

# Bányászat és energiaellátás

## Bányászat

A középkorban hazánk ércbányászata nemzetközi jelentőségű volt. A 13. századi Európában az aranybányászat terén (a világtermelés 2/5-ével) a legjelentősebb, az ezüsbányászat esetében (a világtermelés negyedével) a második legfontosabb államnak számított. 1735-ben Magyarországon (*Selmechányán*) alapították a világ legrégebbi bányászati oktatási intézményét (a „*Bergschola*”-t), amelyet Mária Terézia császárnő 1770-ben akadémiai rangra („*Bergakademie*”) emelt.

A 19. század elejére a világhírű színesércbányászat visszaesett, de az osztrák–magyar dualizmus gazdasági prosperitása idején a vasérctermelés és az építőipari nyersanyagok bányászata fellendült. Az 1. világháborút követően a trianoni békediktátumban (1920) az érc- és sóbányák, szénhidrogén-lelőhelyek szinte teljes egészét, a kőszénbányák harmadát elcsatolták az

országtól. A 2. világháborút követően – hasonlóan más, volt szocialista országhoz – a bányászatnak az iparon belül játszott szerepe ismét jelentősen megnőtt, főként annak köszönhetően, hogy az erőltetett iparosítás energiahordozó- és nyersanyagigényét jórészt hazai forrásokból elégítették ki.

Az elmúlt 2–3 évtizedben a bányászat egyes ágazatainak problémái, a gazdaságosság követelményeinek érvényre juttatása nyomán előállt válság és más ágazatok dinamikusabb növekedése miatt a bányászat részesedése a hazai ipari termelésből a töredékére esett vissza (1950: 11,2%, 2008: 0,5%).

Magyarország a természeti erőforrásokkal korlátozottan ellátott országok közé tartozik. Másfelől az is igaz, hogy a rendelkezésre álló szilárd és folyékony halmazállapotú természeti

32. táblázat Ásványvagyon (2010. január 1.)

Az ásványi nyersanyag megnevezése	2009. évi termelés	Földtani vagyon	Kitermelhető (ipari) vagyon	Reménybeli kitermelhető vagyon	Statisztikai ellátottság a 2009. évi termelés szintjén az összes kitermelhető vagyon alapján
Kőolaj	0,76	209,4	18,4	10–58	23
Földgáz*	3,12	***3 563,0	***2 392,9	29–93	***22 (>50)
Szén-dioxid gáz**	0,10	45,9	32,2	..	> 100
Feketekőszén	..	1 625,1	1 915,5	336	nincs termelés
Barnakőszén	0,95	3 198,0	2 243,8	975	> 100
Lignit	8,03	5 761,0	4 356,3	1 236	> 100
Urán	..	26,8	26,8	7	nincs termelés
Vasérc	..	43,1	43,6	37	nincs termelés
Bauxit	0,30	102,0	70,5	151	> 100
Ólom- és cinkérc	..	90,8	100,2	192	nincs termelés
Rézérc	..	781,2	726,5	276	nincs termelés
Nemesfémérc	..	36,6	36,5	21	nincs termelés
Mangánérc	0,04	79,6	52,6	9	> 100
Ásványbányászati nyersanyag	2,86	4 330,2	1 270,3	16 004	> 100
Cementipari nyersanyag	4,46	2 897,5	1 460,4	17 307	> 100
Építő- és díszítőipari nyersanyag	15,80	4 511,6	2 946,1	99 549	> 100
Építési homok és kavics	35,60	8 176,4	5 408,6	203 648	> 100
Finom- és durvakéramia-ipari nyersanyag	1,90	2 802,4	1 181,2	141 131	> 100
Tőzeg, lápföld, lápímész	0,08	182,0	123,3	..	> 100
<b>Összesen</b>	<b>74,00</b>	<b>38 462,6</b>	<b>24 405,7</b>	<b>..</b>	<b>..</b>

Megjegyzések: \* 1000 m<sup>3</sup> földgáz = 1 t kőolaj. \*\* 1000 m<sup>3</sup> gáz = 1 tonna. \*\*\* A makói nem konvencionális lelőhely figyelembevételével. .. = nincs adat

Forrás: Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (www.mbfh.hu)

kincsek hatalmas nemzeti értéket képviselnek és bizonyos energiahordozó ásványok és ércek (pl. *barnaszén, lignit, bauxit, mészkő, kavics*) tekintetében az *ellátottság* jelentős. Ez a tény a Kárpát-medence speciális geológiai szerkezetére vezethető vissza.

Bár a legtöbb természeti erőforrás hazai termelése korlátozott, és az ország számos létfontosságú alapanyagból, energiahordozóból nagymértékben importra szorul, a hazai források kihasználása a nemzetgazdaság, a fenntartható fejlődés és az életszínvonal, életminőség fokozatos növelése szempontjából létfontosságú Magyarország számára.

A Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (korábban a Magyar Geológiai Szolgálat) természeti erőforrások nyilvántartásáért felelős egysége, az Ásványvagyon Nyilvántartási Osztály éves jelentéseiben foglalja össze a természeti erőforrások vagyonát (földtani készletét) és annak kitermelhető, hasznosítható részét (ipari készletét).

Az Országos Ásványvagyon Nyilvántartás 2010. január 1-jén érvényes adatai 3700 ismert lelőhelyről 38,5 Gt földtani és 24,4 Gt kitermel-

hető készletről adnak számot. Ezen túlmenően a legújabb adatok 644 Gt perspektivikus készletet valószínűsítene, amiből 480 Gt termelhető ki a jelenleg alkalmazott technológiai feltételek mellett. Így az ismert készletek 9000 milliárd Ft nominál gazdasági értéket képeznek a nemzetgazdaság részére, ami a korlátozott ellátottság ellenére jól jelzi az ország ásványvagyonának fontosságát.

A Magyarország területén ismert kb. nyolcvanféle ásványi nyersanyagra vonatkozó földtani nyersanyagvagyon (38,5 Gt) 90,1%-át (súly szerint) *szilárd ásványi nyersanyagok* (59,6%-ban nemfémes ásványi nyersanyagok, 27,5%-ban szenek, 3%-ban ércek) és 9,9%-ban *szénhidrogének* alkotják (32. táblázat).

Közülük az ország különösen a *lignit*, a nemfémes ásványi és egyes építőipari nyersanyagok terén rendelkezik kimondottan sokféle és nagy mennyiségű vagyonnal. A termelést tekintve Magyarország a világsorrendben a *gallium* és *perlit* terén az első öt között található a *bauxit*, *lignit* és *mangán* bányászatában az első 20 hely egyikét foglalja el.

## Szilárd ásványi nyersanyagok

A *nemfémes ásványi nyersanyagok* ismert földtani vagyona 22,9 Gt (melyből 54,1% gazdaságosan kitermelhető). Az 1066 működő bányából kikerülő évi termelés (2009-ben 60,7 Mt) közel 84,7%-a homok, kavics, építő- és díszítőipari nyersanyag. Ez a termelés a hazai feldolgozóipart rendkívül hosszú ideig képes ellátni, sőt pl. perlit, üveghomok, építőipari kavics esetében tartós exportot is garantál. Ennek alapján állítható, hogy Magyarország *nemfémes ásványi nyersanyagokból közepesen* (bizonyos esetekben nagyon jól) *ellátott ország*. A főként az Észak-magyarországi- és Dunántúli-középhegységben fellelhető *nemfémes ásványokban* (pl. *kvarchomok, perlit, bentonit, gipsz, zeolit*) viszonylag *gazdag* az ország (145. ábra). Hazánk – földtani adottságainak (túlnyomórészt medence aljzati helyzetének) köszönhetően – építőanyag-előfordulásokkal is az átlagnál jobban ellátott ország. A *mészkő* mint *cement- és mészipari nyersanyag* bányászata Vác, Miskolc, Beremend, Nagyharsány és Nyergesújfalu határában számottevő. Az *építő- és díszítő* legnagyobb bányái főként az Észak-

magyarországi- és Dunántúli-középhegységben sorakoznak: *mészkő* (Tatabánya, Eger, Süttő), *dolomit* (Iszkaszentgyörgy, Gánt, Keszthely), *bazalt* (Várvolgy-Uzsa), *andezit* (Tállya, Kisnána, Márianosztra, Bercel). A betonipari adalékanyagok (főként folyami üledék eredetű *homok és kavics*) kitermelése alapvetően a Duna, Sajó, Lajta és Mura folyók hordalékkúpjain folyik (pl. Bugyi, Kiskunlacháza, Hejőpapi, Nyékládháza, Hegyeshalom, Muraszemenye). A *kerámiaipari* (tégla- és cserépgyártáshoz szükséges) és *építési agyag* bányászata térben viszonylag egyenletes eloszlást mutat. Legtöbb agyagot termelő bányák a Duna közelében Bugyi, Dunavarsány, és szakon Görömböly és Tiszavasvári, a Dunántúlon Várvolgy-Uzsa. A *tőzeg, lápföld, lápimész* (mint talajjavító nyersanyag) kitermelése főként Délnyugat-Dunántúlon (a Kis-Balaton környékén) jelentős.

