

AZ ENERGIABIZTONSÁG MINT RENDSZER

ENERGY SECURITY IN SYSTEM APPROACH

Katona Tamás János

MTA doktora, Pécsi Tudományegyetem, MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

katonat@npp.hu

Kivonat: A cikkben az energiabiztonságot mint rendszert, s a biztonság megvalósításának alapelveit vizsgáljuk. Rendszerezünk a lehetséges zavarokat, áttekintjük az ellátási rendszer biztonságát szavatoló rendszer-attribútumokat, és gyenge pontokat, diszkutáljuk a ma kínálkozó megoldások hatékonyságát.

Abstract: In the paper the energy security as a system is analysed. The basic rules for ensuring the security of supply are considered. Provide a systematic review of hazards and attributes ensuring the robustness of the system, as well as the weak links, discuss the effectiveness of existing measures.

1. ENERGIABIZTONSÁG MINT RENDSZER

A közelmúlt egyértelmű történelmi tapasztalata, hogy a nemzet jólétét és biztonságát, a jelent-jövőt alapvetően meghatározza, miként képes biztosítani az energiaellátását. Hazánk az energiahordozók versenyképesen kitermelhető készleteinek szűkös volta miatt tartósan energia-importra szorul, s ezért az ellátásbiztonság fenntartása elsőbbséget élvező cél. Az elmúlt évtizedekben az energiabiztonság a közbeszéd tárgya, a nemzeti energiastratégiák, politikák központi eleme. Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk óta pedig az energiabiztonság megvalósítására irányuló közösségi akcióknak is részvevői vagyunk, lásd például [1]. Az Európai Unió stratégái az elmúlt években az exportáló országok és az közötti államközi kapcsolatok rendezésére fókuszáltak, illetve a közösségi szinten egyeztetett prevencióra. A fokozott közösségi gondoskodás ellenére az ellátásbiztonság technikai vonatkozásai nincsenek a társadalmi figyelem középpontjában, ezek megrekedtek a szolgáltató cégek kompetenciájában, pedig a rendkívüli események, mint a 2013. márciusi megkésett tél is bizonyította, az ellátási lánc bármely elemének sérülése, s ha lokálisan és relatíve rövidtávra is, zavart okozhat az ellátásban.

Az energiabiztonság mint fogalom sokrétű, a megvalósításához szükséges eszközök összessége pedig egy rendkívül összetett, geopolitikai-stratégiai keretben működő, gazdasági-kereskedelmi-műszaki rendszert képez, amelynek biztosítania kell az energiahordozók és szolgáltatások olyan rendelkezésre állását, hogy az ellátásból és használatból eredő nemzetgazdasági kockázatok szintje minimális legyen. Az energiabiztonság – némileg felhígított felfogásban – akár annak a lehetőségét is magában foglalhatja, hogy egy ország vagy közösség politikai preferenciák alapján barátinak minősített országokból importáljon, vagy embargóval büntessen exportőröket. Tévesen az energiabiztonságot azonosítják az önellátással. Nyilvánvaló, hogy nem az importtól való függetlenség adja a biztonságot, hanem az importban fellépő zavarokkal szembeni védelem és felkészültség. A globalizált világban a zavarok, változások egyaránt érintik, csak más mechanizmussal az importfüggő és az exportáló országokat is. Példa erre az olajár dinamikája, amely ugyanazt a trendet mutatta az elmúlt évtizedben importőrként az USA, és exportőrként Kanada esetében [2].

A változatlanságként felfogott stabilitás is téves értelmezése lenne az energiabiztonságnak. Evolúció és revolúció nélkül még a jelenlegi állapotot sem lehet fenntartani. A folyamatos változást motiválja a technikai fejlődés, az igény, a hiány vagy a bőség, a környezet és klímavédelem, az energiaszegénység, a gazdasági és a politikai hatalomvágy. Következésképp az energiabiztonság rendszere nem lehet statikus, hanem alkalmazkodnia kell a változó körülményekhez.

Egy ország energiagazdasága számos bemenettel és kimenettel, illetve belső kapcsolatokkal bíró komplex rendszer. A bemeneteken a primer energiahordozók vannak, kőolaj, földgáz, szén, nukleáris és megújuló, amelyek önmagukban is bonyolult láncon keresztül, a források rendszeréből lépnek be az energia-gazdaság rendszerébe. A kimeneten vannak a termékek és szolgáltatások, illetve a fogyasztók, az olyan rendszerek, mint a szállításközlekedés üzemanyag-ellátása, a villamosenergia-szolgáltatás, a fűtés és légkondicionálás energiaellátása, s az ipari és mezőgazdasági termelés energiaellátása. A rendszer valódi bonyolultságát azonban az jelenti, hogy minden elemének működése mögött – bár ott van és hat a műszaki-gazdasági

racionalitás – megjelenik az ember, a társadalom reakciója, a homo economicus, a homo politicus, sőt a homo moralis akarata is.

Jelen dolgozatban előnyben részesítjük az energiabiztonság mennyiségi minősítését is lehetővé tevő meghatározását, amely szerint az energiabiztonság az üzleti szféra és a háztartások azon képessége, hogy az energia-piac (energiaellátás) zavarait kezelni tudja, úgy, hogy egy ellátási forrás, útvonal kiesése, vagy jelentős árnövekedése korlátozott többletköltséget jelentsen.

A biztonság általános kérdései, hogy kit vagy mit, mitől, hogyan, s ki véd meg? Az energiaellátás biztonságát – e kérdések logikáját követve – elemezhetjük országon belüli és kívüli térben, gazdasági, társadalmi, politikai, katonai, illetve műszaki szempontból egyaránt. A védelmi megoldások kihatnak a nemzetállam létére, az államok közösségére és kapcsolataira, a társadalom, a fenntartható gazdaság és fogyasztás kialakulására, sőt bizonyos értelemben a kultúra területére.

