

Zsoldos István

HUSZÁRVÁGÁSOK HELYETT: KIS LÉPÉSEK ÉS TÜRELEM

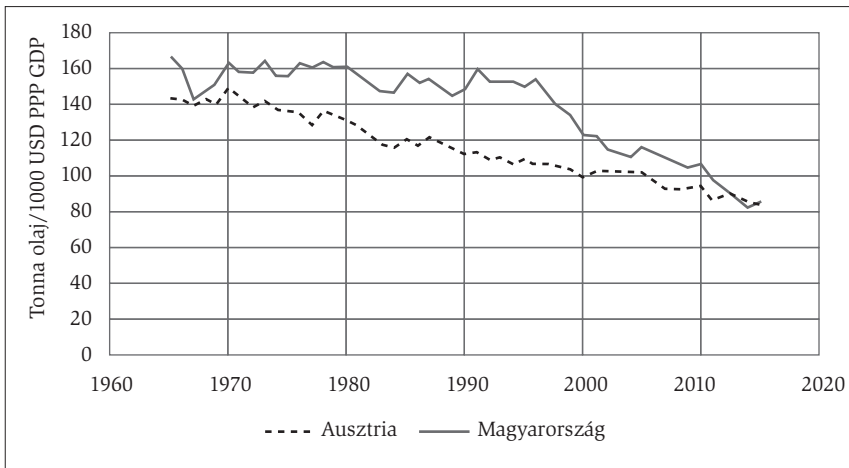
Energiapiacok és energiapolitika

Mind a világ gazdasága, mind az energia felhasználása nagymértékben növekedett az utóbbi nagyjából kétszáz évben, az ipari forradalom kezdete óta. Korábban is voltak átmeneti gazdasági virágzások, amelyek az energiaigény növekedésével jártak együtt, de akkor még az energiakínálat szűkössége erős korlátozó tényező volt. A modern gazdaság egyik fontos jellemzője az energia korlátozó voltának nagymértékű csökkenése. Ez teszi elérhetővé, hogy széles tömegek éljenek nagyobb anyagi jólétben, mint amilyet akár a rabszolgák kizsákmányolása, akár a kemény, egész napos fizikai munka lehetővé tenne. Az energia ugyanolyan input a termeléshez, mint a tőke, de ugyanúgy nehezen képzelhető el egy jóléti társadalom magas energiateljesítmény nélkül, mint magas tőkeállomány nélkül.

AZ ENERGIA FONTOS TÉNYEZŐ, DE NEM NŐ MINDIG
PONTOSAN ANNYIVAL, MINT A GAZDASÁG

Az egy egységnyi termelésre jutó energia (azaz az energiaintenzitás) nem volt állandó: a 20. század elejéig az ipari forradalom kiteljesedésével a világ egészében erősen nőtt, majd stagnált, az 1970-es évektől pedig csökkent. Az energia inputjainak csökkenése nagyobb hatékonyság mellett azonban nem feltétlenül jelentette azt, hogy az energia által nyújtott szolgáltatások (fűtés, áruk/emberek mozgatása stb.) is csökkentek volna.

Magyarország energiaintenzitása a szocializmus alatt a hasonló fejlettségű országokéhoz képest magas volt, és nem is nagyon mutatott csökkenő tendenciát. A rendszerváltás után gyökeresen átalakult a magyar gazdasági növekedés jellege: az energiateljesítmény növekedése rendre elmaradt a gazdaság növekedésétől, aminek eredményeképpen az energiaintenzitás sokkal jobban csökkent, mint a legtöbb fejlett országban, ahogy a termelés a szolgáltatások irányába tolódott el (lásd 1. ábra). Az energiáról való gondolkodás átalakulása azonban ezeket a változásokat nem minden esetben követte.



1. ÁBRA • Energiaintenzitás Ausztriában és Magyarországon (energiafelhasználás/GDP)

Forrás: BP, IMF, saját számítások

TÉVHITEK

A következő tévhit ma is elég széles körben él, nem csak Magyarországon:

„A gazdaság növekedésének előfeltétele, hogy az energiafelhasználás ugyanakkora mértékben növekedjen, és ha megnöveljük az energiakínálatot, az növekedést okoz”

Ez ténszerűen a múltban sem volt igaz, és a tudásalapú, egyre nagyobb mértékben szolgáltatásokra épülő gazdaságokban, ahol még az energiahatékonyság növekedése is valószínűsíthető, jó eséllyel a jövőben sem lesz szükség arra, hogy az energia felhasználása ugyanolyan gyorsan nőjön, mint a gazdaság egésze. Az pedig végképp nem igaz, hogy az energiakínálat mesterséges felpumpálása valahogy beindítaná a növekedést. Itt a gyakorlati példa a létező szocializmus, ahol az energia kínálatának felduzzasztása lehetővé tette a pazarló nehézipar növekedését, azonban ez nem volt valódi, a jólétet növelő, fenntartható növekedés. Az energiakínálatot államilag növelni és/vagy az árakat csökkenteni a gazdasági szereplők megadóztatásával lehet. Az energián keresztüli „gazdaságtámogatás” ugyanúgy nem hatékony, mintha más szubvenciókon keresztül történne: nem ösztönzi a szereplőket a hatékonyságra sem a napi működésben, sem a beruházásaikban, csak (rejtett módon) többletbevételhez juttatja őket a piaci kimenethez képest, mindenki mástól viszont elvesz jövedelmeket.

A magyar kormány nyilatkozataiban az utóbbi években sokszor előke-
rül az olcsó (és bőséges) energia mint az ország versenyképességének zálo-
ga. Ha ez annyit jelent, hogy az energiaszektor hatékony, és olcsón termel/
szerez be energiát, akkor ez értelemszerűen nagyobb gazdasági hatékony-
ságot jelent, ami hasznos. De mivel az energiaszektor az ország gazdasá-
gának csak egy kis része, és nagymértékben importra utalt, önmagában ez
az ország hatékonyságát csak kismértékben tudja javítani, a többi szektor
hatékonysága sokkal fontosabb. Ha pedig az olcsó energia csak annyit je-
lent, hogy az energiafelhasználók nem fizetik meg a teljes költséget, akkor
a fent leírt problémák jelentkeznek, és a gazdaság egészének hatékonysága
jó eséllyel romlik.