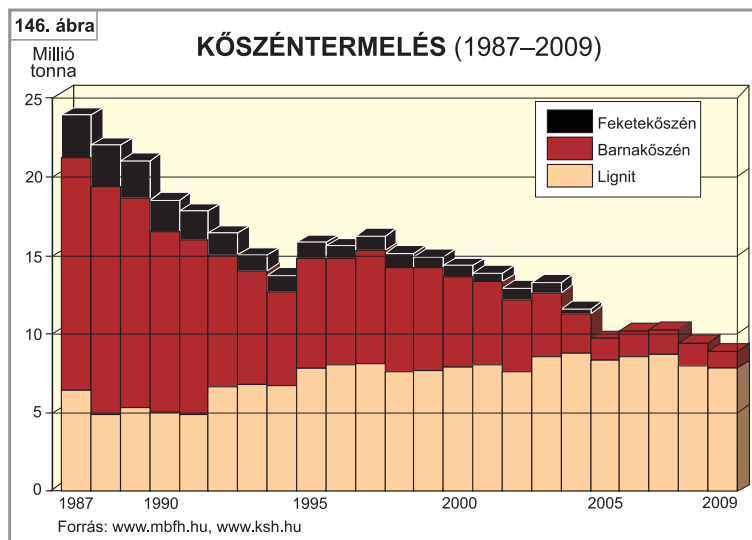
*Kőszenek*. Jóllehet, a magyar *szénbányászat* már 1753-ban megkezdődött (Sopron-Brennbergbánya), de iparszerű termelésről – a dunai gőzhajózás és gőzmalmok elterjedése



miatt – csupán az 1830-as évektől beszélhetünk. A dualizmus idején a lendületes iparosítás, főként a vasútépítés, majd a villamosenergia-termelés igényeinek kielégítése miatt az évi széntermelés 2 Mt-ról több mint 8 Mt-ra nőtt. A 2. világháborút követően államosított szénbányászat éves termelése az erőltetett, rendkívül energiaigényes szocialista iparosítás szolgálatában 1964-ig 31,5 Mt-ra nőtt, majd némi csökkenés után az 1973-as kőolajválság hatására 25 Mt körül stabilizálódott egészen az 1980-as évek derekáig. Azóta a gazdaságosabb energiahordozók alkalmazása, a gazdasági válság hatása és az alacsony hatékonyság miatt a mélyművelésű bányák többségét bezárták és a mára csupán évi 9 Mt-ás széntermelésben a külszíni fejtésű, de alacsony fűtőértékű lignit bányászata vált meghatározóvá (146. ábra).

A magas fűtőértékű, de bonyolult földtani körülmények között lévő mecseki (liász korú) *feketeszen* termelését 2004-ben szüntették meg. Többnyire ekkor zárták be a Dunántúli- és az

Észak-magyarországi-középhegység eocén és miocén korú *barnaszén* bányáit is, amelyek közül már csak az észak-dunántúli Pusztavámon (Márkushegy) folyik jelentős termelés. A külfejtéssel művelhető, gazdaságosan elsősorban villamosenergia-termelésre használható, pannon korú, gyenge fűtőértékű *lignit*ből főként a Mátra és Bükk hegység déli lábánál (Visonta, Bükkábrány) és a nyugat-dunántúli Torony körzetében áll rendelkezésre 4,3 Gt ipari vagyon,



amely alternatív lehetőséget jelenthet az importtól kevésbé függő energiaellátásban.

*Érc*ek. Az ország mai területén az ércbányászatot a 2. világháború előtt csupán a gánti bauxit, az úrkúti, eplényi mangán, a rudabányai vasérc és a recski rézérc bányászata jelentette. A szocialista időszakban az alumíniumipar dinamikus fejlődése eredményeként az évente kitermelt *bauxit* mennyisége 1980-ig közel 3 Mt-ra nőtt, majd — 1990 után az egyre kedvezőtlenebb földtani adottságok, magas termelési költségek, nemzetközi versenyképtelenség miatt — mára 0,3 Mt-ra zuhant. A még működő bányák közül a legjelentősebbek Halimbán, Bakonyoszlopon, Nyíradon és Óbarokon található.

A jelenlegi feltételek mellett gazdaságosan ki nem termelhető, de a földtani vagyont tekintve említést érdemel a Mátra (főként Recsk) *színesfémérc* (réz, cink, ólom stb.) vagyona, az Észak-

Magyarországon található és évszázadokon keresztül művelt *nemesfémérceket* (arany, ezüst) tartalmazó teléres előfordulások (Nagybörzsöny, Recsk, Telkibánya, Füzéradvány). Az ismert és megkutatott *uránérc*vagyon a Mecsek nyugati részén (Kővágószőlős) a felső-perm korú zöld homokkőben, kedvezőtlen földtani körülmények között található. Az 1954–1997 közötti időszakban 16,4 Mt uránt termeltek ki, míg a megmaradt földtani vagyon 27 Mt-ra becsülhető. Bányászatát 1997-ben a korabeli uránérc árához viszonyított magas termelési költségek, általában a bánya nemzetközi versenyképtelensége miatt szüntették meg.

A *vasérc*vagyon jelentősebb mennyisége a rudabányai lelőhelyre koncentrálódik, ahol a termelés 1985-ben szűnt meg. A *mangánérc*-vagyon főként a dunántúli Úrkúton van, ahol évente ma már csak 0,04 Mt-t termelnek ki.

## Szénhidrogének

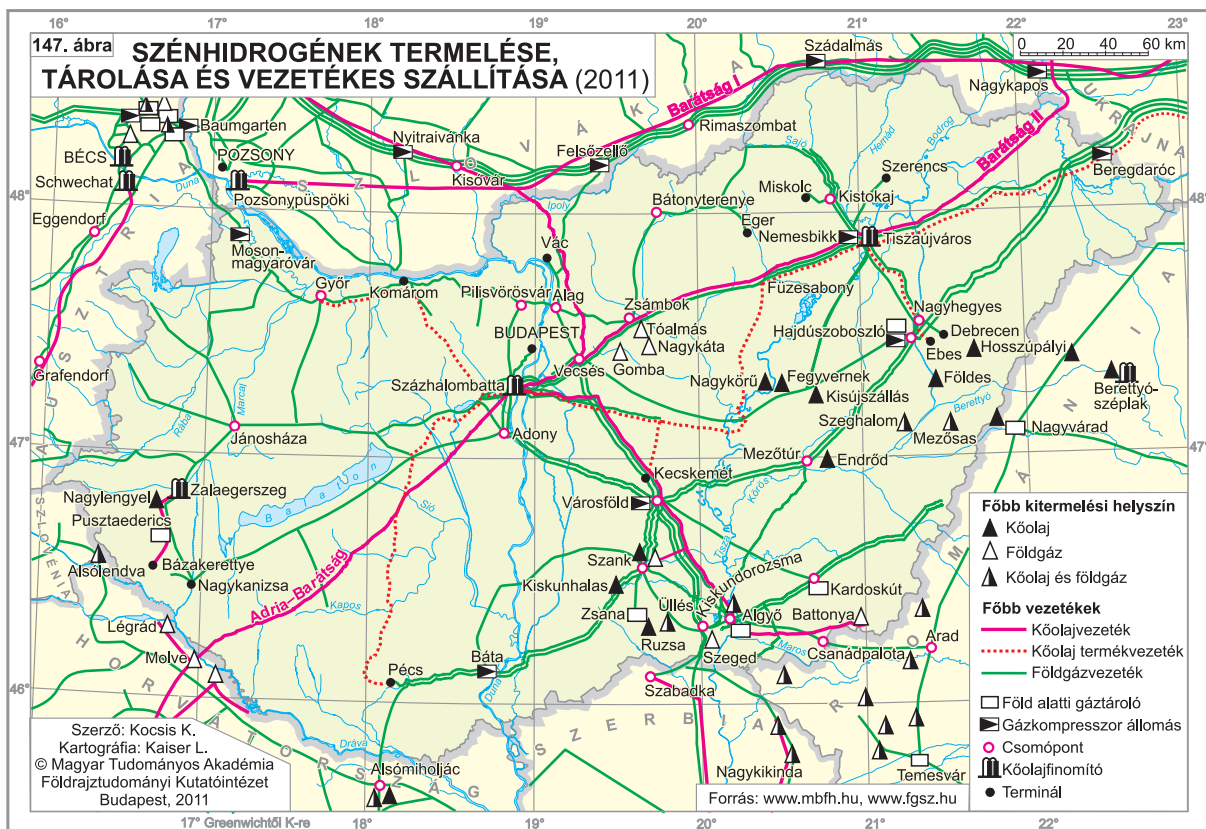
A 20. század végén, és különösen az elmúlt években a magyarországi energiapolitika homlokterébe került az energiaellátás biztonsága, támogatása és az energiatermeléssel összefüggő környezetvédelem. A kormányintézkedések fontos részévé vált a hazai szénhidrogénvagyon növelését célzó kutatási, feltárási tevékenység, a kitermelési hatások javítását is szolgáló intenzív termelés, valamint a tárolási kapacitás, különös tekintettel a földgáz földalatti tárolókapacitásának bővítése. Kiemelt feladatot jelent a feldolgozás biztonságát szavatoló készletezés, a feldolgozó technológiák korszerűsítése, a nemzetgazdaság különböző szektorait ellátó szállítási infrastruktúra teljes kiépítése, sok esetben rekonstrukciója. A fejlesztési célok közvetlenül érintették a szénhidrogén-származékok ellátási biztonságának megteremtését az energiatermelési, ipari, szállítási és kommunális területeken.

