



Energia[forradalom]

A fenntartható energiagazdálkodás lehetőségei Magyarországon a 21. században

© PAUL LANGROCK / ZENIT / GREENPEACE



EREC
EUROPEAN RENEWABLE
ENERGY COUNCIL

GREENPEACE

Kiadja: Greenpeace Central and Eastern Europe
Greenpeace Magyarország Egyesület

Felelős kiadó: Mezei Csaba

Készült: 2005-2007.

Intézetek:

DLR, Institute of Technical Thermodynamics Department of Systems Analysis and Technology Assessment, Stuttgart; Németország / Dr. Wolfram Krewitt, Uwe Klann, Stefan Kronshage

Energia Klub, Budapest, Hungary:
Ámon Ada, Domina Kristóf, Kardos Péter,
Kazai Zsolt, Király Zsuzsanna, Perger András



Szerzők

Greenpeace International: Sven Teske - nemzetközi projektmanager

EREC Europe, European Renewable Energy Council:
Oliver Schäfer, Arthouros Zervos

Közreműködtek: Babai Mező Borka, Csáki Roland,
Mózes Szabina, Kappel Judit, Szabó Dénes, Tömöri Balázs

Korrektúra: Bartha Júlia

Nemzetközi anyag, szerkesztő: Cecilia Baker

Design, DTP, nyomdai előkészítés: Holló Ákos

Nyomda: Prospektus Nyomda, Veszprém

Nemzetközi design: Tania Dunster, KI design, Svédország

Szerkesztette: Rohonyi Péter

Kapcsolattartó: sven.teske@int.greenpeace.org
peter.rohonyi@greenpeace.hu
energiaforradalom@greenpeace.hu

Borító kép: SOLON AG fotovillamos telep a németországi Arnsteinben.

A kiadvány 100%-ban újrafelhasznált CyclusOffset papírra készült.

Bevezető	1
1 Összefoglaló kivonat	3
· Éghajlatvédelem	3
· Energiapolitika az Európai Unióban: energiahatékonyság és megújulók versus fosszilis, illetve atomenergia	3
· Forgatókönyvek - Energia[forradalom] az EU-ban	4
· Az Energia[forradalom] forgatókönyve Magyarországnak	5
2 Éghajlatvédelem	9
3 Energiapolitika az Európai Unióban	12
· Energhatékonyság	12
· Megújuló energia	12
· Az eddigi energiagazdálkodáshoz kapcsolódó országspecifikus célok	13
· A villamosenergia-piac reformja	15
4 Forgatókönyvek - Energia[forradalom] az EU-ban	17
5 Az Energia[forradalom] forgatókönyve Magyarországnak	21
· A szektorokon átívelő energiahatékonysági stratégia szükségessége	22
· Az energiaigény alakulása Magyarországon	23
· A magyarországi fenntartható energiaellátás egy forgatókönyve	28
· A CO ₂ -kibocsátás alakulása Magyarországon	31
· Az áramtermelés költsége Magyarországon a jövőben	32
· A magyarországi foglalkoztatottságra gyakorolt hatások	33
· A magyarországi fenntartható energiagazdálkodás kialakításának fő akadályai: a Paksi Atomerőmű	33
6 Energhasznosítási- és energiamegtakarítási technológiák	35
· Energhatékonyság - Jobbat, kevesebbel!	35
· Megújuló energiák - elméleti és technikai potenciálok	38
· Megújuló energiotechnológiák - áttekintés	39
· A megújuló energiotechnológiák költségeinek jövőbeli alakulása	43
· Hagyományos technológiák	47
Zárszó	51
Egy vélemény a tanulmányhoz	51
Ábrák és táblázatok jegyzéke	52
Felhasznált és kapcsolódó irodalom	52

Bevezető

A fenntartható energiagazdálkodás lehetőségei Magyarországon a 21. században

Az éghajlatváltozás napjaink egyik legjelentősebb problémája környezeti, társadalmi, politikai és gazdasági szempontból egyaránt. Az emberiség által a légkörbe juttatott üvegházhatású gázok okozta fokozódó felmelegedés következményei egyre jobban befolyásolják életünket, és hatásuk egyre rombolóbb a természeti környezetre.

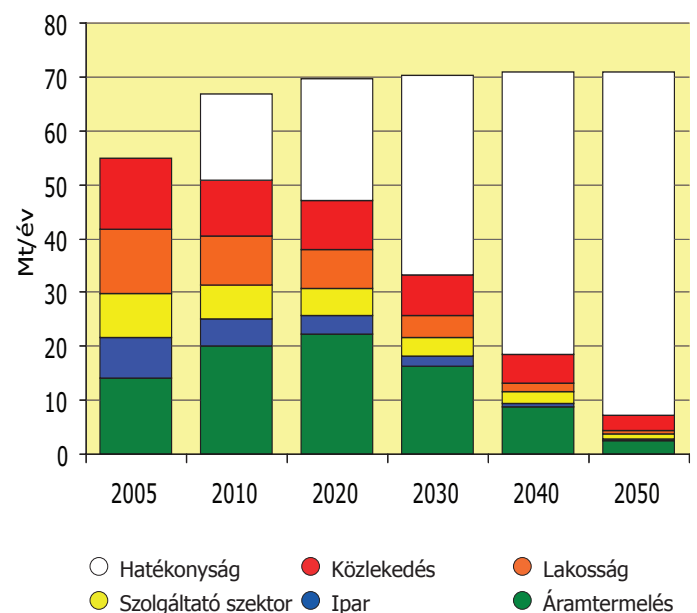
A tanulmány elkészítésével az *Európai Megújuló Energia Tanács* és a *Greenpeace* az éghajlatváltozás korában elengedhetetlenül szükséges feladatot oldott meg, nem rövid távú politikai és gazdasági szempontokat, hanem a környezet védelmét és Magyarország hosszú távú gazdasági és társadalmi érdekeit tartva szem előtt.

Az energiagazdálkodás és az éghajlatváltozás összefüggéseit csak hosszú időtávlatban érdemes vizsgálni. Az energetikai infrastruktúra kiépítése, átalakítása hosszú időt vesz igénybe. Az erőművek élettartama évtizedekben mérhető. Ezért bármely stratégiai vizsgálatnak, amely energiagazdálkodási vagy környezeti kérdésekkel kíván foglalkozni, előre kell tekintenie a következő 40-50 évre.

Semmiképpen sem állítjuk, hogy a forgatókönyvek megjósolják a jövőt; egyszerűen csak járható utakat mutatnak be a következő évtizedek energiagazdálkodására. Az *Energia[forradalom]* magyarországi forgatókönyve az „*Energia[forradalom]* az európai OECD országok számára” című tanulmányra is épít,¹ ám leírja, hogy a benne vázolt ambiciózus célok eléréséhez milyen erőfeszítéseket kell tennünk nemzeti szinten is. Egyben ismerteti a rendelkezésünkre álló eszközöket, amelyek segítségével végrehajthatjuk energiagazdálkodási rendszerünk fenntarthatóvá alakítását, hogy országunk is méltón kivegye a részét az éghajlatváltozás elleni küzdelemből.

Magyarországon a döntéshozók mindeddig nem készítették az új, környezetbarát irányokat vizsgáló, átfogó tudományos felmérést az energiarendszereink átalakíthatóságáról. A tanulmány megjelenésének idején elmondható, hogy a 2007-ben megfogalmazódó új magyar energiapolitikai stratégia – Magyarország meglévő adottságai ellenére – nem kíván érdemben változtatni országunk jelenlegi, nem fenntartható és nem klímabarát energiagazdálkodásán.

Magyarországon is leginkább a globális felmelegedés várható szörnyű következményeiről hallunk, erről kérdezik egymást az emberek, döntéshozók és polgárok. Keressük a megoldásokat az *alkalmazkodásra* – ennek a szükségességét a Greenpeace is elismeri. Még nincs késő szembeszállni az éghajlatváltozással, ám most, az elkövetkezendő években kell jó irányban továbblépnünk, hogy *megelőzzük* a szennyező kibocsátások növekedését. Szervezetünk régóta foglalkozik a témával, és most már megoldással is szolgálunk. Globális, majd régiós tanulmányokat készítettünk, kijelölve a leghatékonyabb és legolcsóbb, klímabarát fejlődési utakat. *Energia[forradalom]* elemzésünkkel most Magyarország számára is bemutatjuk a fenntartható és környezetbarát választ az éghajlatváltozással járó energiagazdálkodási kihívásokra. A tanulmányt a Német Űrkutató Központ Műszaki Termodinamikai Intézetének modellezésben jártas Rendszerelemzési és technológiaértékelési osztályával,² valamint magyarországi szakmai partnerével, az Energia Klubbal közösen készítettük el.



1. ábra. A magyarországi CO₂-kibocsátás alakulása ágazatonként az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint („Hatékonyság” = megtakarítás a Referencia forgatókönyvhöz képest)

¹ 2007 januári bemutatója után ma már a legfontosabb energia-forgatókönyvek között tartják számon az Európai Megújuló Energia Tanács és a Greenpeace „Energy [R]evolution” című globális jelentését, amelyet a megjelenése napján a magyar felelősöknek is átadtunk. E tanulmány szerint ahhoz, hogy a globális széndioxid-kibocsátást az évszázad közepéig a felére mérsékeljük, a fejlett ipari országok kibocsátását 2020-ig minimum 30%-kal, 2050-ig pedig legalább 80%-kal szükséges csökkenteni az 1990-es szinthez képest. Ennek lebontásaként, a régióra vonatkoztatva megszületett az OECD-EU-tanulmány. EU alatt e tanulmányban az EU-25-öt értjük, mivel a dokumentumok kidolgozásakor a két legújabb tagországról kevés és bizonytalan adat állt rendelkezésre. (www.energyblueprint.info, www.resource-solutions.org/lib/allpubs.htm)

² German Aerospace Centre, DLR, Institute of Technical Thermodynamics Department of Systems Analysis and Technology Assessment. Ahol mást nem jelzünk, ott a DLR adatait használjuk.

Forgatókönyvünkben a döntéshozók áttekintést kapnak a jövő perspektíváiról, és láthatják, hogy ahhoz, hogy az éghajlatváltozás elleni küzdelemből Magyarország is méltón kivehesse részét, az elkövetkező években teljesen meg kell változtatnunk energiagazdálkodási rendszereinket. Ehhez mutat utat tanulmányunk, egyben kijelölve az alapköveket az atomenergia fokozatos kiváltására úgy, hogy egyúttal hosszú távon drasztikusan csökkenjen Magyarország CO₂-kibocsátása is.

Az atomenergia ma is éppoly radioaktív és veszélyes, mint valaha. A nukleáris ipar elfogadhatatlan kockázatokkal jár az urániumbányászattól kezdve az energiatermelésen, a biztonságosan nem megoldható szállításokon és hulladékkezelésen át a proliferációval járó növekvő, mindenkit érintő fenyegetettségig. Ma az atomenergia pártolói a nukleáris energiatermelésről mint az éghajlatváltozásra adandó egyik válaszról beszélnek, igyekezvén zöldre festeni ezt a roppant veszéllyel járó iparágat. Pedig nem kellene korunk legnagyobb kihívása, az éghajlatváltozás hatására olyan útra lépnünk, amely magában hordozza egy még szörnyűbb katasztrófa lehetőségét. A megoldáshoz egyszerűen nincs szükség atomenergiára.

Az Európai Unió villamosenergia-szektorában ma is nagyméretű, központosított termelésre beállított fosszilis és nukleáris üzem-

anyagokat használó erőművek dominálnak. Ez a szektor felelős évente több mint 1,2 milliárd tonna szén-dioxid kibocsátásáért és több mint 2600 tonna veszélyes radioaktív hulladék megtermeléséért. Ugyanakkor a 25 tagország területén összesen a Föld készleteiből a kőolaj 0,6%-a, a földgáz 2%-a, a szén 7,3%-a található; uránium csak elenyésző mértékben. Így felhasznált energiájának többségét az EU importálni kényszerül. Márpedig a fosszilis és nukleáris energiahordozók ilyen mértékű behozatala azt jelenti, hogy amíg az energiahatékonysággal lecsökkentett keresletben nem nő meg jelentősen a megújuló aránya, addig nem lehet valós ellátásbiztonságról beszélni.

A fenntartható energiatermelés és energiafogyasztás alapfeltétele, hogy a lehető legnagyobb mértékben kihasználjuk meglévő lehetőségeinket az energiahatékonyság és energiatakarékosság terén, hogy aztán a század közepére a megújuló energiaforrások használatával fedezhessük országunk primerenergia-igényének jelentős részét.

