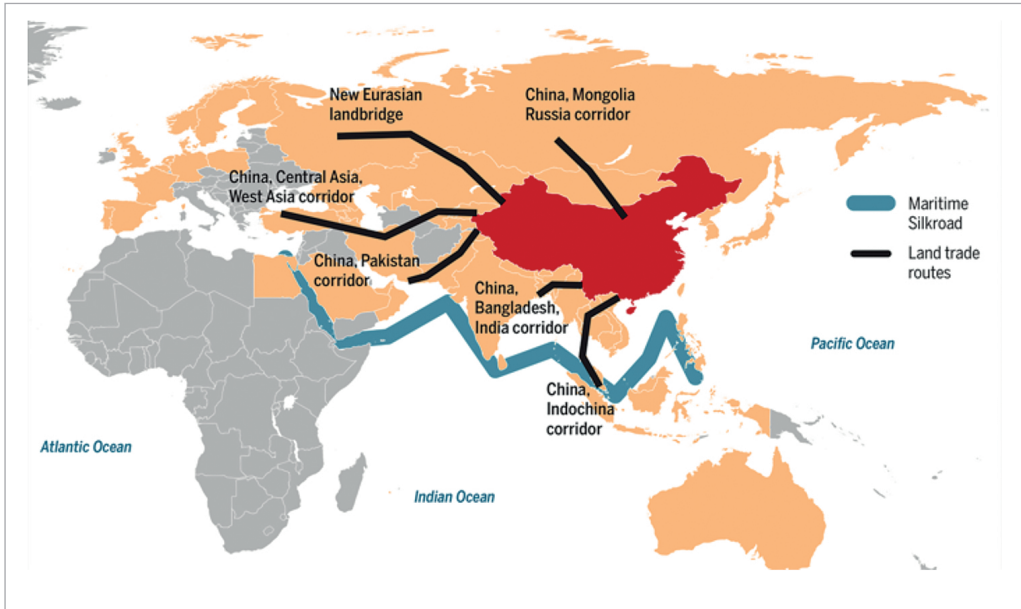
Úgy tűnik, hogy ez lesz a mottója a megújuló energián alapuló gazdaságnak, amely jelenleg forrongó világunk egészére kiterjed majd. Kína sok százmilliárd dolláros befektetésekkel kívánja fejleszteni azon kapacitását, hogy olcsó, tiszta energiarendszerek terjesztésével növelje befolyását az egész világon. Két évszázaddal korábban a nyugati világ az úgynevezett „ágyúnaszád”-diplomáciával képviselte érdekeit. Napjainkban a választ nevezhetjük „napelemes hajóágyú”-diplomáciának, amelyben Ázsia most visszavág: hatalmas pénzügyi bázisa mellett Kína az előremutató, tiszta technológia felhasználásával képviseli érdekeit az egész világon, miközben az Egyesült Államok, Európa és Oroszország továbbra is kapaszkodik a múlt fosszilis energián alapuló energiarendszereibe és az ezekkel kapcsolatos sokszor káros nagyhatalmi politikába.

Ahogy az USA Trump elnök és a republikánusok vezetése alatt kivonult a világ rendfenntartó szerepköréből és belépett a protekcionizmus egy különös formájába, feladva a hagyományos üzleti lehetőségeket, úgy Kína azonnal globális kapcsolatokat kezdett el építeni nemzetközi elkötelezettségeken keresztül. Ezek az elkötelezettségek külföldi segélyek és a megújuló energia technológiai exportja formájában valósulnak meg. *Egy övezet, egy út* elnevezésű, több mint 1000 milliárd dolláros külföldi segélyberuházásával Kína alacsony költségű hitelekét kíván nyújtani mind a fejlődő, mind a fejlett gazdaságoknak – segítve azok gazdasági és infrastrukturális terjeszkedését Európa-szerte, Ázsiában és Afrikában.

Mekkora is ez az összeg? Az 1000 milliárd dollár tízszer több pénz, mint amennyit a második világháború után az USA a Marshall-terv révén Európának folyósított az újjáépítésre. A segélyberuházások nagy része nemcsak arra összpontosul, hogy lehetővé tegye Kína számára egy nagy értékű, egyre terjeszkedő kereskedelmi hálózat kialakítását, hanem egy fenntartható energiaforradalom magvalósítására is, amelyhez a szükséges hardver nagy részét szintén Kína gyártja.

A kínai diplomácia folyamatosan hangsúlyozza, hogy az *Egy övezet, egy út* kezdeményezés ígéretes platformot nyújthat az országok közötti szükséges infrastrukturális összeköttetések megvalósításához, különösen akkor, ha nagyobb hangsúlyt fektet az alacsony szén-dioxid-kibocsátású növekedésre és a fenntartható energiára (lásd a 10. ábrát).

Kínának ez a fajta befektetés egyértelműen egy nagy „win-win”. Amennyiben az *Egy övezet, egy út* kezdeményezéssel összekapcsolt országok sikerrel járnak, és visszafizetik a felvett hitelek, akkor mind a hiteltörlesztéseken, mind a kereskedelmi partnerek megújuló energiahálózathoz való kapcsolódásán keresztül profitál. De ha nemteljesítés történik, akkor Kína egyre inkább fellép, és további biztosítékot kér, például kikötői lízing formájában. Ez történt a közelmúltban is, amikor Srí Lanka nem teljesítette aktuális nagy összegű hiteltörlesztését. Az elmúlt évtizedben Afrikában több mint húsz kikötői létesítmény hosszú távú bérleti szerződését szerezte meg Kína ilyen módon.