Az alábbiakban az energiabiztonságot, mint rendszert, s a biztonság megvalósításának alapelveit vizsgáljuk. Rendszerezünk a lehetséges zavarokat, áttekintjük az ellátási rendszer biztonságát szavatoló rendszer-attribútumokat, s gyenge pontokat. Felvázoljuk, milyennek kell lenni egy robosztus, a zavarásokra ellenálló energiaellátási rendszernek, diszkutáljuk, miként szolgálják a biztonságot a ma kínálkozó megoldások. Mondandónk, az alapelvek működésének illusztrálására leginkább műszaki jellegű példákat hozunk, kiegészítve ezzel a tárgyról megjelent nemzetközi politikai, gazdasági és kereskedelmi orientáltságú közleményeket.

2. VESZÉLYEK, KOCKÁZATOK ÉS VÉDETTSÉG

Az energiaellátás mint komplex rendszer biztonságát, s általában is a biztonságot mindig a veszélyekkel, illetve a veszélyeztetettséggel kontextusban lehet értelmezni, azaz a védelem tárgya után definiálnunk kell, hogy mitől kell a rendszerünket megvédeni.

A veszély a valamely kárt, veszteséget okozó esemény bekövetkezésének lehetősége: Van háborús veszély, földrengés veszély. A megvalósult veszély pedig maga a háború, a földrengés. A veszélyt objektíve a kárt okozó esemény éves

gyakoriságával jellemezhetjük és egy mértékszámmal, amely jellemzi a kár mértékét, például a gazdasági kárt, veszteséget pénzben kifejezve, a háborús kárt pénzben és az áldozatok számában kifejezve.

Az energiaellátást veszélyeztethetik természeti jelenségek, mint földrengés, extrém időjárás, stb. Nyilvánvaló azonban, hogy stratégiai szinten a fő destabilizáló tényező a források végeessége mint megkerülhetetlen természeti korlát, amelyről külön szólunk az alábbiakban.

Az energiabiztonságot veszélyeztethetik antropogén hatások, műszaki meghibásodások (például az 1965. évi Northeast-blackout, amikor 30 millió fogyasztó maradt áram nélkül Kanadában és az USA-ban), társadalmi események, feszültségek (például sztrájkok), politikai történések (antinukleáris politikai döntések, mint 2011. márciusában Németországban, puccsok, forradalmak, terror), a gazdasági történések (piaci volatilitás, krízis, bezárt bankok, mint Cipruson 2013. márciusában), vagy akár kalózkodások, és végül a geopolitikai viszonyok változása és a háborúk. Az új idők új veszélyeket hoznak, mint például a hacker-támadások lehetősége az intelligens villamosenergia-hálózatok ellen.

A veszély megjelenhet az ellátási lánc bármely elemében, a termelésben, a szállításban, az elosztásban, a kereskedelemben és a fogyasztásban is. A veszély lehet a kiterjedése szerint lokális, regionális, globális. Időbeli kifejlődése történhet lassan, amikor van idő ellenintézkedésre, vagy gyorsan és kiszámíthatatlanul, mint például földrengés esetén. A hatás lehet lokalizált vagy akár rendszerszintű, lehet átmeneti, tartós és állandó, szinguláris vagy gyakori. Sőt a legfontosabb: a hatás lehet megjósolható, jól vagy nehezen modellezhető, természetét tekintve determinisztikus, de lehet véletlenszerű is.

A kockázat az adott mértékkel jellemezhető veszély éves gyakorisága megszorozva az okozott kárral, azaz az energiaellátást tekintve annak éves gyakorisága, hogy a nemzetgazdaság egésze vagy annak meghatározott szereplői egy adott mértékű veszteséget kénytelenek elviselni az energiaellátás valamely zavarából. A védettséget a veszélyekkel, illetve azok hatásaival szemben kell biztosítani. A védettség, vagy biztonság mértéke a kockázat, azaz milyen valószínűséggel vagy éves gyakorisággal kell meghatározott gazdasági veszteséggel számolni.

3. AZ ALAPVETŐ VESZÉLY – A FORRÁSOK VÉGESSÉGE

Az energiabiztonságot alapvetően a források végeessége, s egyenlőtlen eloszlása mint természeti korlát és adottság határozza meg, amely folyamatos versenyre készíti az államokat, a status-quo változását eredményezi. A készletek fogyása mint veszély lassan kifejlődő és a közfelfogás szerint jól kiszámítható folyamat. A közismert Hubbert szabály szerint valamikor 2010 táján kellett volna bekövetkezni az úgynevezett „peak-oil” szituációnak, annak az inflexiós pontnak, amikortól a kőolaj-termelés kényszerűen csökken, mert a fedezetül szolgáló ismert tartalékok és a jövőbeli felfedezések ezt teszik lehetővé. Ez persze akkor érvényes, ha váratlan körülményekkel nem számolunk. Itt is kudarcot vallott – minimum középtávon – a közgazdaság-tudomány „ceteris paribus” klauzulája, hisz a nem konvencionális olaj és földgáz kitermelése messze elodázhatta az inflexió idejét. Nem hagyható figyelmen kívül a nem konvencionális kőolaj és földgáz-kitermelés erővonalakat átrendező, átmenetileg destabilizáló hatása. Ennek szemléltetésére tekintsük a nemkonvencionális kőolaj és földgáz-termelés felfutását az USA-ban és ennek globális következményeit. Ez több mint egymillió munkahelyet hozott létre és jelentős évi profitot termel, s a közeljövőben az USA-t nettó energiahordozó exportőrré teheti. Az USA-ban az energia-árak alacsonyak, a földgáz ötször olcsóbb, mint az Európai Unióban, ami a korábban kiszervezett ipari termelés jelentős részének repatriálásához vezet. Így az USA és az Európai Unió, az USA és Kína, illetve az USA és Japán versenyében nyilvánvalóan jelentős szerepet játszik a nemkonvencionális kőolaj és földgáz-termelés az USA javára. Az USA-ban még a klímavédelemben is komoly előrelépést fog eredményezni a megnövekedett földgáz-felhasználás a korábbi jelentős szén felhasználással szemben. Az Európai Unión belül is, akár az ellátásbiztonság ellen ható feszültségek várhatók. A nemkonvencionális források jelentős része Franciaországban és Lengyelországban van [3]. Levonva a kezdeti optimizmusból eredő túlzásokat, a nemkonvencionális kőolaj és földgáz kitermelés lehetősége jelentősen javíthatja ezen országok pozícióit a német energiapolitikai diktátummal szemben, s általában a versenyképességüket is, hiszen Németország a zöld energetika forszírozott fejlesztésére igen sokat kénytelen áldozni, s magas energia-árakkal gazdálkodik. A nemkonvencionális kőolaj és földgáz kitermelés az Európai

Unióban az uralkodó exportőr Oroszország érdekeit is sértheti. Végeredményben a nemkonvencionális földgáz és kőolaj kitermelés destabilizáló hatása az egységes energiapolitika és az ellátásbiztonságot javító közös fellépések bizonyos fellazulása formájában jelenhet meg. A heves ideológiai támadások a nemkonvencionális földgáz és kőolaj kitermelés ellen már egyértelműen jelzik ezeket a feszültségeket.