*

Az energiatermelésnek és -transzformációnak általában léteznek környezeti
hatásai. Ezek jórészt lokálisak (zaj, forgalom, por, helyi levegőszennyezés)
vagy lehetnek globálisak (itt a legfontosabb az üvegházhatású gázok, első-
sorban a szén-dioxid kibocsátása). Ebből adódik a szükségszerűen „pisz-
kos” energia mítosza:

*„Az energia használata szükségszerűen rombolja a környezetet,
és ezért minél kevesebbet használunk belőle, annál jobb”*

Ez a tévhit sokszor összekapcsolódik azokkal a gondolatokkal, hogy már a
növekedés is valamiféle bűnös dolog, tönkretesszük vele a Földet. Mint lát-
ható, az energiáról alkotott tévhitnek még egymásnak is ellent tudnak mon-
dani, hiszen ez az irányvonal szembemegy az „energia mint gazdasági eli-
xír” felfogásnak, ami az első tévhitnél megjelent.

A klímaváltozás fontos probléma, és ez az írás nem akarja ezt a tényt
relativizálni. Az energiatermelés és -transzformáció hatásai azonban nagy-
mértékben függenek az alkalmazott technológiáktól, és egyáltalán nem szük-
ségszerűek. Az pedig, hogy milyen technológiákat alkalmaznak, és ami még
fontosabb, fejlesztenek ki a gazdasági szereplők, nagyban függ a szabályo-
zástól és az árjelzésektől. Az alapvető probléma az, hogy az energiaszek-
torban, ahogy tipikusan a többi gazdasági tevékenységnél is, a szennyezés
költsége nem a kibocsátót terheli, így a társadalmilag optimálisnál többet fog
kibocsátani. Talán elsőre furcsának, a közgazdászok arroganciájának tűnhet,
hogy a szennyezésnek van optimális szintje, és az nem nulla. Ugyanakkor
könnyen belátható, hogy a kibocsátás teljes elkerülése nem lehetséges (jel-
lemzően a környezetben eleve előfordulnak a kibocsátott anyagok), ezt meg-
kísérelni rendkívül költséges és gyakorlatilag megoldhatatlan lenne.

Az iparosodás korai szakaszában gyakran erősen nő(tt) a szennyezés,
nagyrészt az energia szennyező módon való használata miatt. Azonban a

gazdasági fejlődéssel növekszik az igény a tiszta környezet iránt, és a jobb szabályozás és az árösztönzők visszaszorítják a helyi szennyezést. Amerikában például a savas esőket okozó kén-dioxid kibocsátása 1970 körül járt a csúcson, és azóta drasztikus mértékben lecsökkent, még az 1990-es szintnek is kevesebb mint a negyedére (EPA 2014). Sok más szennyező anyag kibocsátása is nagyjából ekkor tetőzött az USA-ban, és úgy tűnik, a többi országban a fordulóponthoz társítható egy főre jutó GDP még alacsonyabb is, mai dollárban 17-18 ezer dollárnál van. Kínában már közel jár ehhez a szinthez a GDP, és ami pár éve még lehetetlennek tűnt, ott is elkezdődött a leginkább szennyező erőművek bezárása és átalakítása.

A közelmúltbeli botrányok ellenére az autóiiparban is hosszú távon javuló trend figyelhető meg a káros anyagok kibocsátása terén, és a csalások nyomában bevezetett szigorított tesztek a további javulást is előrevetítik, elsősorban Európában.

A helyi szennyezést a növekvő jólét megoldja a lokális politikákon keresztül, azonban eddig sokkal kevésbé volt hatékony a globális üvegházhatású gázokkal szemben, legalábbis eddig. Azonban megfelelő politikai akarat esetén itt is lehetséges megegyezés: az ózonlyukat okozó gázok csökkentésére 1989-ben aláírt montreáli jegyzőkönyv például látványos siker volt. Ha meglesz a politikai akarat, akkor a szén-dioxid-kibocsátás is hatékonyan csökkenthető.

Az energia felhasználása tehát nem valamiféle szükségszerű rossz, amit csökkenteni kell. Az energia önmagában se nem jó, se nem rossz, a transzformációjával és használatával bekövetkező környezeti hatásokat ki kell értékelni, „beárzni” és a megfelelő módon csökkenteni. A tiszta energia (és a korábbinál sokkal tisztább energia) már ma is elérhető, és a technológiai fejlődés még elérhetőbbé teszi. Az energia megtakarítása lehet jó dolog, ha gazdaságilag megtérül, azonban általában nem ez a szennyezések csökkentésének legolcsóbb és legjobb módja, hanem az, ha magát a szennyezési problémát kezeljük. A savas esőket okozó kén-dioxid negatív hatása viszonylag egyszerűen ellensúlyozható volt az erőművek füstgázának mosásával. Ha az energiafelhasználás csökkentésével próbáltuk volna ezt megoldani azonos technológia mellett, akkor csak az energiafelhasználás nagyon drasztikus csökkentésével értünk volna el hasonló eredményt.

*

A piacgazdaság elterjedése előtt tényleges korlátot jelentett az energiaforrások elfogyása/szűkössége a gazdasági növekedés számára. Az energiaforrások ekkor tipikusan az emberi/állati izomzat és a „megújuló” tüzelőanyagok voltak, mint például a fa. Ezek a mezőgazdasági technológia és az éghajlat adott szintje mellett korlátosak. A gazdasági növekedés egy-egy hulláma sokszor vezetett az erdők kiirtásához, aminek veszélyét paradox

módon csökkentette a „nem megújuló” fosszilis tüzelőanyagok használatát. Talán ezekből az évezredek tapasztalatokból (és sok helyen a tervgazdaságban átélt hiánycikkek emlékéből) ered a következő modern tévhit:

„Az energia »elfogy« vagy kevés lesz, mindenki próbálja majd magának megtartani, és részben ezért az energiaimportra való támaszkodás veszélyes függőséget okoz”

Erre példát találhatunk a magyar kormány energiastratégiájában: „Magyarország nyitott, exportorientált és gazdaságosan kitermelhető fosszilis energiaforrásokban szegény országgént természetesen nem lehet teljesen energiafüggetlen. De felelősen gondolkodva mégis erre kell törekednie, ha ki akar maradni azokból a nemzetközi konfliktusokból, amelyek a globális szinten egyre fogyatkozó fosszilis energiaforrás készletek és az egyre fokozódó fogyasztási igény ellentmondásából adódnak” (ENERGIASTRATÉGIA 2012).

Az ipari forradalom azonban a korábbi malthusi világhoz képest gyökeres változást eredményezett. A tudomány eredményeit a vállalkozók elkezdték az energia és egyéb szűkösségek enyhítésére használni. Sok tudományos felfedezés már korábban is létezett, csak a gazdasági alkalmazását nem fejlesztették ki. A gőzgépet például már az 1. század körül feltalálták Alexandriában, de csak templomajtókat látványos, emberi közreműködés nélküli mozgására használták.