Az *Energia[forradalom]* forgatókönyv szerint az aktív politikai támogatásnak köszönhetően az energiahatékonyság technikai potenciálja 2050-re nagymértékben kiaknázzható, így a magyarországi energiatenzitás eléri az európai átlagot, ezzel is javítva hazánk versenyképességét.



1 Összefoglaló kivonat

Éghajlatvédelem

Van egy jó hírünk: tehetünk a globális felmelegedés ellen! Ha mindannyian összefogunk – a politikusok, az energia- és más szektorok képviselői és a lakosság –, akkor sikerülhet +2 Celsius fok alatt megállítani az átlaghőmérséklet emelkedését. A rossz hír pedig az, hogy amennyiben folytatódik az eddigi gyakorlat, akkor a globális átlaghőmérséklet a század végére akár 5 Celsius fokkal is emelkedhet. Az ipari forradalom óta eltelt 150 évben a globális átlaghőmérséklet már 0,76 Celsius fokkal emelkedett. Eddig soha nem vizsgált méretű folyamatról van szó, amely az egész Földünket érinti, s az egyes kontinensek valamennyi országában minden egyes emberre veszélyt jelent.

Már akkor is összességében 1,2-1,3 Celsius fokos felmelegedéssel kellene számolnunk, ha az üvegházhatású gázok kibocsátása azonnal megszűnne. A felelősségteljes energiapolitikát alá kell rendelni az éghajlatvédelmi politikának, s a közös cél – amelynek eléréséhez nagyon rövid idő áll rendelkezésünkre – az kell legyen, hogy a globális átlaghőmérséklet emelkedését, amennyivel csak lehet, 2 °C alatt tartsuk az ipari forradalom előtti szinthez képest. A több mint 2 °C-os emelkedés drámaian fokozná az ökoszisztéma károsodását, az éghajlati rendszer változását. Ennek következtében kezelhetetlen gazdasági és társadalmi folyamatok indulnának be. Mindennap károsítjuk az éghajlatunkat a fosszilis tüzelőanyagok (olaj, szén, földgáz) elégetésével az energiatermelésben és a közlekedésben: innen ered az üvegházhatású gázok kibocsátásának nagyjából a kétharmad része. Ezért a fenti cél eléréséhez az elkövetkező években teljesen meg kell változtatnunk energiagazdálkodási rendszereinket.

Energiapolitika az Európai Unióban: energiahatékonyság és megújuló versus fosszilis, illetve atomenergia

Az energiaellátás biztonságáról szóló, az Európai Bizottság által 2000-ben kiadott „Zöld könyv” (Green Paper on Security of Energy Supply) szerint ha Európa nem vált irányt, akkor a mai 54% helyett 20 éven belül az energia 70%-át importálni fogja. Az energiahatékonyság maximalizálásával párhuzamosan a megújuló energia hasznosításával lehetne pótolni az európai energiaellátásban jelentkező hiányt, miközben ez jelentősen hozzájárulna a Lisszaboni stratégiában kitűzött célok megvalósulásához is (fenntartható gazdasági növekedés, magas színvonalú munkahelyek, műszaki fejlesztés, globális versenyképesség és Európa vezető szerepe az iparban és a kutatás-fejlesztés terén).

Energiahatékonyság

Az energiafogyasztás csökkentésére nagy lehetőségek vannak még kihasználatlanul az Európai Unióban. Becslések szerint a jelenlegi energiaigényt költséghatékony megoldásokkal akár 30%-kal is lehetne csökkenteni, míg az energiahasznosítás javításának műszaki lehetőségei még jelentősebbek, s akár a jelenlegi energiafogyasztás 40%-át is elérhetik.

Magyarország energiahatékonysági potenciálja jóval az EU-s átlag felett van.



A villamos energia költsége

Az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében szereplő kissé magasabb fajlagos áramtermelési költségeket hosszú távon bőségesen ellensúlyozza a villamosenergia iránti kisebb kereslet. Az itt szereplő villamosenergia-ellátás többletköltsége – figyelmen kívül hagyva a CO₂-kibocsátás költségeit – 2020-ban legfeljebb évi 6 milliárd euró fog rúgni. Ez a többletköltség, ami társadalmi befektetés a jövő környezetbarát, biztonságos és gazdaságos energiaellátásába, 2020 után csökkenni fog, és 2050-re 10 milliárd euró/évvvel kevesebb lesz ahhoz képest, amennyi a *Referencia* forgatókönyvben szerepel. *Ha a hatásainak megfelelően figyelembe vesszük a CO₂-kibocsátás valós költségeit is, akkor még jobban kidomborodnak a tanulmányunk által vázolt út követésének hosszú távú gazdasági előnyei. Az új technológiák terén megvalósuló hatalmas befektetések a megújuló energiák részarányának az Energia[forradalom] forgatókönyvben leírt gyors növekedését fogják eredményezni.*

Véget kell vetni a fosszilis és a nukleáris erőművek támogatásának: csak így biztosíthatók egyenlő feltételek a teljes energiaszektorban. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség becslése szerint az EU-15-ben a szilárd tüzelőanyagok, az olaj és a gáz támogatása 2004-ben több mint 23,9 milliárd euróra rúgott, míg a megújuló energiaszektor ugyanakkor mindössze 5,3 milliárd euró

támogatást kapott.³ A támogatások mesterségesen csökkentik az energiaárakat, távol tartják a megújuló energiákat a piacról, és versenyképtelen technológiákat is életben tartanak. Az OECD „A környezet állapotának javítása a támogatások megszüntetésével” című, 1998-ban készült tanulmánya megállapítja:

„A támogatás jogossága csak ritkán igazolható, elriasztja a nemzetközi kereskedelmet, és gyakran a gyengélkedő iparágak részesülnek a támogatásokból. ... A támogatás jogos lehet, ha a marginális költségeket csökkenti a társadalom egésze számára. Ez fennállhat az 'újszülött iparágak', mint például a megújuló energiaipar esetében.”

Atomenergiára nincs szükségünk, mivel az atomenergia környezeti, társadalmi, politikai és gazdasági szempontból egyaránt túl kockázatos és túl drága ahhoz, hogy segítségünkre lehessen az éghajlatváltozás problémájának érdemi megoldásában. Az atomenergia termelése nagyon komoly biztonsági és hulladékkezelési problémákat okoz; ma nekünk és a jövőben utódainknak, százezer évre szólóan! Mindannyiunkat fenyegetnek a nagyobb balesetek, a sugárzó atomhulladékkal járó energiatermelés veszélyei. Az atomerőművek teljes életciklusukra vetített CO₂-kibocsátása szintén nem elhanyagolható.⁴

Az atomtechnológia valójában nagyon költséges, és óriási akadályként áll az igazi megoldások útjában. A nukleáris beruházások óriási mennyiségű tőkét kötnének le, elvonva a pénzt az igazi, teljes megoldást jelentő energiahatékonysági és megújuló energiatechnológiák fejlesztésébe és elterjesztésébe való beruházások elől. További veszélyt jelent, hogyha az atomtechnológia és a nukleáris alapanyagok elterjednek a világban, könnyen hozzáférhetővé válnak terroristák és megbízhatatlan államok számára, és a nukleáris üzemek (ideértve a hulladékfeldolgozó létesítményeket is) könnyen a terrorizmus célpontjaivá válhatnak.

Forgatókönyvek – Energia[forradalom] az EU-ban

Két különböző forgatókönyvet hasonlítottunk össze: egy *Referencia* forgatókönyvet, amely a jelenlegi trendek és stratégiák jövőbeli folytatását tükrözi, és az *Energia[forradalom]* forgatókönyvet, amely az éghajlatváltozás elleni eredményes harc érdekében meghatározott energiapolitikai célkitűzések elérését biztosítja. Az európai energiaellátó rendszer számtalan lehetséges jövőbeli fejlődési útvonala közül itt két különböző forgatókönyvet mutatunk be: az úgynevezett *Referencia* forgatókönyvet, amely a jelenlegi trendek és stratégiák jövőbeli folytatását tükrözi, valamint az *Energia[forradalom]* forgatókönyvét, amely az éghajlatváltozás elleni eredményes harc érdekében meghatározott energiapolitikai célkitűzések elérését biztosítja.

Mindkét forgatókönyv ugyanazon a népességfejlődésre és a gazdasági fejlődésre vonatkozó előrejelzésen alapul. Az energia- és karbonintenzitás jövőbeli alakulása azonban a két forgatókönyvben más és más, mivel az *Energia[forradalom]* figyelembe veszi az energiahatékonyság maximalizálása és a megújuló energiaforrások fokozott használata érdekében megtett erőfeszítéseket.

- A *Referencia* forgatókönyv alapjául az Európai Bizottság által kidolgozott „Európai energia és közlekedés – Tendenciák 2030-ig” és „Európai energia és közlekedés – Fő forgatókönyvek a jövőre nézve” (lásd: irodalomjegyzék) című tanulmányok szolgáltak. Az alapfeltevések között szerepel az EU gazdaságának modernizálása, a belső villamosenergia- és gázpiacok kiépítésének befejezése, a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság bizonyos szintű politikai támogatása, valamint az atomenergia leépítése egyes tagországokban. Ez a forgatókönyv szolgál viszonyítási alapként az *Energia[forradalom]* forgatókönyvével való összehasonlításban.
- Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve irányadó tanulmány, amely a jövőbeli célokból kiindulva, időben visszafelé haladva készült el.⁵ Az egyik kulcsfontosságú cél az európai CO₂-kibocsátás 3 tonna/év/fő érték alá csökkentése 2050-ig, ami előfeltétele annak, hogy a 2 °C-os cél eléréséhez szükséges szint (450 ppm) alatt lehessen stabilizálni a globális CO₂-koncentrációt. A második kulcsfontosságú cél az atomerőművek fokozatos bezárása az EU összes tagországában. E célok elérése érdekében a tanulmányainkban jelentős hangsúlyt kap a hatalmas energiahatékonysági potenciál teljes körű kiaknázása.

³ „Megnyerni a globális klímaváltozás elleni csatát” (Az Európai Bizottsági beszámolója, 2005): Hasonlóan: a piactorító támogatások megszüntetése segíteni fog egyenlő feltételeket biztosítani a különböző energiaforrások számára. <http://eu.greenpeace.org/downloads/energy/EUsubsidiesReport.pdf>

⁴ ÖkoInstitute (Berlin) Uwe R. Fritsche, Sui-San Lim, 2006: Comparison of Greenhouse-Gas Emissions and Abatement Cost of Nuclear and Alternative Energy Options from a Life-Cycle Perspective, Öko-Institut, e.V., Darmstadt

⁵ Erről a forgatókönyvírási technikáról további információ: <http://en.wikipedia.org/wiki/Backcasting>

EU adatok: A *Referencia* forgatókönyvhöz képest az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében az EU-25 országainak primerenergia-igénye körülbelül 50%-kal alacsonyabb lesz 2050-ben. A fennmaradó primerenergia-igény közel felét megújuló energiaforrások fedezik majd. Habár az atomerőmű leállítása és a villamos energia iránti kereslet bővülése miatt a villamosenergia-szektorban 2010-ig kis mértékben növekedni fog a CO₂-kibocsátás, a hatékonyság növelése és a megújuló energiák lakossági fűtés céljára való hasznosítása ellensúlyozni fogja ezt, lehetővé téve, hogy a CO₂-kibocsátás a 2000-ben regisztrált 4874 millió tonna (2005-ben 4980 millió tonna) CO₂ egyenértékről folyamatos csökkenéssel 2050-ben elérje a 1150 millió tonna CO₂ egyenértékszintet. Az üvegházhatású gázok egy főre jutó éves kibocsátása a jelenlegi 8,5 tonna/főről (2005) 2050-ig 2,7 tonna/főre fog csökkenni.

Az Energia[forradalom] forgatókönyve Magyarországnak



Energiaellátás

Magyarország jelenlegi energiarendszere nem fenntartható és nem klímabarát. Magyarország a megújuló energiaforrások alkalmazása terén az Európai Unió országai között a leghátul áll. Mint már jeleztük, meglévő kedvező adottságaink ellenére ezen a szegyenletes helyzeten a 2007-ben megfogalmazódó új magyar energiapolitikai stratégiai keretdokumentum sem kíván érdemben változtatni. A Greenpeace minden magyar állampolgár érdekét szem előtt tartva megvizsgáltatta, milyen alternatíváink vannak a hivatalos, a jövőbeli kihívásokat figyelmen kívül hagyó forgatókönyvön kívül.

