

Héjjas István – Járosi Márton – Kacsó András

A megújuló energiahordozók alkalmazásának lehetőségei és korlátai

Chances and Limits to Application of Renewable Energies



Összefoglalás

Napi jelenség a jövő energetikai beruházásainak megítélésénél, hogy összecsap a közel hetvenéves múltira visszatekintő technikai-energetikai és közgazdasági nemzetközi tudományos gyakorlat a rövid távú profitérdekeket kiszolgáló, ideológiailag álcázott „támogatásvadászattal” a megújuló energiák alkalmazása terén. Gazdagabb országokban aktuálisan az utóbbi van előnyben. Hazánk folyamatosan a túlélésért küzd, nem engedhetünk meg magunknak túl sok hibát. Az alábbiakban a szerzők a megújuló energiák megítéléséhez kívánnak rövid, tényszerű információkat szolgáltatni, törekedve a politikai és ideológiai szempontok mellőzésére.

Summary

At the valuation of future energetical investments it used to be an every day phenomenon a fighting each-other the seventy years old technical-energetical, economical international scientific practice and the "support hunting" servicing short run profit interest shaped by ideology on the field of renewable energy application. The latter has some temporally advantages in relatively rich "developed countries". Our Homeland is fighting for surviving, so we don't let too much mistake for us. As follows the

DR. HÉJJAS ISTVÁN, szakértő, Energiapolitika 2000 Társulat (hejjas224@gmail.com), DR. JÁROSI MÁRTON, az Energiapolitika 2000 Társulat elnöke (drjarosi@enpol2000.hu), KACSÓ ANDRÁS, az Energiapolitika 2000 Társulat alelnöke (kacso.band@gmail.com).

authors would like to supply some short correct informations trying to neglect political and ideological aspects.

BEVEZETŐ GONDOLATOK

Az Európai Unió alapvető politikai célja a klímavédelem, kiemelten favorizálva és támogatva a megújulóenergia-termelést elsősorban a villamosenergia-piacon. Ugyanakkor a fejlett nukleáris ipar háttérbe szorult, a hagyományos villamosenergia-termelés befektetői környezete előnytelenül változott a csökkenő nagykereskedelmi árak miatt, sőt a végfelhasználói árak még növekedtek is a megújuló energiák támogatása miatt, az ellátásbiztonság viszont romlott.

A nagykereskedelmi árak szintje az EU-ban és hazánkban is olyan alacsony, hogy önmagában nem biztosítja semmilyen termelő beruházás megtérülését, sőt nem nyújt fedezetet a komolyabb felújításokra, rekonstrukciókra sem. Általában nem működik a termelői kapacitások rendelkezésre állásának ösztönzése. Ez nemcsak az új beruházások elmaradását vetíti előre, hanem azzal a veszéllyel is jár, hogy a befektetők kivonulnak a piacról, mint ahogy ennek jelei Németországban már megfigyelhetők. Célszerű lenne egy egyeztetett, lehetőleg közös kapacitástámogatási rendszert létrehozni a regionális piac országai – kiemelten a visegrádi országok – számára.

A piac torzulásának egyik alapvető oka a megújuló energiák kivételezett kezelése. Fontos lenne ezen berendezések működését integrálni a villamosenergia-piacba, abbahagyva kiemelt támogatásukat. Ezek a problémák indokolják, hogy európai tekintésben elemezzük a megújuló energiahordozók alkalmazásának lehetőségeit és korlátait, elősegítve ezzel a tisztánlátást, e források reális alkalmazási lehetőségeinek megítélését.

A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ÁTTEKINTÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A „megújuló” energia értelmezése. Az interneten olvasható definíció szerint¹ a megújuló energiaforrás olyan közeg, természeti jelenség, melyből energia nyerhető ki, és amely akár naponta többször ismétlődően rendelkezésre áll, vagy jelentősebb emberi beavatkozás nélkül legfeljebb néhány éven belül újratermelődik. Eszerint a megújuló energiaforrások használata összhangban van a fenntartható fejlődés követelményeivel.

Kérdés azonban, hogy igazak-e ezek az állítások, hiszen már maga a megnevezés is félrevezető. Az energia ugyanis nem újul meg, legfeljebb megjelenési formáját tekintve átalakul, és máshová áramlik az energia megmaradásának törvénye alapján. A „megújulás” tehát azt jelentené, hogy rendelkezésre áll olyan energiaforrás, amelyből „büntetlenül” vehetünk ki akármennyi energiát. Csakhogy létezik-e ilyen? Az ilyen energiaforrások – mint például a nap- és szélenergia – funkciója ugyanis az, hogy működtetik a bioszféra folyamatait, és ha ezeket az energiákat túlzott mértékben vonjuk ki a bioszférából, annak működése sérülhet.

Biomassza, biogáz, hulladékok.^{2, 3} Szerves hulladékok elégetésével jelentős hőenergia állítható elő, amely fűtésre, meleg víz készítésére és villamosenergia-termelésre is hasznosítható. Szerves anyagok bomlásakor keletkező biogázból is lehet termelni villamos energiát, esetleg a gázt földgázzal keverve. A növényi eredetű biomassza elégetése azért „környezetbarát”, mert ezek elégetésekor éppen annyi CO₂ kerül a levegőbe, amennyit a növény a növekedése során a levegőből kivont. Figyelembe kell azonban venni, hogy bármit égetünk el, minden gáznemű égéstermék, kivétel nélkül, üvegházhatású gáz. Az elégetett nitrogént a növény a talajból vonta ki, amit azután nitrogéntartalmú műtrágyával kell pótolni, amelynek előállítása nagyon jelentős üvegházhatású gáz kibocsátásával jár.

Vízenergia. Üvegházhatású gázokat nem kibocsátó, a vizek mozgási és potenciális energiájának hasznosítása elsősorban villamos energia előállítására. Vízenergia nyerhető vízfolyások duzzasztásával, mozgási energiájuk átalakításával, valamint tengerpartokon, a hullámenergia hasznosításával. A világ „megújuló” energiafelhasználásának nagy többsége vízenergia.

*Geotermia*⁴. A geotermikus energia alapvetően a Föld belsejében zajló nukleáris folyamatokból ered. A felfelé haladó áramlások adják át a hőenergiát a földkéregnek, amelyben lassú hővezetési energiaáramlás zajlik a felszín felé. A négyzetkilométerenkénti átlagos hőáram 35–125 kW/km² között van. A geotermikus energia nem tévesztendő össze a talajhővel, mely a talaj óriási hőtehetetlenségének köszönhető. Az itt kinyert hőenergia utánpótlása túlnyomórészt nem a valódi geotermikus energiából, hanem a nagyságrendekkel nagyobb intenzitású napsugárzásból ered. A geotermiát helyi hőigények kielégítésére célszerű használni. Ha villamos energiát akarunk termelni igazi geotermikus energiából, akkor ehhez 4–6 km mélységű fúrások kellene, ahol már a kőzetek hőmérséklete 200 °C fok felett van. A mélyfúrás nagyon költséges vállalkozás, és ha nem megfelelő, a ráfordítás kárba vész. Gondoskodni kell a kitermelt víz lehűlése után annak visszasajtolásáról a talajba.

Szélenergia. A szeleróművek a levegő mozgási energiáját alakítják át mechanikai, majd villamos energiává. Működési elvük lényegében azonos, határfokok, tényleges teljesítményük és villamosenergia-termelésük a szélesebségtől, annak időbeni eloszlásától és a szerkezeti kialakítástól függ. Rendelkezésre állásuk azonban alacsony.⁵ Mivel a szeleróművek élettartama 25-30 év körül van, a selejtezésük után a lebontásuk hatalmas környezetterheléssel és CO₂-kibocsátással jár, ezért az egységnyi megtermelt villamos energiára vetített „ökológiai lábnyomuk” kb. egy nagyságrenddel nagyobb, mint atomeróművek és vízeróművek esetén.

Napenergia. A Napból hatalmas mennyiségű energia sugárzik a Földre, amely az emberiség energiafogyasztásának legalább 2000-szerese, ezért a napenergia hasznosítását érdemes komolyan venni, annak ellenére, hogy a napsugárzás erőssége ingadozik, és az energiasűrűség viszonylag alacsony. A leggazdaságosabb a hőenergiaként történő hasznosítás fűtéshez és meleg víz készítéséhez.

*A megújuló energetikai értékelése.*⁶ Az ún. „megújuló” energiák hasznosságát azzal is szokás alátámasztani, hogy energiájuk „ingyen” van, olcsóbb, mint a hagyományos. Ebből a szempontból a legmarkánsabb felhasználás a villamosenergia-ellátás. A villamos energia árában nem a primer energiahordozó ára a legnagyobb költségtényező,

hanem a technológia. Mivel a villamos energiának van a legnagyobb használati értéke, és a legkomplexebb folyamat az előállítása, a továbbiakban példaként ezt elemezzük.