Az ipari forradalom során a technológia, a piaci ösztönzők és a fosszilis tüzelőanyagok alkalmazásának kombinációja nagymértékben lazította a gazdaság energia általi korlátozottságát. Az energiának is külön piaca lett. Amikor egy adott energiaforrás elkezd szűkössé válni („kifogni”), akkor egy piaci rendszerben felmegy az ára. Ez takarékoskodásra ösztönzi a fogyasztókat és a kínálat növelésére a termelőket, mint bármilyen más termék esetén. A legtöbb energiaforrásból rendkívül nagy, eddig még nem kitermelt készletek állnak rendelkezésre, néha akár a jelenlegi fogyasztási szint mellett potenciálisan több ezer évre elegendően. A kínálat magasabb ár mellett nagyobb lesz, mert a nehezebben kitermelhető energiaforrásokat is megéri kitermelni. És a technológia sem állandó, hanem részben az árjelzéseknek megfelelően fejlődik, és adaptálja az elméleti, tudományos eredményeket az üzleti életbe.

Az elfogyás mítosza azért is helytelen, mert még ha előfordulna is valamelyik energiaforrással, hogy csak véges mennyiség marad belőle, akkor az egyre magasabb ár előbb-utóbb behozná a megfelelő helyettesítőket. Az energiánál is az energia által lehetővé tett szolgáltatások az érdekesek. Ha egyszer nagyon drága lesz olaj elégetésével hőt generálni vagy autókat

hajtani, akkor használunk majd földgázt, napenergiával előállított hidrogént vagy bármi olyasmit, ami olcsóbb megoldást tesz lehetővé. Amíg ez nem következik be, addig definíció szerint nem elég drága az adott energiaforrás. A fosszilis energiahordozók felhasználását nagy eséllyel nem azért fogjuk abbahagyni, mert elfogynak, hanem a környezeti hatásai (a szén-dioxid) miatt. A megújuló energia egyre olcsóbb lesz és bőséges: a világ 2030-ra várható energiafelhasználását egy Spanyolország területű nap-elem biztosítani tudná.

A fenti érvelés természetesen hosszabb távra vonatkozik, és az energiaszektorban a beruházások és az innováció több időt vesz igénybe, mint sok más iparágban. Ez idő alatt az árak lehetnek magasak, és ez a dinamika több éves távlatban is nagyon változékony árakat eredményez, mert a kereslet is csak lassan alkalmazkodik. Minden egyes áremelkedési időszak visszahozza az „elfogynak az energiahordozók” mémet, és politikailag sokszor nehéz nem megpróbálni lent tartani az árakat. Azonban a fenti logikából látszik, hogy a magas árak mint ösztönzők nélkül sokkal kevésbé valószínű a kínálat jövőbeni növekedése.

Egy jó példa a fent vázolt folyamatra az olajárak alakulása az utóbbi másfél évtizedben. Az egyre emelkedő kereslet a 2000-es években árnövekedéshez vezetett, és már az egyre drágábban kitermelhető készleteket is megértte kitermelni. A 2008–2009-es válság és recesszió is csak átmenetileg vetette vissza az árakat, és 2011–2012 körül úgy tűnhetett, hogy a folytatódó keresletnövekedést majd csak még magasabb árakon lehet majd kielégíteni. A magas árak persze visszafogták a kereslet növekedését, és elkezdődött például az olajnak az olcsóbb földgázzal való nagyobb mértékű helyettesítése a közlekedésben is. Az igazi változást azonban a kínálat oldali technológiák fejlődése jelentette. A magas árak ösztönözték az olyan, a földgáz esetében ekkorra már rutinná vált technológiák, mint a hidraulikus repesztés módosításokkal való alkalmazását az olajkitermelésre is. A használat közben egyre hatékonyabb lett ez a „nem konvencionális” olajkitermelési technológia, így korábban hozzá nem férhető hatalmas készletek váltak gazdaságosan kitermelhetővé. Egyre nagyobb mértékben növekedett a nem konvencionális módszerrel végzett olajtermelés, főleg az Egyesült Államokban. Ez végül elvezetett az árak összeomlásához 2014-ben, és sok hullámmal ugyan, de a korábbinál jóval alacsonyabb árszinthez. Természetesen a jövőben is lehetnek nagy ár-emelkedések, de az energiahordozók elfogyása nem reális veszély.

Alapvető megfigyelés tehát, hogy a piaci erők jó működése esetén semmi nem „fogy el”. Előfordulhat, hogy átmenetileg vagy tartósan drágább lesz valami, hogy valamilyen jobb/olcsóbb megoldás helyettesíti a szerepének betöltésekor, de tartós hiányok nem jellemzők.

Ha az energiát piaci árúnak tekintjük, amely szükség esetén helyettesíthető, akkor önmagában az importja sem jelent problémát – feltéve, hogy

az import forrásánál is megbízható piaci viszonyok uralkodnak, nem pedig a politikailag motivált szereplők dominálnak. Mint ahogy nincs értelme minden egyes városnak energia-önellátásra berendezkednie, úgy nincs értelme ugyanennek egymás mellett elhelyezkedő piacgazdaságok esetében sem. A gáz- és még inkább az árampiacok egyre integráltabbakká váltak az EU-n belül az utóbbi években, és ez ahhoz vezetett, hogy az energiaárak egységesebbek lettek az egyes országok között, az energiatermelés pedig hatékonyabb, mert nagyobb eséllyel termelnek ott például áramot, ahol azt a legolcsóbb előállítani, és nem ott, ahol közel van a fogyasztás. Az infrastrukturális szűkösségeket megéri megszüntetni az országok között, mert az import lehetősége csökkenti és nem növeli az ellátási zavarok esélyét egy adott országban. Ha az adott országban kínálati zavar van, akkor az igények kis áremelkedéssel kielégíthetők importból, míg egy elzárt piacon sokkal magasabb árak vagy mennyiségi korlátozások lennének. Az import nem veszély, hanem lehetőség.

*

Az energiaszektorban sokszor lassan változnak a technológiák. A jelenleg még domináns főbb módszerek (hőerőművekkel való áramtermelés, hálózaton keresztüli áramelosztás, belsőégésű motorok használata a közlekedésben jórészt olajalapú fosszilis üzemanyagokkal stb.) már nagyjából a 20. század első pár évtizedére kialakultak, csak a tökéletesítésük és a kiépítésük maradt a század további részére. Ebből adódhat a következő tévhit:

„Az energiatechnológiák adottak, és a szabályozók feladata a jó technológia kiválasztása a kitűzött környezetvédelmi vagy más célok elérése érdekében”

A technológiák tökéletesítése persze nem elhanyagolható hatékonyságjavulást eredményezett. A termikus hatásfok (amely azt mutatja meg, hogy a hőenergia mekkora része alakul át elektromos energiává) a legjobb szén-erőművekben 20-ról 40% körülre emelkedett az 1920-as és 1960-as évek között. Ez a szám mára már 60% fölött van a legjobb kombinált ciklusú gázerőművekben. Az alapvető technológia azonban valóban ugyanaz maradt: a fosszilis tüzelőanyag elégetésekor keletkezett hő gőzt fejleszt, és ez turbinákon keresztül generátorokat hajt meg. Az áram tárolása korlátos és drága, tehát az árampiacon nagyjából meg kell egyeznie a keresletnek és a kínálatnak – ez is változatlan maradt évtizedekig.