4. A VÉDELEM ÉS BIZTONSÁG

4.1. ROBOSZTUS RENDSZER

A rendszer veszélyekkel szembeni védettségét a megelőzés, a veszélyek hatásaira való tervezés, a válsághelyzetekre való reagálási képesség jelenti, amelynek eszközei lehetnek műszakiak, gazdaságiak, politikaiak és katonaiak.

Általánosságban az energiaellátás rendszere ellenálló, avagy robusztus és alkalmazkodó, ha a rendszer válasza gyorsan csillapodva a kiinduló állapothoz közeli állapotban stabilizálódik bármely zavarásra, azaz az ellátási lánc egy elemének kiesése, vagy egy bemenő termék árának ugrásszerű, jelentős növekedése a fogyasztónál mérsékelt költségnövekedést okoz csupán.

A rendszer akkor lehet robusztus és alkalmazkodó, ha fejlett infrastruktúra áll rendelkezésre, amelyben

- az ellátási lánc minden elemében van redundancia,
- az ellátási lánc elemei diverzek,
- az ellátási lánc minden eleme tervezett a természeti és antropogén veszélyekre,
- a belső és külső kapcsolatok fejlettek,
- vannak tartalékok a rendszerben,
- vannak stabil elemek a rendszerben.

Érdemes megjegyezni, hogy vannak az energia-ellátásnak olyan alrendszerei, amelyek egy-egy zavarra inherensen biztonságosak. Tekintsük például a nukleáris villamosenergia-termelést: Az üzemanyag költség az atomerőművekben az önköltség alig 15%-át teszi ki. Az urán árának megduplázódása ennek következtében igen kismértékű önköltség növekedést

eredményezne. Az olyan villamosenergia-rendszer, amelyben jelentős a nukleáris hányad, ezért védettebb a piaci volatilitással szemben, mint az, amely földgáz-tüzelésű erőművekre épül, hisz ott az önköltség csaknem 75%-át az üzemanyag teszi ki.

4.2. REDUNDANCIA ÉS DIVERZITÁS AZ ELLÁTÁSI LÁNC ELEMEIBEN

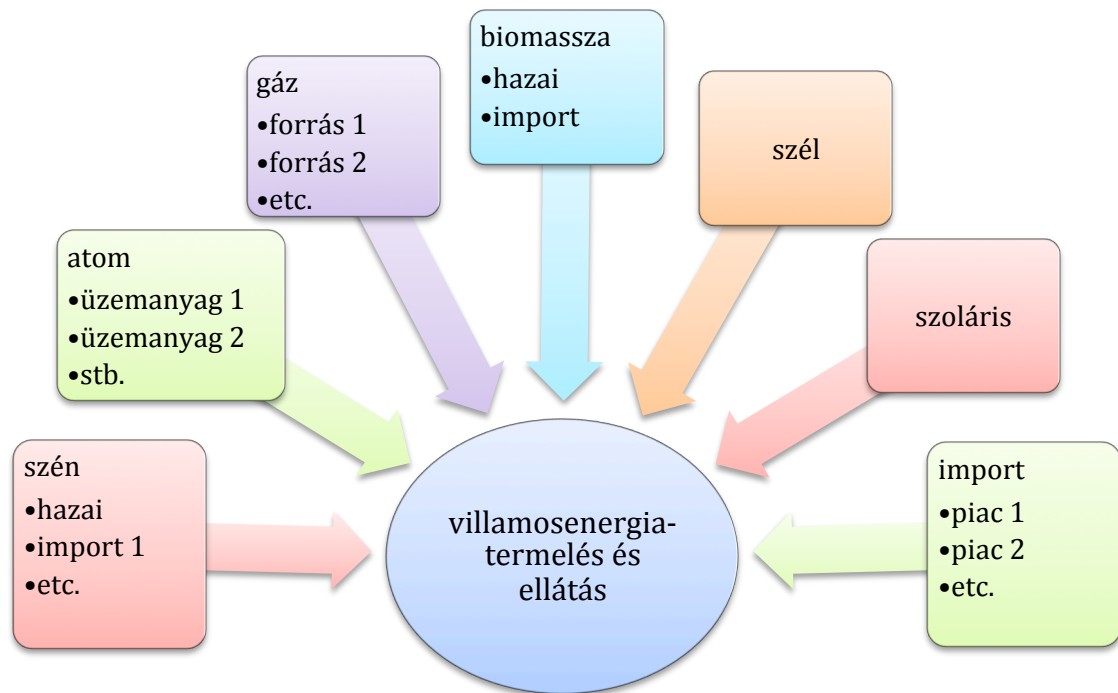
A redundancia az azonos megoldások párhuzamos működtetését jelenti, azaz például a forrás vagy beszerzési piac oldaláról az Európai Unió lényegében három kontinensről importál kőolajat és földgázt. Hazánk földgáz-ellátása forrás tekintetében aligha rendelkezik az orosz importot kiváltani képes redundáns forrással és útvonallal. A szállítási útvonalak redundanciájára példaként szolgálnak az Európai Unióba irányuló orosz gáz párhuzamos vezetékei.

A diverzitás a különböző megoldások párhuzamos alkalmazását jelenti, például a lakossági villamosenergia-ellátás hazánkban kellő diverzitással rendelkezik a primer energia és a technológia tekintetében, hisz a földgáz, a szén, a megújuló s nukleáris források és technológiák állnak rendelkezésre. Az orosz gáz párhuzamos vezetéken való magyarországi importja redundáns a szállítási útvonalat, de nem diverz a forrást tekintve. A szállítás diverzitására példa az Európába vezetéken érkező földgáz és a tartályhajókon érkező cseppfolyós gáz.