Villamosenergia-termelés esetén a költségeket és a környezetterhelést is az erőmű teljes életciklusára kell figyelembe venni, és a megtermelt összes villamos energiára kell vetíteni.⁷ Ebbe beletartozik az erőmű létesítésének költsége, az üzemben tartás és termelés költsége, valamint az élettartam lejárta után az erőmű lebontásának, a környezet helyreállításának költsége, a hátramaradt veszélyes hulladékok ártalmatlanítása is. Ebbe a kalkulációba azt is bele kell számítani, hogy az erőmű hogyan befolyásolja a villamos hálózat működésének stabilitását, milyen további műszaki intézkedések szükségesek a hálózat stabil működése érdekében.

Az egyes villamosenergia-termelési források termelési átlagköltségét és rendszerbe illesztési költségeit részletesen tárgyalja a William D'haeseleer által vezetett bizottság tanulmánya,⁸ mely az Európai Bizottság (EC) DG Energy megbízásából készült. A dokumentum elsősorban a nukleárisenergia-termeléssel foglalkozik, de a német anyagok részletesen tárgyalják az egyéb források – köztük a megújulók – költségeit is, és a kapcsolódó externális költségeket. Az 1. és 2. táblázat a tanulmányból származik, és a „telephelyszintű” átlagköltségeket 2012-s USD-ben kifejezve, illetőleg egy, a vizsgált országokra jellemző energiamix költségét a megújulók függvényében mutatja be. Az eredmények drámaian tragikusak! Önmagában az egyes típusok átlagköltsége javulhat, de a rendszerhatásuk gazdasági öngyilkossággal ér fel.

Klímaváltozással kapcsolatos kérdések. A megújuló energiák alkalmazása melletti fő érv az éghajlatváltozással kapcsolatos hatás kiküszöbölése, amelyért főleg a szén-dioxid-kibocsátást teszik felelőssé. Bár a klímaváltozás ténye nem, vagy egyre kevésbé vitatható, de az vitatható, hogy ebben mekkora az emberi tevékenység szerepe.^{9,10}

A Föld több mint négy és fél milliárd éves történetében a klíma folyamatosan változott, és ma is változik. Ennek során mintegy 10-12 ezer év óta kifelé megyünk a legutóbbi jégkorszakból. Azt is tudjuk, hogy ilyenkor legalább 30-50 ezer év időtartamú fokozatos melegedés szokott következni. A hosszú távú éghajlat-változási ciklusokat a Föld Nap körüli pályájának, valamint a forgási tengely dőlési szögének ingadozása okozza. Ezt a feltárt földtörténeti adatok mintegy 5 millió évre visszamenőleg alátámasztják.¹¹

A hosszú távú ciklusokon belül rövid távú ingadozások is vannak, és ezeket több olyan tényező okozza, amelyekben az emberi tevékenységnek valóban lehet némi szerepe. Ami az üvegházhatást illeti, annak túlnyomó részét nem a szén-dioxid, hanem a vízgőz okozza. Az éghajlatot és az időjárást jelentősen befolyásolják az atmoszférában zajló intenzív áramlások is.

Ha valóban fontos lenne a CO₂-emisszió csökkentése, akkor is kérdés, hogy mi az EU globális hatása. Tudjuk, hogy a teljes globális emisszióban a mesterséges emisszió részaránya legfeljebb 15% körül lehet. Az EU-kibocsátás a teljes emisszióknak csupán legfeljebb 1-2%-át teszi ki. Azt is figyelembe kell venni, hogy a szén-dioxid a teljes üvegházhatásban kb. 20%-kal vesz részt. Ebből pedig az következik, hogy az EU mindössze 0,4%-kal tudja befolyásolni a globális üvegházhatást. Ha az emberiség komolyan csökkenteni akarja az üvegházhatású gázok emisszióját, akkor ennek igen hatásos, gazdaságilag a fentieknél lényegesen kedvezőbb opciója a nukleárisenergia-termelés.

1. táblázat: Telephelyszintű jellemző átlagköltségek erőműtípusok szerint néhány ország esetében

| | Plant-level costs (USD/MWh) | | | | | |
|-------------------|-----------------------------|------|-------|--------------|---------------|-------|
| | Nuclear | Coal | Gas | Onshore wind | Offshore wind | Solar |
| Finland | 73,8 | 71,6 | 88,1 | 111,0 | 158,4 | 488,3 |
| France | 72,2 | 85,7 | 87,3 | 110,8 | 143,2 | 413,4 |
| Germany | 67,8 | 85,7 | 87,3 | 119,5 | 158,4 | 249,3 |
| Republik of Korea | 42,3 | 69,4 | 92,3 | 111,0 | 174,2 | 222,3 |
| United Kingdom | 86,0 | 94,3 | 105,7 | 113,4 | 137,4 | 363,7 |
| United States | 63,6 | 75,5 | 74,3 | 93,2 | 114,2 | 214,9 |

Forrás: William D'haeseleer: *Synthesis on the Economics of Nuclear Energy. Study for the European Commission, DG Energy, November 27, 2013.*

2. táblázat: A szél- és napenergia részarányának hatása a villamosenergia-ellátás átlagköltségének növekedésére néhány ország esetében

| | | Total cost of electricity supply (USD/MWh) | | | | | | |
|---------|----------------------------------|--|-----------------------|---------------|--------------|-----------------------|---------------|--------------|
| | | Ref. | 10% penetration level | | | 30% penetration level | | |
| | | Conv. mix | Wind onshore | Wind offshore | Solar | Wind onshore | Wind offshore | Solar |
| Finland | Total cost of electricity supply | 75,9 | 81,2 | 86,5 | 121,8 | 93,5 | 109,0 | 215,9 |
| | Increase in plant level cost | | 3,5 | 8,2 | 41,2 | 10,5 | 24,7 | 123,7 |
| | Grid level system costs | | 1,8 | 2,3 | 4,7 | 7,1 | 8,3 | 16,3 |
| | Cost increase | | 5,3 | 10,6 | 45,9 | 17,6 | 33,1 | 140,0 |
| France | Total cost of electricity supply | 73,7 | 79,5 | 82,9 | 112,0 | 92,1 | 102,5 | 189,6 |
| | Increase in plant level cost | | 3,7 | 6,9 | 34,0 | 11,1 | 20,8 | 101,9 |
| | Grid level system costs | | 2,0 | 2,3 | 4,3 | 7,2 | 7,9 | 14,0 |
| | Cost increase | | 5,8 | 9,2 | 38,3 | 18,3 | 28,8 | 115,9 |
| Germany | Total cost of electricity supply | 80,7 | 86,6 | 91,3 | 101,2 | 105,5 | 116,9 | 156,2 |
| | Increase in plant level cost | | 3,9 | 7,8 | 16,9 | 11,6 | 23,3 | 50,6 |
| | Grid level system costs | | 1,9 | 2,8 | 3,6 | 13,2 | 12,9 | 24,9 |
| | Cost increase | | 5,8 | 9,2 | 38,3 | 18,3 | 28,8 | 115,9 |
| UK | Total cost of electricity supply | 98,3 | 101,7 | 105,6 | 130,6 | 111,9 | 123,6 | 199,4 |
| | Increase in plant level cost | | 1,5 | 3,9 | 26,5 | 4,5 | 11,7 | 79,6 |
| | Grid level system costs | | 1,9 | 3,4 | 5,8 | 9,1 | 13,6 | 21,5 |
| | Cost increase | | 3,4 | 7,3 | 32,3 | 13,6 | 25,3 | 101,1 |

Forrás: William D'haeseleer: *Synthesis on the Economics of Nuclear Energy. Study for the European Commission, DG Energy, November 27, 2013.*

AZ EURÓPAI UNIÓ MEGÚJULÓENERGIA-POLITIKÁJA

A megújuló energiák hasznosításán belül az egyik leginkább hatékonynak tűnő terület a villamosenergia-ellátás. Az Európai Bizottság 2010-es határozata szerint a tagországoknak kell kidolgozni a saját Nemzeti Cselekvési Tervet megújuló energiákra 2020-ig.¹² Az EU célja az volt, hogy 2020-ra a végső energiafogyasztásban ezek 20%-ot érjenek el. A villamosenergia-fogyasztás területén a 2010-re elért majd 20%-ról 2020-ig 34%-ra kellene növelni a megújulók arányát. A 3. és 4. táblázat a fentieket részletezi és szemlélteti.