Magyarország energiatermelése alapvetően centralizált, erőmű-parkjának nagy része előregedett, 20 évesnél idősebb egységekből áll, amit leginkább egy letűnt kor nehézipari álmainak maradványaként lehet jellemezni. Jelenleg az energiamixben a szén-, a gáz- és az atomenergia dominál. Bár a néhány nagy egység termelésének koordinálása, profitjának „szétosztása” egyszerűbb feladat, mint sok kisebbé, viszont a jelenlegi rendszer kockázati tényezői jelentősebbek mind az ellátás biztonsága, mind a versenyképesség tekintetében. Bármelyik egység esetleges kiesése a termelésből az egész rendszer megingását okozhatja. A centralizált rendszer gyengeségeinek jól látható jele volt a Paksi Atomerőmű 2. blokkjának 2003. évi üzemzavarát követő „káosz” az villamosáram-piacon.

A fenntartható energiatermelés és energiafogyasztás alapfeltétele, hogy a lehető legnagyobb mértékben kihasználjuk meglévő lehetőségeinket az energiahatékonyság és energiatakarékosság terén. Ezt segíti a sokféle energiahatékonysági támogatás és az e cél érdekében hozott intézkedések mellett a decentralizált rendszerek bevezetése és elterjesztése is a hő- és az áramtermelési szektorokban. A közlekedési szektorban szükséges a mobilitási igények, az utazási és a szállítási szokások átformálása, legtöbb esetben csökkentése, és a rossz hatékonyságú, nagy energiafelhasználású közlekedési módok visszaszorítása, továbbá ezzel párhuzamosan a járművek üzemanyag-fogyasztási hatékonyságának javítása.

Napjainkban Magyarország primerenergia-igényének alig több mint 4%-át fedezik a megújuló energiaforrások (2005. évi adat). A primer energia kb. 83%-a fosszilis tüzelőanyagokból származik, kb. 13%-a pedig nukleáris energia. A nagyrészt egyetlen szovjet tervezésű, balesetveszélyes atomerőműre, valamint az üvegházhatást erősítő hagyományos erőművekre épülő villamosenergia-termelésen belül a megújuló energiák aránya 4,5% (2005), ennek jó részét a szenes erőművek átalakítása után a biomassa adja. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve olyan fejlesztési irányvonalat vázol fel, amelyet követve Magyarország energiagazdálkodása fenntarthatóvá alakítható át:

- Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint a jelenleg meglévő hatalmas energiahatékonysági potenciál kiaknázásával a 2005. évi 1153 PJ/év primerenergia-felhasználás 2050-ig 369 PJ/évre csökkenthető. A primerenergia-igény ilyen drámai mértékű csökkentése kulcsfontosságú előfeltétele annak, hogy a megújuló energiaforrások számottevő részesedésre telessenek szert az energiaellátásban, és képesek legyenek kiváltani a Paksi Atomerőművet, ezzel egyidejűleg csökkenteni a fosszilisenergia-felhasználást is.



1. Ahhoz, hogy Magyarország valóban képes legyen primerenergia-igényét ilyen mértékben csökkenteni, az energiatermelés és energiafelhasználás folyamataiba egyszerre több ponton, komplex módon kell beavatkozni a hatékonyság javítása érdekében.
2. Fontos feladatok állnak előttünk az energiatermelői és a szállítói oldalon. Mind a villamos áramot, mind a hőt termelő erőművek hatásfokát a mai átlag másfél-kétszeresére kell növelni, és le kell faragni az elektromos áram és a hő szállítása során keletkező veszteségeket.
3. Nem elegendő azonban, ha csak a termelők, azaz a villamos vagy hőenergiát előállító erőművek oldalán javul az energiahatékonyság. Az energiatermelési és felhasználási lánc másik végén álló fogyasztók, elsősorban a lakosság és a közintézmények, továbbá az ipar és a szolgáltatók energiafelhasználása is jelentősen csökkenni fog. Mindehhez a technológiai fejlődés mellett az energiatudatos felhasználói szokások kialakulása is hozzájárul majd. A végső felhasználóknál történő hatékonyságjavítás azért is kiemelten fontos, mert az itt keletkező megtakarítás a termelői oldalon többszörösen jelentkezik, hiszen a meg sem termelt energia, a „negajoule” esetében nem kell az erőmű hatásfokából eredő és a szállítási veszteségekkel számolni.

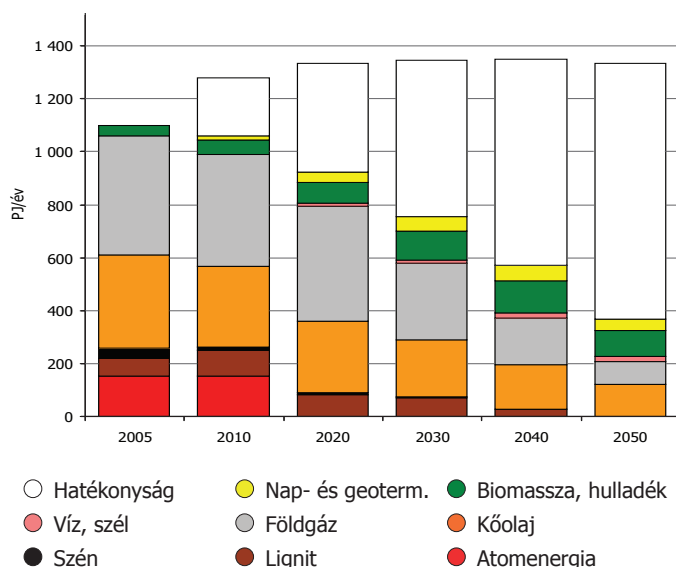
- A „KHA”, azaz a **kapcsoltan hőt és áramot is termelő**, illetve kogenerációs erőművek térnyerése növeli az energiaellátó rendszer hatékonyságát. Ezeknek az erőműveknek a tüzelőanyag-igényét a fosszilis energiahordozók helyett egyre növekvő mértékben a biomassa fogja kielégíteni. A hőenergia iránti igény csökkenése és a hő közvetlenül megújuló energiaforrásokból történő előállításában rejlő nagy potenciál kiaknázása hosszú távon erősen behatárolja a KHA-erőművek további elterjedését. Addig is csak kisméretű, decentralizált rendszerben működő KHA-erőművek építése ajánlott.

- A villamosenergia-szektor élen fog járni a megújuló energia hasznosításában. 2050-re az elektromos áram több mint 60%-a megújuló energiaforrásokból fog származni. Az összesen 4,5 GW teljesítményű erőműpark évente 15 TWh megújuló villamos energiát fog termelni 2050-ben.

1. A megújuló energiaszektor nem igényelne különleges gondoskodást, ha az energiapiac nem lenne eltorzulva amiatt, hogy a környezetszennyezés ma még a villamosenergia-termelők számára komolyan hátrányos következménnyel nem jár. A versenyképes, de környezetszennyező technológiák támogatása súlyosan piactorzító hatású, és fokozza a megújuló energiák támogatásának szükségességét. A hagyományos villamosenergia-termelés támogatásának megszüntetése

nemcsak megtakarítaná az adófizetők pénzét és csökkentené a villamosenergia-piac jelenlegi torzulásait, de drámaian csökkentené a megújuló energia támogatásának igényét is.

2. A villamosenergia-szektorban elengedhetetlen a megújuló energiák előtti akadályok felszámolása. A megújuló energiák hasznosítására irányuló projektek előtt álló egyik legnagyobb akadályt a bonyolult engedélyeztetési eljárások jelentik. Úgy tűnik, hogy a meglévő európai szabályozás (a 2001. évi Megújuló energiadirektíva 6. cikkelye) túl gyenge, vagy nem megfelelően ültették át a nemzeti jogszabályokba. Ezt a szabályo-



2. ábra. A magyarországi primerenergia-felhasználás alakulása az Energia[forradalom] forgatókönyve szerint (A „hatékonyság” a Referencia forgatókönyvhöz képest elérhető megtakarítást jelenti)

zást meg kell erősíteni a megújuló energiák érdekében. A projektek engedélyeztetése során valamennyi illetékes hivatal minden szintjén tiszta és világos ügyintézési eljárásrendet kell kialakítani.

- A hőenergia-szektorban a megújuló energiák részaránya növekedni fog, és 2050-re eléri a 66%-ot. A közvetlen fűtésben és hűtésben főként a napkollektorok, a geotermikus energia és a biomassa energiája fogja kiváltani a hagyományos energiaforrásokat.
- Ahelyett, hogy az úgynevezett agroüzemanyagok nagymértékben elterjednének a közlekedési szektorban, mindenképpen ki kell aknázni a mobilitásigény visszafogásában és az energiahatékonyabb közlekedési módokra való áttérésben rejlő óriási

lehetőségeket. Mivel a CO₂-kibocsátás biomassza felhasználásával történő csökkentése a helyhez kötött alkalmazásokban a leggazdaságosabb, az agroüzemanyagok használatát a rendelkezésre álló biomassza mennyisége korlátozza.

- 2050-re a primerenergia-igény közel 44%-át megújuló energiaforrásokból fogják fedezni.

Az energiaigények alakulása Magyarországon

Az energiaigények jövőbeli alakulását alapvetően az alábbi három tényező határozza meg:

1. A *népességfejlődés*, vagyis az energiafogyasztó, energiaszolgáltatókat igénybe vevő emberek száma. Jó hír a rosszban, hogy a feltételezett népességcsökkenés elősegíti az energiaforrásokra és a környezetre nehezedő nyomás enyhítését.
2. A *gazdasági fejlődés*, amelynek általánosan használt mérőszáma a bruttó hazai termék (GDP). A GDP növekedése általában együtt jár az energiaigény növekedésével, ez azonban nem törvényszerű, ha kevésbé energiaintenzív ágazatok jelennek meg. Az emberek életszínvonala továbbra is emelkedni fog. Az egy főre eső bruttó hazai termék (GDP) ma az európai átlag alatt van. A magyarországi GDP a következő években várhatóan 4,7%-kal fog növekedni évente, ami jóval magasabb az európai átlagnál, majd 2020 után a növekedés üteme évi 2,4%-ra csökken, közelítve az európai átlaghoz.
3. Az ún. *energiaintenzitás* azt méri, hogy egységnyi GDP előállítása mennyi energiát igényel. Az energiaintenzitás csökkenthető a nagy energiahatékonysági potenciál kiaknázásával: a gazdaság és a jólét növekedése nem feltétlenül eredményezi az energiaigények ugyanolyan mértékű növekedését. Egységnyi GDP előállításához ma Magyarországon az európai átlagnál sokkal több energiára van szükség, ami azt jelzi, hogy hatalmas lehetőségek rejlenek még az energiahatékonyság kiaknázásában. Még a *Referencia* forgatókönyv is az energiaintenzitás évi 1,8%-os csökkenésével számol, ami 2000 és 2050 között az egységnyi GDP előállításához szükséges energiaigény 60%-os csökkenéséhez vezet. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve feltételezi, hogy az aktív politikai támogatásnak köszönhetően jóval nagyobb mértékben kiaknázható lesz az energiahatékonyság technikai potenciálja, s így a hazai energiaintenzitás a 2050. év felé eléri az európai átlagot. Ez 2000 és 2050 között átlagosan évi 4,5% százalékos energiaintenzitás-csökkenést jelent.

A végfelhasználói energiaigények alakulása Magyarországon

A fenti szempontokat figyelembe véve előrevetíthetjük a végfelhasználói energiaigény alakulását Magyarországon. A *Referencia* forgatókönyv szerint a teljes végfelhasználói energiaigény a 2000. évi 661 PJ/év szintről (2005-ben 851,48 PJ/év⁶) kb. 40%-kal növekszik, és 2050-ben minimum 910 PJ/év lesz. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve alapján ugyanakkor elérhető, hogy az energiaigény 2010-ben tetőzzön, majd folyamatos csökkenéssel 2050-re 220 PJ/év-re essen vissza, ami kevesebb, mint harmadrésze a mai végfelhasználói energiaigénynek.

Az energiahatékonyság gyorsuló ütemű növekedése alapvető feltétele annak, hogy a megújuló energiaforrások elegendően nagy részarányt érjenek el az energiaellátásban. Ez nemcsak környezeti, hanem gazdasági szempontból is kedvező hatásokkal jár. A teljes életciklust figyelembe véve az energiahatékonysági intézkedések bevezetése legtöbbször kevesebbe kerül, mint a járulékos energiaellátás költsége. A költséghatékony energiatakarékosság lehetőségeinek kiaknázása közvetlenül költségcsökkentéshez vezet. A céltudatos energiahatékonysági stratégia így részben segíthet is fedezni a megújuló energiaforrások piaci bevezetésekor felmerülő járulékos költségeket.