10. ábra: Az Egy övezet, egy út program célja, hogy összekapcsolja a távoli fejlődő és fejlett gazdaságokat.
Forrás: Wikimedia Commons News 2021

A kikötők rendkívül értékes csomópontok az áruk és a tőke áramlásában. Így a kikötőterületeket az anyaországtól távol eső helyszíneken úgy kell tekinteni, mint a stratégiai és gazdasági erő és ezzel együtt a politikai befolyás növelésének eszközét. Kína külföldi befektetési kampánya ráadásul egyedülállóan okos megújulóenergia-csavar. Nemcsak arra használják, hogy minden ajtót megnyissanak tiszta energián alapuló termékeik előtt, hanem ezt mint erkölcsi tőkét használják fel arra, hogy a Nyugat fosszilis energián alapuló politikáját kritizálják. Egyértelműen látható az, hogy Kína globális vezető pozícióra törekszik. A megújuló, tiszta technológiájú energia terjesztése tehát stratégiai cél.

Kína ma már képes arra, hogy kihasználjon egy hatalmas globális kereskedelmi hálózatot, amelyet külföldi segítekkel, napelemek hajórakományainak exportjával tesz meghatározóvá az Ázsiába, Európába és Afrikába vezető modern selyemút révén. Több mint 1,2 milliárd olyan ember él a Földön, akik jelenleg nem férnek hozzá a villamos energiához. Amennyiben Kína sikerrel jár, új és tiszta gazdaságokat, stratégiai partneriségeket és globális erkölcsi vezetői befolyást építhet ki világszerte.

Az Európai Unió jövőképe

Az Európai Unió kicsit talán megkésve – de véglegesen nem lemaradva – felismerte, hogy másodlagos, csak eseménykövetésre alkalmas szereplő lehet az Egyesült Államok és Kína mögött, ha nem lép fel kezdeményezőként az energiaellátó rendszerének átalakításában.

Az Európai Bizottság rendkívül határozott üzenetet küldött a tagállamok felé arról, hogy nem hajlandó elfogadni a földgáz mint aktuálisan a legfontosabb primer energia-hordozó hosszú távú hídtechnológiaként való felhasználását a nettó nulla kibocsátás felé vezető úton 2050-ig.

Az EU zöld megállapodási tervekért felelős ügyvezető alelnöke erős hangvételi beszédében 2021-ben azt mondta, hogy „a fosszilis tüzelőanyagoknak nincs életképes jövője”, és Európának erőteljesen növelnie kell megújulóenergia-kapacitását. Egyértelművé tette, hogy az EU mindent meg fog tenni a szén-dioxid-mentes jövő elérése és a párizsi megállapodásban vállalt kötelezettségeinek teljesítése érdekében. Ez azt jelenti, hogy nem fektet a továbbiakban pénzt „olyan gazdasági struktúrákba, amelyeknek nagyon rövid jövője van”. Ahhoz, hogy az évszázad közepére elérjük a nettó nulla kibocsátást, az EU-nak tízszer több nap- és szárazföldi szélenergiára lesz szüksége, és 12 GW-ról 300 GW-ra kell növelnie tengeri szélenergia-kapacitását. Ahol és mindaddig, amíg a tiszta energiát még nem lehet a szükséges mértékben bevetni, a fosszilis gáz továbbra is szerepet játszhat a szénről a zéró emissziós villamos energiára való átállásban – jelentette ki ugyanakkor az Európai Unió alelnöke.

Az EU határozottan állást foglalt abban is, hogy Európának nem kell a továbbiakban új infrastruktúrába fektetnie a fosszilis gázok szállításához. Ehelyett a meglévő csővezetékek hidrogén szállítására való átalakításán kell elgondolkodnia, amíg a teljes megújuló energiára történő átállás megvalósulhat.

Kijelentette továbbá, hogy a zöld (megújuló energiával előállított) infrastruktúrához szükséges tőkebefektetést nem szabad pazarolni arra, hogy egy párhuzamos infrastruktúra még több gázt szállítson Európába – Norvégiából vagy Oroszországból, vagy cseppfolyósított földgáz formájában –, majd azt második lépésben hidrogénné alakítsák át.

Ma már tudjuk, hogy 2050-re az Európai Unió energiarendszerének alapvetően meg kell változnia. Az út végén nem lesz több helye a szénnek, nagyon kevés hely marad az olajnak, és csak marginális szerepe lesz a fosszilis gáznak. Ez nemcsak azért van, mert a tudomány azt mondja nekünk, hanem azért is, mert az energiapiac folyamatai is ezt mutatják.

Az EU nagy kutatóintézetei azt jósolják, hogy a gáz iránti kereslet zuhanni fog, mivel az éghajlati célokat teljesíteni kell.