3. táblázat: Az EU és a tagállamok célkitűzése/vállalása a megújuló energiák arányára (%)

| | EU-27 | BE | BG | CZ | DK | DE | EE | IE | EL | ES |
|------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2011 tény | 13,0 | 4,1 | 13,8 | 9,4 | 23,1 | 12,3 | 25,9 | 6,7 | 11,6 | 15,1 |
| 2020 célkitűzés | 20,0 | 13,0 | 16,0 | 13,0 | 30,0 | 18,0 | 25,0 | 16,0 | 18,0 | 20,0 |
| | FR | IT | CY | LV | LT | LU | HU | MT | NL | AT |
| 2011 tény | 11,5 | 11,5 | 5,4 | 33,1 | 20,3 | 2,9 | 8,1 | 0,4 | 4,3 | 30,9 |
| 2020 célkitűzés | 23,0 | 17,0 | 13,0 | 40,0 | 23,0 | 11,0 | 13,0 | 10,0 | 14,0 | 34,0 |
| | PL | PT | RO | SI | SK | FI | SE | UK | | |
| 2011 tény | 10,4 | 24,9 | 21,4 | 18,8 | 9,7 | 31,8 | 46,8 | 3,8 | | |
| 2020 célkitűzés | 15,0 | 31,0 | 24,0 | 25,0 | 14,0 | 38,0 | 49,0 | 15,0 | | |

4. táblázat: Az EU-ban beépített megújuló villamosenergia-kapacitás 2011-ben (MW)

| | EU-27 | BE | BG | CZ | DK | DE | EE |
|------------------------|---------|------|--------|--------|--------|--------|------|
| Vízenergia | 146 768 | 1426 | 3 108 | 2 197 | 9 | 11 562 | 5 |
| Szélenergia | 94 099 | 1069 | 541 | 213 | 3 951 | 29 071 | 180 |
| Napelem | 52 066 | 1391 | 154 | 1 913 | 17 | 25 039 | – |
| Fa, fahulladék | 16 874 | 701 | – | 306 | 920 | 2 148 | 63 |
| Városi hulladék | 6 158 | 240 | – | 43 | 295 | 1 486 | – |
| Bioüzemanyag | 7 191 | 129 | 5 | 177 | 77 | 3 233 | 4 |
| Geo+tenger | 1 011 | – | – | – | – | 7 | – |
| | IE | EL | ES | FR | IT | CY | LV |
| Vízenergia | 529 | 3224 | 18 540 | 25 332 | 21 737 | – | 1576 |
| Szélenergia | 1 631 | 1640 | 21 547 | 6 691 | 6 918 | 134 | 36 |
| Napelem | – | 609 | 5 481 | 2 760 | 12 773 | 10 | – |
| Fa, fahulladék | 5 | – | 563 | 324 | 421 | – | 5 |
| Városi hulladék | – | – | 224 | 910 | 742 | – | – |

| | IE | EL | ES | FR | IT | CY | LV |
|------------------------|------|------|------|------|------|--------|------|
| Biogázéromű | 34 | 45 | 209 | 233 | 732 | 9 | 25 |
| Bio üzemanyag | – | – | – | – | 736 | – | – |
| Geo+tenger | – | – | – | 242 | 728 | 7 | – |
| | LT | LU | HU | MT | NL | AT | PL |
| Vízéromű | 876 | 1134 | 55 | – | 37 | 13 211 | 2346 |
| Szélerőmű | 202 | 45 | 331 | – | 2316 | 1 080 | 1800 |
| Naperőmű | – | 41 | 4 | – | 145 | 317 | 1 |
| Fa, fahulladék | 18 | – | 436 | – | 713 | 2 394 | 175 |
| Városi hulladék | – | 19 | 38 | – | 649 | 459 | – |
| Biogázéromű | 15 | 10 | 45 | – | 217 | 607 | 102 |
| Bioüzemanyag | – | – | – | – | 17 | 25 | – |
| Geo+tenger | – | – | – | – | – | 1 | – |
| | PT | RO | SI | SK | FI | SE | UK |
| Vízéromű | 5551 | 6483 | 1253 | 2523 | 3156 | 16 478 | 4420 |
| Szélerőmű | 4256 | 988 | – | 3 | 199 | 2 769 | 6488 |
| Naperőmű | 170 | – | 57 | 189 | 7 | 12 | 976 |
| Fa, fahulladék | 478 | 26 | 33 | 171 | 1910 | 3 397 | 1667 |
| Városi hulladék | 76 | – | – | 5 | – | 571 | 401 |
| Biogázéromű | 44 | 4 | 21 | 21 | – | 4 | 1189 |
| Bio üzemanyag | – | – | – | – | – | – | – |
| Geo+tenger | 25 | – | – | – | – | – | – |

Az európai villamosenergia-ellátásban három támogatási forma különíthető el a megújulóakra a kötelező piaci átvétel mellett:

– A termékek fogyasztói árában elismert támogatási formák (járulékok, illetékek, adók stb.);

– A termékek létrehozásának és fenntartásának költségeihez való hozzájárulás;

– A bizonyos mérethatár felett igen tekintélyes externális költségek átvállalása.

A megújuló villamos energia termelésének fejlesztése az EU-28-ban. Tart a vita, hogy milyen támogatási rendszerekkel lehetne a leghatékonyabban elérni a kitűzött célt. Mind a 28 tagállam saját támogatási rendszert használ az ellátási területére. Ugyanakkor sajnálattal kell megállapítani, hogy a piaci reakciók hatása alól szinte teljesen mentesülnek a megújuló energiát hasznosító erőművek. A 2021 és 2030 között (5%-os diszkontálással a 2020. évre) szükséges többletberuházási költség a célok eléréséhez 68–93 Mrd €2010, a CO₂-céloknál 125–166 Mrd €2010. Ezek az összegek nem tartalmazzák a rendszerbiztonság miatt szükséges hálózatépítéseket és kiegészítő erőmű-kapacitásokat. Csak Németországban több száz milliárd euróra becsüli a villamosenergia-iparág ezeket a további költségeket.

5. táblázat: Beépített szélenergia-kapacitások az EU-ban (MW)

| Év végi tény | CR | BE | BG | CZ | DK | DE | EE |
|--------------|------|------|--------|------|------|--------|--------|
| 2011 | | 1078 | 516 | 217 | 3956 | 29 071 | 184 |
| 2012 | 180 | 1375 | 674 | 260 | 4162 | 30 989 | 269 |
| 2013 | 302 | 1651 | 681 | 269 | 4772 | 33 730 | 280 |
| Év végi tény | IE | EL | ES | FR | IT | CY | LV |
| 2011 | 1614 | 1634 | 21 674 | 6807 | 6878 | 134 | 179 |
| 2012 | 1749 | 1749 | 22 784 | 7623 | 8118 | 147 | 26 |
| 2013 | 2037 | 1865 | 22 959 | 8254 | 8551 | 147 | 279 |
| Év végi tény | LT | LU | HU | MT | NL | AT | PL |
| 2011 | 48 | 45 | 329 | 0 | 2272 | 1 084 | 1 616 |
| 2012 | 60 | 58 | 329 | 0 | 2391 | 1 377 | 2 496 |
| 2013 | 62 | 58 | 329 | 0 | 2693 | 1 648 | 3 390 |
| Év végi tény | PT | RO | SI | SK | FI | SE | UK |
| 2011 | 4379 | 982 | 0 | 3 | 199 | 2 899 | 6 556 |
| 2012 | 4529 | 1905 | 0 | 3 | 288 | 3 582 | 8 649 |
| 2013 | 4724 | 2599 | 2 | 3 | 448 | 4 470 | 10 531 |

– A német megújulóenergia-törvény (Energiewende)¹³ következtében messze a legnagyobb az állomány és a növekedés Németországban, súlyos gondokat okozva.¹⁴

– Meglepő a UK, Franciaország viszonylagos lemaradása, pedig a geográfiai adottságaik lényegesen jobbak, mint a németeknek.

6. táblázat: A fotovoltaikus kapacitások dinamikája az egyes EU-országokban (MW csúcs)

| Ország | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Germany | 9,959 | 17,370 | 24,875 | 32,698 | 36,013 |
| Italy | 1,157 | 3,478 | 12,764 | 16,361 | 17,614 |
| Spain | 3,438 | 3,808 | 4,214 | 4,516 | 4,705 |
| France | 335 | 1,054 | 2,831 | 4,027 | 4,697 |
| Belgium | 574 | 787 | 1,812 | 2,649 | 2,983 |
| U. K. | 30 | 75 | 1,014 | 1,657 | 2,739 |
| Greece | 55 | 205 | 631 | 1,543 | 2,585 |
| Czech | 463 | 1,953 | 1,959 | 2,022 | 2,132 |
| Romania | 0,6 | 2 | 2,9 | 49 | 1,022 |
| Bulgaria | 6 | 17 | 132 | 933 | 1,019 |
| Austria | 53 | 103 | 173 | 421 | 690 |

| Ország | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------|
| Netherlands | 68 | 97 | 118 | 321 | 665 |
| Slovakia | 0,2 | 144 | 488 | 517 | 537 |
| Denmark | 5 | 7 | 16 | 391 | 531 |
| Portugal | 102 | 131 | 143 | 228 | 281 |
| Slovenia | 9 | 36 | 90 | 217 | 254 |
| Sweden | 9 | 10 | 18 | 23 | 43 |
| Cyprus | 3 | 6 | 10 | 17 | 34 |
| Malta | 2 | 2 | 11 | 18 | 24 |
| Croatia | 12 | 16 | 16 | 21 | 24 |
| Hungary | 0,7 | 2 | 4,1 | 3,7 | 15 |
| EU (GWP) | 15,86 | 29,33 | 51,36 | 68,64 | 78 |

– A németek itt is kiemelkednek, nem törődve a rendszerbiztonsági kérdésekkel és a kiugróan magas támogatási költségekkel.