Történelmi távlatokból tekintve megállapítható, hogy a szénhidrogénekre mint alapvető természeti erőforrásokra épülő iparágak a magyar nemzetgazdaságban viszonylagosan újnak tekinthetők. Annak ellenére, hogy a korábbi kormányok és állami szervek már a 19. század végén ösztönözték a feltárási tevékenységet, a kőolaj- és földgáztelepek előfordulását a történelmi Magyarország területén csak 1914 és 1919 között bizonyították. A kezdeti úttörő és reményt keltő

időszakot követően a kutatások felgyorsultak és jelentős szénhidrogéntároló geológiai formációkat fedeztek fel számos területen. Ennek egyenes következményeként a kőolaj- és a földgáz ipari termelése az 1930-as évek közepén indulhatott meg hazánkban. A jelenlegi felmérés szerint az aktív szénhidrogéntelepek száma 68, és a kutatás alatt álló területek kiterjedése meghaladja a 75 000 km<sup>2</sup>-t, amelynek fele a MOL Nyrt. felügyelete alatt áll.

A szénhidrogének földtani vagyona (az ún. nem konvencionális földgáz nélkül) ugyan mindössze 0,4%-át képezi az ásványvagyontömegének, azonban nemzetgazdasági értéke, az ipari készlet fokozatos csökkenése ellenére, messze meghaladja ezt az arányt (44%, ez közelítően 3800 milliárd Ft nominál nemzetgazdasági értéknek felel meg). Az aktív, művelés alatt álló kőolaj- és földgázmezők többsége az ország DK-i és DNy-i részén lelhető fel (147. ábra).

Az ipari méretű *kőolaj*termelés 1937-ben kezdődött Magyarországon, amikor az Eurogasco vállalat eredményes fúrás mélyített a Budafa mezőben. Ezzel egyidőben a magyar-amerikai közös vállalat (MAORT, a Standard Oil of New Jersey leányvállalata) kitermelésre érdemes kőolajkészletet azonosított Lovászi, Hahót és Újfalusi térségében. Ezt követően a hazai termelés meredeken növekedett, 1940-re az éves



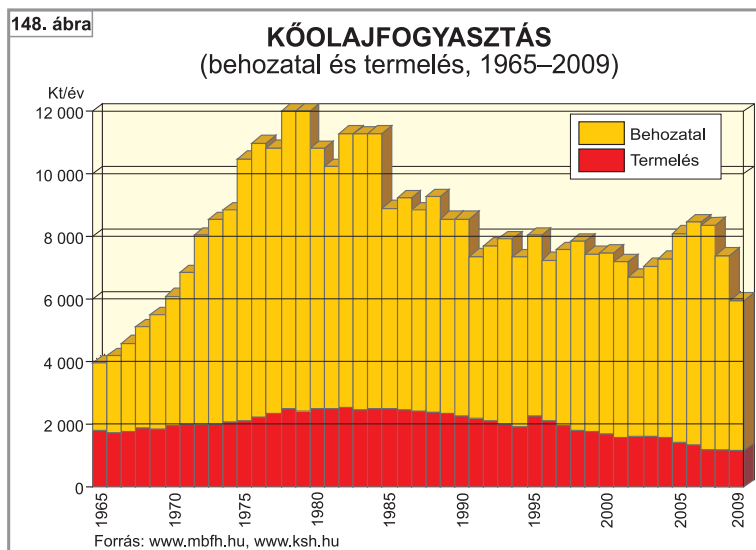
termelés elérte a 420 Kt-át, és így Magyarország nettó exportőré vált Európában. A 2. világháborút követően az olajipar egyaránt elkönyvelhetett eredményeket, de komoly veszteségeket is. A kőolajtermelés rövid időn belül jelentősen csökkent, annak ellenére, hogy újabb szénhidrogén előfordulásokat találtak a Dunántúlon és az Alföldön is.

A hazai termelésnek nagy lökést adott, hogy az 1950-es évek elején jelentős kőolajkészletet tártak fel Nagylengyel közelében. Ennek eredményeként 1953–1957 között a kumulatív kőolajtermelés átmenetileg 1500 Kt/év értékre futott fel. A magyar olajipar aranykora azonban az 1960-as években köszöntött be, amikor Szeged térségében, Algyőn sikerült megtalálni az ország máig legnagyobb szénhidrogén előfordulását. A mező több telepének termelésbe állítását követően az éves olajtermelés ismét elérte az 1500 Kt-át, illetve 1978-at követően közel tíz éven keresztül 2000 Kt volt a felszínre hozott kőolaj mennyisége. Tekintettel arra, hogy hasonló kitermelhető készlettel rendelkező tárolót az utóbbi évtizedekben nem sikerült megkutatni, a kumulatív termelés 1990-től fokozatosan csökkent a jelenlegi, évi 800 Kt-ás értékre. A kőolajtermelés hazai jövőjét alapvetően meghatározza a vagyon

és a készletek nagysága. A Magyar Bányászati és Földtani Hivatal által közölt adatok szerint a kőolaj földtani vagyon jelenleg 209,4 Mt, amiből 18,4 Mt kitermelhető. Az évi 0,8 Mt-ás termelést figyelembe véve a termelési élettartam közelítően 23 év.

A gyors, sokszor erőltetett iparosítás, a szállítási igények növekedése, általában a társadalmi fejlődés eredményeként az 1960-as évektől kezdődően a hazai kőolajtermelés nem tudta kielégíteni az egyre növekvő igényeket, és Magyarország a nettó kőolajimportáló országok körébe lépett (148. ábra). Az importált kőolaj mennyisége már 1965-ben elérte a teljes hazai igény 50%-át. Ettől az időponttól kezdődően az importfüggőség egyre növekedett, mára elérve a 86%-ot. 2009-ben az összes felhasználás kőolajból 6,17 Mt volt, amiből a hazai termelés mindössze 0,76 Mt-át (~12%-ot) tett ki. Jellemző az is, hogy az ország primer energiafelhasználásában a kőolaj több mint 30%-kal részesedik. A felhasználók között elsőként a szállítást érdemes kiemelni. Ez a szektor egyedül 4 Mtoe-vel (toe: tonna olaj egyenérték) részesedik a szénhidrogén termékek felhasználásából, ami 65%-a a teljes értéknek. Az ipar további 27%-ot, a kommunális és lakossági szektor pedig 9%-ot képvisel a kőolajtermékek





évi felhasználásában. A kőolaj fűtési és elektromos áramtermelésre történő alkalmazása – a korábbi időkkel ellentétben – meglepő módon marginális és alig haladja meg a 2%-ot. Ez többek között annak tudható be, hogy a közüzemi és lakossági energiafelhasználásban a földgáz szerepe kirívóan növekedett, és a fűtés területén csaknem egyeduralkodóvá vált. Mérvadó előrejelzések szerint a kőolajigény éves növekedése a közelgő évtizedekben átlagosan 2% körül alakul, miközben a hazai termelés 2030-ra a jelenleginek a felére csökken (<500 Kt/év). Sajnálatos módon az új mezők megkutatását és az intenzív termelési módszerek bevezetését, alkalmazását a kormányok adópolitikája jelenleg nem ösztönzi. A magyar nemzetgazdaság számára nagy jelentőségű, hogy a MOL Nyrt. sikereiben gazdag, intenzív tevékenységet folytat külföldön (pl. Horvátország, Pakisztán, Oroszország, Omán) a készletek növelése és a kooperatív termelés kiszélesítése terén.

Az importált kőolaj döntő része a *Barátság II távvezeték*en keresztül érkezik Oroszországból (149. ábra). Ezen a vezetékén évente több, mint 6 Mt kőolajat szállítanak a legnagyobb magyar finomítóba, Százhalombattára. Az ottani Dunai Finomítót távvezeték köti össze az Omišaljnál (a horvátországi Krk szigeten) megépült terminállal, amely jelenleg időszakosan működik. Ezen kívül, a magyar rendszer összeköttetésben áll a 100%-ban MOL Nyrt. tulajdont képező, Pozsony területén (Pozsonypüspöki mellett) elhelyezkedő Sloznaft Kőolajfinomítóval is. Ezek a feldolgozó üzemek és a jelenleg folyamatban lévő beruházások lehetővé teszik, hogy megfelelő mennyiségben lássák el feldolgozott termékekkel a magyar