Közeljövő a világban: az intelligens hálózatok

A világ energiabiztonságára leselkedő legújabb veszély egy új dimenzióban, az úgynevezett kibertérben alakult ki. Ezt már nyugodtan nevezhetjük információs infrastruktúrának, amely ma még beláthatatlan lehetőségeket és hozzá mérhetően beláthatatlan

veszélyeket is hordoz. Egy, a kibertérből támadható energiaellátó hálózat működésképtelenné tétele egy ország jelentős részét béníthatja le szinte pillanatok alatt, hatalmas gazdasági károkat okozva. Egy kibertámadó manapság jelentős eszköztárból válogathat. Alkalmazhat különböző vírusokat, átveheti az irányítást trójai faló szoftverekkel, lekapcsolhat alrendszereket, illetve eltulajdoníthat adatokat, bizalmas információkat.

Lehetséges behatolási pontok a ma már mindenütt jelen lévő, hatalmas számítógépes hálózatok. Ugyanígy a vezetékek nélküli eszközök, az energia-végfelhasználó otthonok és az energiaelosztó rendszerek közötti kétoldalú kommunikációt lehetővé tevő intelligens hálózatok szintén korunk leginkább veszélyeztetett behatolási pontjaivá váltak.

Az intelligens energiahálózatokban mind az energia, mind az adatok két irányban áramlanak. Maga a fogalom több mint egy évtizede vált ismertté, és az ilyen hálózatok nélkülözhetetlenek az energiaipar digitális átalakulásában.

Az úgynevezett *big data* (nagy méretű, sok felhasználótól származó adatbázis) analitika és az IoT- (*Internet of things* – egyértelműen azonosítható, egymással az interneten keresztül kommunikáló elektronikai eszközöket alkalmazó) technológiák fontos mozgatórugói az informatikai és technológiai megoldásokat egyesítő intelligens hálózatoknak.

Emellett az intelligens energiahálózatok lehetővé teszik mind a használat változásainak, mind számos problémának az észlelését, valamint az ezekkel kapcsolatos döntést és beavatkozást. „Öngyógyító” képességeik révén az energiafogyasztókat is a működtetés aktív résztvevőivé teszik.

A hagyományos elektromos hálózatokról a többcélú intelligens hálózatokra való áttérést számos tényező vezérli. Többek között az energiapiac deregulációja, a fogyasztásmérés fejlődése, az energiatermelés szintjének változása, a decentralizáció, a változó szabályozások, a mikrogeneráció és az (izolált) mikrohálózatok térnyerése, a több energiaforrással rendelkező megújulóenergia-szerződések és az új pontok, ahol energiára van szükség (például elektromos járművek töltőpontjai).

A gyakorlatban ez egy erősen összekapcsolt hálózat több összetevővel – alállomásokkal, távvezetékekkel és vezetékekkel, elosztóvezetékekkel, transzformátorokkal és így tovább. A hálózati ökoszisztéma szereplőinek számos kihívással kell szembenézniük az energiatermelés és az energiaszállítás decentralizálása miatt.

Sokan ugyanakkor inkább az elektromos hálózat korszerűsítéséről beszélnek, mivel valójában erről van szó, sokkal több elemmel, mint például az intelligens fogyasztásmérés, az adatok két irányban történő küldése és az energia ellenkező irányú továbbítása a hálózat felé. Számos ország már egy évtizeddel ezelőtt is tett lépéseket az intelligens mérés bevezetése felé, és vannak olyanok is, ahol ez csak most kezdődik igazán. Egyes országokban a hálózati szereplők kihívásai főként az energiatermelés decentralizálásában és a megtermelt energia szállításában jelentkeznek.

Célszerű összefoglalni, hogy miben térnek el az intelligens hálózatok a hagyományos villamosenergia-hálózatoktól. A hagyományos villamosenergia-hálózatok gyakorlatilag nem rendelkeznek tárolási képességekkel, fogyasztásvezéreltek, és hierarchikus a felépítésük. Rendszerükben a feszültség fokozatosan csökken, így a villamos energiát különböző fogyasztók használhatják: az átviteli feszültségszintektől az elosztói feszültségszinteken át az üzemi feszültségszintekig. Jellemzően különbséget tesznek az átvitel

(átviteli hálózat: nagy- és extranagy feszültség), valamint az elosztás (elosztóhálózat: alacsonyabb feszültség) között. Az elektromos hálózat célja annak biztosítása, hogy a villamos energia a szükséges mértékben mindig, megszakítás nélkül rendelkezésre álljon – és ebben rejlik számos olyan kihívás, amelyre az intelligens hálózat már megoldásokat/válaszokat kínálhat.

Tekintettel a hálózat összetettségére és a felmerülő számos kihívásra – mint például a szélsőséges időjárási viszonyok következményei, a vadon élő állatok által okozott károk, az emberi szabotázs és más külső és belső tényezők (a berendezések meghibásodásával és a létfontosságú eszközökkel kapcsolatos problémák) – a hálózat kezelése nagyon összetett, és figyelembe kell venni az energiaszabályozással és a kormányzati politikával összefüggő döntéseket is.

Az intelligens hálózatokban az öngyógyító képességek lehetővé teszik a hálózati problémák automatikus észlelését és megválaszolását, valamint a zavarok utáni gyors helyreállítást. Alapvető jellemző a villamos energia és az adatok kétirányú áramlása, amelynek köszönhetően információkat és adatokat táplálhatunk az energiapiac különböző érdekelt feleihez, s ez a folyamat elemezhető a hálózat optimalizálása, a lehetséges problémák előrejelzése, a kihívásokra adott gyorsabb válaszok, valamint új kapacitások – és szolgáltatások – kiépítése érdekében, ahogy a környezet változik.