– A csehek lelkesedése addig tartott, mígnem rádöbbentek az aránytalan többlet-költségre.

– Meglepő a viszonylag mérsékelt görög, portugál, horvát, ciprusi, máltai lelkesedés.

A villamosenergia-rendszer szabályozási többletfeladatai, gondjai. A villamosenergia-el-látó rendszerek működését számos véletlenszerű hatás terheli. Ezek többsége évti-zedek óta ismert, kezelésük megoldott. A nap- és szél erőművek működése hasonló zavarásokat jelent, de amíg ezeknek a mértéke összemérhető a már meglévőkkel (kb. 10-15% kapacitás-részarányig, ami megfelel 3-5% energiaarányának), a rendszer-irányítók a problémát általában kezelni tudják. Ha ezt a szintet jelentősen megha-ladják az új zavarok, annak már súlyos technikai és/vagy gazdasági következményei lehetnek.

7. táblázat: A szél- és napenergia (PV) spontán flexibilitása Németországban (2011)

| | Szél | | PV | | Szél+PV | |
|---------------------------|--------|-----|---------|----|---------|-----|
| | MW | % | MW | % | MW | % |
| Beépített kapacitás | 29 075 | | 24 990 | | 54 065 | |
| Max. kinyerhető kapacitás | 22 795 | 78 | 13 939 | 56 | 26 479 | 49 |
| Mín. kinyerhető kapacitás | 266 | 0,9 | 0 | 0 | 402 | 0,7 |
| Átlagos teljesítmény | 5 145 | 18 | 4 390 | 18 | 7 374 | 14 |
| Max. növekmény/1 óra | 4 348 | | 3 319 | | 4 348 | |
| Max. növekmény/5 óra | 7 744 | | 12 228 | | 13 907 | |
| Max. csökkenés/1 óra | -4 723 | | -3 299 | | -4 723 | |
| Max. csökkenés/5 óra | -8 507 | | -11 863 | | -14 966 | |

Forrás: BDEW.

A problémák kvantitatív érzékeléséhez jó tájékoztatást nyújt az EURELECTRIC 2012. decemberi tanulmánya.¹⁵ Ebben a német BDEW kutatóintézete Németországra vonatkozóan a 2011. évi tényadatok felhasználásával, a 7. táblázatban összefoglalt értékeket közölte, melyek iránymutatóak az aktuálisan jelentkező szabályozási problémákra is, arányosítva a 2014-es értékek alapján.

Látható, hogy akár 20 GW-os teljesítménylépcsőt is ki kellett szabályozni Németországban. A rendszer stabilitása szempontjából ennél érdekesebb a változások tranziense. Az alsó négy sor ezt érzékelteti. Azóta a helyzet vélhetően tovább romlott, hiszen 2013 végére 33,7 GW szél- és 36,0 GW PV-kapacitás, együttesen közel 70 GW épült be, ez a vizsgálatban szereplőnél 30%-kal nagyobb, ami tovább növeli a szabályozási gondokat. 2014-ben a növekedés kisebb, de korántsem állt le.

Németország szél- és naperőmű-kapacitásait, de különösen az előbbi döntően olyan területeken fejleszti, ahol viszonylag kismértékű a fogyasztás (egyre inkább az Északi- és a Balti-tengeren, illetőleg a tengerpartokon). A nagy fogyasztású területeken (elsősorban Dél-Németországban) ugyanakkor relatív teljesítményhiány van. Ennek oka részben az atomerőművek leállítása, részben a hagyományos erőművek piacra jutásának romló helyzete, az alacsony nagykereskedelmi árak miatt.

Jelentős szél- és naperőmű-termelés esetén a többletenergiát „le kell nyelni”. Erre gyakorlatilag csak az a lehetőség, hogy az energia dél felé áramlik. Ennek egy része a környező országok villamosenergia-rendszereit veszi igénybe. Ahol ezzel nemcsak a hálózati veszteség nő, hanem az egyes elemek túlterhelődésének veszélye is. A rendszerüzemzavar és az ebből adódó kiterjedt és tartós korlátozás (blackout) valószínűsége folyamatosan növekszik.

Villamosenergia-kapacitási viszonyok Európában. Az Európai Unió által kialakított villamosenergia-piac egyik lényeges eleme volt, hogy a kereskedési terméket egyetlen paraméterrel, az energiával (MWh) határozta meg. Az elgondolást támogatta az átmenetileg bőséges kapacitási helyzet az akkori EU-tagállamokban. Időközben a kapacitásbőség megszűnt. A piaci hatásoknak ki nem tett megújuló energiák rohamos terjedése szűkíti a villamosenergia-piacot, esnek a nagykereskedelmi árak, számos berendezés relatíve gazdaságtalanná válik, selejtezésre kerül, és csökken a rendelkezésre álló kapacitás, helyenként a szükséges szint alá. A megújulók terjedésével ugyanakkor növekszik az igény azok spontán visszaterhelődése esetén a pótlásra, illetőleg a szabályozási funkciók ellátására.

Mivel a befektetők a bizonytalan és nem túl optimista piaci környezetben óvakodnak a kockázatos beruházásoktól, ezért a regulátorok körében egyre gyakrabban felvetődik valamiféle kapacitáspiac létrehozása, de legalábbis beruházásösztönzés a szükségesnek vélt új kapacitások biztosítására a hagyományos erőművek körében. Az EURELECTRIC korábban említett tanulmánya foglalkozik ezzel a kérdéssel, bemutatva és értékelve az egyre súlyosabb helyzetet.

Az Európai Bizottság (EC) munkaaanyaga. A témában lényeges fejlemény az EC munkaaanyaga,¹⁶ melyet Joaquin Almunia, a versenyügyek akkori biztosa mutatott be, *Forrásoldali megfeleléség a belső villamosenergia-piacon – iránymutatás a közösségi beavatkozásra* címen. A dokumentum nem zárja ki a beavatkozást a piac jelenlegi állapotába, sőt füg-

gelékként közli a vizsgálati szempontok egy részletes gyűjteményét (checklist), mely az anyag elfogadása esetén az egyes beavatkozások értékelését (elfogadtatását a Bizottsággal?) segítheti. Felvázolja a tervezési szempontokat, amire a diszkriminációmentesség és a piacvédelem a jellemző. Végül röviden utal a finanszírozásra, és eszmecserére szólít fel a témában a tagállamokkal. Azóta újabb fejlemény nincs.

A szén-dioxid-kibocsátási kvóták szerepe. A kibocsátási kvóták piacán (ETS) a kvóták ma nagyon alacsony árszinten cserélnek gazdát. Jellemző a 4–7 euró/t (EUA típusú), szemben a „vagyott” 15–20 euró/t értékkel. Ez a helyzet előnyös a szénerőműveknek és az energiaigényes iparágaknak, de hátrányos a villamos energia nagykereskedelmi árának és a gáztüzelésű egységeknek. Komoly törekvés van a piacról – átmenetileg – kivonni 900 ezer tonna kvótát, amitől azt remélik, hogy növekszik majd a kvótaértékesítés árszínvona. A gond az, hogy ha bekövetkezik, akkor munkahelyek veszhetnek el (energiaigényes iparágak kivonulnak Európából), de talán még rosszabb opció annak lehetősége, hogy a kivonás ellenére semmi nem változik, hiszen a becslések szerint a „fölösleges” kvóta már eléri a 2 millió tonnát! Összefoglalóan: a kvótakereskedelem szerepe marginalizálódott.

Mi várható az EU-ban? Sajnos meglehetősen nagy a különbség a piaci szereplők és a Bizottság véleménye között. Úgy tűnik, túlságosan nagy erők állnak a Brüsszelben működő hivatalnokok mögött, és saját profitérdekeik kizárólagosságától vezetettve „fogják az azok ceruzáját”. Közben egy újabb veszély körvonalazódik. A villamosenergia-piacon működő társaságok egy része mintha belefáradna a reménytelen küzdelembe és a növekvő veszteségekbe. Egyre több erőművet zárnak be, eresztik szélnek a szakembereket, és olyan intézkedések látnak napvilágot, melyek a piac elhagyására utalnak. Még ha gyökeres változás következne is be a jövőben, ezek a folyamatok nem fordíthatók vissza kellő gyorsasággal. Korrekciós lehetőség csak évtizedes távlatban várható, pl. a leállítani kívánt német és francia atomerőművek élettartam-hosszabbításával.

