

## 1.1 | Energia és környezet: nehéz döntések

1.6

*Tárgyszavak: fenntartható energiatermelés; fosszilis tüzelőanyagok; megújuló energiaforrások; atomenergia; társadalmi fejlődés; üvegházhatás.*

Az energetika jövője és kapcsolata a környezettel komplex és régóta vitatott kérdés. A jövőt nem tudjuk megjósolni, csak megtervezni.

A jövő biztonságos energiaellátásának egyetlen lehetséges módja a környezet szempontjából fenntartható energia-előállítás és -felhasználás. Ez a megállapítás tükrözi a társadalom környezet iránti elkötelezettségét. A valódi gazdasági fejlődéshez szükséges egy humán jellegű fejlesztés is, amelynek keretében az oktatás, a kultúra és az ismeretek képezik az alapját az energiaforrások felhasználására vonatkozó döntéseknek a XXI. században.

A jövőben rendelkezésre álló energiaforrások és a technológiai fejlettség létfontosságú tényezők a gazdasági és társadalmi fejlődés modellezésében. Hatásuk nagymértékben függ bizonyos meghatározó elemekkel való kölcsönhatásuktól (környezetvédelem, világkereskedelem, gazdaság, kommunikáció és az információs technológia fejlődése), ezek azok az elemek ugyanis, amelyek jelentősen befolyásolják a világ népességének magatartását és életmódját.

A fentiekkel kapcsolatban fontosak még a politikai és társadalmi változások, amelyek lehetővé teszik az egyenlő lehetőségek és a társadalmi igazság biztosítását.

### **Az energiaigények és a fenntartható fejlődés**

Nemzetközi szervezetek számadatokkal igazolják, hogy a világ népességének egyötöde a legnagyobb jövedelemmel rendelkező OECD országokban él. Ezek az országok tartják a kezükben a világ ipari termelésének 86%-át, az export 82%-át, a beruházások 68%-át. Itt él az internethasználók 91%-a, és ellenőrzésük alatt tartják a világkereskedelem 71%-át. A szervezetek rámutatnak arra is, hogy a világ jelenleg 6 Mrd fős, az elmúlt 100 évben megnégyszereződött népességének egyharmada nem jut energiához, ugyanakkor a világ népességének kevesebb, mint 20%-a használja fel a világ energiatermelésének 80%-át.

Vannak ezen túlmenően egyéb megoldásra váró problémák is. Így például:

- A nemzetközi vízügyi intézet jelentése szerint az öntözővíz hiánya a jövőben Indiában – amelynek népessége hamarosan eléri az 1,5 Mrd főt – a gabonatermelés 25%-os csökkenését okozhatja. Az előrejelzések szerint a közeljövőben a világ népességének egynegyede olyan országokban fog élni, ahol hiány lesz friss vízből.
- Az 1950-es évek óta a világ gabonatermelésre alkalmas területe rohamosan csökken: az iparosodás és a lakásépítés növekedése miatt kevés földterület marad a földművelésre.
- Az ENSZ jelentése szerint 2002-ben először haladta meg a városban élők száma a vidéken élők számát. 2050-re 8 Mrd ember él majd a földön. Logikus tehát a kérdés, korlátozzák-e környezeti tényezők a népességszám alakulását és az élet minőségét a földön?

Sajnos a gazdasági globalizáció nem ad megoldást a fenti problémákra. Ellenkezőleg: növeli az aránytalanságot azok között, akik jólétben élnek és akik a gazdasági élet periferiájára szorultak. A világgazdaságban a hatékony energiaellátás nélkülözhetetlen a stabil gazdasági tevékenységhez.

A fenntartható fejlődést vizsgálva olyan utakat és cselekvési terveket kell meghatározni, amelyek nem csökkentik elfogadhatatlan szintre a jelenlegi környezeti és társadalmi tőkét, és nem veszélyeztetik a jövő generációját. Ez fogalmazódott meg az 1997. évi kiotói jegyzőkönyv célkitűzéseiben, annak érdekében, hogy döntéseket hozzanak a jövőbeni klímaváltozás kockázatának a csökkentésére. Sajnos – amint azt a legutóbbi konferencia is tanúsítja – máig nem született megegyezés a kitűzött célok eléréséhez szükséges támogatás kérdésében, különösen néhány fejlett ipari ország részéről, amelyek egyébként felelősek a világ nagymértékű elszennyezéséért.