⁶ Teljes végső energiafogyasztás az energetikai célú és a nem energetikai célú felhasználást is beleértve (nem energetikai felhasználás nélkül az adat 2005-ben 755,93 PJ). Forrás: Eurostat

A magyarországi foglalkoztatottságra gyakorolt hatások

A dinamikusan növekvő megújuló energiapiac a munkahelyek átrendeződését fogja okozni, a hagyományos energiatermelő iparágakból (pl. a szénbányászatból) az új iparágakba (pl. a szél- és napenergia-iparba) irányuló jelentős munkaerő-vándorlással. A megújuló energiák részarányának növekedése az elkövetkező évtizedekben várhatóan negyvenezer, sőt akár hatvan-ezer új munkahelyet teremt a megújuló energiákkal összefüggő iparágakban. Ez magában foglalja egyrészt a villamosenergia-termelésben és a beruházások során „közvetlenül” keletkező munkahelyeket, másrészt a beszállítói láncban „közvetve” létesülő munkahelyeket is. (A munkahelyek számának becslése során feltételezésekkel éltünk az import részarányára, a munka hatékonyságára és ezeknek a mutatóknak 2050-ig tartó növekedésére vonatkozóan.)

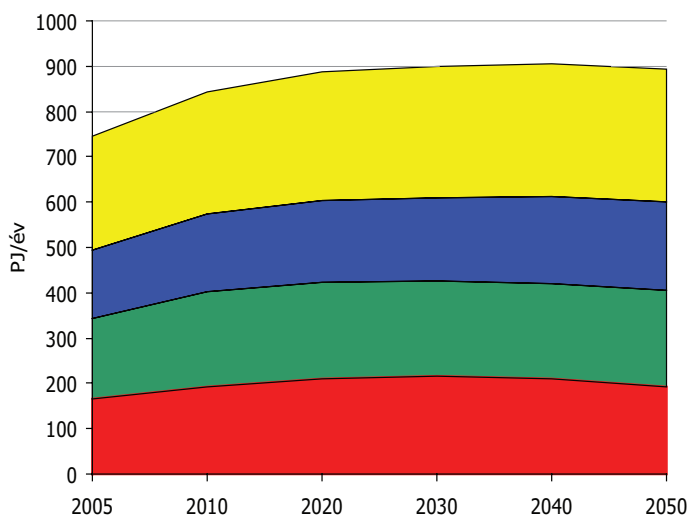
Ahhoz, hogy a megújuló energiaforrások használatbavétele gazdasági szempontból is előnyös legyen és fokozódjon, rendkívül fontos a kihasználásukra szolgáló valamennyi technológia együttes, kiegyensúlyozott és jól időzített bevetése. A Greenpeace konkrét és ambiciózus tetteket követel a min-

denkori döntéshozóktól a megújuló energiaforrások kiaknázása és az energiahatékonysági intézkedések terén.

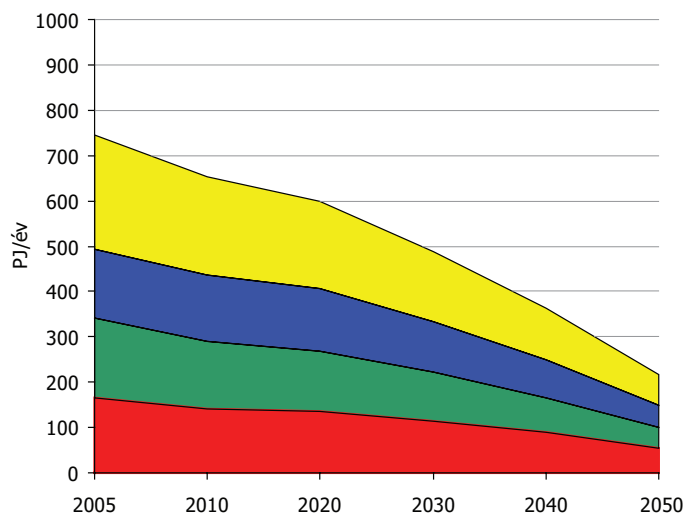
A Greenpeace az európai, s benne a magyar energiaszektorral kapcsolatban elsősorban követeli:

- ambiciózus energiahatékonysági célok kitűzését és az azok eléréséhez szükséges intézkedések mihamarabbi bevezetését;
- a fosszilis tüzelőanyagok és az atomenergia mindenfajta támogatásának megszüntetését és az externális költségek beépítését az árakba;
- jogilag kötelező érvényű szabályozások életbe léptetését a megújuló energiaforrások hasznosítására, valamint jogilag és közgazdaságilag megalapozott, kiszámítható és stabil megtérülés biztosítását a befektetők számára;
- garantált és elsőbbségi hálózati kapcsolódást a megújulóknak.

A Referencia forgatókönyv szerint:



Az Energia[forradalom] forgatókönyv szerint:



● Közlekedés ● Szolgáltatás ● Ipar ● Lakosság

3. ábra. A magyarországi teljes végfelhasználói energiaszükséglet előrejelzése ágazatonként, a Referencia és az Energia[forradalom] forgatókönyvek szerint

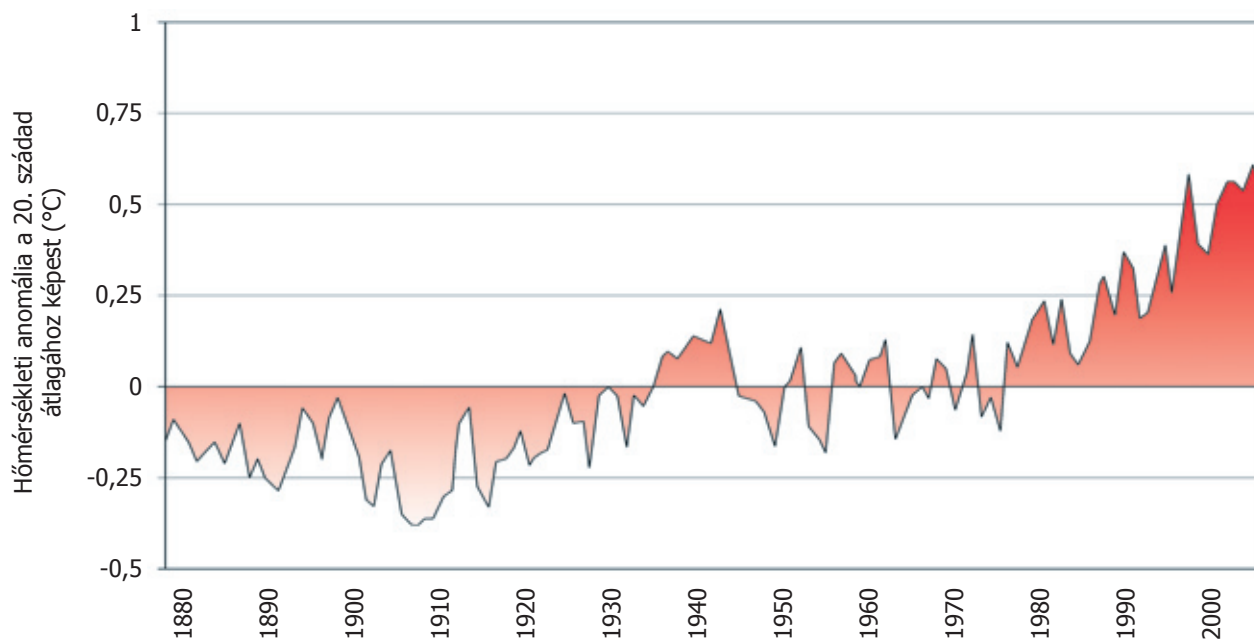
2 Éghajlatvédelem

Az energiatermelésben és a közlekedésben alkalmazott fosszilis üzemanyagok (kőolaj, földgáz, szén) elégetésével mindennap fokozzuk az üvegházhatást, és elősegítjük a beláthatatlan következményekkel járó globális éghajlatváltozás bekövetkezését. Az éghajlatváltozás már ma is hatást gyakorol az ökoszisztémára és az emberi életre, és e hatás az elkövetkező évek során jelentősen erősödni fog. A huszadik század folyamán már megtapasztaltuk a globális átlaghőmérséklet 0,7 °C-os emelkedését, és az általunk légkörbe juttatott üvegházhatású gázoknak köszönhetően még akkor is átlagosan 0,6 °C-os további felmelegedésre számíthatunk, ha azonnal megszüntetnénk minden széndioxid-kibocsátást. A felelősségteljes éghajlatvédelmi politikának azt a célt kell szem előtt tartania, hogy a globális átlaghőmérséklet emelkedése az ipari forradalom előtti szinthez képest a lehető legnagyobb mértékben 2 °C alatt maradjon. A 2 °C feletti melegedés esetén ugyanis drámaian fokozódik az ökoszisztéma károsodása, és felgyorsul az éghajlati rendszer változása. Nagymértékben kell tehát csökkentenünk az üvegházhatású gázok kibocsátását.

Kevesebb mint egy-két évtized áll a rendelkezésünkre ahhoz, hogy a fenti célok elérése érdekében alapjaiban megváltoztassuk energiagazdálkodási rendszereinket!

Év	Eltérés az 1901–2000-es időszak átlagához képest	Sorrend
2005	0,61 °C	1.
1998	0,58 °C	2.
2002	0,56 °C	3. (holtverseny)
2003	0,56 °C	3. (holtverseny)
2006	0,54 °C	4.
2004	0,53 °C	5.
2001	0,49 °C	6.
1997	0,46 °C	7.
1999	0,39 °C	8. (holtverseny)
1995	0,39 °C	8. (holtverseny)

1. táblázat. Az 1880–2006 közötti időszak 10 legmelegebb éve (a globális átlaghőmérséklet eltérése a 20. század átlagához képest)



4. ábra. A földi átlaghőmérséklet változása 1880–2006 között a 20. század átlagához képest (Forrás: National Climatic Data Center NOAA, 2007 • <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/anomalies/anomalies.html>)



Az átlagos 2 °C feletti globális felmelegedés esetén

- Európában bár északon megnőhet a gabonafélék termés hozama, délen a vízhozamok akár a negyedükkel csökkenhetnek. Hőhullámok, erdőtüzek, extrém időjárási események, mint például áradások, gyakoribbá válnak. Új betegségek jelennek meg;
- több tízmillió embert fenyeget az éhezés, a malária és az áradások fokozott veszélye; több milliárd ember, a Föld minden második-harmadik lakosa vízhiánnyal nézhet szembe;
- katasztrófák várhatók főként a legszegényebb fejlődő országokban, különösen a Szahara déli részén, Dél-Ázsiában, valamint Délkelet-Ázsia és Latin-Amerika egyes részein;
- a legnagyobb szárazföldi jégtakarók elolvadnak, ezzel növekszik annak a kockázata, hogy a tengerszint több méterrel megemelkedik, elárasztva számos nagy népsűrűségű országot (pl. Banglades, Dél-Kína, Belgium, Hollandia, Németország, Egyesült Királyság) alacsonyan fekvő területeit szerte a világon;
- Grönland jégtakarójának elolvadása önmagában is hét méterrel megemelné a világtengerek szintjét, s ehhez a nyugat-antarktiszi jégtakaró elolvadásából még hozzáadódhat további öt-hét méternyi tengerszint-emelkedés. A grönlandi jégtakaró máris egyre gyorsuló ütemben olvad;
- veszélybe kerülnek fő ökoszisztémák az Északi-sarktól a trópusokig az Antarktiszig;
- a veszélyeztetett erdők és fajok kipusztulása mindenkinek az életére hatással lesz a Földön, de gazdasági szempontból aránytalanul nagyobb mértékben sújtja a szegény és fejlődő országokat.

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának gyors csökkentése érdekében nélkülözhetetlen a globális összefogás. Csak így van esélyünk arra, hogy elkerüljük az éghajlatváltozás katasztrófális hatásait, amelyek – amennyiben a globális átlaghőmérséklet több mint 2 °C-kal az ipari forradalom előtti szint fölé emelkedik – nagy valószínűséggel bekövetkeznek. Ezért minden erőfeszítést meg kell tenni, hogy a globális átlaghőmérséklet-emelkedés ne haladja meg a kritikus 2 °C értéket. Ez a kibocsátáscsökkentés nyelvére lefordítva azt jelenti, hogy a fejlett ipari országok kibocsátását 2020-ig körülbelül 30%-kal, az évszázad közepéig pedig legalább 80%-kal szükséges csökkenteni az 1990-es szinthez képest, és 2050-ig globális szinten is legalább 50%-os csökkentésre van szükség.

Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve a CO₂-kibocsátás 31%-os csökkentésével számol, amivel gyakorlatilag elérhető a 2020. évre kitűzött cél. A metánnak, a dinitrogén-oxidnak és a halogén vegyületeknek a légkörbe jutását akadályozó további intézkedések révén megvalósítható az üvegházhatású gázok kibocsátásának 30%-os csökkentése.