Természetesen felvethető, hogy miért nem bízunk a gazdaság felfutásában és a kapcsolódó igény- és árszintnövekedésben. Napjainkban is, a német tőzsdén az árak élénken reagálnak a relatív piacnövekedésre. Akár 50%-os ugrás is előfordul, ha a szél- és naperőművek napi csúcsteljesítménye a kvázi maximális 35–40 GW-ról 10 GW alá esik (ez is mutatja, hogy a piac gyógyításának kulcskérdése a megújuló források helyes kezelése). Érdemi tartós piacnövekedésre sajnos nem számíthatunk, hiszen a mérsékelt GDP-növekedés, a lakosság csökkenése és átstrukturálódása, valamint az energiahatékonyság-növelés és energiatakarékosság sikere ezt nem indokolja.

MAGYARORSZÁG MEGÚJULÓENERGIA-POLITIKÁJA

A karbonmentes energia felhasználásával kapcsolatos EU-s célkitűzések hatással voltak/vannak Magyarországra is. 2010 előtt az erre adott kormányzati válasz a kritika nélküli megfelelés, megalapozatlan, voluntarista megújulóenergia-politika volt.¹⁷ 2010 után a kormányzat ezt igyekezett korrigálni. Ennek jegyében készült a *Fenntarthatóság felé való átmenet nemzeti koncepciója*, melyet a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács állított össze, és része az Országgyűlés elé terjesztett, általa jóváhagyott¹⁸ *Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégia*.¹⁹ A dokumentumot függelék egészíti ki, mely a *Nemzeti*

erőforrásaink helyzetével és a Fenntarthatóság mérésével foglalkozik. Néhány szempontot – témánkra vonatkozóan – érdemes kiemelni.

A fenntartható fejlődés értelmezése. „A fenntarthatóság az emberiség jelen szükségleteinek kielégítése, a környezet és természeti erőforrások jövő generációk számára történő megőrzésével egyidejűleg.” (Tokió, 2000, a Világ Tudományos Akadémiáinak Nyilatkozata.) A dokumentum ezt a definíciót adaptálja korunk körülményeire: „...az egyéni jó élet és a közjó biztosításának feltételeit az adott időpillanatban saját jólétét megteremtő generáció nem éli fel [...] bővíti azokat.” A helyzet megoldása az értékek megőrzése mellett azok módosítása a külső kényszereknek megfelelően. „Egy nemzet fenntartható fejlődési stratégiája ennek a kulturális alkalmazkodásnak a terve, zsinórmértéke.” A dokumentum négy alapvető erőforrást emel ki, amelyet fenn kell tartani.

– *Az emberi erőforrások:* a népesség megújulóképesége, korösszetétele, mobilitása, egészsége, az egyenlőtlenségek mértéke. Magyarország e téren nagyon rossz és egyre romló állapotban van.

– *A társadalmi erőforrások:* a magyar társadalomban ebből a szempontból ellentmondásos viszonyok vannak.

– *A természeti erőforrások:* a nemzetközi trendekkel összhangban, hazánkban is egyre kisebb területre szorul vissza a természetes környezet.

– *A gazdasági erőforrások:* folyamatosan fejlődik a vállalkozási kultúra, de ugyanakkor magas a magyar gazdaság nemzetközi kitettsége.

A dokumentum a fentieket kibontja, elemzi, és javaslatokat ad a helyzet javítására. Tárgyalja a fenntarthatóság intézményeit, és felhívja a figyelmet a fenntarthatóság mérésének fontosságára, melyre útmutatást ad. Alapvető ellentmondásra világít rá az anyag: maximálisan ki kell használni a hazai természeti erőforrásokat – így a megújuló energiaforrásokat is –, de legalábbis fel kell rá készülnünk. Ugyanakkor a gazdasági hatékonyságot mint elsőrendű szempontot kell kezelni, mert a gazdasági erőforrások elherdálása minden egyéb törekvést lehetetlenné tehet.

Villamosenergia-iparág. Hazánkat vizsgálva a villamosenergia-iparágban vegyes képet kapunk. A pillanatnyi helyzet stabilnak tűnik, a jelentkező gondok az ellátásban részt vevő társaságok szintjén megoldódnak. Mivel jelentős az állami tulajdon részaránya az ellátórendszerben, a társadalompolitikai célokat is szolgáltni tudja az iparág. A jelenlegi helyzet pozitívumai:

– Jól működő, több országra kiterjedő regionális nagykereskedelmi piac része vagyunk, melyet jól kiegészít a hazai kiskereskedelmi piac.

– A rendszerszintű szolgáltatások – a nehézségek ellenére – ellátják feladatukat, az ellátás biztonsága és minősége megfelel a több évtizedes gyakorlatnak.

– A megújulóenergia-termelő források nagysága, de főleg összetétele elfogadható a hazai villamosenergia-rendszer üzembiztonsága szempontjából.

– A viszonylag jól kiépült átviteli hálózaton intenzív energiacsere zajlik a szomszédos szabályozási területekkel/országokkal, lehetővé téve a gazdaságos importenergiához való hozzáfutást, melynek egyre nagyobb a részaránya a hazai nagykereskedelmi piacon.

A villamosenergia-iparágban a befektetési döntésektől a megvalósítás lezárásáig viszonylag hosszú idő telik el. Más szóval, a piacra lépés nemcsak költséges, de idő-

igényes is. A kialakult helyzet kockázatai, esetleges veszélyei a jövőre vonatkozóan az alábbiak:

– A nagykereskedelmi árak szintje olyan alacsony, hogy az önmagában nem biztosítja semmilyen termelőberendezés beruházásának megtérülését, sőt általában nem nyújt fedezetet a komolyabb felújításokra, rekonstrukciókra sem.

– Hasonló gondok jelentkeznek más, szomszédos rendszerekben is. Ez megkérdőjelezi a regionális piac jövőbeli likviditását, áttételesen az importunk rendelkezésre állását is.

– Sem hazánkban, sem a környező országokban még nem működik semmilyen formája a termelői kapacitások ösztönzésének. Ez azzal a veszéllyel is jár, hogy a befektetők kivonulnak a hazai piacról is, mint ahogy ennek jelei Németországban már megfigyelhetők.

Bármilyen beavatkozás a piaci struktúra jelenlegi állapotába tartósan csak az EU-joganyaggal összhangban és a regionális piac részét képező környező országokkal egyeztetve lehetséges.

– Célszerű lenne legalább a visegrádi országok körében elindítani a közös gondolkodást: pontosan felmérni az egyes országok helyzetét, artikulálni a részérdekeket és lehetőségeket, majd konszenzust kialakítani. Az autarkia egyenlő az öngyilkossággal.

– Hazánk számára nagy lehetőség a Pakson lévő erőmű továbbüzemeltetése és bővítése. Ráadásul ez hatékony dekarbonizációs eszköz is.

– Paks bővítésének üzembe helyezéséig számolni kell a jelentős importunk rendelkezésre állásának kockázatával. Ez csökkenthető pótlólagos piacépes beruházások Pakst megelőző végrehajtásával. Kedvező lehetőségnek tűnik a már előkészített, de leállított Mátrai Ligniterőmű bővítése²⁰ egy 400–450 MW-os egységgel.

– Valószínűleg célszerű lenne egy egyeztetett, lehetőleg közös kapacitástámogatási rendszert létrehozni a regionális piac országai – kiemelten a visegrádi országok – számára, biztosítva a csatlakozás lehetőségét más országoknak is.

*Nemzeti Energiastratégia 2030.*²¹ A 2011 júliusában a magyar kormány által elfogadott, majd a parlament által megerősített stratégia – az egész energetika részeként – kiemelten foglalkozik a megújuló energiák jövőbeli felhasználásával. Eszerint a jövő energiapolitikáját részben a legfontosabb hazai és globális kihívásokra adandó válaszok, részben az uniós energiapolitikai törekvések mentén, sajátosságainkat figyelembe véve kell kialakítani. A cél olyan racionalizált energiakereslet elérése és energiakínálat kialakítása, amely egyszerre szolgálja a hazai gazdaság növekedését, biztosítja a szolgáltatások elérhetőségét és a fogyasztók által megfizethető árakat. Minden szempontot figyelembe véve a legrealisabb *Közös erőfeszítés* jövőképet az Energiastratégia *Atom–Szén–Zöld* forgatókönyve jeleníti meg, melynek legfontosabb elemei a következők:

– Az atomenergia hosszú távú fenntartása az energia-összetételben.