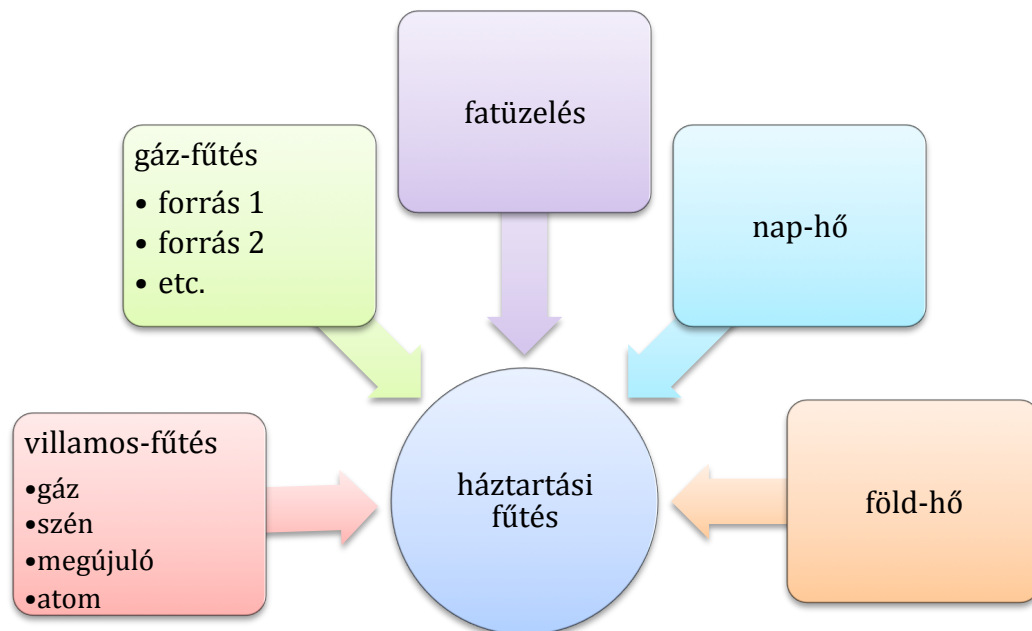
A védettséget épp úgy, mint a veszélyeztetettséget lehet mértéke és kiterjedése szerint is felfogni. Az Európai Unió tagállamainak villamosenergia-rendszerei az országok adottságainak megfelelően rendkívül változatos szerkezetűek, egymáshoz viszonyítva diverzek, ez is javítja a robosztusságot regionális szinten, főleg, ha van kapcsolat az országok között.

A villamosenergia-rendszer robosztus, ha redundanciák és a technológiák, illetve források tekintetében diverz, ahogy azt az 1. ábra mutatja, s az egyik forrás kiesése esetén van mód a beszerzés, illetve végső soron akár a termelés átrendezésére. Ezen a területen az utóbbi időben kedvezőtlen tendenciák bontakoznak ki hazánkban, ami az import erőteljes növekedésében és a hazai termelő kapacitások leépülésében nyilvánul meg [4]. Nyilvánvaló azonban, hogy az import nem növeli automatikusan a nemzeti rendszer vulnerabilitását, hisz az import források tekintetében lehet diverz, vezetékek tekintetében pedig redundáns. Ez az import akkor válik itthon destabilizáló tényezővé, ha

Európában a gazdasági fellendülés jelentős igénynövekedést, s ez pedig komoly árnövekedést okoz.



1. ábra Robosztus villamosenergia-termelési rendszer



2. ábra Robosztus háztartási hőellátás

Magánál a fogyasztónál is kialakítható a redundancia és a diverzitás, ahogy azt a 2. ábra mutatja. A biztonságra törekvő fogyasztó „több lábon áll”, azaz a beruházási költségekre és a megtérülésre tekintet nélkül megteremti a saját háztartási hőellátásának lehetőségét több forrásból és technológiával. Ilyen preventív magatartás, s főleg befektetési kedv aligha várható el a háztartásoktól, de a megújuló energiák használatának állami támogatása jó irányban hat.

A diverzitás sajátos formáját biztosítja a nukleáris energia alkalmazása. Azok az országok, amelyekben jelentős a nukleáris villamosenergia-termelés, az urán beszerzési lehetőségek tekintetében nagyobb szabadsággal és biztonsággal rendelkeznek, mint például a közel-keleti vagy orosz földgáz-importra utaltak, lévén az urán meghatározó tömegének kitermelése nem a világ krízis-zónáiban történik.