Egy második megfontolás arra vonatkozik, hogy az elkövetkezendő 20 évben a világ energiaigénye várhatóan megháromszorozódik. Ebben az időszakban a villamosenergia-termelés jelenlegi fő alapanyagainak (azaz a foszszilis tüzelőanyagoknak, mint a szén, olaj, földgáz) felhasználási aránya csökken, a kiotói jegyzőkönyvben 2010-re előírt 12%-os CO<sub>2</sub>-emisszió csökkentése érdekében. Szakértők szerint az emissziócsökkenés 50%-a az energiahatékonyság növelése útján, a fennmaradó 50% pedig más energiaforrások felhasználásával valósul meg.

## **Egy energiaválság elhárítása**

A feladat ezután nemcsak annak a meghatározása lesz, hogyan valósítjuk meg a CO<sub>2</sub>-kibocsátás kívánt mértékű csökkentését, hanem az is, hogyan kezeljük az elkövetkezendő évtizedekben várhatóan kialakuló energiaválságot. Napjainkban három átfogó gazdasági növekedési változat ismert, ame-

lyek összhangban vannak az elkövetkezendő évszázad energiaigény-növekedésével. A világ energiatanácsa szerint:

- az elkövetkezendő 20 évben növelni kell a termelői kapacitást, amely nagyobb lesz, mint az elmúlt évszázadban a teljes beépített termelőkapacitás
- biztosítani kell további 25 M hordó/nap olajtermelést, a 90 M hordó (15 M tonna) napi olajfelhasználás kielégítésére
- évi 3,5 Mrd tonna kapacitású szénrel működő energetikai létesítményt kell létrehozni, az évi 7 Mrd tonna felhasználás eléréséhez
- 4000 Mrd m<sup>3</sup> éves gáztermelést kell megvalósítani, amely egyenlő az Egyesült Államok teljes gáztartalékával.

Nem szabad elfelejtenünk azt sem, hogy a hagyományos energiaforrások nem kimeríthetetlenek. Ezért szükséges a források hatékony felhasználása és a meglévő energiataralékok optimális hasznosítása a környezet minimális károsításával, illetve megfelelő újrahasznosítási technológiák alkalmazásával.

Tanulmánytervek szerint a szénkészletek a mai felhasználási adatok mellett 200 évig, a földgázkészletek 60 évig, az olajkészletek 40 évig elegendők. Folyamatban van új olaj- és földgázlelőhelyek feltárása: új, korszerű technikák alkalmazásával a jelenlegi források megkétszerezhetők.

Más megfontolás szerint a világ energiagondjainak megoldására (az üvegházhatású gázok problematikája, a hagyományos energiaforrások kimerülése) környezeti szempontból a legígéretesebbek a megújuló energiaforrások és az atomenergia.

Sokan, leegyszerűsítve a kérdést, a megújuló energiaforrásokat veszélytelennek, a szerves tüzelőanyagokat és az atomenergiát pedig veszélyesnek tekintik.

Jelenleg csak két nem hagyományos forrásból állítható elő megfelelő mennyiségben energia üvegházhatás nélkül: a vízenergiából és a nukleáris energiából. Ez a két forrás a villamosenergia-termelés primer energiafelhasználásának 7–7%-át, a többi nem hagyományos forrás összességében az 1%-át biztosítja.

Az elkövetkezendő évtizedekben a termonukleáris fúzió és a megújuló energiaforrások műszaki és gazdasági okok miatt várhatóan nem fognak jelentős szerepet játszani a világ energiamérlegében. Így öt szénmentes energiaforrás marad, amelyek 2050-re jelentős szerephez juthatnak: az atommaghasadás, a biomassa, a napenergia, a szélenergia és a szénmentes fosszilis tüzelőanyagok, elsősorban a gáz.