A nemzetközi közösségnek ki kell szélesítenie és meg kell erősítenie a nemzetközi éghajlatvédelmi megállapodásokat, mégpedig azonnal, mert sürgető a probléma, és szükség van a folytonosságra. Fontos, hogy most cselekedjünk, már csak a nemzetközi egyezmények életbe léptetésének és nemzeti szinteken is megvalósuló alkalmazásuknak éveken át elhúzódo gyakorlata miatt is.

A Kiotói Jegyzőkönyv életbelépése, minden tökéletlenségével és hibájával együtt, valamint az európai kibocsátáskereskedelmi rendszer bevezetése tiszta és világos üzeneteket küldött a piacok számára. Az üzleti, ipari és pénzügyi szektor erre adott válasza több billió dollárra lesz kihatással az energiaszektor elkövetkező évtizedeiben. Fontos, hogy ezek az üzenetek 2012 után is folytonosak maradjanak, és tovább erősödjenek.





Az éghajlati katasztrófa megelőzése érdekében a Greenpeace szerint:

- A Kiotói Jegyzőkönyv második kötelezettségvállalási időszakára (2013–2017) vonatkozó konkrét tárgyalásoknak azonnal meg kell kezdődniük; ehhez 2007 decemberében nemzetközi meg egyezés szükséges, amit az ENSZ égisze alatt megfogalmazódó erős Bali Mandátum elfogadása testesíthet meg. Folytatódnia kell a fejlett ipari országok abszolút kibocsátáscsökkentésének, aminek a harmadik, a 2018–2022 közti kötelezettségvállalási időszakban el kell érnie a minimum 30%-ot. Tovább kell fejleszteni és javítani a Kiotói Jegyzőkönyvben szereplő ún. „rugalmassági mechanizmusokat”. A szén valós árának az energiagazdálkodási rendszerekben való teljes megjelenítésével versenyképesekké válnak a világ által már régen áhított tiszta technológiák, és így lehetőség nyílik azok elterjedésére és további fejlődésére. Növelni kell a kibocsátáscsökkentést vállaló országok körét, mindent meg kell tenni, hogy az Egyesült Államok és Ausztrália újra belépjen a rendszerbe – ugyanakkor az Egyesült Államok döntésétől függetlenül is folytatódnia kell a nemzetközi együttműködéseknek ezen a területen.
- Szükséges egy új nemzetközi „széntelenítési” irányvonalterv kidolgozása. A gyorsan iparosodó országoknak (pl. Kína, India, Brazília) is részt kell venniük nagyszabású „széntelenítési” programokban, amelyeknek az a célja, hogy ezek az országok az egyébként várható ütemnél gyorsabban térjenek át az alacsony széntartalmú és a szénmentes technológiák alkalmazására, miközben megvalósítják jogos törekvésüket a gazdasági növekedésre és a magasabb életszínvonal elérésére.

A fejlett országoknak az eddigieknél jobban kell segíteniük az alacsony széntartalmú és a szénmentes technológiák elterjedésének felgyorsítását a harmadik világ gyorsan iparosodó országaiban is éppúgy, mint otthon, mert csak nagymértékű energiahatékonysági intézkedésekkel, valamint a megújuló energiákra és a kevésbé szén-intenzív (egységnyi energiára vetítve alacsonyabb széntartalmú) üzemanyagokra való áttérés révén kapcsolódhatnak be a harmadik világ nagy széndioxid-kibocsátói is a klímavédelem globális programjába.

- Nagyszabású, összehangolt globális akciókkal kell segíteni a világ legszegényebb és leginkább kiszolgáltatott országaiban alkalmazkodását a klímaváltozás máris érezhető és az elkövetkező évtizedekben várhatóan fokozódó hatásaihoz. Túl a természetes morális emberi felelősségen, valamint a jogi és a politikai kötelelésen, hogy a lehetséges legnagyobb mértékben segíteni kell csökkenteni az áradások, aszályok, pusztító viharok, járványok és éhínségek révén bekövetkező csapásokat, amelyeket egyre súlyosbítani fog a globális felmelegedés – az eddigi üvegházhatású gázki-bocsátások túlnyomó részéért felelős iparilag fejlett világ-nak történelmi felelőssége is segíteni ezeket az országokat. Az éghajlatváltozás következtében emberek millióinak a megélhetése kerül veszélybe, akiknek el kell majd vándorolniuk lakóhelyükről. Az éghajlatváltozás áldozatainak száma a mai, évente több tízezer főről kétszázötven év múlva több száz ezerre vagy akár több millióra fog emelkedni, egészen addig, amíg képesek nem leszünk megállítani vagy legalábbis lelassítani a felmelegedést előidéző folyamatokat.

3 Energiapolitika az Európai Unióban

Az ebben a fejezetben tárgyaltakról több információért, friss adatokért kérjük, látogassa meg az *Energia[forradalom]* honlapját: www.energyblueprint.info

Az EU-25-nek el kell fogadnia egy olyan jogilag kötelező erejű célkitűzést az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséről, amelynek eredményeként a hőmérséklet emelkedése 2 °C alatt marad. Eszerint 2020-ig legalább 30%-kal, és 2050-ig legalább 80%-kal kell csökkenteni a kibocsátást az 1990-es szinthez képest. Az energiapolitika fontos szerepet játszik az üvegházhatású gázok kibocsátáscsökkentésének megvalósításában.

Energiahatékonyság

Az Európai Unióban hatalmasak a lehetőségek az energiafogyasztás csökkentésére. Becslések szerint a jelenlegi energiaigényt költség-hatékony módon akár 30%-kal is lehetne csökkenteni, míg az energiahasznosítás javításának műszaki potenciálja még magasabb, ezt kiaknázva a jelenlegi energiafogyasztás 40%-át megtakaríthatánk.

2005 nyarán az Európai Unióban az energiahatékonyság szempontjából döntő fontosságú jogalkotói munka folyt (direktíva az energia-végfelhasználás hatékonyságáról és az energiaszolgáltatásokról). A Greenpeace szorgalmazta, hogy ez a direktíva kötelező energiahatékonysági célkitűzéseket fogalmazzon meg, mivel ezek alapvető fontosságúak a stabil jogi keret és a szükséges befektetői környezet kialakítása érdekében. A kitűzött célok mértéke is kérdéses. A Greenpeace nem értett egyet a direktíva tervezet alacsony célkitűzéseivel, a magánszektorra vonatkozó évi 1%-os

és a közsférára vonatkozó évi 1,5%-os csökkentési értékekkel. A Greenpeace javaslata szerint a magánszektorban minimum 2,5%-os, a közsférában pedig minimum 3%-os éves energia felhasználás-csökkentés szükséges.

Megújuló energia

2007 márciusában az Európai Unió brüsszeli csúcstalálkozóján a kormányfők megszavazták, hogy 2020-ig az EU 30%-kal csökkentse üvegházhatású gázkibocsátását – feltéve, hogy a többi nagy szennyező is tesz hasonló vállalatot. Ettől függetlenül is vállalta az EU, hogy 20%-kal csökkenti kibocsátását. A csúcstalálkozón döntöttek arról is, hogy az EU 2020-ig kötelező érvénnyel növelje a megújuló energiák részarányát az energiamixben 20%-ra. Ezzel a döntéssel az EU is kinyilvánította, hogy a megújuló energiotechnológiák megbízhatóak, kipróbáltan képesek hosszú távon is tiszta, környezetbarát és biztonságos energiát előállítani. Azonban a vállalat nem kötelező minden tagországra nézve, csupán a 27 tagállamra átlagosan. A nemzeti vállalatok még nem történtek meg. Emellett az ágazati célokról sem döntöttek a brüsszeli ülésen. Mind a fűtés-hűtés, mind az áramtermelés és a közlekedés terén szükség van jogilag kötelező érvényű ágazati célszámok meghatározására. Ez szükséges a stabil gazdasági környezet kialakítása miatt is, hogy ösztönözze a befektetőket a megújuló energiotechnológiák továbbfejlesztésére, illetve egyre nagyobb mértékű alkalmazására. A Greenpeace szakértőinek segítségével kimutatta, hogy a megfelelő ágazati célok lehetővé tennék, hogy az EU áramszükségletének legalább 35%-át, illetve a hűtés/fűtés szükségletének akár jóval több mint 25%-át megújuló forrásokból fedezze 2020-ra.

Egy erős uniós megújuló energiadirektíva szükséges a tanulmányunkban leírt célok eléréséhez. Akkor, amikor az európai kormányok liberalizálják villamosenergia-piacukat, a megújuló energiák növekvő versenyképességének a tiszta energiát termelő berendezések iránti kereslet növekedéséhez kellene vezetnie. Politikai támogatás nélkül azonban a megújuló energiák hátrányt szenvednek a világ villamosenergia-piacainak torzulásai miatt. A hagyományos, környezetszennyező és veszélyes technológiák évtizedeken át nagymértékű anyagi, politikai és strukturális támogatást élveztek, s élveznek ma is. Új építésű megújuló energia-erőműveknek (a nagy vízerőműveket kivéve) kell versenyezniük régi nukleáris és fosszilis erőművekkel. Az utóbbiak marginális költséggel termelnek villamos energiát, mert a fogyasztók és az adófizetők már kifizették a kezdeti befektetés kamatait és az amortizáció költségeit is. Politikai tettekkel meg kell szüntetni ezeket a piactorzulásokat, és egyenlő feltételeket kell biztosítani a megújuló energiaforrások hasznosító technológiák számára, hogy előnyeik a környezet, a gazdaság és a társadalom számára teljes mértékben kibontakozhassanak.



Az energiaellátás biztonságáról szóló, az Európai Bizottság által 2000-ben kiadott „Zöld könyv” (Green Paper on Security of Energy Supply) szerint ha Európa nem vált irányt, akkor a mai 54% helyett 20 éven belül az energia minimum 70%-át importálni fogja. Az energiahatékonyság maximalizálásával párhuzamosan a megújuló energiával lehetne pótolni az európai energiaellátásban jelentkező hiányt, miközben ez jelentősen hozzájárulna a Lisszaboni stratégiában kitűzött célok megvalósulásához is (fenntartható gazdasági növekedés, magas színvonalú munkahelyek, műszaki fejlesztés, globális versenyképesség és Európa vezető szerepe az iparban és a kutatás-fejlesztés terén).

A Megújuló energiadirektíva (2001/77/EC)

2001-ben az Európai Unió elfogadta a Megújuló energiadirektívát, amely minden tagország számára nemzeti célszámokat állapított meg. Még az ilyen, a villamosenergiára vonatkozó célszámok kívül jogilag nem kötelező érvényű célok kijelölése is fontos klímavédelmi katalizátorként szolgál szerte Európában, ahogy az azóta számos országban meghozott, a megújuló energiaforrások villamosenergia-ellátáson belüli részarányának növelését szorgalmazó politikai kezdeményezések is ezt teszik.

Európának, s benne minden egyes tagországnak jogilag kötelező érvényű célkitűzésre van szüksége a megújuló energiára vonatkozóan.

- A direktívában megfogalmazott célkitűzés, amely szerint az 1997-beli megújuló villamos energia 14%-os részarányának 2010-ig 21%-ra kell emelkednie, nem kötelező érvényű, csak ajánlás. Ha bizonytalanná válik ezen cél elérése, akkor az Európai Bizottság legsarkalatosabb intézkedése az EU éghajlatbarát pályán tartása érdekében az kell, hogy legyen, hogy a megújuló energiahasznosítás jövőjének garantálása érdekében jogilag kötelező érvényűvé teszi az összes 2010-re vonatkozó célt. Ez nagyobb erőfeszítésekre ösztönözné a tagországokat, és demonstrálná az EU és tagországi hosszú távú elkötelezettségét a megújuló energiaforrások iránt. Emellett a 2020-ra vonatkozó célkitűzések segítenének a 2010-es célok elérésében is. Mivel a megújuló energiaszektoron belüli technológiai sokféleség megteremtése kulcsfontosságú, minden támogatási mechanizmusnak bátorítania és erősítenie kell ezt a sokféleséget. A 2020-ra vonatkozó céloknak technológiánkénti részarányokat éppúgy tartalmaznia kell, mint a fent említett ágazatokra vonatkozó célszámokat.

Az eddigi energiaellátáshoz kapcsolódó országspecifikus célok

Az egyes tagországokra vonatkozó célokat a helyi energiaellátás jelenleg fennálló helyzetének és az adott ország lehetőségeinek megfelelően kell meghatározni. A megújuló energia részarányának

számottevő növelése érdekében a célokat az egyes technológiák (szél, nap, biomassa stb.) alkalmazhatóságának helyi potenciáljával összhangban kell meghatározni, figyelembe véve a már meglévő és a még kiépítendő helyi infrastruktúrát is (elektromos hálózathoz kapcsolódás, erőművek telepítése és üzemeltetése stb.).