Az energiapiac, az energiafogyasztás, a szabályozások, a különböző érdekelt felek igényei és az energiatermelés mind változnak. Ennek megfelelően az intelligens hálózattal kapcsolatos kezdeményezések az egész világon léteznek, bár néha eltérő megközelítésekkel és célokkal.

Míg az intelligens hálózat még mindig az adatok és a villamos energia kétirányú továbbítására utal, a kifejezés jelentése és hatóköre kibővült, tekintettel számos új lehetőségre és az intelligens hálózatok telepítésével összefüggésben használt egyre több technológiára. Ez magában foglalja az IoT-technológiákat, a hatalmas adatbázisokat, a fejlett elemzést mesterséges intelligenciával és gépi tanulással, a kommunikációs szabványokat, amelyeket az egyik pontból a másikba történő adatküldésre használnak (például az intelligens mérőórától a közüzemi vállalatokig), valamint olyan új megoldásokat, amelyek a vállalatok digitális átalakulásában és az úgynevezett ipar 4.0 forradalomban bukkannak fel.

Mint említettük, az intelligens hálózatra vonatkozó kezdeményezések egyik első és talán fő aspektusa – amikor az emberek először hallanak róluk – a fogyasztásmérés, és ezen belül az úgynevezett intelligens fogyasztásmérők használata. Az intelligens fogyasztásmérők a következő lépcsőfokot jelentik egy évtizedekkel ezelőtt kezdődött fejlődésben, amely az első intelligens hálózati technológiákhoz, például az automatikus fogyasztásméréshez és a fejlett mérési infrastruktúra kialakításához vezetett.

A decentralizált hálózatok fontos szerepet játszanak az alacsony szén-dioxid-kibocsátású jövő kiépítésében, mivel ellenállóvá teszik a főhálózatot, optimalizálják az energia-költségeket, lehetővé teszik a megújuló energiaforrások befogadását, növelik az elektromos járművek integrációját, és javítják az energia hozzáférhetőségét.

Az intelligens hálózat azonban sokkal többről szól, mint az intelligens fogyasztásmérés. Magában foglalja az elosztóvezetéseket és alállomásokat (alállomás automatizálása

és egyre inkább a digitális alállomások); az áramkimaradások megelőzésére és az áramminőség (rendelkezésre állás, megbízhatóság stb.) biztosítására szolgáló technológiákat és mechanizmusokat; a különböző forrásokból származó energia integrálását, nagyobb hangsúlyt fektetve a zöld energiára, az intelligens energiatermelésre, az átviteli vonalak mentén történő érzékelésre, az energiarendszer automatizálására, a decentralizált szint bevonására, amellyel különösen a szervezetek és a nagyobb létesítmények saját áramot termelhetnek, és azt a központi hálózati hálózatra szállíthatják; a jobb és nagyobb energiatároló képességet; a biztonság fokozásának módjait; alternatív átviteli módszereket a nemesfémek megtakarítására; valamint modernebb és stabilabb elektromos hálózatok kialakítását azokban az országokban és területeken, ahol a régi hálózatokat ki kell cserélni.

Jelenleg nagy hangsúlyt fektetnek az öngyógyító hálózati kapacitásokra, a decentralizált hálózatokra és az elosztott energiaforrásokra, a hálózati kommunikációs architektúrákra és technológiákra, valamint az intelligens hálózati technológiák, megoldások és megközelítések használatára azokban a régiókban, ahol a régebbi villamosenergia-hálózatokat üzemszünetek és rossz energiaminőség jellemzi.

Az úgynevezett FLISR-technológia (*fault location, isolation, and service restoration*, azaz a hiba helyének beazonosítása, leválasztása, illetve a szolgáltatás helyreállítása) lehetővé teszi az áramkimaradások minimalizálását, biztosítja a folyamatos öndiagnosztikát, amely vizsgálja és elemzi a rendszer működését, és automatikusan reagál a problémákra.

Egy másik kulcsszó a rugalmasság. A korábban leírtak alapján 2023-ra a villamosenergia-társaságok 65%-a fektet be digitális technológiákba és platformokba a rugalmassági szolgáltatások támogatása érdekében, ezáltal megnövelve a beépített kapacitást akár 35%-kal. Az analitika erejét kihasználva az intelligens hálózat jellemzően ipari IoT-felhasználást tesz lehetővé olyan területeken, mint az eszközoptimalizálás, a preventív karbantartás és az említett öngyógyítás. Megoldásokat kínál a hálózatok működésének helyreállítására üzemzavarok vagy karbantartás után, illetve külső tényezők okozta problémák esetén, továbbá keresi az energiaminőség javításának és optimalizálásának módjait, miközben gondoskodik arról, hogy a villamos energia iránti kereslet kielégítése optimális módon teljesüljön – az energiamegtakarítás és a környezetvédelmi szempontok soha nem állnak messze egymástól.

A központosított villamosenergia-termelés egyre inkább utat enged a decentralizált-ságnak, mivel az új technológiák továbbra is lehetővé teszik az energiatermelés, -tárolás és -átvitel különböző formáit.

Az intelligens hálózatok használatának nemcsak az energiapazarlás csökkentéséhez és a villamosenergia-ágazat versenyképességének növeléséhez kell vezetnie, hanem a fogyasztói magatartás javulását is eredményeznie kell (amely tekintetben az energia-vállalatok is azt remélik, hogy kevesebb kifizetetlen számlát láthatnak).