A közlekedésben is hasonló a helyzet: a kitermelt kőolajat finomítják, majd az autókban elégye dugattyúkat hajt meg – ez már a század elejétől így működött. A hatásfok itt is sokat javult, és a környezetszennyezés is jóval alacsonyabb lett (ma már gyakorlatilag sehol nem kevernek mérgező

ólmot a benzinbe a közúti közlekedésben, csak a kisrepülőgépeknél van hátra a teljes kivezetés). Ugyanakkor egy múlt század eleji mérnök is felismerné a technológiát nagy vonalakban.

Az atomerőművek részben új technológiát testesítenek meg, amely a 20. közepe tájától kezdett teret nyerni, de nem sikerült domináns technológiává válniuk a drágaság, a bonyolultság és a balesetek nyomán növekvő veszélyérzet percepciója miatt.

A nagy vonalakban, mérnöki értelemben állandó technológia tehát nem jelentett gazdasági szempontból rögzített technológiát. Az olcsóbbá váló földgáz, párosulva a földgáztüzelésű erőművek gyorsan növekvő hatásfokával, a technológia gyors terjedéséhez vezetett az 1990-es évektől sok fejlett országban, így Magyarországon is. Az energiarendszer összetétele gazdasági hatásokra és inkrementális technológiai változásokra reagálva akkor is át tud alakulni, amikor a technológia első közelítésben nem sokat változott. És semmi garancia nincs arra, hogy az energiatechnológia akár a főbb vonalaiban is ugyanolyan marad, sőt nagy eséllyel nagy átalakulást láthatunk a következő évtizedekben, lásd erről a következő részt.

Ha azonban azt gondoljuk, hogy csak a jelenlegi energiatechnológiák közül lehet választani, akkor sokszor elkövetik a kormányok azt a hibát, hogy választani is szeretnének, különböző szempontok alapján. Ha például a szén-dioxid-kibocsátást akarják csökkenteni, akkor gyakran specifikus megújuló energiaforrásokat részesítenek előnyben, támogatásokkal vagy garantált átvételi rendszerekkel segítve azokat. Ezzel elvesztjük annak lehetőségét, hogy a piac innovációval vagy létező olcsóbb lehetőségek felkutatásával elégítse ki ugyanazt az igényünket, azaz a szén-dioxid-kibocsátás egy adott mértékű csökkenését.

Az EU klímapolitikája az utóbbi évtizedben jó példa arra, hogy egyes technológiák kiválasztása és erős támogatása nagyon nem hatékony módja sem a környezetvédelmi célok elérésének, sem a kutatás-fejlesztésnek.

POZITÍV ÁLLÍTÁSOK

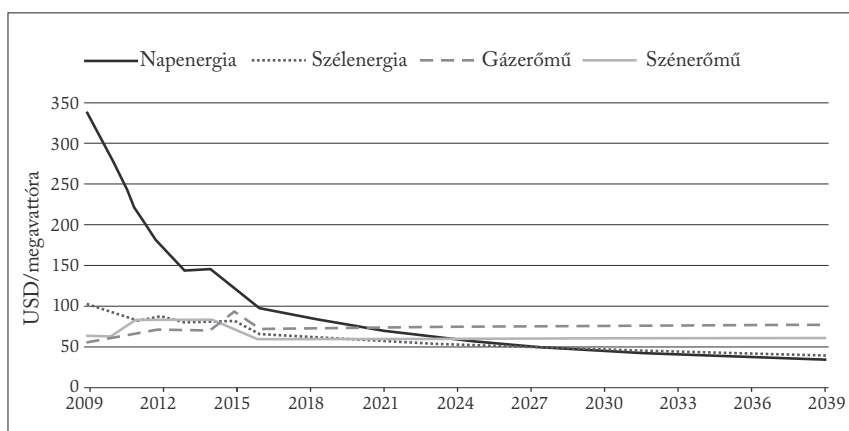
Az utóbbi évtized technológiai fejlődése és a környezetvédelmi igények felvetik a lehetőségét a sokáig domináns energiatechnológiák leváltásának. Innen az első pozitív állítás:

Jó az esélye egy átfogó energiatechnológiai váltásnak a következő két évtizedben, de ennek irányát és sebességét nem lehet pontosan megjósolni

A nap- és a szélenergia hasznosítása már korábban létezett, azonban ezek a technológiák az utóbbi években kritikus költségszinteket léptek át, és sok helyen támogatás nélkül is versenyképesekké kezdenek válni. A napelemek ára 2009 és 2016 között több mint 60%-kal csökkent. Az Egyesült Államokban például már húsz államban olcsóbb a lakosság által felszerelt napelemekből származó napenergia, mint a hálózati áram (GTM 2016). Az olyan napos helyeken, mint a Közel-Kelet, a napenergia már ma is versenyképes az erőművi áramtermeléssel. A napelemek árcsökkenése valószínűleg tovább folytatódik, és ez az állapot Magyarországon is jó eséllyel bekövetkezik a 2020-as évekre.

A nap- és szélenergia hasznosításának terjedése tovább fog gyorsulni, mert eddig az állami támogatások szükségessége erős limitáló tényező volt. Már 2015-ben is az összes új átadott áramtermelő kapacitás több mint fele megújuló volt, döntő részben szél- és napenergia. A 2015-ben átadott új erőműveknél azonban a valószínűsíthető áramtermelés jóval kisebb hányadát adják csak a megújuló technológiára alapozott erőművek, mivel ezekben a kapacitás kihasználtsága a hagyományos erőművékének csak a töredéke.

A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) 2016-ban megemelt előrejelzése 2021-re a megújulók részarányát az összes áramtermelésben 28%-ra teszi a jelenlegi 23%-ról, és ez lesz a leggyorsabban növekvő áramtermelési mód a világban, a fejlett országokban abszolút értékben is csökkenő nem megújuló áramtermelést eredményezve (IEA 2016).