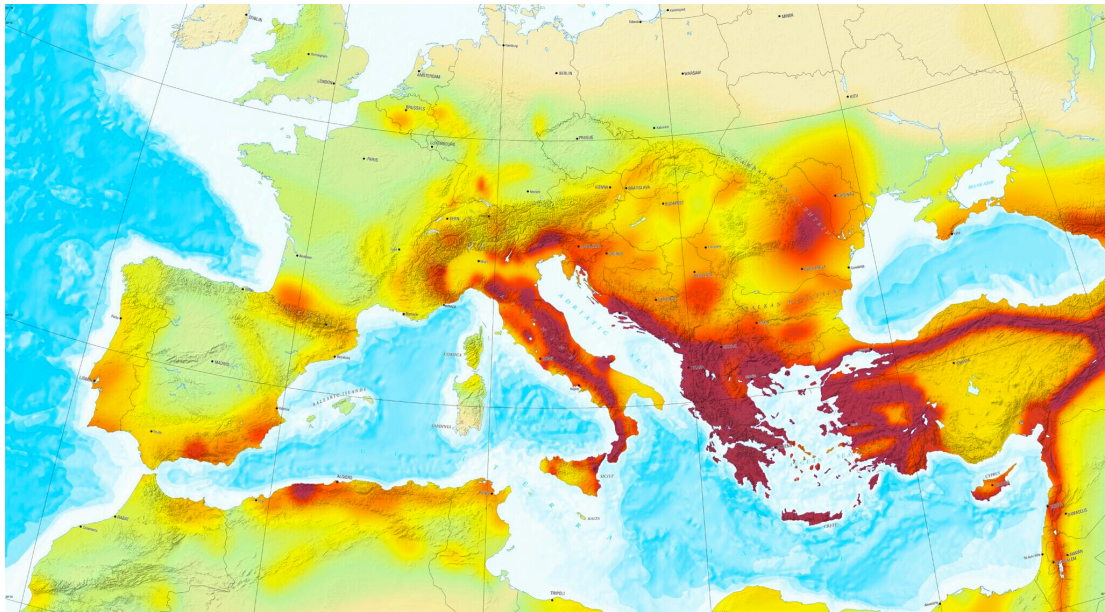
4.3. A TERMÉSZETI VESZÉLYEKEL SZEMBENI VÉDETTSÉG

Az ellátásbiztonság műszaki szempontból szavatolt, ha az ellátási lánc minden eleme védett, azaz megfelelően tervezett a releváns veszélyek hatásaira [5]. Itt nyilvánvalóan a meghibásodásokkal szembeni védettség mellett a természeti hatásokra történő releváns tervezést kell érteni.

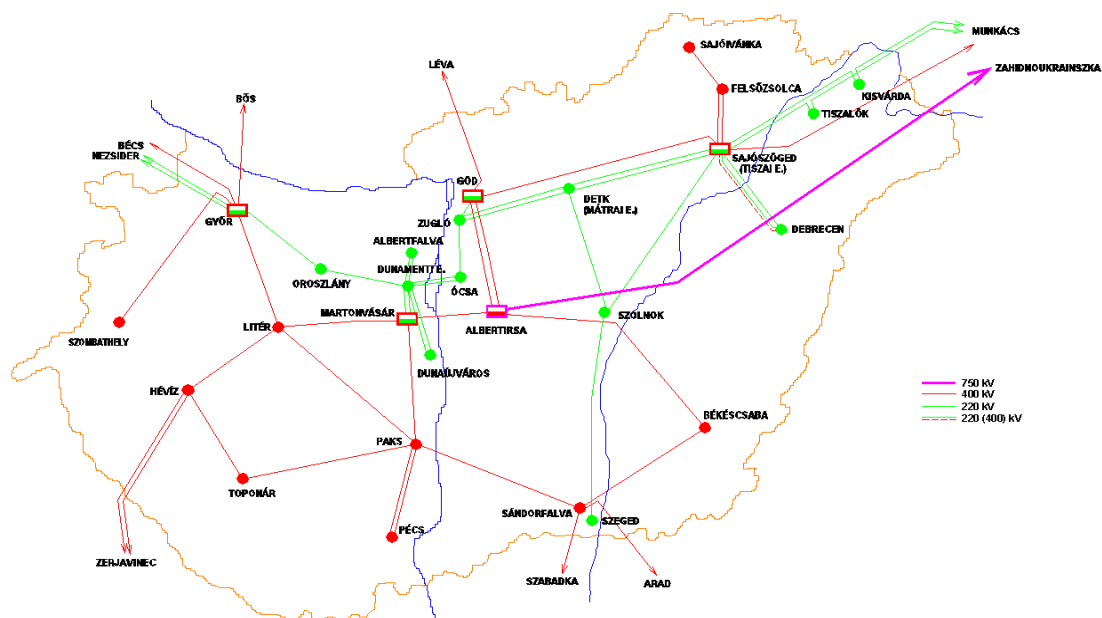
Egyik, regionális hatású, az ellátási lánc bármely elemét érintő, nem prognosztizálható veszély a földrengés. A hazai ellátás szempontjából fontos földgáz lelőhelyek egy jó része, de különösen a hosszú vezetékek, s az elosztó hálózat egyaránt kitett a földrengés veszélyének. Gondoljunk itt például Törökországban és a Kaukázus, illetve a Fekete-tenger térségében, nagy szeizmikus aktivitású régiókon áthaladó gázvezetékekre (3. ábra). Ez a kérdés nem csak a politikai, gazdaságpolitikai aspektusait, hanem műszaki, mérnök-szeizmológiai vonatkozásait tekintve is vizsgálat tárgya [6].

A villamosenergia-ellátást tekintve egy jelentősebb földrengés egyaránt érintheti a primer energia ellátást, az erőműveket és a hálózatot. Hazánkban jelentősebb károkat okozó rengés csak 15-20 évenként, míg erős, nagy károkat okozó, 5.5-6.0 magnitúdójú földrengés 40-50 éves intervallumban pattan ki. Az ország villamosenergia-hálózatának tervezésekor érvényben lévő szabványok (például a „Nagyfeszültségű szabadvezetékek létesítési előírásai” MSZ 151/1-86) nem is említik azt a szót, hogy földrengés. A szabványalkotó akkor feltehetően

abból indult ki, hogy a szélteher burkolja a földrengésből eredő terhet. Az, hogy ebben továbbra is biztosak lehetünk, kétséges, s újlag vizsgálatot igényel.