Mi az az intelligens hálózat? – Definíciók és néhány megoldandó feladat

Az intelligens hálózat olyan önellátó rendszerek hálózata, amelyek lehetővé teszik bármilyen típusú és/vagy méretű villamosenergia-termelő források integrálását az elektromos hálózatba, csökkentve ezzel a munkaerőigényt, továbbá biztonságos, megbízható, kiváló minőségű és fenntartható villamos energiát kínálva a fogyasztóknak és a szervezeteknek egyaránt.

Várható, hogy az intelligens hálózatoknak nagyon kevés munkavállalóra lesz szükségük, mivel ezek igazi önellátó rendszerek lesznek, amelyek integrálják az információs, telekommunikációs és villamosenergia-technológiákat a meglévő villamosenergia-rendszerbe. Kétirányú párbeszédet vezetnek be, ahol a villamos energia és az információk kicserélhetők a közüzemi szolgáltató és ügyfelei között. Az intelligens hálózat tehát a kommunikációs, vezérlési, számítógépes, automatizálási és egyéb új technológiák és eszközök fejlődő hálózata, amely hozzájárul a villamosenergia-hálózat hatékonyabbá, megbízhatóbbá, biztonságosabbá és zöldebbé tételéhez.

A következőképpen határozható meg az intelligens hálózat: olyan villamosenergia-hálózat, amely költséghatékonyan integrálhatja a hozzá csatlakozó valamennyi felhasználó – a termelők, a fogyasztók és a termelést és fogyasztást is végzők – viselkedését és intézkedéseit annak érdekében, hogy gazdaságilag hatékony, fenntartható, alacsony veszteségekkel és magas színvonalú ellátásbiztonsággal rendelkező villamosenergia-rendszert biztosítson.

Az intelligens hálózat előnyei közé tartozik az energiaellátás hatékonyságának és megbízhatóságának javítása, több megújuló energia integrálása a meglévő hálózatba, az elektromos járművek méretarányos fejlesztésének támogatása, új megoldások a fogyasztók számára villamosenergia-fogyasztásuk optimalizálására és a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése.

Míg az EU elismeri, hogy az elektromos hálózatok több részén is vannak intelligens elemek, a meglévő hálózatok és az intelligens hálózatok között a következőképpen tesz különbséget: a mai hálózat és a jövő intelligens hálózata közötti eltérés elsősorban az, hogy utóbbi képes az ellátási problémákat a mainál összetettebben, hatékonyabban és eredményes módon kezelni. Az EU szerint az intelligens hálózat innovatív termékeket és szolgáltatásokat alkalmaz intelligens nyomon követési, ellenőrzési, kommunikációs és öngyógyító technológiákkal együtt a következő célokra:

- a különböző méretű és eltérő technológiával működő generátorok csatlakoztatásának és működtetésének megkönnyítése;
- aktív fogyasztói szerepvállalás biztosítása a rendszer működésének optimalizálásában;
- több információ és lehetőség biztosítása a fogyasztók számára a kínálat felhasználására;
- a teljes villamosenergia-ellátó rendszer környezetre gyakorolt negatív hatásainak jelentős csökkentése;

- a rendszer meglévő magas színvonalú megbízhatóságának, minőségének és ellátásbiztonságának fenntartása vagy akár javítása;
- a meglévő szolgáltatások hatékony karbantartása és fejlesztése.

Az intelligens hálózat hasonló meghatározásai megfogalmazódtak már a világ más régióiban is, ahol léteznek intelligens hálózatra vonatkozó kezdeményezések – ami a legtöbb ország, így nyilvánvalóan az Egyesült Államok esetében is igaz. Az USA Energiaügyi Minisztériuma az alábbi jellemzők mentén definiálja a *smart grid* (okos-hálózat) fogalmát:

- hatékonyabb villamosenergia-átvitel;
- az áramellátás zavarai utáni gyorsabb helyreállítás;
- a közművek üzemeltetési költségeinek csökkentése és végső soron a fogyasztók alacsonyabb energiaköltsége;
- csökkentett csúcskereslet, ami szintén hozzájárul a villamosenergia-árak csökkentéséhez;
- a nagyléptékű megújulóenergia-rendszerek fokozott integrációja;
- Az ügyfél-tulajdonosi villamosenergia-termelő rendszerek jobb integrációja, beleértve a megújulóenergia-rendszereket is;
- nagyobb biztonság.

További kihívások

Nyilvánvaló, hogy az intelligens hálózatra való áttéréssel kapcsolatban is vannak kihívások. A legfontosabbak közé tartoznak a fogyasztói aggályok (adatvédelem és személyes adatok védelme) és a kiberbiztonság. Az egyik legkomolyabb kihívás minden bizonnyal az általános kiberbiztonsági szempont, amely minden olyan ipari környezetben jellemző, ahol a digitalizáció és a digitális átalakulás folyamatban van, az adatok kulcsfontosságúvá válnak, és az IT (információtechnológia) és az OT (operatív technológia) elkezdett egymásra épülni.