## **A nukleáris energia jövőbeni alkalmazási lehetőségei**

A nukleáris alapú energiatermelés terén már számos tapasztalat halmozódott fel, és jelentős fejlesztések történtek. Alkalmazásához több környezeti előny kapcsolódik. Hozzájárult a világon a CO<sub>2</sub> emissziók 8%-os csökkenésé-

hez, ez egyenlő a vízenergia alkalmazásával elérhető emissziócsökkenés értékével. A nukleáris alapú energiatermelés során nem keletkeznek nitrogén- és kén-oxidok, amelyek a légkörben savvá alakulva eső vagy köd formájában az erdők, a tavak és az épületek pusztulását okozzák.

A nukleáris energiatermelés terjedését a biztonságtechnika és a gazdaságos üzemeltetés befolyásolja, amely magában foglalja a radioaktív hulladékok kezelését is.

## A kihívások kezelése

Felmerül tehát a kérdés, hogyan fogalmazhatók meg a nukleáris energiával kapcsolatos kihívások, és ki garantálja, hogy a jövőben a nukleáris energia kielégíti a tiszta energiával kapcsolatos követelményeket? A kihívásoknak való megfelelés kétirányú cselekvést tesz szükségessé:

- átfogó kampányok folytatásával a nyilvánosság bizalmának helyreállítása a nukleáris energiával szemben. Nukleáris energia alkalmazásával ugyanis a jövő energetikai iparának számos komoly kihívása megoldható lenne
- a nukleáris energia kizárólag békés célra való felhasználása és gazdasági versenyképességének bemutatása más energiaforrásokhoz viszonyítva.

Meg kell érteni azt is, hogy az atomfizika, amely a nukleáris energiatermelés alapja is, közös minden egyéb, békés célú felhasználás terén, legyen az orvosi, mezőgazdasági, ipari, tudományos vagy egyéb célú. Ezek az alkalmazások segítik a társadalom fejlődését.

Az energetikai ipar fejlesztése tehát többlépcsős folyamat. Az elkövetkezendő néhány évtizedben még a fosszilis tüzelőanyagok lesznek a fő energiaforrások, középpontban a földgázzal, mint a legtisztább szénalapú energiaforrással az üvegházhatás csökkentése tekintetében.

A műszaki fejlődést és az energiaigények növekedésének ütemét figyelembe véve napjainkban négy szakasz körvonalazható:

1. 2015-ig jellemző lesz a fosszilis és egyéb, nem hagyományos források jelenlegi technológiákkal történő kitermelése, illetve a kitermelés és a felhasználás növekedése.
2. A második szakasz az első szakasszal átfedésben 2050-ig tart. Ekkor egymás mellett alkalmazzák a fosszilis tüzelőanyagokat, a nukleáris energiát és a megújuló energiaforrásokat.
3. A XXI. század közepére a villamos energia és a hidrogén vezető szerephez jut, különösen a háztartási fogyasztók esetében. Az olajnak és a gáznak a hidrogéntüzelésű gépjárművek elterjedéséig továbbra is fontos szerepe lesz a közlekedésben és a szállításban. Az új gazdasági, társadalmi és környezetvédelmi követelmények igényelni fogják

további új energiaforrások felkutatását, valamint az energiaszállítás terén új eljárások kifejlesztését.

4. 2050–2100 között áttörés várható a napenergia és a termonukleáris fúzió alkalmazása terén, amelyek világszerte lehetővé teszik majd gazdaságos és környezetbarát energiaellátó rendszerek alkalmazását.

Az energiatermelés és -felhasználás fenntartható módozatainak megtalálása folyamatos kihívást jelent, különösen a világ fejlődő térségei számára, ahol a népesség és az energiaigények a leggyorsabban nőnek. Többet kellene tennie minden országnak, hogy támogassa a tiszta, megbízható és hozzáférhető energia szolgáltatását a világ lakossága részére a XXI. században.

**(Regősné Knoska Judit)**

Diaz-Balart, F. C.: Energy and environment: hard choices = IAEA Bulletin, 44. k. 1. sz. 2002. jún. p. 25–30.

Bruggink, J. J. C.; Van Der Zwaan, B. C. C.: The role of nuclear energy in establishing sustainable energy paths. = International Journal of Global Energy Issues, 18. k. 2–4. sz. 2002. p. 151–180.