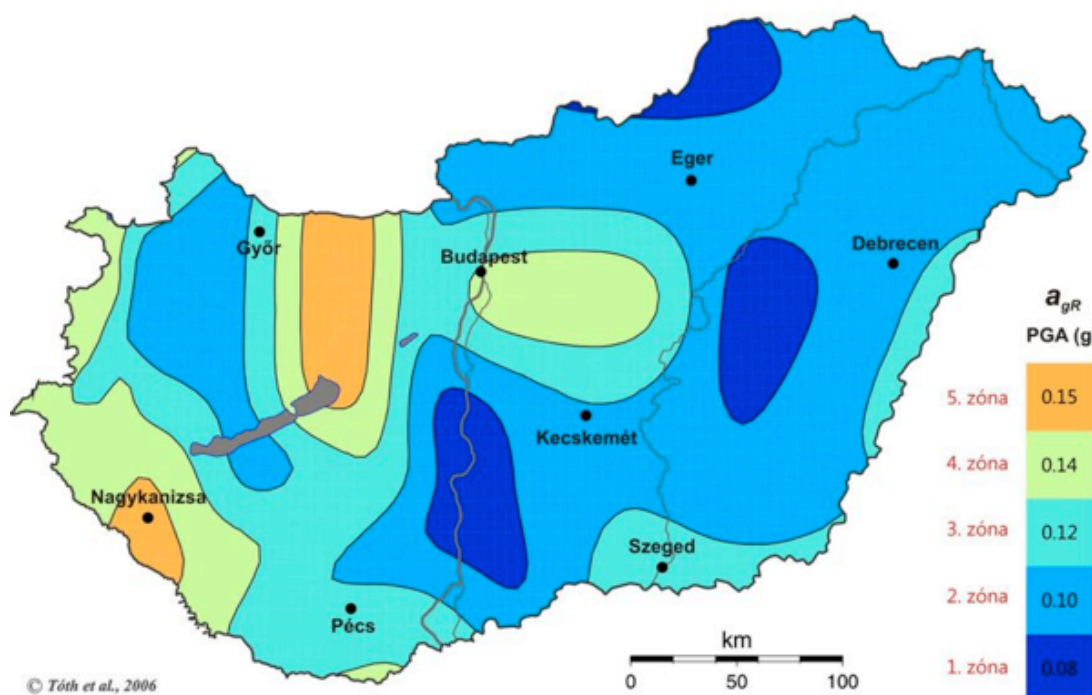


3. ábra Szeizmikus aktivitás a mediterrán régióban (sötétvörös a nagy aktivitás, sárga a mérsékelt, a zöld az alacsony) [7] nyomán



4. ábra A villamos-hálózat

A villamos-hálózat (4. ábra) és a földrengésre való tervezésre vonatkozó Eurocode 8 szabványnak megfelelő szeizmicitás térkép (5. ábra, [8]) egyszerű ránézésre történő összevetése sem igazán megnyugtató.



5. ábra A szeizmicitás hazánk területén

A földrengések kárértékelései azt mutatják például, hogy a porcelán szigetelések az 5. ábrán jelzett nagyobb megrázottságok esetén tönkremennek. Egy nagyobb földrengés előbb a hálózat sérülékeny elemeit, s így regionális szinten a hálózatot, illetve a földrengésre nem tervezett erőműveket iktatja ki. A tízezer évben előforduló legnagyobb földrengésre megerősített Paksi Atomerőmű blokkjainak kiesését okozó földrengés így nem is annyira az atomerőmű, mint a hálózat sérülékenysége miatt jelent komoly kockázatot, amikor a hálózat sérülése miatt, ha volna is rendelkezésre álló termelő vagy import, az nem jut el a fogyasztóhoz. A védettség szempontjából előnnyel jár a redundánsa útvonalak és az erőművek térbeli szétválasztása, illetve a hurkolt rendszer.

A szélteher és egyéb meteorológiai szélsőségek vonatkozásában a már idézett szabvány például a 25-60 m magasságú nagyfeszültségű oszlopok esetében 700Pa torlónyomással számol, ami 33,5 m/s, azaz mintegy 120 km/h széllökés sebességnek felel meg. Ez nagy bizonyossággal a százévenként egyszer

előforduló maximális szélleőkés sebességével nagyjából azonos, de nem számol azzal, hogy ez a szélsőség elég nagy valószínűséggel egybeeshet más meteorológiai szélsőséggel, mivel ezek az események nem teljesen függetlenek. 2009. január 27-28-án Vas és Zala megyékben a felsővezetékekre tapadt vizes hó tehertöbbletet jelentett, hogy a villamosvezetékek elszakadtak, illetve oszlopok dőltek ki. 2013. március 15-én tapasztalt havazás és a szél az ország északkeleti, keleti részén okozott súlyos áram- és vízszolgáltatási problémákat. A szélleőkések a Kab-hegyen elérték a 165 km/h sebességet is, míg az alacsonyabban fekvő térségekben a 100 km/h körüli szélesebesség volt jellemző.

A katasztrófhelyzettel a szolgáltató engedélyesek kötelesek megbirkózni. Az Engedélyesek Katasztrófa Elhárítási Ügyrendje (KU) a kezelendő vészhelyzetek lehetséges okaiként minden elemi csapást, ipari katasztrófát és egyéb katasztrófát, mint terrorcselekmények, szándékos vagy véletlen károkozás, a társadalmi rendszer vészhelyzetet előidéző működési zavarai is szerepelnek. A KU-beli felsorolás tetszetős és kimerítő, sőt bizonyos tekintetben szomorúan bizarr is, hisz a KU nevesíti a nukleáris létesítmények működési zavarait is, amelyek kevés gondot okoztak eleddig a villamosenergia-szolgáltatónak, ha az atomerőművek nem tervezett leállásait és rendelkezésre állását tekintjük, annál inkább okozott gondot például a Fukushima Dai-ichi erőmű katasztrófájának kialakulása során az, hogy a szökőár által elpusztított üzemzavari villamosenergia-ellátást nem lehetett pótolni a földrengésben megsérült hálózat gyors helyreállításával.

A 2013. márciusi és a korábbi hasonló esetek tanulságai túlmutatnak azon, amit az engedélyeseknek tenni kell és lehet. A tapasztalatok azt mutatják, hogy sem a KU-k, ahogy a magyarországi hálózat tervezésénél korábban használt szabványok sem számoltak egyes veszélyek hatásaival, illetve a kedvezőtlen események koincidenciájával [9].

Bár a meteorológiai szélsőségek, sőt a hazai viszonyok között a földrengés is inkább lokálisan képesek megzavarni a hazai (vezetékes) energiaellátást, a természeti veszélyekre vonatkozó ismeretek gyarapodása, illetve a szélsőséges meteorológiai események gyakoriságának tapasztalható növekedése arra kell, hogy készítse a szabályozásért és az ellátásbiztonságért felelősöket, hogy felülvizsgálják a jelenlegi helyzetet.