Az intelligens hálózatok növelik a hálózat rugalmasságát a hálózati berendezésekbe épített intelligens eszközök (például transzformátorok hőmérséklet-szabályozása, kábelek valós idejű hőmonitorozása stb.) fejlesztésével, és javítják a meglévő kommunikációs rendszereket. Emellett nyilvánvalóan illeszkednek a közművek szélesebb körű digitális átalakításához, és tekintettel ezekre, a sok érdekelt félre (beleértve a helyi és magasabb szintű hatóságokat is), valamint arra a tényre, hogy minden összekapcsolódik, az intelligens hálózatok számos más „intelligens” területet is érintenek, az intelligens gyártástól és az intelligens városoktól az intelligens otthonig és az intelligens épületekig.

Ahogy korábban utaltunk rá, az intelligens hálózat koncepciója egyáltalán nem új keletű, és folyamatosan fejlődik, magában hordozva a lehetséges kihívásokat és válaszokat. Mindazonáltal egyértelmű, hogy a fejlett mérési megoldások korai napjait már messze túlhaladta.

Digitális hadviselés

A 21. század elején már egyértelműen kibontakozott egy új fenyegetés az energiaszállító rendszerek tekintetében. A világ egyre inkább a kevesebb humán erőforrást igénylő, automatizált energiaellátó rendszerek irányába halad, teret nyertek a nagy, központi energiaellátórendszer-vezénylők (diszpécserközpontok), és hódít a mesterséges intelligencia alkalmazása is. Ez nyilvánvalóan egyre nagyobb informatikai háttérrel feltételez, és mára már egyértelművé vált az ezzel járó sebezhetőség, komoly versenyfutás zajlik a kibertérben a védelmező- és a zsarolószoftverek készítői között.

A közelmúlt egyik megdöbbentő eseménye volt, amikor az USA-ban a Colonial Pipeline vezetékhálóját kellett napokra leállítani egy zsarolóvírusos támadás miatt. A Colonial Pipeline az Amerikai Egyesült Államok leghosszabb üzemanyag- és kőolajszármazékok szállítására kiépített vezetéke. A megközelítőleg 9000 kilométer hosszúságú vezetékhálózat a Mexikói-öböltől indul, és az USA déli, valamint keleti államait látja el üzemanyaggal, a keleti part üzemanyag-szükségletének 45 százalékát (átlagosan napi 2,5 millió hordónyi mennyiséget) biztosítva. Az USA szempontjából tehát kritikus fontosságú infrastruktúrát képvisel, és rövid idejű leállása is komoly problémákhoz vezet.

A támadás óriási károkat okozott, napokra megbénította az ellátást az Egyesült Államok keleti partvidékén. Az egész gazdaság működésére kihatott, és rámutatott arra, hogy frissítésre szorul az energiaellátó rendszer kibervédelme. A vizsgálatok feltárták, hogy valószínűsíthetően állami támogatással rendelkező hackerek okozták a leállást, és az eset az egész világ előtt nyilvánvalóvá tette, hogy az USA nincs felkészülve ilyen léptékű informatikai támadásra. Könnyen elképzelhető, hogy mekkora veszélyt hordoz egy nukleáris létesítmény vezérlőjének vagy éppen a globális kereskedelmi útvonalakon haladó hajók navigációs rendszereinek megtámadása.

De mi is az a zsarolóvírus? A zsarolóvírusok úgy alakítják át a számítógép fájljait, hogy csak egy speciális szoftverkulccsal lehessen őket dekódolni, amely kulcs azonban csak az elkövetőnek áll rendelkezésére. A zsarolóvírusok ellen azért nehéz védekezni, mert a támadásokat jellemzően olyan országokból hajtják végre, ahol a hatóság nem foglalkozik az elkövetőkkel.

Hogy lehet megállítani a zsarolóvírusos támadásokat? Korábban próbálkoztak a zsarolók megfékezésével azok saját szervereinek támadása útján, de ez nem bizonyult hatékony módszernek. Az amerikai és európai rendőrségek, valamint partnereik csak ideiglenesen tudták így visszaszorítani a jelenséget. A Microsoftot, az Amazont, az FBI-t és a titkosszolgálatokat is magában foglaló munkacsoport bemutatott egy 81 oldalas akciótervet 2021-ben a Fehér Házban, amely szerint gyorsan áttörést lehetne elérni az Egyesült Államok és szövetségeseinek közös munkájával, akik szintén szenvednek a kibertámadások miatt.

Egyes szakértők úgy vélik, be kellene tiltani a váltságdíjak kifizetését. A FBI szintén a fizetés megtagadását javasolja, a munkacsoport szerint azonban a tiltás hiba lenne, amíg a potenciális célpontok jó részét a csőd fenyegeti, ha hosszabb időre le kellene állniuk. A cégeknek ezért néha nincs más választásuk, mint kifizetni a váltságdíjat.

A munkacsoport szerint a legjobb megoldás a zsarolók és az őket bűjtató kormányok megnevezése, megszégyenítése és szigorú megbüntetése. Javasolják továbbá a fizetések kötelező nyilvánosságra hozását, és egy állami alap létrehozását, amely pénzügyi segítséget nyújt az áldozatoknak, amíg nem fizetnek a bűnözőknek.