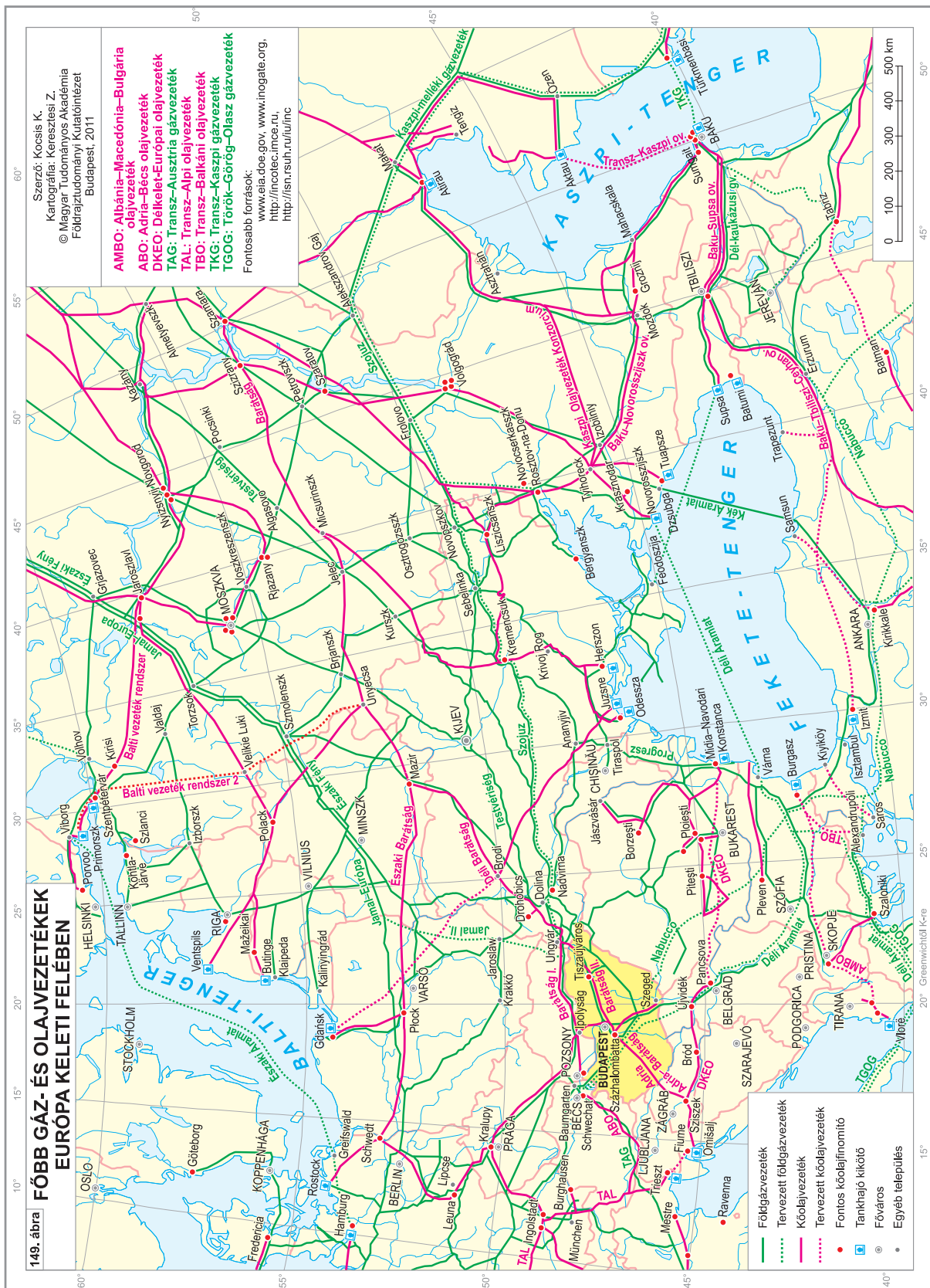
nemzetgazdaságot és megfeleljenek a környezetvédelmi, valamint az Európai Unió által megkövetelt szigorú minőségi előírásoknak. A fejlesztések középpontjában a kénmentes üzemanyagok, különleges összetételű motorhajtó- és kenőanyagok, továbbá bioetanol és biodízel előállítása áll.

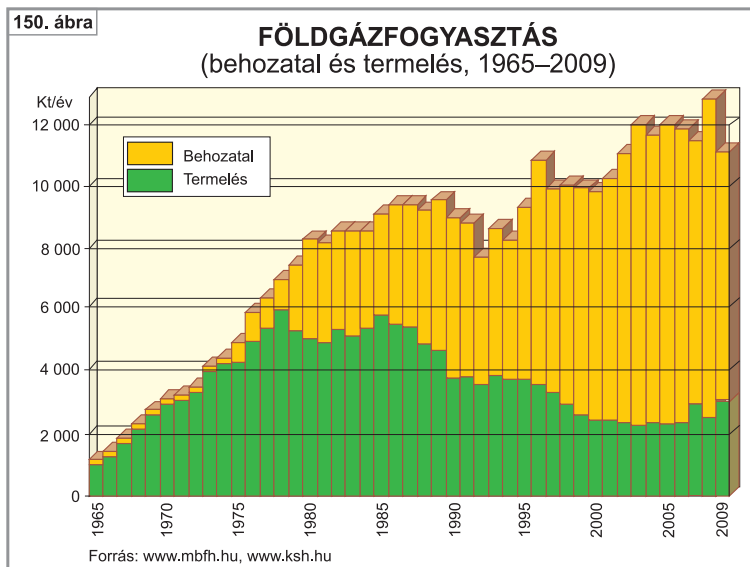
A kőolaj- és földgázlelőhelyek felkutatása párhuzamosan folyt a 20. század elejétől kezdve. Az erőfeszítések eredményeként az 1. világháború előtt gázindikációt mutattak ki és mérhető készletet találtak számos területen az országban (1911-ben az erdélyi

Kissármáson, 1914-ben a felvidéki Nyitrán). A kezdeti sikerek ösztönző hatására a Magyar Kincstár jelentős támogatást nyújtott az intenzív kutatásokhoz, amelyek további kitermelhető készletet azonosítottak a Dunántúlon és Kelet-Magyarországon.

A kőolajtermeléshez hasonlóan az ipari méretű földgáztermelés is 1937-ben kezdődött, de a felszínre hozott mennyiség 1960-ig nem volt jelentős. Ezt követően azonban a termelés meredeken emelkedett és néhány éven belül elérte a maximumot, ami közelítően 7 Mtoe (7 Gm<sup>3</sup>) volt (150. ábra). Ennek döntő részét az Alföldön (Hajdúszoboszlón, Algyőn) feltárt lelőhelyről termelték ki, de kisebb, iparilag hasznosítható előfordulás a Dunántúlon is található. A hazai földgáztermelés aranykora 1990-ben véget ért, ezt követően a termelés mennyisége gyorsan csökkent. Jelenleg a földgáztermelés 3 Mtoe (3 Gm<sup>3</sup>) körül van és a további fokozatos csökkenés nagy biztonsággal valószínűsíthető. A földgáz esetében a legújabb számítások – a nem konvencionális földgázt is beszámítva – már 3563 Mt földtani vagyronról és 2393 Mt kitermelhető készletről adnak számot, azonban ennek realizálása még bizonyításra szorul.

A földgázfogyasztás gyors növekedése miatt Magyarország már 1973-tól importra szorul. Az importált gáz forrása kizárólag Oroszország, függetlenül attól, hogy az közvetlenül, vagy közvetve, a nyugati nagynyomású hálózaton keresztül érkezett az országba (2008-ban a gázimport 17,5%-át, 2009-ben 26,5%-át kaptuk nyugati irányból) (BARKA E. et al. 2010). A földgáz éves felhasználása 2009-ben 11,115 milliárd m<sup>3</sup> volt, amelyből az import 72,2%-kal, 8,025 milliárd m<sup>3</sup>-rel részese-





dett, aminek 20%-a a Gaz de France, a Ruhrgas és az EMFESZ vállalatokon keresztül jutott el a fogyasztókhoz. Az import aránya a fogyasztásban jelenleg 80%, és az előrejelzések szerint 2020-ban ez az arány – a hazai termelés csökkenése miatt – meghaladhatja majd a 85%-ot.

Jelenleg Magyarországon a kisnyomású gázhálózaton keresztül 3,5 millió háztartást látnak el földgázzal (ez a háztartások 80%-a), ami szezonálisan (telente) csúcsfogyasztást okoz. A lakossági fogyasztás mellett az ipari felhasználás eltörpül. A vegyipar és más ipari szektor 10%-kal, míg az energiatermelés (áramtermelés) 15%-kal részesedik a földgáz felhasználásból. Az ipari fogyasztók egyúttal puffert is jelentenek a kritikus téli időszakban a biztonságos lakossági földgázellátás biztosításához.

A termelés, az import és a fogyasztás jellemzőit összevetve megállapítható, hogy az ország számára elementárisan fontosak a puffer kapacitások, a földalatti gáztározók kiépítése és üzemeltetése, valamint az import források kiszélesítése. A földalatti gáztározók jelentősége felértékelődött az elmúlt évtizedben, mert ezek nélkül nem lehetett volna kiegyenlíteni a szezonálisan fluktuáló gázfogyasztást, és nem sikerült volna megbirkózni a földgáz külföldi szállítását olykor befolyásoló (politikától sem mentes) krízishelyzetekkel, amelyek alapvető hatást gyakorolnak a biztonságos hazai ellátásra. Jelenleg öt földalatti gáztároló működik Magyarországon (147. ábra). Valójában az algyői rétegzett geológiai formációban három leművelt telepet alakítottak át gáztárolásra alkalmassá (MOL Kereskedelmi, Stratégiai és Maros-1 tárolók),

amelyek együttesen 32%-át adják a teljes „mobil” gázkapacitásnak. A már üzemelő és a közeljövőben működésbe álló földgáztározók „mobil” földgázmennyisége meghaladja az 5,5 Gm<sup>3</sup>/év kapacitást, a naponta kivehető gáz mennyisége pedig a 60 Mm<sup>3</sup>-t. Az ellátás nagyfokú biztonságának elérésében szerepet játszott a MOL Nyrt., az E.ON és a Gazprom példamutató erőfeszítése és együttműködése.