4.4. A BELSŐ ÉS KÜLSŐ KAPCSOLATOK FEJLETTSÉGE

Az energiaellátás fejlett külső és belső kapcsolatai az alkalmazkodás képességét, az átrendezés lehetőségét biztosítják. Itt a politikai, gazdasági, kereskedelmi és infrastrukturális kapcsolatokról egyaránt lehet szó. Példaként a vezetékes energia-szolgáltatás kapcsolataira hivatkozunk. Az Európai Unió törekszik a megfelelően kapcsolt ellátó hálózatok kialakítására, ami fontos eleme a 2050-ig szóló terveknek [10]. Az integráció igen magas fokát érheti el az Európai Unió, ha megvalósul a megújuló energiaforrások földrajzi eloszlásának kiegyenlítése az észak-dél napenergia-vízenergia összeköttetés, a kelet-nyugati összeköttetés, ami a szélenergia-potenciával, illetve a biomassza, illetve geotermikus forrásokkal bővelkedő területek összekötését eredményezi.

Magyarország már középtávon is több vonatkozásban is érdekelt az infrastrukturális összeköttetések fejlesztésében, ezek a villamosenergia-összekapcsolások Közép-Kelet- és Délkelet-Európában, az észak-déli irányú földgáz-összeköttetések Közép-Kelet- és Délkelet-Európában, az olajszállító vezetékek Közép-Kelet-Európában és a déli gázfolyosó.

Ez az integráció egy nagy inerciájú és igen kiterjedt rendszer víziója, aminek némileg ellentmond az 500 millió európai energia-termelőre és fogyasztóra fragmentált rendszer víziója, amelyet egy intelligens és osztott hálózat köt össze, s egy energetikai internetben működik együtt. Mindkettőnek, az átfogó, integrált nagy rendszernek és az intelligens kis rendszerek együttműködő halmazának megvannak az energiabiztonsági előnyei, jóllehet e kettő koncepcionálisan nincs harmóniában.

4.5. TARTALÉKOK

Trivialitás, hogy a rendszer biztonságát a belső tartalékai fokozzák, hisz ezek segítségével lehet a vészhelyzeteket lényegében változatlan fogyasztás és árak mellett átvészelni. Köztudott, hogy hazánkban a földgáz-tartalékolás gyakorlatilag megoldott. Törvény kötelezi továbbá a villamos erőműveket az üzemanyag meghatározott készletezésre. A földgáz-tartalékokokra való hivatkozással a hőerőművek szívesen lemondanak az üzemanyag tartalékaik fenntartásáról, ahogy ennek számos fórumon hangot adtak [11]. A paksi

atomerőműben kétévnyi üzemanyag készlet van folyamatosan, azaz az ország villamosenergia-termelésének több mint negyven százaléka két évre biztosítható.

A belső energiaforrások is nyilvánvalóan stabilizálják a rendszert és fokozzák az ellátás biztonságát az ellátási lánc adott államon kívüli elemeinek zavaraitól. Az olyan országok, mint Magyarország, a belső forrásokat célszerűen inkább tartalékként értelmezik, mint folyamatosan kiaknázott stabilizáló tényezőként.

4.6. STABIL ELEMÉK A RENDSZERBEN

A belső források mellett a megújuló energia-források felhasználása triviális módja az ellátásbiztonság javításának. A megújuló források nem függenek idegen hatalomtól, csak a legfelsőbb akarattól, ezért, bár korlátozott mértékben prognosztizálhatók, de nem befolyásolhatók. Jó tulajdonságuk, hogy – egyes megújulónak minősített forrás kivételével – nem merülnek ki. A megújuló energia-források kihasználására a közösségi energiapolitika, s az ország teherbíró képessége és a döntéshozók tárgybeli elkötelezettsége függvényében az Európai Unió tagállamok energiastratégiája. Ugyanakkor el kell ismerni, hogy ma még a fosszilis források vagy a nukleáris villamosenergia-termelés kiesése nem terhelhető át jelentős költségnövekedés nélkül a megújuló forrásokra és technológiákra, ahogy ezt Japán és Németország példája mutatja.

A megújuló források felhasználása vitathatatlanul szükséges, de a megoldás mindenhatóságát tekintve óvatosnak kell lenni. Kis rendszerekben, mint Magyarország a megújulók stabilizáló hatása korlátozott. A 2009. januári orosz-ukrán gázvita miatt kialakult válságon a megújuló források jobb kihasználása aligha segített volna, hisz épp akkor, amikor a gázcsapot elzárták, fagyos, szélcsendes borult idő volt, s ez nem ritka konstelláció telente a Kárpát-medencében. A megújulók volatilis rendelkezésre állását gyorsan bevezethető tartalékokkal kell ellensúlyozni, például a villamosenergia-rendszerben gázturbinákkal, amelyek nem az éppen megzavart forrásból vagy útvonalon kapják a gázt, de legjobb lenne szivattyús tározós-erőművekkel. A megújuló energiával történő villamosenergia-termelés állami támogatása, s a kötelező átvétel időleges és kiszámíthatatlan bőséget, s nyomott import-árakat okozhat a piacon.

A megújuló energiák rendelkezésre állásának szeszélyeit kiküszöbölendő, végső megoldásként szükség van a nagy régiók (nyugati szeles, déli napos) együttműködésére, sőt még nagyobb skálán, Észak-Afrika és Európa is integrálására. Megjegyezzük, egy Észak-Afrikát és Európát integráló rendszer harmonikus működése eléggé ellentmond a történelmi és aktuálpolitikai tapasztalatoknak.

Azt sem szabad elfelejteni, hogy a megújuló források kihasználása új frontokat nyit: verseny folyik egyes nyersanyag-tartalékokért, mit a gallium, kobalt, neodímium, prazeodímium, diszprózium, terbium, germánium, szelén, indium, ruténium, titán, s még hosszan sorolhatnánk [12].

4.7. KI VÉD KIT, ÉS EZ MIBE KERÜL ÉS KINEK?

Nyilvánvaló, hogy az eszközök megteremtésében a piaci szereplők mellett döntő az állam szerepe, még akkor is, ha a veszélyhelyzetekre való felkészülés és elhárítás az ellátási rendszer engedélyeseinek törvényben előírt kötelessége. A költségek zömének viselője is az állam, illetve az adófizetők, különösen, ha az Európai Unió energiapolitikájának, akár az háromszor 20%-kal jelzettnek, akár a Roadmap 2050 megvalósításának költségeit vesszük. A 2010 és 2020 közötti időszakra a villamos energia és gáz szektorban várt több mint 1000 milliárd Euro beruházási igény, amiből a termelés mintegy 500 milliárd EUR (370 milliárd EUR megújuló), s több mint 600 milliárd EUR hálózatfejlesztés aligha valósulhat meg a krízisből kilábalni képtelen Európai Unióban; [13], [14].