2. ÁBRA • A megújuló energia egyre versenyképesebb lesz

Forrás: BLOOMBERG 2017

A megújuló energia térnyerése felveti azt a problémát, hogy ez a forrás nem mindig és nem teljesen kiszámíthatóan elérhető. Ez fontosabbá teszi az áram tárolására alkalmas technológiák fejlesztését általában, és a fókusz előrevetíti a további árcsökkenést ezen a téren.

Az akkumulátortechnológia is nagy fejlődésen ment keresztül az utóbbi tíz évben. Ez fontos a hálózati áram tárolásában és egyre inkább a közlekedésben is. Az akkumulátor összekapcsolva az egyre olcsóbb napelemekkel néhány területen – például Ausztráliában (RENEWECONOMY 2016) – ma is a hálózati kiskereskedelmi áramárral versenyképes árakat tud biztosítani.

A közlekedésben még nem történt meg az áttörés, az elektromos autók általános elterjedéséhez az akkumulátor árának további esésére van szükség. Jelenleg csak olyan részpiacokon versenyképes a technológia, mint a nagy teljesítményű versenyautók (Tesla). A jövőbeni árcsökkenés előrejelzése szükségszerűen spekulatív, de eddig az árcsökkenés gyorsabb lett a korábbi várakozásoknál, és most a 2020-as évek tűnik olyan időszaknak, amikor az elektromos autók komolyabban kezdhettek elterjedni. Az áttérés azonban nagy eséllyel csak fokozatos lesz majd, a már meglévő állomány lassú cserélődése miatt. Előbb terjedhetnek el az elektromos autók a városokban, ahol a helyi környezetszennyezés egyre inkább központi probléma.

Nem szoros értelemben vett energiatechnológia, de az önvezető autók is közel állnak a piaci alkalmazáshoz; a legtöbb nagy autógyártó 2020 tájára teszi a teljesen önvezető modellek megjelenését, elsőként a luxuskategóriában. Ez a technológia messzemenő kihatással bírhat többek között a városszerkezetre és az elektromos autók elterjedésére is (az utóbbiak magasabb induló költsége és jelenleg még hosszú töltési ideje az önvezető, a városokban rövid távokat megtevő autóknál kevésbé hátrány).

A fenti átalakulások megváltoztatják a villamoshálózattal szemben támasztott igényeket. A kereslet és a kínálat is változékonyabb lehet, az előbbi az elektromos autók töltése miatt, az utóbbi a megújulóknak növekvő szerepe miatt. Az áramtárolás növekvő szerepe mellett a hálózat „okossá” alakítása valószínűsíthető. Egy ilyen elektromos hálózatban az árazás a végfogyasztók felé is lehet akár percenként változó, és az egyes fogyasztók ki- és bekapcsolása is automatizálható az ár függvényében, nagyban növelve a rendszer rugalmasságát.

A fosszilis tüzelőanyagok területén a nagy technológiai áttörés a repesztes eljárások használatában már megtörtént, mind az olaj, mind a gáz kitermelésében. Ezeknél a technológiáknál a további költségcsökkenés és a globális elterjedés valószínűsíthető. Ez a folyamat korlátozza a földgáz és a kőolaj árát.

Az olcsóbbá váló számítási kapacitás és a mesterséges intelligencia elterjedésével valószínűsíthető, hogy az energiatechnológia fejlődése gyorsul. Valóságghű szimulációkkal például kiváltható a nagy és költséges tesztek

egy része. Több cég fejleszt új típusú, olcsóbb és biztonságosabb atomreaktor-technológiákat is.

A fentiekből tehát kirajzolódik egy olyan kép, amely szerint jelentősen átalakul az energiaszektorban használt technológiák egy nagy hányada. Azonban itt is igaz az, hogy a teljes lecserélődésre várni kell, hiszen az energiát előállító és alkalmazó eszközök (erőművek, autók) használata tipikusan évtizedekre terjed. És az is igaz, hogy a jövőbeni technológiai fejlődés sebességét és irányát nem tudjuk előre látni, a becsléseinket folyamatosan igazítani kell majd. Ez a bizonytalanság fontos következményekkel jár az energiapolitikára és -szabályozásra, mint látjuk majd alább.

Az energiapiacokra egyre inkább érdemes globális vagy legalábbis regionális piacokként tekinteni, kevés területen van értelme országos szinten gondolkodni; jelenleg a legtöbb energiapiacon bőséges a kínálat és alacsonyak az árak

Globális szinten az olajárak már régóta nagyon hasonlóan mozognak, legalábbis a tengerparti kikötők között, mivel a szállítási költségek alacsonyak, a termékár legfeljebb pár százaléka.

Fontos változás zajlott le a földgázpiacok globális integrációjában: a földgáz-cseppfolyósítás és a szállítóhajók kapacitásának gyors növekedése lehetővé tette, hogy a bőséges észak-amerikai és ausztrál gázkínálat a világ többi részén is megjelenjen, és korlátozza, hogy az egyes helyi piacokon a gázárak között nagy eltérések alakuljanak ki. A piaci integráció elmélyülése előtt, a 2010-es években az észak-amerikai gázárak sokkal alacsonyabbak voltak, tipikusan az európai árak 40%-a körül mozogtak. És míg ott a földgáznak önálló piaca volt, addig Európában a hosszú távú szerződések és az olajárakhoz való indexálás volt jellemző. Ez a rendszer az utóbbi tíz évben felbomlóban van, mivel az olaj- és a gázpiacok között kevés a kapcsolat, és a gázkínálat globális szinten gyorsan nőtt. Növekszik a gázpiacok szerepe is a hosszú távú szerződésekhez képest Európában, ma már az összes eladott gázmennyiség kb. 30%-a cserél gazdát az azonnali piacokon. 2016-ban megjelentek az első amerikai cseppfolyós földgázszállítmányok is az európai piacokon. Ennek inkább szimbolikus jelentősége van – a cseppfolyósított földgáznak a globális piacon próbálják megtalálni a legdrágább eladási lehetőségeit. Ugyanakkor ennek a növekvő versenye limitálja az Oroszországból származó import árszintjét. Oroszország alkuerejét az is csökkentette, hogy az Európai Bizottság gyakorlatilag megtiltotta az egyes EU-s piacok közötti árdiszkriminációt az orosz import esetében (korábban a Gazprom szerződésai tiltották a gáz viszonteladását még az EU-n belül is, így lehetővé téve az árkülönbségek fennmaradását).