– A szénalapú energiatermelés szinten tartása.

– A *Megújuló Nemzeti Cselekvési Terv (NCST)*²² 2020 utáni lineáris meghosszabbítása.

Az Energiastratégia kiemelt tézisei:

– Energiatakarékosság. Az ellátásbiztonság növelésének leghatékonyabb módja.

– Megújuló és alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiatermelés növelése.

- Erőmű-korszerűsítés. A jelenlegi 370 gramm CO₂/kWh kibocsátási szint 200 gramm CO₂/kWh-ra csökkentése.
- A távfűtés és egyéni hőenergia-előállítás korszerűsítése.
- A közlekedés energiahatékonyságának növelése és CO₂-intenzitásának csökkentése.
- A teljes életciklusra vonatkoztatott alacsony karbonintenzitású technológiák kifejlesztésének és elterjedésének támogatása.
- Energetikai célú hulladékhasznosítás.
- Az állami szerepvállalás erősítése.
- Az Energiastratégia megvalósítása érdekében magas színvonalú energetikai szakképzés.

Az NCST értékelése. Az írásunk szempontjából leginkább figyelemre méltó NCST 2020-ra, a PYLON Kft. javaslatára, megemelte a korábbi célkitűzéseket, és olyan javaslatot állított össze, mely a megújulók részarányát 2020-ra 14,65%-ban határozza meg, ambiciózus beruházási tevékenységet feltételezve. A GKI Energiakutató Kft. egy értékelő elemzést²³ készített a két változatra. Az értékelésnél a brüsszeli adminisztráció által javasolt modelleket alkalmazták. Az összesített fontosabb kiindulási adatokat a 8. táblázat mutatja.

8. táblázat: A két változat költségei és következményei az energiamérlegben

| | NCST | PYLON |
|---|-------|-------|
| Beruházási költségek 2020-ig (Mrd Ft) | 913 | 1949 |
| Megújulók aránya a vill. en. termelésben (%) | 12,3% | 19,5% |
| METÁR-kassza 2020 végén (Mrd Ft) | 220,5 | 377,4 |
| ebből: piaci ár feletti támogatás | 134,9 | 291,8 |

Az energiatermelés megoszlása változatok szerint (GWh/év)

| | NCST | PYLON |
|---|--------|--------|
| Megújuló forrásból összesen | 18 469 | 18 469 |
| Hőenergia | 13 722 | 9 864 |
| Villamos energia | 4 747 | 8 605 |
| Ebből háztartási kiserőmű és autonóm | 164 | 330 |
| Összes névleges teljesítmény (MW) | 1 015 | 2 363 |

A cél elérése érdekében a 9. táblázatban bemutatott éves beruházásokat kell megvalósítani, valamint a támogatási igény (METÁR-kassza – Megújuló és alternatív energiaforrásokból előállított hő- és villamosenergia-átvételi támogatási rendszer) felett fedezni kell a rendszerszabályozási többletköltségeket is.

9. táblázat: Beruházási nettó költség dinamikája az eredeti NCST szerint (Mrd Ft)

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vízenergia | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 8,0 | 8,4 | 12,1 | 12,1 |
| Geotermia | 0,0 | 6,9 | 10,3 | 10,3 | 19,6 | 19,6 | 66,8 | 73,0 | 75,9 |
| Napenergia | 5,1 | 7,6 | 11,9 | 14,2 | 18,9 | 24,8 | 33,0 | 40,0 | 48,3 |
| Szélenergia | 60,6 | 99,3 | 147,7 | 166,1 | 181,1 | 222,2 | 241,8 | 248,9 | 265,7 |
| Biomassza | 6,0 | 24,3 | 74,3 | 146,5 | 262,9 | 361,6 | 415,5 | 481,7 | 511,0 |
| Összesen | 71,6 | 138,2 | 244,2 | 337,1 | 486,9 | 636,3 | 765,6 | 855,7 | 913,0 |

Beruházási nettó költség dinamikája a 'PYLON várható' szerint (Mrd Ft)

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Vízenergia | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,7 | 4,8 | 9,0 | 15,8 | 19,3 | 137,3 |
| Geotermia | 3,4 | 13,8 | 17,2 | 20,6 | 36,1 | 48,5 | 98,7 | 108,0 | 164,0 |
| Napenergia | 7,2 | 11,0 | 19,2 | 40,5 | 79,1 | 114,6 | 142,6 | 157,5 | 180,2 |
| Szélenergia | 60,6 | 99,3 | 147,8 | 194,9 | 268,3 | 443,8 | 587,5 | 737,9 | 836,7 |
| Biomassza | 6,0 | 24,3 | 78,5 | 177,1 | 295,4 | 411,1 | 514,8 | 581,4 | 630,4 |
| Összesen | 77,2 | 148,4 | 262,9 | 433,7 | 683,7 | 1026,9 | 1359,4 | 1604,1 | 1948,6 |

A kiegyenlítő energia költsége modellváltozatonként (Mrd Ft/év)

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| NCST | 2,7 | 4,8 | 8,2 | 10,5 | 13,9 | 17,3 | 19,8 | 22,0 | 23,0 |
| PYLON | 3,6 | 6,4 | 10,8 | 13,6 | 17,7 | 21,7 | 24,4 | 26,8 | 28,5 |

– Az előirányzat összteljesítménye (2363 MW) összemérhető a paksi bővítés kapacitásával ($2 \times 1200 = 2400$ MW), ugyanakkor a kinyerhető energia (8605 GWh/év) meg sem közelíti az atomerőmű bővítéséből nyerhető többletenergiát (18 500–19 000 GWh/év).

– A beruházási költség viszont kedvezőbb, mert a 3000–3500 Mrd Ft-tal szemben „csupán” 1949 Mrd Ft a fejlesztési költség. Persze, ha figyelembe vesszük a METÁRKassza többletét és a kiegyenlítő energia várható többletköltségét, a különbség 3–5 év alatt „elszáll”, és marad a folyamatosan növekvő előny a nukleárisenergia-termelés javára, azonos CO₂-kibocsátás mellett.

– Az egyes típusprojektek igényelt villamosenergia-átvételi ára (2012-es viszonyok között) a tanulmány szerint messze meghaladja a jelenlegi piaci árakat (15–16 Ft/kWh) figyelmen kívül hagyva az externális költségeket. Így: biomassza 30–50; PV 60–120; szél 30–90; geotermia 30–120; víz 30–50.

– Látva az eredményeket és az egyéb feladatokat, a kormányzat nem siet a beruházások feltételeit biztosítani. Így nem meglepő a megcélzott beruházások eddigi csúszása.

– A javaslat részleteit vizsgálva többnek a megvalósítása technikailag is lehetetlen: 1300 MW szélérőmű-kapacitást egyszerűen nem tud kiszabályozni a magyar rendszer, a hazai termálkutak termodinamikai paraméterei a remélt 140 MW-nak csak a töredékét teszik lehetővé, a 200 MW vízerőmű alföldi viszonyok között igen nagy kapcsolódó vízépitészeti beruházásokat igényel.

– Összefoglalva megállapítható, hogy az NCST eredeti javaslatai sem valószínű, hogy megvalósulnak, az emelt célkitűzés pedig különösen nem.

Az Energiapolitika 2000 Társulat álláspontja. A társulat rendszeresen nyilvánosságra hozza aktuális álláspontját az energiapolitikáról, amelyben a megújuló energiák az uniós elvárások miatt hangsúlyosan szerepelnek. A 2012-ben közzétett tanulmányunkban²⁴ a helyreállítás energiapolitikájának esélyeit elemeztük. 2014-ben már az építkezés energiapolitikájának főbb téziseit ismertettük.²⁵

Az Európai Uniónak nincs valódi energiapolitikája. A tagországok differenciált energiaszerkezetéből és körülményeiből adódó érdekkülönbségek miatt európai szinten nagyon nehéz is lenne megtalálni a közös energiapolitika alapelveit. Erősen megkérdőjelezhető az EU-ban eddig uralkodó verseny- és kereskedelemcentrikus és nem emberközpontú energetikai szemlélet. Az Európai Bizottság elnöke az éghajlatbarát európai energiapolitika lényegét így foglalta össze: „Az EU készen áll arra, hogy útmutató szerepet vállaljon az éghajlatváltozás ügyében. Javaslataink előnyösek az éghajlat, a polgárok és az ipar szempontjából egyaránt, hogy így fenntartható legyen a növekedés és a foglalkoztatás.”²⁶ Figyelemre méltó a nyilatkozatban, hogy a fenntarthatóság kritériumát az ipari növekedésre és a foglalkoztatásra vonatkoztatja. Ez önmagában még nem garantálja a közösség érdekét, a társadalmi fenntarthatóságot, hiszen mindent a hadiipar is elmondhatja magáról.