A megbízható földgázellátás kulcseleme a Magyarországon kiépült gázvezeték rendszer is. Nagynyomású gázvezetékek kötik össze a magyar rendszert Ukrajnával, Ausztriával,

Szerbiával, Romániával és Horvátországgal (147, 149. ábra). A 2010 októberében és decemberében a magyar–román (Szeged–Arad), illetve magyar–horvát (Városföld–Slobodnica) gázvezeték átadása után különös jelentőségű volt az a szerződés, amelyet 2011. január 28-án kötött Magyarország és Szlovákia a két ország gázvezeték-hálózatának összekapcsolásáról (Vecsés–Felsőzellő/Velké Zlievce), amely részét fogja képezni annak az észak–déli gázipari folyosónak, amely Lengyelországot kötné össze Horvátországgal. Az Ukrajnából belépő vezeték egyúttal a legfontosabb az import szempontjából, aminek éves szállító kapacitása 10 Gm<sup>3</sup>. Az ausztriai vezeték szállító kapacitása ennél kevesebb (4,4 Gm<sup>3</sup>/év), azonban ez az összeköttetési lehetőség meghatározó jelentőségű, ha többlet kapacitás bevonásra van szükség a csúcsfogyasztásban, illetve ha műszaki probléma lép fel az Ukrajnából érkező földgáz szállítása terén.

Az EU kezdeményezésével összhangban Magyarország ambiciózus terveket készít a földgázimport diverzifikálására új nemzetközi gázvezetékek megépítésével. A tervbe vett Déli Aramlat és a Nabucco vezetékek szállító kapacitása egyenként 30 Mm<sup>3</sup>/év, és mindkettő hazánkon keresztül halad majd át. Ennek következtében nemcsak a gázellátás biztonsága nőhet, de jelentős tranzitdíjat is realizálhat a nemzetgazdaság. Ezen túlmenően magyar részvétellel épül meg Krk szigetén (Horvátország) az LNG (Liquid Natural Gas, cseppfolyósított földgáz) terminál, ami lehetővé teszi a földgáz importját a Közel-Keletről.

A hazai kis- és közepes nyomású gázhálózat biztonságos ellátást nyújt valamennyi (ipari,



kommunális és lakossági) fogyasztó számára. A hálózatok kiépítése már 1963-ban megkezdődött és 2005-re a hossza elérte az 5194 km-t. Az öt nagyteljesítményű gázturbinás kompresszorral működtetett rendszer átlagos élettartama tehát több, mint 25 év, és az infrastruktúra 50%-a még az 1963 és 1980 közötti időszakban kiépült. A gázellátó rendszereket üzemeltető vállalatok legfontosabb feladata a jövőben nem a lefedettség növelése, hanem a meglévő rendszerek biztonságos működtetésének felügyelete, a hálózat műszaki állapotának fenntartása, esetleg a hálózati elemek cseréje.

A konvencionális szénhidrogének mellett figyelemreméltó nemzetgazdasági érdek fűződik a nem konvencionális szénhidrogének, illetve a természetes *szén-dioxid* források hasznosításához is. Magyarország jelentős földtani készlettel rendelkezik jó minőségű szén-dioxidból *Répcelak*, Hahót és Budafa térségében. A három előfordulás földtani készletét 2009-ben a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal 46 Mt-ra, ipari készletét 32,2 Mt-ra becsülte. Az évi átlagos kitermelés jelenleg 100 Kt, ami igen hosszú termelési élettartamot valószínűsít a jelenlegi termelési volumen mellett. A kitermelt szén-dioxidot megfelelő tisztítás után az élelmiszeripar használja fel, de a gyógyászati célú alkalmazás is kiterjedt. Korábban a bőséges készlet lehetővé tette, hogy a szén-dioxidot a kőolajtermelés hatásfokának javítására használják fel (Kiscsehíben és Nagylengyelben). Ennek a technológiának a kidolgozásában a magyar kutatók nemzetközi vonatkozásban is úttörő szerepet játszottak. Jelenleg a CO<sub>2</sub> hasonló célú alkalmazása az al földi kőolajmezőkön ismételtelen felmerült.

A szénhidrogének iránti igény fokozatos növekedése, a hazai termelés csökkenése és az importfüggőség erősödése ráirányította a figyelmet a *nem konvencionális szénhidrogének* hazai előfordulásaira és kitermelhetőségükre.

Reményt keltő Magyarországon a CBM (Coal Bed Methan) potenciálja, azaz a szénhez kötött *metán* felszabadítása és hasznosítása. Közismert, hogy a jó minőségű fekete szénnek 10–80 m<sup>3</sup>/t metánt is tartalmazhatnak. A Magyar és az Amerikai Geológia Szolgálat értékelése szerint a Mecsekben található széntelepekben, felhagyott bányatérsegekben 140–170 Gm<sup>3</sup> (optimista becslések szerint 240–280 Gm<sup>3</sup>) metán valószínűsíthető. A telepek kedvezőtlen szerkezeti adottságai miatt a tárolt metánnak legfeljebb 20%-a termelhető ki, de ez is közel 50 Gm<sup>3</sup> metánt jelentene az energiaszektor számára.

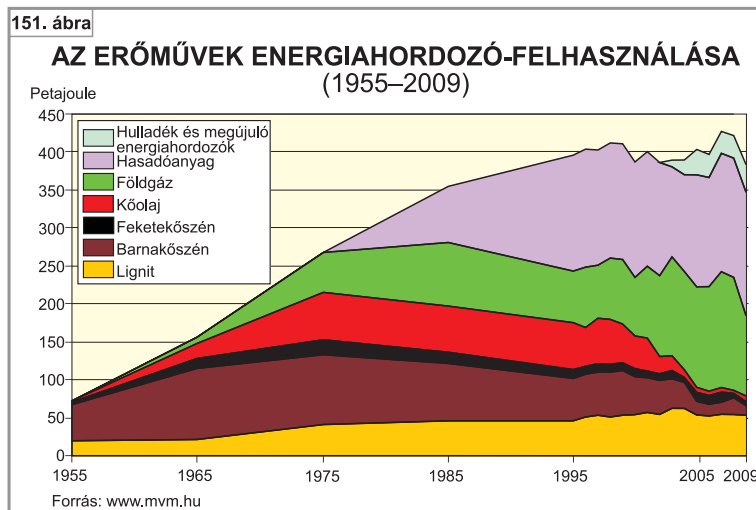
A közelmúltban egy kanadai–magyar vállalat szenzációs bejelentést tett közzé a médiában, amely szerint az Alföldön, nagy mélységben (4000–6500 m) európai viszonylatban is igen jelentős, 400–600 Gm<sup>3</sup> (optimista becslés szerint több mint 1200 Gm<sup>3</sup>) földgázvagyonot azonosított. A nem konvencionális földgáz igen kis áteresztőképességű és porozitású geológiai formációban található és ebből adódóan a szokványostól jóval kisebb kizozatali hatékonysággal termelhető ki. Reális művelési technológia alkalmazása esetén is nyilvánvaló, hogy ennek a földgázvagyonnak a részleges kitermelésével Magyarország nemcsak import-függetlenné, hanem nettó gázexportórré válhatna Európában. A folyamatban lévő kutatások egyértelműen felhívták a figyelmet arra a tényre, hogy a hasonló típusú földgáztárolók geológiai, tárolómérnöki és termelési technológiai szempontból új elvi megközelítést, paradigmát igényelnek. Reméljük azonban, hogy hazánkban, illetve a fejlett kőolaj- és földgáziparral rendelkező országokban folyó intenzív kutató-fejlesztő munka eredményes lesz, és a nem konvencionális szénhidrogének termelésére igazgá válik az a közkeletű mondás, amely szerint „ami ma nem konvencionális, az holnap konvencionális szénhidrogén lesz”.

## Energiaellátás

### *Az elmúlt fél évszázad trendjei*

Az 1950-es évek elején felgyorsult szocialista iparosítás energetikai alapját a szénmezők jelentették, amelyek magukhoz vonzották az alapanyag- és feldolgozóipari üzemek (pl. kohászat, vegyipar, építőanyag-ipar, gépipar) túlnyomó

többségét (151. ábra). Az 1960-as években az olcsó szovjet kőolajimport következtében gyorsan nőtt a szénhidrogének aránya, de az 1973-as és 1979-es kőolajár-robbanás következtében az 1970-es és 1980-as években Magyarországon is



törekedtek a hazai szénforrások felhasználásának bővítésére (pl. eocén és liász programok), a földgázfelhasználás, a villamosenergia-import arányának növelésére, az atomenergia felhasználása feltételeinek megteremtésére (pl. paksi atomerőmű). Az 1989 utáni rendszerváltozás, a keleti blokk országaiban lezajlott gazdasági összeomlás, versenyképtelen, rendkívül energiaéhes üzemek tömegeinek bezárása következtében az energiafelhasználás Magyarországon is

jelentősen visszaesett, majd az elmúlt években 1100 petajoule környékén stabilizálódott. Az energiaforrások hazai termelésének visszaesése következtében az import aránya az összes energiaforráson belül 1990 és 2007 között 50,7%-ról 67%-ra nőtt. Ezzel párhuzamosan a felhasználás szerkezetében az ipar arányának visszaszorulása és a lakosság, illetve a kommunális szféra igényének térhódítása volt megfigyelhető.

A kialakult helyzetben, az energiaellátás biztonsága és a fenntartható energiarendszer

érdekeiben a kormányzati *energiapolitika prioritásai*vá a következők váltak: energiatakarékosság, hatékonyság növelése; egyoldalú import- és földgázfüggőség mérséklése, importforrások diverzifikálása; a számottevő lignitvagyon nagyobb hatásfokú felhasználása; az atomenergia szerepének hosszú távú, további növelése; megújuló energiaforrások fokozottabb alkalmazása; környezetvédelmi szempontok fokozottabb érvényesítése.