Magyarország számára az egységesedő európai gázpiac, párosulva az infrastruktúrafejlesztésekkel, alacsonyabb importárak elérését tette lehetővé. A szlovák–magyar gázvezeték megnyitásával az esetleges fizikai import ellátási zavarainak az esélye is csökkent. Eddig azonban az ukrán–orosz konfliktus ellenére az orosz gáz tranzitja zavartalan volt az ukrán útvonalon keresztül is. Összességében tehát az orosz gáz importjának való „kiszolgáltatottság” mind a fizikai ellátás, mind az ár szempontjából jelentősen csökkent. Magyarország *de facto* része lett egy integrált európai gázpiacnak, ahol az árakat sokkal inkább az egész Európára jellemző kereslet és kínálat mozgatja, mint korábban. Jelenleg az európai gázárak a pár évvel ezelőttihez képest alacsonyak (bár változékonyak), elsősorban a bőséges kínálatnak köszönhetően.

A fentiekből következik az is, hogy a gázinfrastruktúra esetleges fejlesztéseivel Magyarországnak inkább az egységesedő nyugat-európai piachoz való hozzáférést érdemes javítania – a dedikált csővezetékek ideje lejárt. A Nabucco vagy Déli Áramlat jellegű csővezetékek is ugyanabba az egységesülő nagy európai piacba hoznának gázt, mint például az cseppfolyósított földgázt szállító hajók. Ehhez a nagy „kalaphoz” való jó hozzáférés sokkal nagyobb biztonságot és alacsony árakat jelent, mint a költséges, piaci alapon nem megtérülő addicionális vezetékekbe való beszállás (jelenleg Európa egészének nincs problémája az importkapacitással, sőt inkább kapacitásfelesleg van).

Az árampiacon is hasonló integráció ment végbe Európában. Egész Európára jellemző a nagy kapacitásfelesleg az áramtermelésben. Ennek oka egyrészt a gyenge, a válság előtti szint alatt maradó kereslet: 2016 első háromnegyed évében az EU áramkereslete 4,6%-kal volt kisebb, mint 2008 azonos időszakában, s Magyarországon is csak 0,7%-kal lett magasabb a fogyasztás. Emögött a viszonylag lassú európai növekedés és az energiatakarékosági intézkedések (például alacsonyabb fogyasztású izzók és háztartási gépek) állnak. A kínálati oldalon pedig erőteljesen növekedett az utóbbi tíz évben a megújuló áramtermelés, amelyből a szél- és napenergia már több mint 13 %-ot tett ki 2015-ben az EU-ban, és ennek csökkenő költségei miatt ezen a téren további növekedés valószínű. Ez a helyzet, párosulva a fosszilis energiahordozóknak az utóbbi időben alacsony árával az áram árának tartósan alacsony szintjét eredményezte Európában a válság után. Egy ilyen helyzetben tipikusan az idő nagy részében csak olyan termelők üzemelnek, amelyeknél a változó költségek alacsonyak (és a fix költségek tipikusan nagyok, de ez a rövid távú döntéseket nem befolyásolja). Ezek az erőművek a nukleáris energiával és a széntüzeléssel működők, valamint a megújulók.

Magyarországon is ugyanezek a jelenségek figyelhetők meg: a paksi nukleáris erőmű teljes kapacitással üzemel, a magyarországi termelés kb.

60%-át adva 2016-ban, és a szenes erőművek kihasználtsága is viszonylag jó (ez azonban messze nem azt jelenti, hogy jelenleg is feltétlenül megérné ilyen erőműveket építeni). Ugyanakkor az import az összes felhasználás harmadát adta 2016-ban. Ennek az oka az, hogy Nyugat-Európában a nukleáris és szénerőművek bőséges kapacitása áll rendelkezésre, s ez a forrás a legtöbbször versenyképesebb, mint a marginális termelőké Magyarországon (tipikusan gázerőművek). Ez utóbbiak inkább csak a csúcspolyasztás kielégítésekor kapnak szerepet.

A gáz és elektromos áram (valamint az olaj) pár évvel ezelőttihez képest alacsony ára Európában és Magyarországon is nagyban segítette az energiapolitikát az utóbbi időben elérni azt a célt, hogy a végfogyasztói energiaárak viszonylag alacsonyak legyenek. Ez a kedvező környezet a technológia fejlődésével akár hosszabb ideig is fennmaradhat, és a szokásosnál nagyobb mozgásteret biztosít az energiapolitika számára.

*

Az áram jelenleg alacsony árszintje nem ösztönzi új erőművi kapacitások kiépítését Európában; ha a jelenlegi árszint fennmaradna, akkor nem érné meg semmilyen hagyományos erőműtípust építeni, legyen az szén-, gáz- vagy nukleáris alapú. Ez a piac logikus válasza arra, hogy léteznek jelenleg nem kihasznált kapacitások. A megújuló technológiák, potenciálisan akár áramtárolással párosítva, versenyképesek lehetnek a jövőben, tehát az áram ára a jövőben nem feltétlenül emelkedik tartósan olyan magasra, hogy valaha is érdemes legyen hagyományos erőművet építeni. Az áram árának jövőbeni pályáját illetően mindenesetre nagy a bizonytalanság.

Ehhez hozzájárul még a szén-dioxid árának szabályozási bizonytalansága is. A szén-dioxid jelenlegi piaci ára nem jelent komoly korlátot a termelőknek, még a széntüzelésű erőművek is képesek működni, azonban a jövőben a szabályozás szigorodhat, és ez hatással van arra is, hogy milyen erőműveket érdemes építeni (és üzemeltetni). A szén-dioxid magasabb ára a szenes erőműveket érintené a leginkább hátrányosan, a gázzal működőket sokkal kevésbé, és értelemszerűen a nukleáris vagy megújuló erőműveket egyáltalán nem.

A jelenlegi piaci és technológiai szituációban a kivárás a legjobb stratégia sok területen

A kormányok számára az, hogy a piacok nem sietnek az új erőművi kapacitások tervezésével, részben piaci kudarcnak tűnhet, hiszen a kiöregedő erőművek helyett szükség lesz majd belépő új kapacitásokra. A jelenlegi helyzet azonban a legalkalmasabb arra, hogy a türelem erényét gyakorol-

jük. Bármilyen erőműépítés egy technológiai irány melletti állásfoglalás, amely később a világ megváltozásával hibásnak bizonyulhat, és amint az eddigiekből látható volt, hogy nagyon sok a technológiai, piaci és szabályozási bizonytalanság. A „számlán” lévő pénznek nagy opciós értéke van: a jövőben olyan erőművet építhetünk belőle vagy olyan energiahatékonysági fejlesztést valósíthatunk meg, amely az adott körülményeknek a leginkább megfelel. Bármilyen jelenlegi beruházással ezt az opciós értéket, a jelenlegi széles mozgásteret eldobjuk. Ha erős igény mutatkozik az áramtermelő kapacitásra, akkor persze érdemes feladni az opciós értéket, de jelenleg szerencsére nincs ilyen nyomás, sem Magyarországon, sem Európa nagyobb részén. Magyarország számára valószínűsíthető, hogy jelentős lesz az import aránya az áramellátásban. Jelenleg az olcsón termelő erőművek, a jövőben pedig a leghatékonyabb megújulók is mind külföldiek (Nyugat-Európa, valamint Dél-Európa és a tengerparti területek). Érdemes lenne tehát Magyarországon az elektromos határkeresztező kapacitásokat bővíteni, nem pedig bármilyen erőművi fejlesztés vagy más „nagyprojekt” mellett elköteleződni kormány szinten, ami csökkenti a jelenleg meglévő nagy mozgásteret.