Az Európai Bizottság egy új kiberegység felállítására tett javaslatot, amelynek célja, hogy az uniós tagállamok szakértői segítséget kapjanak nagyszabású kibertámadások bekövetkezésekor, valamint kibervonatkozású krízishelyzet esetén lehetővé teszi az egy-egy-égyes reagálást. A tervek szerint a 2023-ra létrehozandó Közös Kiberegység (Joint Cyber Unit, JCU) állományát az Európai Unió Kiberbiztonsági Ügynökség (ENISA), a tagállamok, az Europol Kiberbűnözés Elleni Európai Központja (European Cybercrime Centre, ECC), az Európai Külügyi Szolgálat (EKSZ), valamint az Európai Védelmi Ügynökség (European Defence Agency, EDA) biztosítja majd.

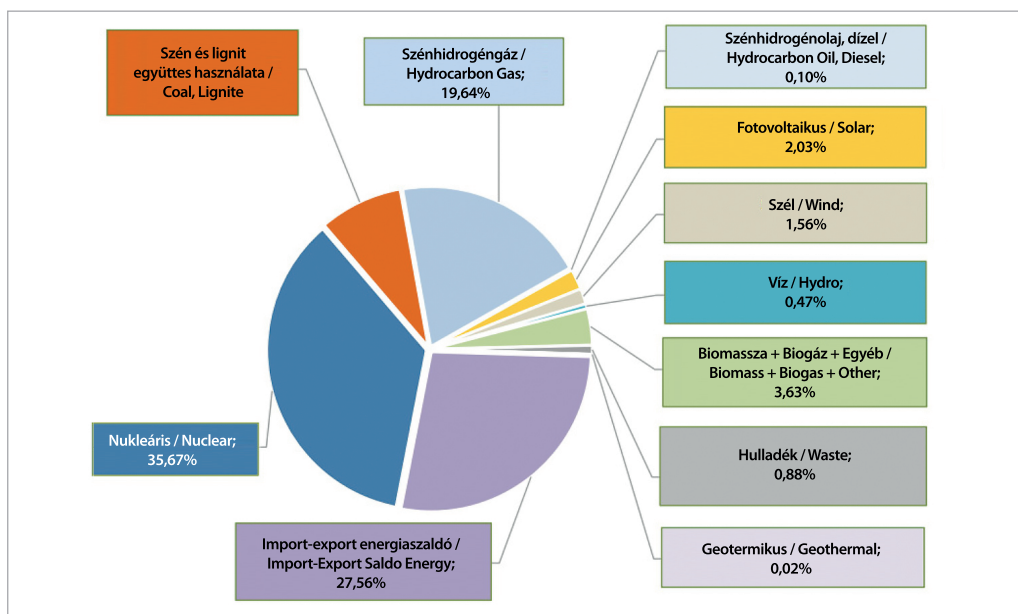
Könnyen belátható, hogy az energiaellátó rendszerek decentralizálásával ugrásszerűen nőni fog néhány éven belül a támadásérzékeny célpontok száma, amelyek egyre fejlettebb védelmet igényelnek. Minden rendszerben ott van az informatika, minden eleme befolyásolható lehet, akár egy részegység működésének átprogramozásával, akár egy teljes rendszerbe történő behatolással és a rendszer irányításának átvételével. Mivel a decentralizálás egyik következménye, hogy egyre képzetlenebb felhasználók fogják üzemeltetni a részegységeket, megnő a távüzemeltetés és a mesterséges intelligencia szerepe. Innen az olvasó fantáziájára van bízva a nagyon is közeli jövő...

Magyarország lehetőségei

Hazánk – földrajzi helyzeténél és méreténél fogva – sajnos nem túl jelentős szereplője a világ energiaellátási rendszerének, inkább végső felhasználója a különböző primer energiahordozóknak. Jelenlegi helyzetünk alapvető jellemzői a következők:

- Az elmúlt száz évben az ország mindig olyan energiahordozót volt kénytelen használni, amelyből importra szorult.
- Jelenleg a kőolaj-, földgáz- és nukleárisfűtőanyag-igények meghaladják az itthon rendelkezésre álló forrásokat.
- Egyedül lignitből van elég Magyarország területén, de azt kimondhatjuk, hogy a környezetvédelmi szempontok ennek használatát mára véglegesen felülírták.
- Az energiaforrások tekintetében a Covid-19-válsággal párhuzamosan megváltozó attitűd akár történelmi esély is lehet, hiszen a zöld forradalmat jelentő megújuló energiaforrásokból nem szorulnánk importra.

A 11. ábrán látható, hogy Magyarországon 2019-ben, a Covid-19-járványt megelőzően milyen primer energiahordozóból állították elő a szükséges villamos energiát.



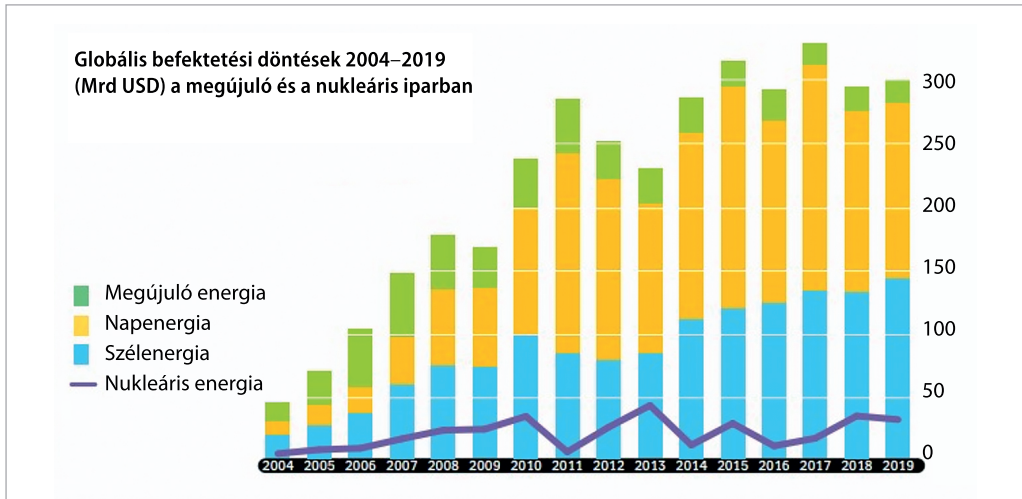
11. ábra: Magyarország energiamixe a Covid-19-járvány előtt