4.8. A VÉGSŐ MEGOLDÁS

Az energia-hatékonyság növelése és az energiatakarékosság lényegesen csökkentheti egy ország kiszolgáltatottságát. A hatékonyság azonban önmagában nem jár a fogyasztás csökkenésével, sőt esetenként akár növelheti az igényeket. A végső megoldás a takarékoság. Minél kisebb szerepe van az életünkben az energiának, azaz minél kevesebbet kell belőle használni a jólétünkhöz, a szükségleteink kielégítéséhez, annál biztosabbá tehető az ellátás. Ezt még ezt nem próbáltuk ki, talán ez, mint végső megoldás nem is létezik.

5. ZÁRSZÓ – A NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA ÉS AZ ENERGIABIZTONSÁG

A Nemzeti Energiastratégia energiabiztonsági aspektusai lényegében a fentiekben vázolt szemléletet tükrözik, ahogy azt a visegrádi országok energiabiztonságát taglaló dolgozat is [15].

A Nemzeti Energiastratégia számos, egymással szinergikus elemet határoz meg, amellyel az ellátás biztonságát javítani, illetve fenntartani tudja: a primer energiahordozók diverzifikált beszerzési forrásai, útvonalai, a földgáz-fogyasztás szerepének csökkentése energia-hatékonyság és energia-takarékosság révén, illetve a megújuló források felhasználásával, a tartalékolás, s a hazai szénhidrogén, barnaszén és lignit tartalékok felhasználása, illetve a nukleáris energia biztonságos felhasználása egyaránt növeli, s várhatóan hatékonyan biztosíthatja az energiaellátást.

Magyarország a világon a tizedik legbiztonságosabb energiaellátással rendelkezik az Energia-világtanács (WEC) legújabb listája szerint [16]. Tavaly még csak a huszadikak voltunk. Az ellátás-biztonsági listát Kanada vezeti, amelyet Svédország és Dánia követ. Szlovákia van a kelet-közép-európai régióban a legelőrébb, de az első tízbe belefért még Japán is, amely a fukusimai baleset óta leállította valamennyi atomerőművét, és azóta komoly energiainportra szorul. Az ellátásbiztonság mellett az Energia-világtanács energetikai szempontú fenntarthatósági rangsort is összeállított. Ezt a listát Svédország vezeti, a második Svájc, a harmadik pedig Kanada. A kelet-közép-európai régióban Ausztria áll a legelőrébb (10.), utána következik Szlovákia (17.), majd Magyarország (19.) A szervezet olyan listát is összeállított, hogy minden társadalmi csoportnak elérhető, illetve megfizethető-e az energia az adott országban. Ezt a listát az USA vezeti, Magyarország a 36. Van tehát minek örülni és van miért tovább tevékenykedni is.

IRODALOM

- [1] Az Európai Parlament és a Tanács 994/2010/EU rendelete a földgázellátás biztonságának megőrzését szolgáló intézkedésekről és a 2004/67/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről, <http://eur->

lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32010R0994:EN:NOT
2010. október 20.

- [2] Congressional Budget Office, Energy Security in the United States (May 2012), <http://go.usa.gov/Vmg>
- [3] World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States, April 2011, U.S. Department of Energy, Washington, DC 20585, EIA, <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>
- [4] MAVIR, Éves Kapacitás Terv – 2013, Közzététel dátuma: 2013-08-07, http://www.mavir.hu/documents/10258/712120/%C3%89ves+kapacit%C3%A1sterv_2013_j%C3%BAlius_v1.pdf/5ad53820-285d-40b4-92c6-1329b3c7c24a
- [5] Kopustinskas V., Bolado-Lavin R., Masera M., 2012, Development of an evaluation tool to assess correlated risks and regional vulnerabilities, EC Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/secure_supply/doc/jrc77038_final_report.pdf, Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2012
- [6] Poljansek K., Flavio Bono F., Gutiérrez E., 2012, Seismic risk assessment of interdependent critical infrastructure systems: The case of European gas and electricity networks, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 2012; 41:61–79, DOI: 10.1002/eqe.1118
- [7] European-Mediterranean Seismic Hazard Map, European Seismological Commission, UNESCO-IUGS International Geological Correlation Program Project no. 382 SESAME, Editors: D. Giardini, M.-J. Jimenez and G. Grünthal
- [8] Tóth L. et al, 2006, Magyarország szeizmikus zónatérképe, www.foldrengek.hu
- [9] Dr. Szabó Gyula, Dr. Karkas György, 2009, 2009.01.27.-30. közötti időszakban, Vas és Zala megyében tömeges üzemzavart okozó közép feszültségű (KÖF) oszlopok kitörési okainak, vezetékek szakadásának feltáró elemzése, BME, Budapest, 2009. február hó
- [10] EU Energy Roadmap 2050, A practical guide to a prosperous, low carbon Europe, <http://www.roadmap2050.eu>

- [11] Szócs Mihály, Ellátásbiztonság, Versenyképesség, Fenntarthatóság, A szénhidrogén-tüzelésű erőművek tüzelőanyag-készletezési kötelezettségének értékelése, A szénhidrogén-tüzelésű erőművek képviselőjében, a KPMG tanulmányának felhasználásával, MET – ERŐMŰ Fórum, 2012. március 22-23.
- [12] Lifton J., 2010, The Battle over Rare Earth Metals, Journal of Energy Security, Tuesday, 12 January, 2010, <http://www.ensec.org/>
- [13] Lowe Philip, 2011, EU Energy Roadmap 2050, Institute of International and European Affairs, Dublin, Director General for Energy, 10 November 2011
- [14] European Commission, Brussels, 27.3.2013, Com(2013) 175 Final, Report From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions
- [15] Kovács P. et al, 2011, Energy security of the V4 countries. How do energy relations change in Europe, The Kosciuszko Institute 2011, ISBN: 978-83-931093-2-6
- [16] <http://www.origo.hu/gazdasag/20121210-a-magyar-energiaellatas-a-10-legbiztonsagosabb.html>