Véget kell vetni a fosszilis és a nukleáris erőművek támogatásának!

Becslések szerint a hagyományos energiaforrások felhasználását évente 250-300 milliárd dollárral támogatják világszerte, ami erősen torzítja a piaci viszonyokat. A Worldwatch Institute becslése szerint a világon a szénfelhasználást 63 milliárd dollárral támogatják. Csak Németországban 21 milliárd euró a támogatás, amibe beletartozik a minden egyes szénbányásznak járó több, mint 85 000 eurós közvetlen juttatás. A fosszilis és atomenergia közvetlen és közvetett támogatásának megszüntetése segítené egyenlő feltételeket biztosítani a teljes energiaszektorban.



A teljesen versenyképes környezetszennyező technológiák támogatása rendkívül haszontalan, súlyosan piactorzító hatású, és fokozza a megújuló támogatásának szükségességét. A hagyományos villamosenergia-termelés támogatásának megszüntetése nemcsak megtakarítaná az adófizetők pénzét és csökkentené a villamosenergia-piac jelenlegi torzulásait, de jelentősen csökkentené a megújuló energia támogatásának igényét is.

Az energiapiac torzulásainak megszüntetése

A piaci korlátok mellett piactorzulások is akadályozzák a megújuló energiák térnyerését. A piactorzulásokat a közvetlen és közvetett támogatások okozzák, valamint az externáliák társadalmi költségei, amelyek jelenleg nincsenek belekalkulálva a hagyományos, környezetszennyező és veszélyes nukleáris és fosszilis eredetű villamos energia árába. Az energiatermelés teljes társadalmi költ-

ségeit tükröző energiapiaci árszerkezet alapvető hiánya az egyik fő akadály, ami meggátolja a szélenergia lehetséges maximális hasznosítását. Továbbá az villamosenergia-piac mai általános keretfeltételei teljesen különböznek azoktól, amelyek a szén, a gáz és a nukleáris technológia bevezetésekor érvényesek voltak. Több mint egy évszázadon keresztül az energiapiacot nemzeti monopóliumok uralták, amelyek megtehették, hogy új erőműveik építését az állami költségvetésből és/vagy a villanyszámlák megsarcolásából finanszírozzák. Mivel sok ország villamosenergia-piacá válik egyre liberálisabbá, ezek a lehetőségek a jövőben nem állnak többé rendelkezésre. A sok évtizedes burkolt támogatási gyakorlat és a sok helyen ma is létező támogatási struktúrák miatt az új energiatermelési technológiák, mint például a szél-erőművek, relatív versenyhátrányban vannak a meglévő erőművekhez képest.

A környezetszennyező energiatermelés társadalmi és környezeti költségeinek beépítése az energiaárakba

A hagyományos módon termelt energia valódi árának tartalmaznia kéne olyan költségeket is, amelyeket ma a társadalom máshol fizet meg. Az egészségkárosító hatások költségeit például az egészségügyben, a helyi és a regionális környezet romlása (savas esők, higanyszennyezés) elleni intézkedéseket különböző módokon, valamint a klímaváltozás globálisan és helyileg is jelentkező káros hatásainak árát a menekültügytől kezdve a katasztrófavédelemig sok helyütt. Minden évben több mint 30 000 amerikai hal meg idejekorán erőművek környezetszennyezése miatt. A rejtett fizetségek közé tartozik az is, hogy a magas költségek miatt az atomerőművek üzemeltetői nem kötnék teljes körű biztosítást egy esetleges nukleáris baleset következményeinek felszámolására. Az Egyesült Államokban a Price-Anderson törvény például évi 3,4 milliárd dollárban korlátozza az amerikai atomerőművek kártérítési kötelezettségét nukleáris baleset esetén. A környezeti károkat elsősorban a forrásuknál kellene helyrehozni. Ez az elv az energiaiparra alkalmazva azt jelenti, hogy ideális esetben az energiatermelés nem szennyezhetné a környezetet, és az üzemeltető felelőssége kéne legyen ezt a szabályt betartani.

Pedig aki szennyezi a környezetet, annak kötelessége megfizetni az összes kárt, amit szennyezésével a társadalomnak okoz. A hagyományos módokon való villamosenergia-termeléssel okozott környezeti hatásokat nehéz számszerűsíteni. Hogyan is lehetne számokban kifejezni azt a kárt, hogy a Csendes-óceáni szigeteken elvész egy otthon az olvadó jéghegyek miatt? Mennyibe kerül az emberek egészségének, életének veszélyeztetése? A globális felmelegedéssel járó, egyes időszakokban Magyarországon is várhatóan súlyosbodó aszályok okozta, vagy éppen a máskor fokozottabban érkező csapadék által elvesztett ter-

ményveszteség miatt a gazdáknak járó állami segélyek mekkora részét kéne a szénerőművek üzemeltetőinek kifizetni?

A „szennyező fizet” elvének bevezetése

A „szennyező fizet” elve szerepel az Európai Közösség Alapszerződésében és az új Európai Alkotmányban. Egy valódi verseny piacon az externális költségeket – mint a többi támogatást is – be kell építeni az energiaárakba. Ehhez a kormányoknak következetes, „a szennyező fizet” rendszert kell alkalmazniuk. A környezetszennyező áramtermelőkre kell terhelni kibocsátásaik hatásainak költségeit, illetve a szennyezők károkozásának megfelelő mértékű kompenzációt kell biztosítani az energiahatékonysági projekteknek és a megújuló energiaforrásokat hasznosító energiatermelésnek, továbbá az utóbbiakat mentesíteni kell egy alaposan kidolgozandó környezetvédelmi célú energiaadó alól. A világ villamosenergia-piacain ezek szükséges, fontos lépések az igazságosabb verseny megteremtése érdekében.





A villamosenergia-piac reformja

Míg a hagyományos európai energiaszektor néhány szereplője a megújuló energiákat hasznosító termelők közti versenyt követeli, nem szabad megfeledkezni arról, hogy a hagyományos áramtermelés piacának több mint 95%-án távolról sincs versengés, mint ahogy arra az Európai Bizottság három, a belső árampiacot értékelő jelentése is rámutatott. Idő előttinek tűnik a versenyre való felhívás a megújuló energiaszektorban akkor, amikor a hagyományos energiaszektorban sincs versengés.

A megújuló energiatechnológiák már ma versenyképesek lennének, ha megkapták volna ugyanazt a kutatási-fejlesztési támogatást, mint a hagyományos technológiák, és ha az externális költségek be lennének építve az energiaárakba.

A megújuló energiatechnológiák széles körű elfogadtatásához és elterjedéséhez többek között az alábbi reformok szükségesek a villamosenergia-szektorban:

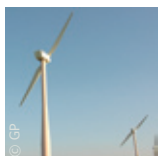
A megújuló energiatechnológiák előtti akadályok felszámolása a villamosenergia-szektorban

A bonyolult engedélyeztetési eljárások tömege szinte mindenhol az egyik legnagyobb akadály a megújuló energiát hasznosító projektek számára. Úgy tűnik, hogy a meglévő európai szabályozás (a 2001. évi Megújuló energiadirektíva 6. cikkelye) túl gyenge, vagy nem megfelelően ültették át a nemzeti jogszabályokba. Ezt a szabályozást meg kell erősíteni a megújulók javára. Minden hivatal minden szintjén tiszta és világos menetrendet kell alkalmazni a projektek engedélyeztetése során. Az Európai Bizottságnak részletesebb ügyrendi útmutatásokat kell javasolnia a meglévő uniós jogszabályok megerősítése érdekében, és egyúttal fokozni kell az erőfeszítéseket, hogy a nemzeti szintű jogharmonizáció során megmaradjon az uniós jogszabályok eredeti szellemisége.

Az energiatermelő berendezések megterveztetését, engedélyeztetését és hálózatra kapcsolódását szabályozó jogi környezetet nagy, központi erőművekre szabva fejlesztették ki, ezért a jogszabályok az engedélyezés követelményeit és a hálózatra kapcsolódás feltételeit rendkívül részletesen szabályozzák. Ez a meglévő nagyléptékű villamosenergia-termelést részesíti előnyben, és jelentős akadályt gördít a megújulók piacra lépése elé. Továbbá figyelmen kívül hagyja annak értékét, hogy a decentralizált áramtermelés esetében nem szükséges a villamos energiát nagy távolságokra szállítani. A jogszabályoknak tükrözniük kell az alábbi új keletű változásokat:

- **Technológia:** a megújuló energiákat hasznosító és a gáztüzelésű erőművek villamosenergia-termelése növekszik a leggyorsabb ütemben.
- **Tüzelőanyag:** a szén és az atomenergia egyre kevésbé versenyképes.
- **Méret:** a kisméretű, megújuló energiákat hasznosító és gáztüzelésű erőművek ma már versenyképes áron termelnek villamos energiát.
- **Helyszín:** az új, decentralizált rendszereket kiszolgáló erőműveket térben elosztva lehet a hálózathoz kapcsolni.
- **Környezeti és társadalmi hatások:** ma már széles körben elfogadott, hogy a fosszilis tüzelésű és a nukleáris erőműveknek helyi, regionális környezeti és társadalmi hatásai vannak; előbbiek főleg CO₂-kibocsátással, utóbbiak pedig többek között azzal is hozzájárulnak a globális éghajlatváltozáshoz, hogy elszívják a pénzt a valódi, teljes megoldást adó energiahatékony-sági és megújuló energiát hasznosító beruházások elől.

Néhány tagállamban még ma is fennállnak az egyes hivatalok közti elégtelen koordináció miatt adminisztratív akadályok (például a fent említett hosszú és bonyolult engedélyeztetési eljárások), pedig a 2001. évi Megújuló energiadirektíva felszólítja a tagállamokat, hogy ezek felszámolása érdekében alkossanak nemzeti törvényt, vagy alkalmazzák a máshol bevált legjobb gyakorlatot.



A megújuló energiák hasznosítását gátló piaci akadályok felszámolásához szükséges reformok

- Egyszerűsített és egységes tervezési eljárásokra van szükség, amelyek integrált, költséghatékony villamosenergia-hálózat-tervezést és villamosenergia-rendszerek létrehozását teszik lehetővé.
- Korrekt hozzáférést kell biztosítani az elektromos hálózathoz tisztességes, átlátható árakon, a diszkriminatív hozzáférési és szállítási tarifákat el kell törölni.
- Tisztességes és átlátható árképzésre van szükség az egész hálózatban a decentralizált áramtermelés előnyeinek elismerésével és díjazásával.
- Szét kell választani a szolgáltató vállalatokat külön áramtermelő és külön elosztó-szállító intézetekre/cégekre.
- A hálózati infrastruktúra fejlesztésének és megerősítésének költségeit a hálózatot fenntartó hatóságnak vagy cégnek kell állnia, nem pedig az egyes megújuló energiaprojekteknek.
- Meg kell ismertetni a végfelhasználókkal a választható energiafajtákat környezeti hatásaikkal együtt, hogy a fogyasztók tudatosan választhassanak energiaforrást.

A megújuló energiáknak elsőbbséget kell biztosítani a hálózatra kapcsolódásban!

A hálózatra való kapcsolódás, az elosztás és szállítás, valamint a hálózatokon belüli költségmegosztás európai szintű szabályozása jelenleg nem elégséges. Ahol ez szükséges, a hálózat bővítésének vagy megerősítésének költségeit a hálózat üzemeltetőjének kell állnia, és meg kell osztania az összes fogyasztó között, mivel a megújuló környezeti előnyei a közjót szolgálják, és mert a rendszerüzemeltetés természetes monopólium. A funkciókat jogilag is szét kell választani, az áram-elosztás és -szállítás területét szigorúan szabályozni kell.

- A megújuló forrásból nyert villamos energia hálózatba táplálásának és szállításának szabályozását tovább kell harmonizálni és megerősíteni a megújuló energiák térnyerése érdekében. Biztosítani kell, hogy a tagállamok átvegyék a hálózatra való kapcsolódás meglévő eu-s törvényi szabályozását.
- Az Európai Bizottságnak ajánlásokat kell megfogalmaznia a nemzeti szintű támogatási mechanizmusokra, amelyek elősegítik a hosszú távú stabilitást, a technológiai sokféleséget és a jogilag kötelező érvénnyel vállalt és a további vállalandó nemzeti célok elérését.
- A tengeri szélenergia-hasznosítás térnyerése érdekében:
 1. Egységesebb eljárásokra és gyakorlatokra van szükség egész Európában (pl. Energia Információs Hivatal, zónák kialakítása, egységes engedélyezési eljárások).