A hosszú távú elköteleződésre lehet példa az, ha esetleg Magyarország a jövőben köt olyan „hagyományos” gázimport-szerződéseket, amelyekben potenciálisan a mindenkori európai piacon uralkodótól eltérő áron vásárol gázt, vagy nagy mennyiségeket köt le, amelyekre nem biztos, hogy szüksége lesz.

A legkézenfekvőbb példa azonban a nagymértékű elköteleződésre és az opciós értékek elherdálására a Paks II. atomerőmű felépítésének szándéka. A beruházási költségek a tervek szerint 12 milliárd eurót tesznek ki. Fejlett országokban az utóbbi években az atomerőmű-projektek sokszor a tervezett költségek többszörösébe kerültek (jó példa erre a franciaországi Flamanville és a finnországi Olkiluoto projektje). Még a becsült beruházási költségekkel számolva is a paksi atomerőmű költsége a mostani áramárak mellett kb. 13 évnyi jelenlegi magyarországi áramtermelés árának felel meg. Ehhez természetesen hozzájönnek az üzemeltetés és a nukleáris hulladék tárolásának a költségei, amelyek részben bizonytalanok. Az erőmű felépítésével tehát az ország elköteleződik egy adott technológia és költség-szint mellett, gyakorlatilag akár több évtizedre előre „megvéve” az ország áramfogyasztását egy olyan időszakban, amikor a gyors technológiai fejlődés a kivárási opciós értékét különösen magasra emeli. És a megtermelt („előre megvett”) áram csak akkor lesz olcsó az alternatívákhoz képest, ha gyakorlatilag minden alternatívának jelentősen felmegy az ára, a jelenlegi áram mellett ugyanis az atomenergia teljes költsége (tehát a tőkeköltséget is beleértve) a legdrágább áramtermelési módok között van (lásd például EIA 2016, REKK 2014).

A magyar energiapolitika nem követte el azt a hibát (mint sok fejlett ország), hogy a megújuló energiát egy korai fázisban masszívan támogassa. Ekkor drágán termelő kapacitások épültek volna ki, és a technológia rohamos olcsóbbá válásával ugyanakkora összegekből pár évvel később sokkal nagyobb kapacitásokat lehet megvalósítani. A megújuló energia kapcsán tehát sikerült a türelem erényét gyakorolni. Azonban ha a megújuló technológia piaci alapon is megtérül, amire bizonyos körülmények között már most is van esély Magyarországon, akkor nem jó regulációs akadályokat állítani az elterjedése útjába. És mivel a szél- és napenergia egyre olcsóbbá válik, érdemes felkészülni a szabályozással és a rendszerirányítással arra, hogy nálunk is spontán teret fog nyerni ez a termelési mód akár a lakóházakon vagy koncentráltan működő napelemek, akár szél erőművek formájában. Ma a szabályozás ezzel a szektorral kapcsolatban finoman szólva is nem segítőkész.

Az elektromos autózás és az egyéb alternatív üzemanyagok terén is inkább a kivárára érdemes berendezkedni, mivel nem világos, hogy milyen lesz pontosan a jövőbeni technológia és mikor terjed el. Az elektromos autók előbb-utóbb el fognak szaporodni. Erre alapozva kiépíthetnénk például nagy költséggel egy mindenütt elérhető elektromos gyorsított hálózatot, de lehetséges, hogy a győztes technológia az akkumulátorok cseréje lesz és nem a töltése.

*

Vannak azonban olyan energiaszabályozási területek Magyarországon, ahol a „semmittevésnél” jobb stratégiák is léteznek. A szabályozó szervek függetlenségét és szakmaiságát érdemes lenne erősíteni. Ez azért is fontos, mert egy változó környezetben nem lehet előre rögzíteni a „legjobb” szabályozást, hanem folyamatos kísérletezésre és az eredmények kiértékelésére van szükség. Ki kellene építeni a „homokozó” jellegű szabályozási kísérleteket, ahol a piaci újítások egy körülhatárolt területen, a szabályozó által figyelemmel kísérve próbálhatók ki. A jó és rugalmas szabályozás fontosabb a tulajdon kérdésénél, amely a múltban tipikusan a fókuszban állt.

A „legjobb” energiapiaci szabályozás nem létezik, és a jobb szabályozás kialakítása (folytonos) innovációt igényel, amelyben Magyarország is szerepet játszhat

Itt is érdemes hangsúlyozni, hogy a jó szabályozás technológia- és tulajdonforma-semleges. Nem próbál egy adott technológiát előnyben vagy hátrányban részesíteni, hanem a célokat bármelyik (akár ma még nem létező) technológiával elérhetőnek tekinti. Fontos az is, hogy a jó szabályozáshoz depolitizálni kell. A szociálpolitikai szempontokat nem az árban, hanem az

szociális juttatásokban/adókban kell megjeleníteni, egyszerűen azért, mert ott hatékonyabban lehet. Az árazásban mindig megjelennek a nem kívánt hatások (gazdagok állami támogatása) és a rossz ösztönzők (magas energiafelhasználás, takarékosági beruházások elmaradása).

Az utóbbi évek magyarországi energiapolitikája a „nagy projektekre” koncentrált, mint a paksi fejlesztés vagy a nagy gázvezetékprojektekben való részvétel. A másik fókusz az állami tulajdon szerepének növelése és a végfelhasználói energia árának csökkentése volt. Hosszú távon azonban gyümölcsözőbb lenne a hangsúlyt a „jó” szabályozás kiépítése felé elvinni.