## Villamosenergia

Az első magyar közcélú villamoserőművet 1884-ben, *Temesváron* hozták létre. Később számos, egymástól izolált erőmű jött létre, amelyek 1945-ig az ország településeinek 40%-át látták el árammal. Az első nagyfeszültségű (100 kV-os) villanyvezetékét 1932-ben adták át Budapest és a bányászati erőmű (Tatabánya) között. A 2. világháborút követően az erőművi kapacitást, hálózati rendszert – a szocialista iparosítás rohamosan növekvő villamosenergia-igényének kielégítése érdekében – gyorsan bővítették. 1960-ban az összes magyar település villamosítása befejeződött. Az addig széntüzelésű hőerőművek fűtőanyag-ellátásában jelentős változást hozott az 1970-es években a szénhidrogén tüzelésű Dunamenti (Százhalombatta) és Tisza II (Leninváros/Tiszaújváros) hőerőművek, az 1980-as években a paksi atomerőmű, az elmúlt két évtizedben a gázturbinás, bio- és szélenergiát hasznosító erőművek sokaságának üzembe helyezése. E változások megnyilvánultak a villamosenergia-termelés szerkezetének 1990 és 2009

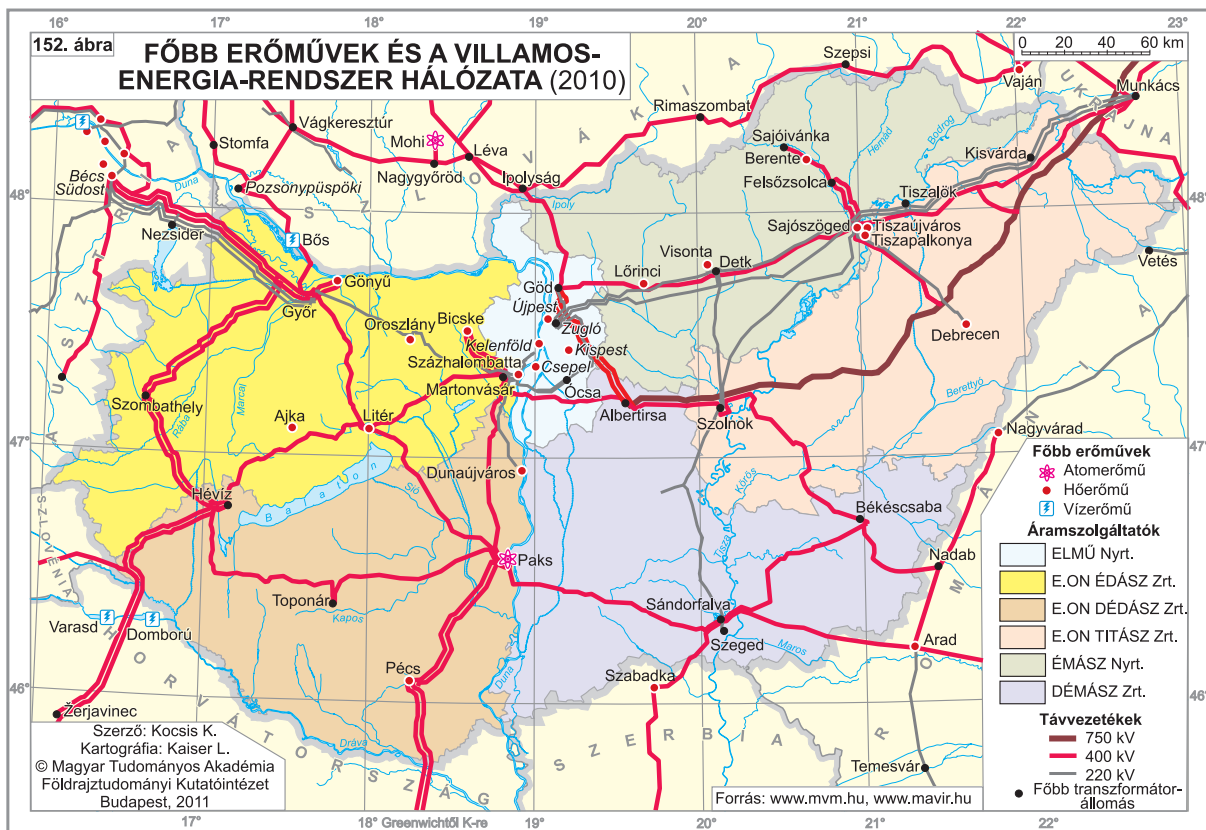
közötti átalakulásában is. A barna- és feketekőszén aránya 22,2%-ról 4,6%-ra csökkent, ezzel párhuzamosan nőtt a lignit (9,5%-ról 13,9%-ra) és a földgáz (16,3%-ról 27,6%-ra) részesedése. Az atomenergia fontossága (42,4%) – hasonlóan a földgázéhoz – rendkívüli maradt (SZABÓ T. *et al.* 2010).

Az erőművek beépített összteljesítménye 9172,7 MW, amelynek 85,3%-át az 50 MW-nál nagyobb teljesítményűek adják. Pakstól eltekintve az erőművek Közép- és Észak-Magyarországon, valamint Észak-Dunántúlon (pl. Százhalombatta, Visonta, Tiszaújváros, Budapest, Oroszlány, Tiszapalkonya és Berente) találhatóak (33. táblázat, 152. ábra). A lignitet és barnakőszént hasznosító hőerőművek (pl. Visonta, Oroszlány és Berente) nyersanyaglelőhelyeik, a szénhidrogén tüzelésűek a gáz- és olajvezetékek, illetve a legnagyobb felhasználók közelébe települtek (pl. Százhalombatta, Tiszaújváros és Budapest) (KOVÁCS K. 2010). Az említett nagyerőműveken kívül további 223 közcélú, ún. kiserőmű (50 MW-

33. táblázat Főbb erőművek (2010)

Név	Telephely	Teljesítmény (MW)	Energiaforrás
Paksi Atomerőmű Rt.	Paks	2000,0	nukleáris
Dunamenti Erőmű Rt.	Százhalombatta	1736,0	szénhidrogén
Mátrai Erőmű Rt.	Visonta	950,0	lignit, biomassza
AES Tisza Erőmű Kft.	Tiszaújváros	900,0	szénhidrogén
Csepeli Áramtermelő Kft.	Budapest-Csepel	396,0	szénhidrogén
Vértesi Erőmű Zrt.	Oroszlány	240,0	kőszén
AES Borsodi Energetikai Rt.	Tiszapalkonya	200,0	kőszén, biomassza
Budapesti Erőmű Zrt.	Budapest-Kelenföld	190,9	szénhidrogén
GTER Kft. Lőrinci GT	Lőrinci	170,0	tüzelőolaj
AES Borsodi Energetikai Rt.	Berente	136,9	kőszén, biomassza
Pannon Hőerőmű Rt.	Pécs	132,5	szénhidrogén
GTER Kft. Sajószöged GT	Sajószöged	120,0	tüzelőolaj
GTER Kft. Litéri GT	Litér	120,0	tüzelőolaj
Budapesti Erőmű Zrt.	Budapest-Újpest	110,0	szénhidrogén
Budapesti Erőmű Zrt.	Budapest-Kispest	110,0	szénhidrogén
Bakonyi Erőmű Rt. Ajkai Erőmű	Ajka	101,6	kőszén
DKCE Kft. Debrecen GT	Debrecen	95,0	szénhidrogén
ISD Power	Dunaújváros	69,0	szénhidrogén
Pannon Green Kft.	Pécs	49,9	biomassza

Forrás: www.mavir.hu



nál kisebb) társaság működik, amelyek egy része az országos energiarendszeren kívül, az adott vállalat önellátását szolgálja (pl. a BorsodChem Kazincbarcikán és a Dunapacké Budapesten). Az ország legnagyobb vízierőműveinek (Kisköre

és Tiszalök) bruttó teljesítménye még a 30 MW-ot sem éri el. A biomasszát hasznosító erőműveink közül a legjelentősebbek Pécsen (Pannon Green Kft.) és Ajkán (Bakony Bioenergia Kft.) találhatók. A kommunális hulladékot feldolgozó fővárosi

„FKFV–HUHA” erőmű teljesítménye 24 MW. A 10–24 MW teljesítményű szélerőművek a kedvező éghajlati adottságoknak, szélviszonyoknak megfelelően (23. ábra) elsősorban Északnyugat-Dunántúlon és a Dunántúli-középhegységben terjedtek el (pl. Levél, Sopronkövesd, Nagylózs, Mosonmagyaróvár).

Magyarország biztonságos, olcsó és tiszta energiával való ellátásában meghatározó szerepe van a paksi atomerőműnek, amely Budapesttől délre, Paks városától 3 km-re, a Duna jobb partján fekszik. A telephelyen négy, szovjet tervezésű, VVER-440/213 típusú reaktorblokk található (34. táblázat). Az erőmű 1974 és 1987 között épült, s ez volt Magyarország legnagyobb ipari projektje a 20. században. Az atomerőmű üzemeltetője a Paksi Atomerőmű Zrt., amelynek részvényeit a Magyar Villamos Művek (MVM) Zrt. birtokolja.