2. Átláthatóbb, folyamatosabb és egyszerűbb jogi eljárások szükségesek.
3. Intézkedéseket kell hozni a befektetők és a biztosítók kockázatának mérséklése érdekében.
4. Biztosítani kell közcélú hálózati eszközöket: tengeri elektromos hálózatot és magasfeszültségű vezetékeket a tengeri szélenergia-települések számára.

A Greenpeace az európai energiaszektorral kapcsolatban követeli az európai döntéshozóktól, hogy

- ambiciózus energiahatékonysági célok kitűzését és az azok eléréséhez szükséges intézkedések mihamarabbi bevezetését;
- szüntessék meg a fosszilis tüzelőanyagok és az atomenergia mindenfajta támogatását, és építsék be az energiaárakba az externális költségeket;
- tegyenek meg mindent, hogy minden tagország határozzon meg/fogadjon el jogilag kötelező érvényű, a megújuló energiaforrások hasznosítására kitéző célokat;
- biztosítsák a stabil megtérülés és a hosszú távú kiszámíthatóság lehetőségét a befektetők számára;
- biztosítsák a garantált és elsőbbségi hálózati kapcsolódást a megújuló energiaforrásokkal termelt energiáknak.



4 Forgatókönyvek – Energia[forradalom] az EU-ban

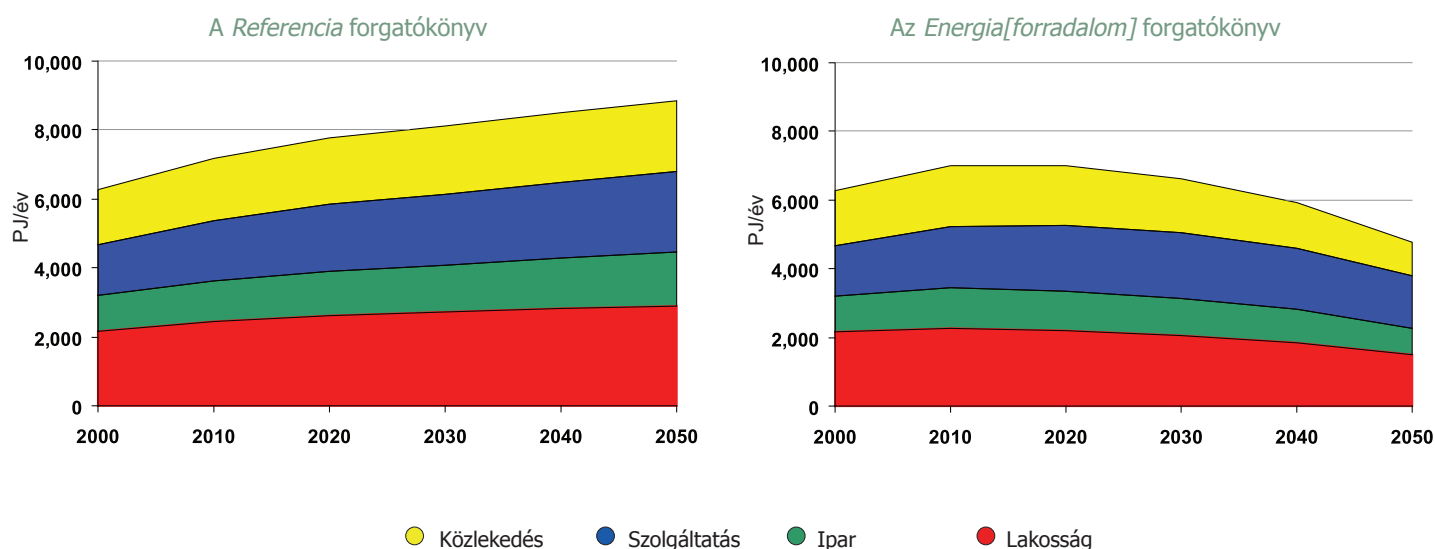
Az ebben a fejezetben tárgyaltakról több információért, friss adatokért kérjük, látogassa meg az *Energia[forradalom]* honlapját: www.energyblueprint.info

Ahogy azt a bevezetőben is leszögeztük, a klímaváltozás elleni küzdelem és az energiagazdálkodás összefüggéseit csak nagy időtávlatban érdemes vizsgálni. Az új energetikai technológiák kifejlesztése is időbe telik. Az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése évtizedeken, évszázadokon keresztül kihat az ökoszisztémára és a globális éghajlatra, és a válaszlépések is csak jelentős késéssel éreztetik hatásukat. A felelős, azaz éghajlatbarát szemléletű energiagazdálkodási vizsgálatoknak, stratégiáknak tehát több évtizedre előre kell tekinteniük.

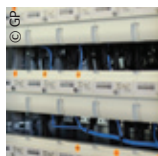
Az ebben a tanulmányban használt forgatókönyvekről, ezek céljairól beszéltünk a tanulmány összefoglaló kivonatában (negyedik és ötödik oldal). Itt kiegészítő, illetve vázlatos jelleggel azért újra kitérünk rájuk. Két különböző forgatókönyvet hasonlítunk össze: egy *Referencia* forgatókönyvet, amely a jelenlegi trendek és stratégiák jövőbeli folytatását tükrözi, és az *Energia[forradalom]* forgatókönyvet, amely az éghajlatváltozás elleni eredményes harc érdekében meghatározott energiapolitikai célkitűzések elérését biztosítja.

A *Referencia* forgatókönyv: Az alapfeltevések között szerepel az EU gazdaságának modernizálása, a belső elektromos és gázpiacok kiépítésének befejezése, a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság bizonyos szintű politikai támogatása, valamint az atomenergia leépítése egyes tagországokban. A *Referencia* forgatókönyvben nem szerepelnek további lépések az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére. Mivel az Európai Bizottság forgatókönyve csak a 2030-ig terjedő időszakot öleli fel, a fő makrogazdasági mutatók extrapolációja alapján 2050-ig terjesztettük ki a vizsgált időszakot.

Az *Energia[forradalom]* forgatókönyv: Szemléletváltó energiapolitikát testesít meg, ahol az energiahatékonyság maximalizálásával párhuzamosan kiaknázásra kerül minden költséghatékonyan hasznosítható megújuló energiaforrás a hő- és villamosenergia-termelésben. Az EU éghajlatbarát politikai iránymutatása és többek között az itt vázolt intézkedésekkel is előidézett szemléletváltozás hatására végbemegy a közlekedési/szállítási ágazatokban is az energiamegtakarítási potenciálok jelentős kihasználása. A népességfejlődésre és a GDP növekedésére vonatkozó általános keretfeltételek ugyanazok, mint a *Referencia* forgatókönyvben. Megvalósul az atomenergia teljes fokozatos kiváltása és a CO₂-kibocsátások drasztikus csökkentése.



5. ábra. Ágazatonként összesített energiaigény előrejelzése az EU-25 országokban a *Referencia* forgatókönyvben és az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében.



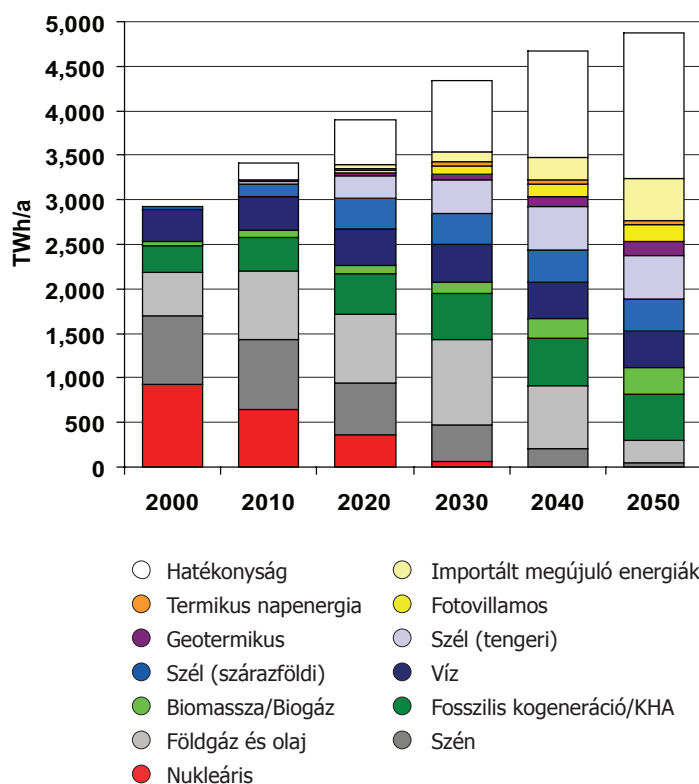
A magyarországi Energia[forradalom] forgatókönyv az „Energiaforradalom az európai OECD-országok számára” című tanulmányra is épít. Az alábbiakban a régiós tanulmányból, illetve az EU–25-re vonatkozó adatokból mutatunk be néhányat.

Ma a megújuló energiaforrások az EU–25 országai primerenergia-igényének 6,4%-át fedezik (2005-ös adat, forrás: Eurostat). Fő megújuló energiaforrásnak a főként tüzelésre használt biomassa számít. A villamosenergia-termelésben a megújuló energiák részaránya 13,6% (2005-ben), amiből a legnagyobb részt vízerőművek állítják elő. A hőenergia-ellátás primerenergia-igényének 9%-a származik megújulókból. Európa primerenergia-ellátása még ma is 80%-ban fosszilis energiahordozókra támaszkodik.

Az Energia[forradalom] forgatókönyvek felvázolnak egy olyan fejlődési útvonalat, amely a mai helyzetből elvezet egy fenntartható európai energiagazdálkodáshoz. Feltételezve, hogy az EU–25 országokban a GDP várható átlagos éves növekedése 2,3%, a meglévő jelentős energiahatékonysági potenciál kiaknázásával a primerenergia-igény a 2005-ös 73 335 PJ-ról 2050-re lecsökkenthető 46 000 PJ-ra. A primerenergia-igény ilyen mértékű csökkentése az EU-ban is kulcsfontosságú előfeltétele annak, hogy a megújuló energiaforrásokból nyert tiszta energia számottevő részesedésre tehesen szert az energiaellátásban, és hogy egyszerre tudja kompenzálni a nukleáris energiatermelés fokozatos leállítását és a fosszilis energiaforrások csökkenő ütemű felhasználását. Az Energia[forradalom] forgatókönyvekben az energiaigény 2050-ben csupán a fele lesz annak, mint ami a jelenlegi trendeket követő stratégiákban, azaz az EU-ra vonatkozó Referencia forgatókönyvben is szerepel.

Az Energia[forradalom] forgatókönyve szerint az európai villamosenergia-szektor fejlődése a megújuló energiapiac dinamikus fejlődésével és a megújuló energiaforrások részarányának folyamatos növekedésével jellemezhető. 2050-re az EU–25 tagországokban megtermelt villamos energia az energiahatékonysággal lecsökkentett összértékének 70%-a megújuló energiaforrásokból fog származni. Az atomenergia hasznosításának fokozatos megszüntetését és a villamosenergia-igény 2020-ig tartó folyamatos növekedését első lépésként nagy hatásfokú kombinált ciklusú gázerőművek üzembe helyezése, valamint a szélenergia-kapacitás növelése fogja ellensúlyozni. Hosszú távon a tengeri szélenergia-erőművek fogják a legtöbb villamos energiát termelni. A fotovillamos eljárások, a biomassa felhasználása és a geotermikus energiák is lényegesen hozzá fognak járulni az áramtermeléshez. A megújuló energiaforrásokat hasznosító erőművek összteljesítménye (a nagy vízerőműveket nem számítva)

a jelenlegi kb. 180 GW-ról 2050-ig 580 GW-ra fog emelkedni. A megújuló forrásokból előállított villamos energia importja növekedni fog, hogy az EU megvalósíthassa a CO₂-kibocsátásainak csökkentésére irányuló ambiciózus hosszú távú terveit. Az észak-afrikai országok felajánlhatják hatalmas napenergia-felhasználási lehetőségeiket termikus naperőművekkel megvalósítható áramtermelésre, ami nemcsak Európának segítene növelni a megújuló energiák részarányát a villamos áramtermelésben, hanem új lehetőségeket tárna fel az európai és az afrikai országok gazdasági és műszaki együttműködése terén is.