Fontos lenne a hálózatok (mind a gerinc-, mind a helyi hálózatok) és a termelők határozott szétválasztása (például MVM-MAVIR). A hálózatok üzemeltetése jó szabályozás esetén egyenlő hozzáférést biztosítana akár a meglévő termelőknek, akár az újonnan csatlakozó lakossági megújulóknak vagy egyéb új belépőknek, és nem befolyásolná a hozzáférést a régebbi termelők és az új belépők érdekkonfliktusa. Minden irányú egyenlő esélyű hálózatos hozzáférés esetén egy adott fogyasztó több versengő szolgáltatótól is vehetne gáz- vagy áramszolgáltatásokat, nem lenne effektív helyi monopólium a lakoságnál sem. Ez pedig lehetővé tenné azt, hogy a lakossági energiaárak ne legyenek szabályozottak. Az állam is felléphetne kereskedőként, ha a piaci kimenetet nem tartaná megfelelőnek, de bárki más is működhetne ezen a piacon. Ez azért is fontos, mert a lakossági energiapiac az okoshálózatok és a megújuló energia helyi lakossági termelésének várható felfutásával egyre „sokdimenziósabbá” válik. Az árazás is valószínűleg rugalmasabb lesz, és az egyedi körülmények függvényében más és más lehet a legjobb struktúra. Lesznek, akik továbbra is hajlandók az előre meghatározott árak biztonságáért többet fizetni, míg mások a rugalmasabb árázással költségmegtakarításokat érhetnek el. És egy napelemekkel rendelkező család vagy vállalat például jobban érdekelt a nem napos időszakokban uralkodó átlagos áramárban, mint az átlagos áramárban.

A gáz és még inkább az áram végfelhasználói kapcsán valószínűleg teljesen más árazási struktúrában érdemes gondolkodni, mint jelenleg. Most a fix díjak viszonylag alacsonyak, és a hálózatok fenntartását a folyó eladásokon elért nyereségekből kell fedezni. Ezért a nagykereskedelmi árakra rakott árrés fedezi a hálózat fenntartási költségeinek jó részét. Ez kevésbé probléma akkor, ha az áramárak stabilak, szabályozottak stb. Jelenleg azonban a nagykereskedelmi áramárak nagyon változékonyak, egyre gyakrabban előfordul például, hogy akár negatívak is lehetnek (a termelőknek kell fizetniük, hogy átvegyék az áramot tőlük). Az áringadozás a megújulóknak várható további terjedésével csak nőni fog, Magyarországon is. Negatív nagykereskedelmi ár esetén a fogyasztókat ösztönözni kellene a nagyobb fogyasztásra, de a rendszerhasználat finanszírozására beépített nagy árrés ezt erősen tompítja, és még rugalmasabb árazás esetén is tompítaná. Ennek

az árstruktúrának olyan hatása is van, hogy túlságosan ösztönzi a lakossági megújuló beruházásokat, hiszen a megtermelt áram a magas árréssel növelt végfelhasználói árral versenyez.

Hatékonyabb árstruktúra lenne a gáz és az áram esetében, ha volna egy viszonylag magas hálózati hozzáférési költség, amelyből biztosíthatók a hálózat fenntartásának költségei, és ekkor a kiskereskedelmi gáz és áram ára sokkal közelebb lehetne a nagykereskedelmi árakhoz – vagyis a jelenleginél sokkal alacsonyabbak lehetnének időátlagban. Ezt az átállást érdemes lenne összekötni az árazás rugalmasabbá tételével és a „okos” hálózati megoldások elterjesztésével. Az átállás hasonló lenne ahhoz, mint amilyen átalakulás a légiközlekedés piacon történt a „fapados” üzleti modellek megjelenésével: alacsonyabb átlagár, az egyes szolgáltatások külön értékesítése, személyre szabhatósága, ugyanakkor nagyobb változékonyság az árakban, az adott időszak kereslet/kínálati viszonyainak függvényében.

A rugalmas árazású szerződéseket választó fogyasztók esetében elképzelhető lenne akár nulla vagy negatív áramár is bizonyos időszakokban – nevezhetjük ezt „extrém rezsicsökkentésnek”, ha eltekintünk a magasabb fix költségektől. Ekkor nem lenne különösebb probléma az egyéni termelők által visszatáplált elektromos áram árazása sem (persze a rendszerszabályozók számára akkor is feladatot jelentene a mennyiségek változékonysága), és kialakulhatnának vállalati vagy akár lakossági üzleti modellek az alacsony vagy negatív árú áram hasznosítására.

A szabályozásnak ezenfelül is érdemes lenne ösztönöznie a hálózatok esetében az „okos” technológiák elterjedését, amelyek lehetővé teszik a távolról való leolvasást és szabályozást, azonnali árazást stb. Nagy eséllyel létre fognak jönni új piacok, mint például az elektromos áram tárolása (ebben az elektromos autók is fontos szerepet játszhatnak).

A fentiek viszonylag kicsi és jellemzően nem látványos lépések, sokkal kevésbé érdekesek, mint a „nagy projektek” (egy új erőmű vagy hosszú távú gázvezeték felépítése például), de a jelenleginél így is sokkal jobban működő energiapiacot eredményeznének. Sok érintett területen a „legjobb gyakorlat” szabályozás nincs meg, mert a körülmények folytonosan változnak és változni is fognak. Sok tere van tehát az innovációnak, amelyből Magyarország is kiveheti a részét.

HIVATKOZOTT SZAKIRODALOM

- BLOOMBERG 2017 *Solar Could Beat Coal to Become the Cheapest Power on Earth, 2017, bloomberg.com = [goo.gl/p6EzYn](https://www.google.com/search?q=goo.gl/p6EzYn)*
- EIA 2016 *Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2016, eia.gov = [goo.gl/XDpSul](https://www.google.com/search?q=goo.gl/XDpSul)*
- ENERGIASTRATÉGIA 2012 *Nemzeti energiastratégia 2030, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012, 2010-2014.kormany.hu = [goo.gl/jExwXm](https://www.google.com/search?q=goo.gl/jExwXm)*
- EPA 2014 *United States Environmental Protection Agency (EPA): Sulfur Dioxide Emissions, 2014, cfpub.epa.gov = [goo.gl/3wELYy](https://www.google.com/search?q=goo.gl/3wELYy)*
- GTM 2016 *GTM Research: 20 US States at Grid Parity for Residential Solar, 2016, greentechmedia.com = [goo.gl/KMb2GQ](https://www.google.com/search?q=goo.gl/KMb2GQ)*
- IEA 2016 *IEA raises its five-year renewable growth forecast as 2015 marks record year, 2016, iea.org = [goo.gl/j85NE3](https://www.google.com/search?q=goo.gl/j85NE3)*
- REKK 2014 *Atomerőművi beruházások megtérülése, 2014, rekk.hu = [goo.gl/rSnaed](https://www.google.com/search?q=goo.gl/rSnaed)*
- RENEWEECONOMY 2016 *Tesla's price shock: Solar + battery as cheap as grid power, 2016, reneweconomy.com = [goo.gl/TVdPSJ](https://www.google.com/search?q=goo.gl/TVdPSJ)*