43%-a. Az erőmű rendelkezésre állása kiváló, a kumulatív teljesítmény-kihasználási tényezője 84,61%. A paksi atomerőmű a legolcsóbban és stabil áron termelő hazai kapacitás. Az árstabilitás oka az, hogy az atomerőműben az üzemanyagköltség aránya a termelési költségben alacsony, s az üzemanyag-ár megkétszereződése is kevesebb, mint 20% költségnövekedést okozna. Az ország ellátás-biztonsága szempontjából igen fontos, hogy az atomerőműben két évre elegendő friss üzemanyagot tartalékolnak, miáltal az üzemanyagpiac rövidtávú zavarai kivédhetőek, s mindemellett van alternatív üzemanyag szállító is.

A paksi atomerőmű nem bocsát ki üveg-házhatású gázokat. Bármilyen technológiával is helyettesítenénk ezt a kapacitást, növekedne a teljes életciklus alatt a megtermelt energiára vetített kibocsátás, így például egy földgáztüzelésű

34. táblázat A paksi atomerőmű főbb műszaki jellemzői

Blokk	A párhuzamos kapcsolás időpontja	Nettó teljesítmény az üzemkedetkor (MW)	Nettó teljesítmény a jelen teljesítmény-növelés előtt (MW)	Teljesítmény 2010-ben (MW)	
				nettó	bruttó
1	1982. 12. 28.	410	437	470	500
2	1984. 09. 06.	425	441	473	500
3	1986. 09. 28.	427	433	473	500
4	1987. 08. 16.	425	444	473	500

Forrás: www.atomeromu.hu

A paksi atomerőmű üzemeltetése biztonságos. A közelmúltban végrehajtott átfogó biztonság-növelő program és számos korszerűsítés eredményeként a biztonság szintje a paksival egykorú atomerőműveket meghaladja. A zónasérülés valószínűsége  $10^{-5}$ /év nagyságrendű. Az erőmű üzeme zavarmentes; automatikus védelmi működés sem 2008-ban, sem pedig 2009-ben nem volt. 2003-ban a 2. blokkon egy, a blokk technológiájától független tisztító tartályban üzemanyag-sérülés történt, de ennek környezeti következményei nem voltak.

Az atomerőmű teljesítményét korábban a hatásfok javításával, a közelmúltban pedig reaktorok hőteljesítményének növelésével fokozták. Ez utóbbi 8%-kal növelte a blokkok villamos teljesítményét az üzemanyag kazetták konstrukciójának korszerűsítése és néhány átalakítás révén, miközben a reaktorok biztonsági korlátai és tartalékai változatlanok maradtak.

2009-ben az atomerőmű 15 427 GWh villamos energiát termelt, ami a hazai termelés

helyettesítő kapacitás évi 5 Mt CO<sub>2</sub>-t emittálna. A paksi atomerőműnek teljességgel elhanyagolhatóak a radiológiai környezeti hatásai: az atomerőmű a megengedett értékek jelentéktelen hányadát használja ki, 2008-ban mindössze a 0,25%-át. A kritikus népesség-csoport atomerőmű üzeméből származó dózistöbblete 58 nSv volt 2008-ban, ami a természetes háttérsugárzásból kapott 10 perces dózisonak felel meg. Az atomerőmű egyetlen normálüzemi környezeti hatását a felmelegedett hűtővíz Dunába történő visszavezetése okozza. Ezt és a többi hatótényezőt tekintve, illetve az üzemidő húsz évvel való meghosszabbítását is figyelembe véve – a monitoring programok tényleges eredményei és a hatásvizsgálatok alapján – az atomerőmű környezeti hatása semleges vagy elhanyagolható.

Az atomerőműben a termelés során keletkező ipari hulladékot, beleértve a radioaktív hulladékot is, szigorú technológiai előírások szerint gyűjtik, osztályozzák, kezelik és tárolják, amelyhez rendelkezésre állnak a megfelelő tech-



nikai eszközök. A kiégett üzemanyag 50 éves átmeneti tárolása a paksi telephelyen történik.

Az olcsó és tiszta energiaellátás megvalósításának egyik ésszerű módja a jövőben a paksi atomerőmű üzemidejének meghosszabbítása. Az atomerőmű tervezett üzemideje 30 év, ami 2012 és 2017 között jár le. 2000-ben egy megvalósíthatósági tanulmánnyal elkezdődött az a szisztematikus műszaki-tudományos munka, amely eredményeként az atomerőmű üzemideje 20 évvel meghosszabbítható. Az üzemidő hosszabbítás környezetvédelmi engedélyt kapott 2006-ban. 2008-ban kezdődött a nukleáris biztonsági engedélyezési folyamat az üzemidő hosszabbítás programjának elkészítésével, amelyet követ az üzemeltetési engedély meghosszabbítása, az 1. blokk esetében 2011-ben, majd sorra, a többi blokkra.

A magyar villamosenergia-ipar fejlesztésének célszerű módja két, egyenként 1000–1600 MW teljesítményű új atomerőművi egység építése a paksi telephelyen 2020–2030 között. Az új erőmű 60 éven át versenyképes áron és gyakorlatilag kibocsátás és káros környezeti hatások nélkül fog termelni, jelentősen fokozva az ország ellátás-biztonságát. Az új projekt serkenti az ország műszaki-tudományos és ipari fejlődését, több ezer új munkahelyet jelent több mint egy évtizedre. A biztonságos üzemeltetéshez szükséges tudás és tapasztalat az országban rendelkezésre áll; az új atomerőmű létesítésének és üzemeltetésének engedélyezéséhez a jogi és intézményi feltételek adottak. A paksi telephelyen a szükséges infrastruktúra jórészt adott, a telephely földtani, meteorológiai, hidrológiai jellemzői ismertek, a meglévő atomerőművel való szinergiák jelentősek.

A paksi atomerőmű társadalmi elfogadottsága évek óta meghaladja a 70%-ot. 2005 novemberében az Országgyűlés egyetértőleg tudomásul vette az atomerőmű üzemidejének 20 évvel történő meghosszabbítását. 2009 márciusában az Országgyűlés elvi hozzájárulását adta a paksi telephelyen új atomerőmű létesítéséhez.

A radioaktív hulladékok az izotóptechnika hazai alkalmazásának bevezetésével egyidejűleg jelentek meg Magyarországon az 1960-as évek elején. Ilyen hulladékok egyrészt kutatóintézetekben, orvosi, ipari, mezőgazdasági intézményekben és laboratóriumokban, másrészt nukleáris létesítményekben keletkeznek. A paksi atomerőmű négy blokkjának üzembe

állítás (1982–1987 között) megnövelte a keletkezett radioaktív hulladék mennyiségét.

A kis és közepes aktivitású intézményi eredetű radioaktív hulladékok elhelyezésére szolgáló Radioaktív Hulladék Feldolgozót és Tárolót (RHFT) 1976-ban helyezték üzembe. Telephelye Budapesttől 40 km-re ÉK-re, Püspökszilágyon található. Az elmúlt 34 évben beszállított hulladék 5000 m<sup>3</sup> helyet foglalt el, ami azt jelenti, hogy a tároló megtelt. Mivel a hazai intézményekben jövőben keletkező radioaktív hulladékok elhelyezése változatlanul fontos feladat, ezért további szabad térfogatot kell biztosítani. Ennek érdekében 2006-ban egy biztonságnövelő és térfogat-felszabadító program kezdődött. Mindezek eredményeként a tároló még hosszú ideig fogadni tudja az ország intézményi radioaktív hulladékait.

Az atomerőmű normál üzemében keletkező kis és közepes aktivitású szilárd és folyékony radioaktív hulladékokat az erőműben dolgozzák fel, és átmeneti telephelyi tárolásuk is megoldott. A végleges elhelyezés a Tolna megyei Bábaapátiban, egy dombtető alatt 200 m mélyen, gránit befogadó kőzetben létesülő Nemzeti Radioaktív Hulladék-tárolóban (NRHT) történik, amelynek felszíni létesítményei 2009-re elkészültek, így az erőműben tárolt szilárd radioaktív hulladék átszállítása már ez év végén elkezdődött. Ez a tároló tudja majd fogadni az atomerőmű bővítéséből, és az erőmű lebontásából származó, nem nagy aktivitású hulladékokat is.

Magyarországon három nukleáris létesítményben keletkeznek kiégett fűtőelemek: a paksi atomerőműben, a Budapesti Kutatóreaktorban és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem oktatóreaktorában. A paksi atomerőmű kiégett fűtőelemeinek nagy részét 1989 és 1998 között visszaszállították a Szovjetunióba (később Oroszországba). A kiégett fűtőelemek tárolására jelenleg moduláris rendszerű, szükség szerint bővíthető átmeneti tároló áll rendelkezésre, ami legalább 50 évre megoldja az elhasznált nukleáris üzemanyag átmeneti tárolását. A *Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójának* telephelye a paksi atomerőmű telephelyének közvetlen szomszédságában van.

Ez idáig még nem született döntés kiégett fűtőanyagok átmeneti tárolást követő sorsáról. A nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezésére szolgáló tároló befogadására alkalmas kőzet kutatása a mecseki uránbányához tartozó bodai agyagkő formáció vizsgálatával

már 1994-ben megkezdődött. Az uránbánya bezárással a kutatási program leállt, de 2003-ban újraindult.