Forrás: MAVIR Zrt. Éves jelentés 2020

Az ábra alapján látható, hogy hazánk a villamosenergia-szükségletének több mint egy-negyedét importból kényszerült fedezni, amihez jelentős vezetékes infrastruktúrának kell rendelkezésre állnia.

Valószínűleg évszázadonként egyszer van arra lehetőség, hogy Magyarország – kihasználva a számára váratlanul kínálkozó nemzetközi trendeket – kiszabaduljon a nemzetközi energiafüggőségből, így talán az egyik legkomolyabb energiapolitikai döntés előtt állunk. Vagy elfogadjuk azt a világtrendet, hogy az energiaellátás a disztribúció irányába halad, a kis energiafogyasztók jövője pedig az önellátás, vagy a nagy energiaellátó rendszerek fennmaradására tesszük fel a jövőnket.

Az egyik aktuális kérdés a nukleáris energia sorsa hazánkban. Eltekintve a téma nyilvánvalóan túlpolitizált jellegétől, szakmailag sem fekete-fehér a kérdés megítélése. Az talán a témával felületesen foglalkozók számára is egyértelmű, hogy a jelenlegi ellátásban stratégiai szerepet betöltő Paks I. atomerőmű életciklusa a végéhez közeledik. Egy új erőmű felépítési ideje 5–8 év, és a beüzemelése is éveket vesz igénybe. Ez azt jelenti, hogy 2030 előtt nem reális az új Paks II. erőmű beindulása, még eltökélt megvalósítási szándék mellett sem. Ha nem kezdődik meg a kivitelezés, akkor viszont 2030 után a Paks I. erőmű leállásával komoly hiánnyal nézhet szembe hazánk a primer energia területén. Ugyanakkor az is elvitathatatlan tény, hogy tekintve a zöld energiaforradalom exponenciálisan gyorsuló ütemét, ma már megjósolhatatlan, milyen lesz a világ primer energiamixe egy évtized múlva. A döntés nehéz, de a világon mindenhol az, és nincs teljesen egyértelmű álláspont. A 12. ábrán látható, hogy 2004 és 2019 között hogyan változtak globálisan a befektetési döntések a megújuló és a nukleáris energia iparágaiban.



12. ábra: Globális befektetési döntések a megújuló és a nukleáris energiaforrások iparágaiban, 2004–2019 (Mrd USD)

Forrás: REN21 Éves jelentés 2020

Az elmúlt évek tendenciája már a Covid–19-válság kitörése előtt is egyértelműen azt mutatta, hogy többszörös a megújuló energiába való befektetés a nukleáris energiához képest. Ez a tendencia várhatóan erősödni fog, és ez a tény – kiegészítve azzal az európai uniós szándékkal, hogy a földgázt mint energiahordozót teljesen visszaszorítja – teljesen új jövőképet bont ki Magyarország előtt. Mielőbb szükséges lenne annak meghatározása, hogy melyik fogyasztói kört kell ösztönözni a megújuló energiaforrásokból fedezett egyfajta önellátásra, és melyeknek van szüksége állami szintű energiaellátásra. Az ezzel kapcsolatban meghozandó döntés évtizedekre meg fogja határozni Magyarország geopolitikai, hadászati és energiabiztonsági helyzetét. Könnyen belátható, hogy az állami feladatokat ellátó fogyasztóknak (például a közintézmények, kórházak, elektromos közösségi közlekedés stb.), amelyeknek a tevékenysége megszakítás nélküli energiaigénnyel jár, más típusú, például nukleáris energiára van szükségük. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a megújulóenergia-ipar szédületes fejlődése valószínűvé teszi, hogy képes lesz folyamatos energiaellátásra egy évtizeden belül.

Összefoglalás

A fentiek alapján könnyen belátható, hogy a hagyományos energiahordozókra és azok szállítására épített világrend hamarosan és látványosan véget fog érni. Új kihívások jelennek meg, új energiahordozók, az okoshálózatok és a digitális hadviselés tekintetében. Minden országnak felül kell vizsgálnia lehetséges válaszait, és azonnal el kell kezdeni a felkészülést az új világra, mert a változás sebessége minden várakozást felülmúló lesz, és fájdalmas annak, aki elhibázza.

Felhasznált irodalom

Energy Information Administration: EIA Yearly Report-2019

Energy Information Administration: EIA Yearly Report-2020

MAVIR Zrt. Éves jelentés, 2020.

Zsuga János: *Az MVM szerepe a jövő energia-piacán.* 2018.

Zsuga János: *Természeti erőforrások.* 2021.