Hazánkban az úgynevezett „klímavédelem”-mel a Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia (NAS-2) foglalkozik. Ez három fő részből áll:

– Nemzeti Éghajlat-változási Stratégia (NÉS)²⁷: a globális melegedés lehető mérésére.

– Dekarbonizációs Stratégia (DS): a CO₂-kibocsátás csökkentésére.

– Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia (NAS): az elkerülhetetlen éghajlatváltozás hatásainak kezelése, alkalmazkodás hozzá, a károk minimalizálása.

A földi éghajlat változását nem tudjuk érdemben befolyásolni.²⁸ Az éghajlatváltozásban az emberi tevékenység szerepe tudományosan nem igazolt,²⁹ az ezt megfékezni szándékozó dekarbonizáció globalizációs manipulációnak tekinthető. Tudomásul kell venni, hogy bár EU-s kötelezettségeink miatt mindegyik témával foglalkozni kell, de saját erőforrásainkat csak az érdemi eredménnyel kecsegtető célkitűzésekre szabad fordítani. Így válik igazán fontossá számunkra a Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia. Egyetlen esélyünk, ha kis nemzetként okosan alkalmazkodunk mind Földünk változásaihoz, mind a világpolitikai átrendeződésekhez. Messzemenően egyetértünk ezért a NÉS-2-ben megfogalmazott adaptációs jövőképpel: „felkészülni az elkerülhetetlenre, megelőzni az elkerülhetőt!”

A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ALKALMAZÁSI ESÉLYEI MAGYARORSZÁGON

*A megújuló alapú hőellátás.*³⁰ A megújuló alapú hőtermelés az EU-ban is legnagyobb-részt biomasszán alapul, az elhanyagolható maradék 2/3-1/3 arányban oszlik meg a geotermikus és a napenergia között. A biomassza-felhasználás csaknem 60%-át a háztartások tűzifaigénye teszi ki, 15% körüli a közcélú kapcsolt energiatermelés, és valamivel 10% feletti az ipar részaránya.

Magyarország 2005. évi 926,5 PJ volumenű végső energiafelhasználásának több mint felét (490 PJ) hőigények ellátására fordították. A hőigények nagy részét az épületfűtés, illetve -hűtés, és a használatimelegvíz-készítés (~330 PJ) teszi ki. Ebből ~291 PJ a decentralizált hőpiacon, ~39 PJ pedig a centralizált, távhőpiacon jelentkezik. Az ezek fedezésére fordított végső energiafelhasználás ~376 PJ. Ettől eltérő jellegű igényt jelent az ipar ~92 PJ volumenű technológiai hőigénye.

A hőpiac energiaforrás-felhasználásában a földgáz játszik meghatározó szerepet (77%), a szilárd fosszilis forrás (főleg szén) 9%, az olaj 7%, a tűzifa 5%. A távhőellátás (~63 PJ/év) az összes hőigénynek ~1/6-át képviseli. A távhőre felhasznált tüzelőanyagoknak is több mint 80%-a földgáz, a megújulók pedig csupán 1,5% körüli részarányt képviselnek. Mivel a megújulók hazai részaránya a hőigények kielégítésében összességében nem érte el a 10%-ot, felhasználói oldalon elvben nagy a megújulókkal kiváltható hőigény. A tényleges kiváltásnak azonban számos akadálya van, amelyek közül a legfontosabbak:

- A megújuló alapú hőtermelő projektek megtérülési ideje igen hosszú.
- A (táv)hőfogyasztók fizikai elérése egyes megújuló energiaforrásokkal (pl. termálvíz) ésszerű beruházási költségek mellett általában nem lehetséges.
- A hőtermelés szempontjából legígéretesebb szilárd biomassza felhasználásánál a szállítás és a komoly helyigényű tárolók kialakítása jelentős korlátozó tényező.
- A szigorú környezetvédelmi előírások betartása (pl. a kiemelt termálvíz visszasajtolásának követelménye) sok esetben eleve kizárja alkalmazhatóságukat.
- A távhőellátás nem kínál elegendő potenciált a megújulók bevonására.

A megújulóenergia-felhasználáson belül a biomassza a jövőben is meghatározó marad. Ennek oka, hogy a szükséges technológiák már rendelkezésre állnak, a mezőgazdaságban és állattartásban keletkező hulladékok hatékonyan és környezetkímélő módon hasznosíthatóak. A hazai erdők a jelenlegi igényt még képesek a fenntartható erdőgazdálkodás szempontjait figyelembe véve kielégíteni.

Bős–Nagygyarostól. Sokakat foglalkoztató, a közpolitikában egyelőre még mindig „tabutéma”. Elsősorban nem energetikai, hanem hidrológiai helyzetünkben³¹ adódó, igen komplex, az ország hosszú távú jövőjét befolyásoló kérdés. A BNV hazánkban a rendszerváltozás, Szlovákiában a nemzetállam születésének szimbóluma. Lévai professzor 2000-ben megjelent könyvének előszavában kifejti,³² hogy az elkövetett hibák őszinte bevallásával és a fennálló problémák nyílt és baráti tisztázásával, az igazság szolgálata mentén lehetséges a kölcsönösen előnyös menekülés ebből a csapdából. Kelet-közép-európai összefogással kell megteremteni ennek politikai feltételeit. Meg kell szerezni az Európai Unió támogatását, mert saját erőből ez nem megoldható. Ez is a következő ge-

nerációkra váró feladat. A Duna-hasznosítás kérdését távlati feladatként, a kelet-közép-európai összefogás keretében, a témának EU-szintre emelésével kell napirenden tartani.

Megújuló a villamosenergia-ellátásban.^{33, 34} Az energiapiac megjelenésekor már felvetődött a kiserőműves, decentralizált termelés magyarországi támogatása mind a megújulóknál, mind a kapcsolt termelésben. A támogatás fix áras kötelező átvétel volt (KÁP-, KÁT-rendszerek). A kötelező átvétel részaránya a nettó teljes hazai villamosenergia-termelésből 2010-ben elérte a 21,1%-os maximumot. A kapcsolt termelés támogatásának megszüntetésével ez mintegy 6%-ra csökkent. A kötelező átvétel nemcsak jelentős anyagi teher a fogyasztóknak, hanem nehezítheti a magyarországi szabályozási zónában a rendszerirányítást is.

A megújuló forrásoknál 2010-ig a biomassza dominált, manapság a szilárd biomassza és a biogáz részaránya mintegy a felét teszi ki az összesnek. A víz- és szélenergia nagysága az időjárástól függően változik, jelentős újabb erőműépítésekkel itt nem számolhattunk. A 2011-ben előterjesztett „megújulós” EU-vállalásunkhoz képest kicsit le vagyunk maradva.

*Háztartási méretű kiserőművek Magyarországon.*³⁵ A saját és a háztartási méretű villamosenergia-termelés is támogatásra tart igényt. A háztartási méretű, „mikro-” erőművek teljesítőképessége 50 kW-nál kisebb, és ezek egy része megújuló forrással, más részük földgázzal üzemel. Magyarországon ez a típus elsősorban a napelemekből áll. Mintegy 31 MW-ot adnak a 32 MW-ból. Átlagos teljesítőképességük alig haladta meg a 6 kW-ot. Gyorsan szaporodnak, hiszen két év alatt 600 db-ról már 5000 felé közelítenek. Viszonylag „sok” a kis, háztartási méretű szél erőmű, bár a 8 kW-ot el nem érő átlag egy háztartáshoz nem sok. Az egyéb típusú mikroerőmű még elhanyagolható mértékű.

A <0,5 MW-os törpeerőművek hazánkban. Nem más a helyzet a mini, nem háztartási méretű erőművekkel sem. 20-30 MW körüli az együttes teljesítőképességük, darabszámuk 100 körüli. Ezeknél a fél megawattnál kisebb, főleg ipari vagy mezőgazdasági törpeerőműveknél a biogáz helyi használata a meghatározó.

A megújuló bázisú erőműépítés helyzete és kilátásai 2020-ig. A jelenlegi megújuló kapacitásokat és a reálisan várható üzembe helyezéseket a 10. táblázat szemlélteti. Megállapítható, hogy az üzembe helyezhető kapacitás a NCST-ben szereplő értéktől jelentősen elmarad; a villamosenergia-rendszer teljesítményhiányát sem segít csökkenteni.