Az atomtörvény és végrehajtási rendeletei 1998. január 1-jével létrehozták a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapot a radioaktív hulladékok elhelyezésének, a kiégett fűtőelemek átmeneti tárolásának és végleges elhelyezésének, valamint a nukleáris létesítmények leszerelésének finanszírozására.

Az atomtörvény kiemelten foglalkozik a lakosság tájékoztatásával. Lehetővé teszi, hogy a radioaktív hulladéktároló engedélyese a létesítmény környezetében lévő települések lakosságának rendszeres tájékoztatása érdekében elősegítse társadalmi ellenőrzési és információs társulások létrehozását, azok tevékenységéhez támogatást adhat. Ezek a társulások mind a működő, illetve tervezett radioaktív hulladéktárolók, mind a kiégett fűtőelem tároló környezetében létrejöttek, és sikeresen működnek.

A villamosenergia-termelésben résztvevő nagyerőműveket működtető társaságok 38,9%-a (pl. a Dunamenti, Mátrai, AES Tisza Erőmű) külföldi befektetők kezében van. Az MVM Zrt. és a MAVIR Zrt. (Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt.) kizárólag magyar befektetők tulajdona.

Az ország villamosenergia-termelése az 1938. évi 1,4 TWh-ról 1990-ben 28,4 TWh-ra, majd 2009-ben 35,9 TWh-ra nőtt. Ez a mennyiség nem fedezi hazánk villamosenergia-fogyasztását (2009-ben 41,4 TWh), amely a hazai fogyasztásból, magán-erőművekből, hálózati veszteségből és a villamosenergia-külkereskedelmének mérlegéből tevődik össze. A magyar energiahálózat 1940 óta nettó importőr. A behozatal aránya a villamosenergia forrásokon belül 2007-ben 26,3%-ot ért el. 2005 óta az import, főként az export növekedésében kiemelkedő szerepet játszanak a Balkán felé történő tranzitszállítások. A 10 972 GWh-ás (2009) villamosenergia-import főként Szlovákiából (6001 GWh), Ukrajnából (2916 GWh) és Ausztriából (1392 GWh) érkezik, míg a kivitelünk (5459 GWh, 2009) elsősorban Horvátországba (3309 GWh) és Szerbiába (1364 GWh) irányul.

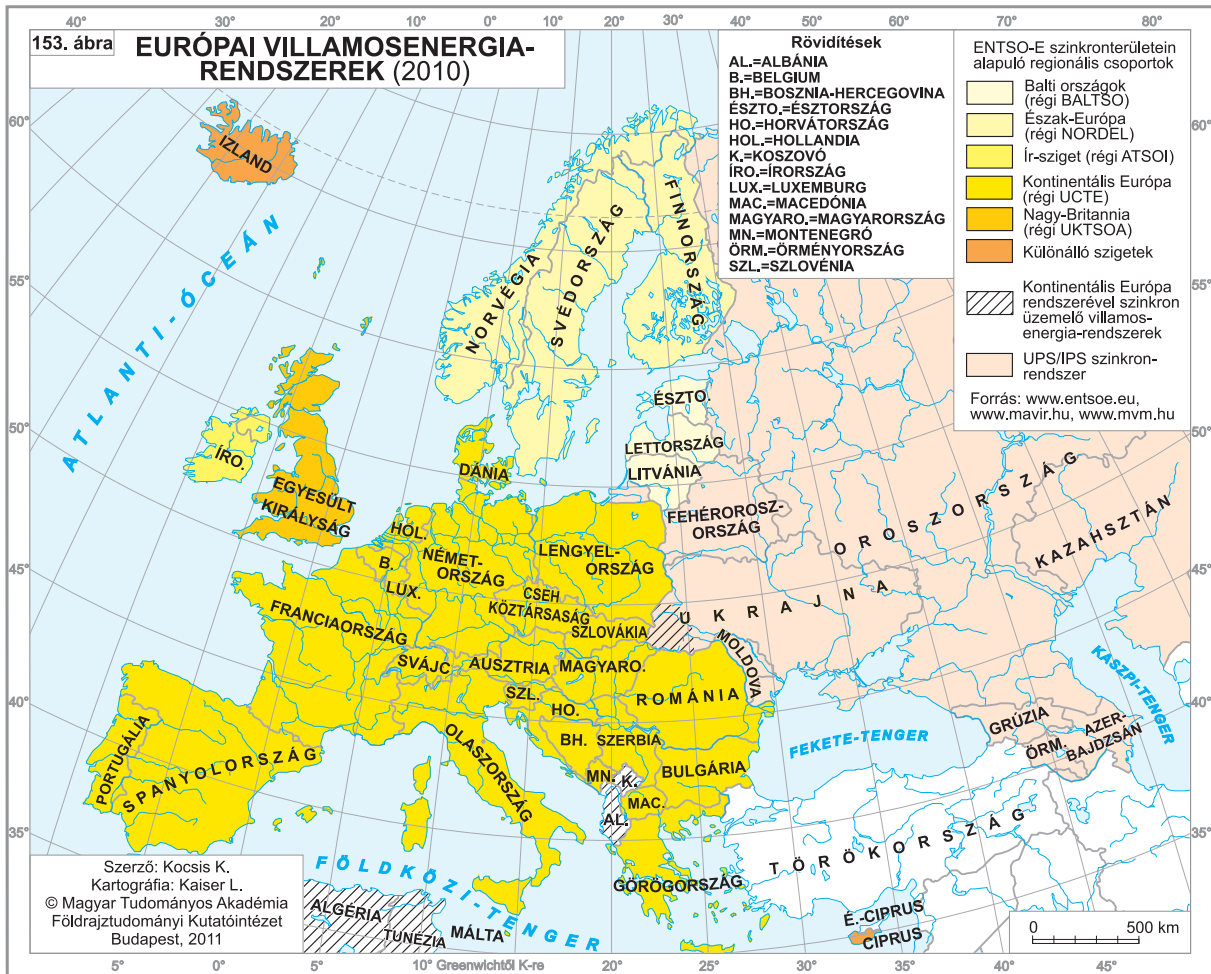
Magyarország (Lengyelországgal, Szlovákiával, Romániával és Ciprussal együtt) 2004-ben lett az ETSO (European Transmission System Operators – Európai Átviteli Rendszerirányítók) teljes jogú tagja, amely több, mint 490 millió európai lakos villamosenergia-ellátását végzi,

összességében 290 000 km hosszú magasfeszültségű távvezetékrendszer révén. Az ETSO négy regionális szövetséget (NORDEL, TSOI, UCTE és UKTSOA) magában foglaló nemzetközi szervezet, amely azon európai törekvés eredményeként jött létre, hogy a villamosenergia-rendszer megbízhatósága, az ellátás minősége maximális, az elsődleges energia- és kapacitás-források kihasználtsága optimális legyen. A magyar villamosenergia-ipar 1995-ben csatlakozott az említett regionális szervezetek legnagyobbikához, az UCTE-hez (*Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity*), amely 1999-ben fogadta be az MVM Zrt-t, 2001-ben a MAVIR Zrt-t. Az UCTE-n belül Magyarország az északi szabályozási blokkhoz (RWE) került, amelynek elszámoló központja a német Brauweiler. 2009. július 1-től az ATSOI, BALTSO, ETSO, NORDEL, UCTE és UKTSOA-t szervezetileg az újonnan létrehozott ENTSO-E (*European Network of Transmission System Operators for Electricity*) keretén belül egyesítették (153. ábra).

A termelők és fogyasztók közötti kapcsolatot a villamosenergia-rendszer átviteli és elosztóhálózata valósítja meg, amelynek teljes hossza 162 509 km (2009). A teljes vezetékrendszer több, mint 2/3-a 1955 után épült ki. Az első 220 kV-os vezeték 1960-ban, az első 400 kV-osat 1970-ben, az egyetlen 750 kV-os vezeték az ukrajnai Vinnicja és a magyar Albertirsa között 1978-ban adták át. A nagyfeszültségű szabadvezetékek hossza 9818 km, amelynek 2,7%-a tartozik a 750 kV-os és 21,6%-a a 400 kV-os kategóriába (BARKA E. et al. 2010).

Az 1995-ben és 1996-ban lezajlott magánosítás eredményeként a villamosenergia-szolgáltatók 88,4%-a külföldi (többnyire német) tulajdonban van. A multinacionális E.ON Energie Európa legnagyobb magántulajdonban lévő energiaszolgáltatójának honi leányvállalata, az E.ON Hungária Zrt. Magyarország vezető energiaszolgáltatója, amely a Dunántúl és az Észak-Alföld áramszolgáltatását látja el. Az értékesített villamosenergia 53%-át az ország legfejlettebb területein az ELMŰ Nyrt. (Budapest és környéke), illetve az E.ON ÉDÁSZ Zrt. (Észak-Dunántúl) szolgáltatta (152. ábra).

A magyar villamosenergia-rendszer jelentős része elavult, 30–50 évet meghaladó korú, a nagyerőművek átlagéletkora jelenleg 24 év. Mértékadó szakmai vélemények szerint a következő 10–15 évben 4500–6000 MW teljesítmény pótlására (fejlesztésre) lenne szükség.



A műszaki-gazdasági racionalitás, az ország energiaellátásának biztonsága érdekében döntő részben atom, illetve lignit alapon történhet

a fejlesztés. Indokolt lenne a vízenergia és más megújuló energiafajták (pl. szél) részarányának növelése is.