10. táblázat: Jelenlegi (2014) és 2020-ig üzembe helyezendő többletkapacitás (MW)

| | Jelenlegi | NCST | Lehetőség |
|--------------------------|-----------|------|-----------|
| Szélerőmű | 329 | +420 | +100 |
| Naperőmű (PV) | 15 | +56 | +300 |
| Víz erőmű | 54 | +15 | +0 |
| Biomassza-erőmű | 162 | +140 | +50 |
| Biogázos erőmű | 45 | +94 | +50 |
| Geotermikus erőmű | 0 | +57 | +0 |
| Összes megújulós | 605 | +782 | +500 |

KÖVETKEZTETÉSEK

Összefoglalásként a társadalmi hatások elemzésénél célszerű a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia megfontolásait összevetni a Nemzeti Energiastratégia és a Megújuló Nemzeti Cselekvési Terv célkitűzéseivel. Az „Atom–Szén–Megújuló” jelszó a nemzeti energetikában jó választásnak tekinthető, mert:

– Az atomerőmű működésének meghosszabbítása, kapacitásának bővítése gazdaságosan csökkenti a természeti erőforrásokban meglévő külső függőségünket. Ez különösen igaz, ha a mostani élettartam-meghosszabbítást sikerül megismételni.

– A nukleárisenergia-termelés fenntartása, sőt továbbfejlesztése jótékony hatást fejt ki az emberi és társadalmi erőforrások alakulására.

– A szén- (elsősorban lignit-)tüzelés fenntartása gazdaságos körülmények között több szempontból is előnyös: hazai erőforrás, csökkenti a külső függést, kiváló lehetőséget biztosít a biomassza kiegészítő tüzelésére. Negatív szempont a szén-dioxid-ki-bocsátás.

– A megnövekedő hazai villamosenergia-termelés azzal az előnnyel is jár, hogy az egyéb nehezen szabályozható megújuló forrásokból (szél, nap) nagyobb mennyiséget képes „felvenni” a magyar villamosenergia-rendszer.

– A Megújuló Nemzeti Cselekvési Terv GKI általi értékelése azt mutatja, hogy a szóba jöhető megújuló források rövid távon nem tudnak érdemben hozzájárulni a fenntarthatósághoz, és kiugróan nagy gazdasági terheket jelentenek.

– Célszerű hosszú távon tekinteni a megújulóakra, és a kivárás taktikájához folyamodni.

– Célszerű jogi szabályozással a megújuló források innovációra kényszeríthetők.

JEGYZETEK

¹ Megújuló energiaforrás. http://hu.wikipedia.org/wiki/Meg%C3%BAajul%C3%B3_energiaforr%C3%A1s

² Biomassza erőművek. <http://energiapedia.hu/biomassza-eromuvek>

³ A biogázüzemek helyzete Magyarországon. www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Mezogazdasag_hulladekai/ch04s08.html

⁴ Kurunczi Mihály – Ádám Béla: *A geotermikus energia – termálvíz és földhő – mint alternatív energiaforrás*. www.hoszisz.hu/tanulmanyok/24-a-geotermikus-energia-termalviz-es-foeldh-mint-alternativ-energiaforras

⁵ Gács Iván: *A szélerőművek támogatása*. <http://enpol2000.hu/rendezvenyek/enpol-hetf/article/Rendezv%C3%A9nyek/6-H%C3%A9tf%C5%91%20est%C3%A9k/24-98-energiapolitikai-hetfo-este>

⁶ Büki Gergely: *Energiarendszerek jellemzői és auditálása*. Energetikai Szakkönyvek, PI Innovációs Kft., Szentendre, 2013.

⁷ *A magyar energiaszektor villamosenergia-termelésének életciklus- és „carbon footprint” elemzése*. <http://enpol2000.hu/rendezvenyek/enpol-hetf/article/Rendezv%C3%A9nyek/6-H%C3%A9tf%C5%91%20est%C3%A9k/20-102-energiapolitikai-hetfo-este>

⁸ Contract No. ENER/2012/NUCL/S12.643067. <http://enpol2000.hu/szakmai-keres/atomenergetika/article/Szakmai%20keres%C5%91/18-Atomenergetika/432-mennyibe-kerul-a-nuklearis-energia>

⁹ Reményi Károly: *Ki fizeti a révést? Avagy mese a CO₂-ről*. <http://enpol2000.hu/rendezvenyek/enpol-hetf/article/Rendezv%C3%A9nyek/6-H%C3%A9tf%C5%91%20est%C3%A9k/332-120-energiapolitikai-hetfo-este>

¹⁰ http://klimaszkeptikusok.hu/?post_type=videogallery&p=65 (Miskolczi Ferenc előadása.)

- ¹¹ <http://klimaszkeptikusok.hu/wp-content/uploads/2014/10/Hejjas-Eghajlatvaltozasok.pdf> (Héjjas István előadása)
- ¹² *EURÓPA 2020. Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája*. Európai Bizottság, COM(2010), Brüsszel, 2010. 3. 3. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:HU:PDF>
- ¹³ *Energieuende*. <http://de.wikipedia.org/wiki/Energieuende>
- ¹⁴ Günter Keil: *Energiafordulat, a kudarc majdnem végtelen katalógusa*. <http://enpol2000.hu/dokumentumok/mediavalogatas/article/Dokument%C3%A1ci%C3%B3k/11-M%C3%A9diav%C3%A1logat%C3%A1s/494-energiafordulat-a-kudarc-majdnem-vegtelen-katalogusa>
- ¹⁵ EURELECTRIC Power Statistics & Trends 2012. Synopsis, 2012. december.
- ¹⁶ Generation Adequacy in the internal electricity market – guidance on public interventions. 2013. 11. 05.
- ¹⁷ *Állásfoglalás a „Magyarország megújuló energiaforrás felhasználás növelésének stratégiája. 2007–2020.” c. GKM dokumentumról*. Energiapolitika 2000 Társulat, 2007. <http://enpol2000.hu/dokumentumok/allasfoglalások/article/67-%C3%81ll%C3%A1sfoglat%C3%A1sok%20/225-voluntarista-meg-julo-energia-strategia>
- ¹⁸ Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégia. OGY 18/2013. III. 28.
- ¹⁹ Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia 2012–2024. <http://nfft.hu/assets/NFFT-HUN-web.pdf>
- ²⁰ *Az erőműépítésről*. Az Energiapolitika 2000 Társulat állásfoglalása. <http://enpol2000.hu/dokumentumok/allasfoglalások/article/67-%C3%81ll%C3%A1sfoglat%C3%A1sok%20/489-az-eromuepitesrol>
- ²¹ Nemzeti Energiastratégia 2030. 2011. július. http://doc.hjegy.mhk.hu/20114130000077A7AF_1.PDF
- ²² Magyarország Megújuló Cselekvési Terv. http://2010-2014.kormany.hu/download/2/b9/30000/Meg%C3%BAjul%C3%B3%20Energia_Magyarorsz%C3%A1g%20Meg%C3%BAjul%C3%B3%20Energia%20Hasznos%C3%ADt%C3%A1si%20Cselekv%C3%A9si%20terve%202010_2020%20kiadv%C3%A1ny.pdf
- ²³ *A megújuló energia hasznosítási cselekvési terv hatásai a hazai villamos-energia piacra*. Energiapolitikai Füzetek, GKI Energiakutató Kft., 2011. 12. 01.
- ²⁴ Járosi Márton – Kacsó András: *A nemzeti energiapolitika eredményei és esélyei*. Polgári Szemle, 2012/1–2.
- ²⁵ *Az építkezés energiapolitikája 2014-től*. Az Energiapolitika 2000 Társulat programjavaslata, 2014.
- ²⁶ José Manuel Barroso: *Éghajlatbarát gazdaság Európa számára*. Magyar Nemzet, 2008. január 31.
- ²⁷ Nemzeti Éghajlat-változási Stratégia. http://nak.mfgi.hu/sites/default/files/files/NES_final_131016_kikuld_kozig_egyeztetes.pdf
- ²⁸ Járosi Márton – Héjjas István: *Önkorlátozás nélkül nem menthető meg az emberiség*. Magyar Nemzet, 2014.
- ²⁹ Héjjas István: *Az élet megővése és a környezetvédelem. Tények és hiedelmek*. Czupi Kiadó, Nagykanizsa, 2013.
- ³⁰ Horváth József: *Megújuló energia*. www.tankonytar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Megujulo_energia/ch01s02.html
- ³¹ Mosonyi Emil: *A hazai vízgazdálkodás távlati feladatai*. Mérnök Újság, 2007/március.
- ³² Lévai András: *A Duna Pozsony alatti magyar szakaszának tragédiája*. Püski Kiadó, Budapest, 2000.
- ³³ Stróbl Alajos: *A villamosenergia-ellátásunk és az erőműveink időszzerű kérdései*. ETE Szenior Klub, 2014.
- ³⁴ Stróbl Alajos: *Támogatások a villamosenergia-ellátásban*. Tanulmány, Budapest, 2014.
- ³⁵ *A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2013. évi statisztikai adatai*. MEKH-MAVIR, 2014. szeptember (előzetes).