6. ábra. Az EU–25 villamosenergia-ellátási struktúrájának fejlődése az Energia[forradalom] forgatókönyve alapján (‘Hatékonyság’ = megtakarítás a Referencia forgatókönyvhöz képest)

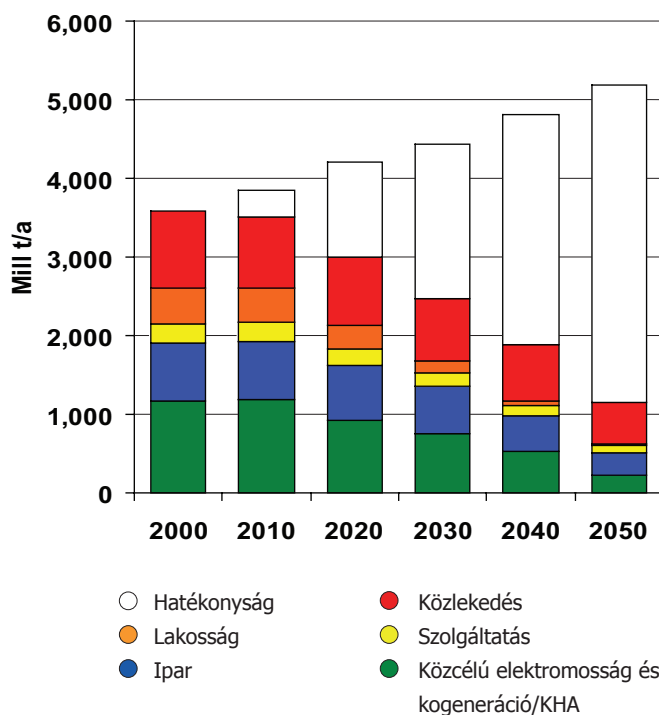
Ma az EU-ban a megújuló energiaforrások a hőenergia-ellátás primerenergia-igényének kb. 9%-át fedezik, a legnagyobb hozzájárulást a kisméretű, egyedi biomassa-fűtési rendszerek (pl. fatüzelésű kályhák) adják. Energiahatékonysági intézkedésekkel a hőenergia-ellátás jelenlegi primerenergia-igényét kb. 50%-kal lehetne csökkenteni az EU–25 tagországokban. A szűkülő hőenergia-piacon a decentralizált kogenerációs/KHA erő-

művek növekvő részesedése 2050-re el fogja érni a 30%-ot. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint a termikus napenergia, a biomassza/biogáz és a geotermikus energia felhasználása egyre növekvő mértékben kiváltja a hagyományos fosszilis tüzelőberendezéseket.

A *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint az EU-25 tagországainak primerenergia-igénye 2050-ben kb. 50%-kal alacsonyabb lesz a *Referencia* forgatókönyvben jelzethetnél. A fennmaradó primerenergia-igénynek majdnem a felét megújuló energiaforrások fogják fedezni. Habár a villamosenergia-szektorban az atomerőművek leállítása és a villamosenergia-kereslet bővülése miatt 2010-ig kismértékben növekedni fog a CO₂-kibocsátás, a hatékonyság növelése és a megújuló energiák hasznosítása lakossági fűtés céljára ellensúlyozni fogja ezt, lehetővé téve, hogy a CO₂-kibocsátás a 2000-ben regisztrált 4874 millió tonna (2005-ben 4980 millió tonna) CO₂ egyenértékről folyamatos csökkenéssel 2050-ben elérje a 1150 millió tonna CO₂ egyenértékszintet. Az üvegházhatású gázok egy főre jutó éves kibocsátása a jelenlegi 8,5 tonna/főről (2005) 2050-ig 2,7 tonna/főre fog csökkenni.

Az összefoglalóban már említett alábbi adatok is bizonyítják, hogy ha a hatásaiknak megfelelően figyelembe vesszük a CO₂-kibocsátások valós költségeit, akkor igazán kidomborodnak a tanulmányunk által vázolt út követésének hosszú távú gazdasági előnyei. Az új technológiák terén már több országban megvalósult, és egyre több helyen megjelenő jelentős befektetések a megújuló energiák részarányának általunk vázolt gyors növekedését fogják eredményezni az EU energiamixében. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében szereplő kissé magasabb fajlagos áramtermelési költségeket hosszú távon bőségesen ellensúlyozza a villamos energia iránti kisebb kereslet. A villamosenergia-ellátás többletköltségei az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint 2020-ban – figyelmen kívül hagyva a CO₂-kibocsátás költségeit – legfeljebb évi 6 milliárd euróra fognak rúgni. Ezek a többletköltségek, amelyek a társadalom befektetését jelentik a jövő környezetbarát, biztonságos és gazdaságos energiaellátásába, 2020 után csökkenni fognak, és a villamosenergia-ellátás összköltsége 2050-re 10 milliárd euró/évvel kevesebb lesz annál, ami a *Referencia* forgatókönyvben szerepel. A megújuló energiaszektor dinamikus növekedése a munkahelyek elvándorlását fogja okozni a hagyományos energiával kapcsolatos iparágakból (pl. szénbányászat) az új iparágakba (pl. szél- és napenergia-ipar).

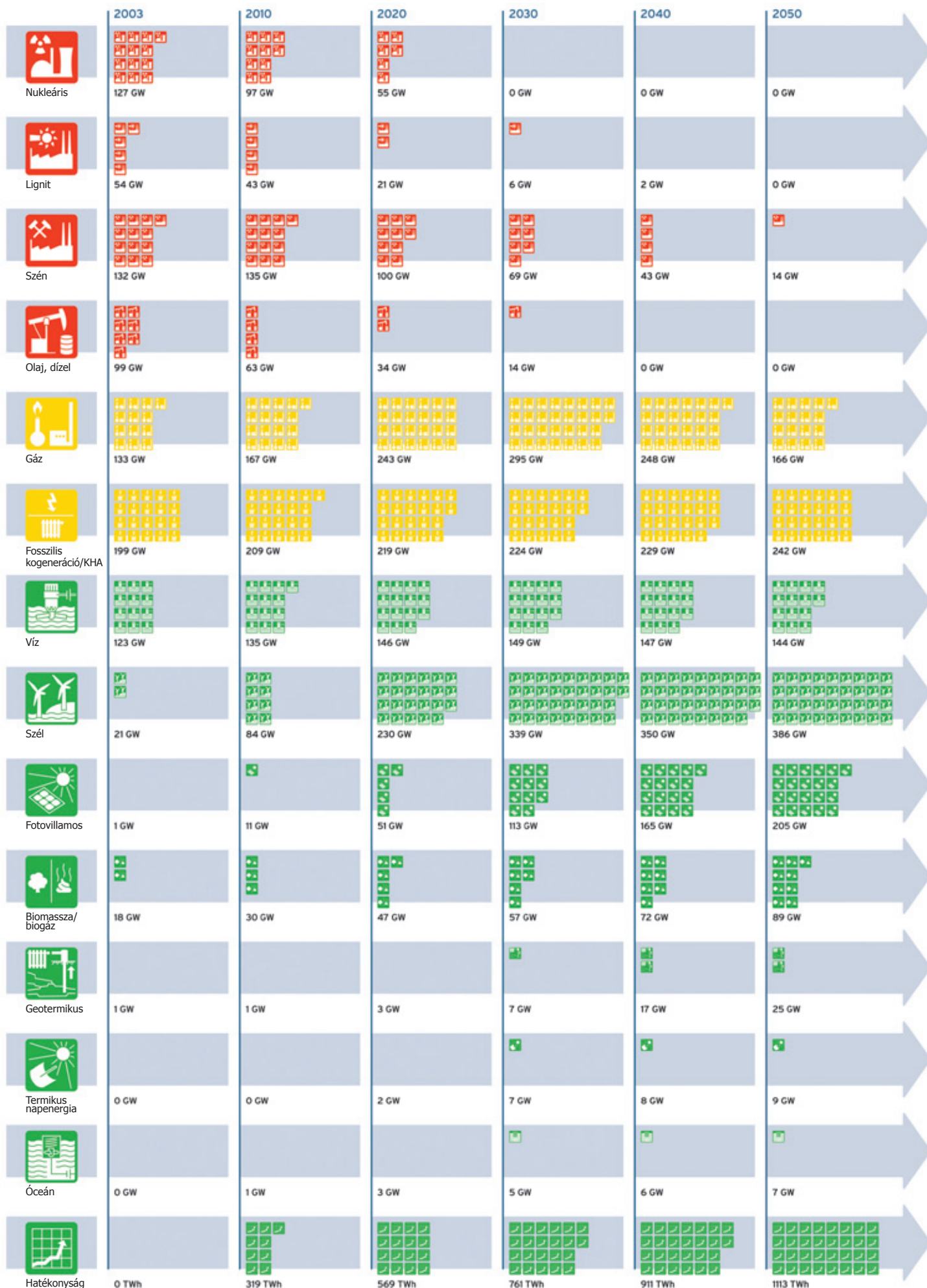
Az elkövetkezendő években a megújuló energiatechnológiák növekvő részaránya várhatóan 700 000 állást fog teremteni a megújuló villamosenergia-termelés területén az EU-ban.



7. ábra. A CO₂-kibocsátás alakulása szektoronként az EU-25 országaiban az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint ('Hatékonyság' = megtakarítás a *Referencia* forgatókönyvhöz képest)



Energia[forradalom]: a fenntartható energiagazdálkodás lehetőségei Európában



Megjegyzés: minden adatot a legközelebbi ezerre kerekítettünk

5 Az Energia[forradalom] magyarországi forgatókönyve

A Greenpeace az „Energiaforradalom az európai OECD-országok számára” című tanulmány alapján külön forgatókönyveket dolgoz ki az EU egyes tagországai számára, világosan megjelölve, hogy ezekben az országokban nemzeti szinten milyen lépéseket kell megtenni.

Napjainkban Magyarország primerenergia-igényének alig több mint 4%-át fedezik a megújuló energiaforrások (2005. évi adat). A primerenergia kb. 83%-a fosszilis tüzelőanyagokból származik, kb. 13%-a pedig nukleáris energia. A nagyrészt egyetlen szovjet tervezésű, balesetveszélyes atomerőműre, valamint az üvegházhatást erősítő hagyományos erőművekre épülő villamosenergia-termelésen belül a megújuló energiák aránya 4,5% (2005), ennek jó részét a szenes erőművek átalakítása után a biomassza adja. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve olyan fejlesztési irányvonalat vázol fel, amelyet követve Magyarország energiagazdálkodása fenntarthatóvá alakítható át:

- Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint a jelenleg meglévő hatalmas energiahatékonysági potenciál kiaknázásával a 2005. évi 1153 PJ/év primerenergia-felhasználás 2050-ig 369 PJ/évre csökkenthető. A primerenergia-igény ilyen drámai mértékű csökkentése kulcsfontosságú előfeltétele annak, hogy a megújuló energiaforrások számottevő részesedésre telessenek szert az energiaellátásban, és képesek legyenek kiváltani a paksi atomerőművet, ezzel egyidejűleg csökkenteni a fosszilisenergia-felhasználást is.

1. Ahhoz, hogy Magyarország valóban képes legyen primerenergia-igényét ilyen mértékben csökkenteni, az energiatermelés és felhasználás folyamatába egyszerre több ponton, komplex módon kell beavatkozni a hatékonyság javítása érdekében.
2. Fontos feladatok állnak előttünk az energiatermelői és a szállítói oldalon. Mind a villamos áramot, mind a hőt termelő erőművek hatásfokát a mai átlag másfél-kétszeresére kell növelni, és le kell faragni az elektromos áram és a hő szállítása során keletkező veszteségeket.
3. Nem elegendő azonban, ha csak a termelők, azaz a villamos vagy hőenergiát előállító erőművek oldalán javul az energiahatékonyság. Az energiatermelési és felhasználási lánc másik végén álló fogyasztók, elsősorban a lakosság és a közintézmények, továbbá az ipar és a szolgáltatók energiafelhasználása is jelentősen csökkenni fog. Mindehhez a technológiai fejlődés mellett az energiatudatos felhasználói

szokások kialakulása is hozzájárul majd. A végső felhasználóknál történő hatékonyságjavítás azért is kiemelten fontos, mert az itt keletkező megtakarítás a termelői oldalon többszörösen jelentkezik, hiszen a meg sem termelt energia esetében nem kell az erőmű hatásfokából eredő és szállítási veszteségekkel számolni.

- A „KHA”, azaz a **kapcsoltan hőt és áramot is termelő**, illetve kogenerációs erőművek térnyerése növeli az energiaellátó rendszer hatékonyságát. Ezeknek az erőműveknek a tüzelőanyag-igényét a fosszilis energiahordozók helyett egyre növekvő mértékben a fenntartható forrásokból származó biomassza fogja kielégíteni. A hőenergia iránti igény csökkenése és a hő közvetlenül megújuló energiaforrásokból történő előállításában rejlő nagy potenciál kiaknázása hosszú távon erősen behatárolja a KHA-erőművek további elterjedését.
- A villamosenergia-szektor élen fog járni a megújuló energia hasznosításában. 2050-re az elektromos áram több mint 60%-a megújuló energiaforrásokból fog származni. Az összesen 4,5 GW teljesítményű erőmű évente 15 TWh megújuló villamos energiát fog termelni 2050-ben.
 1. A megújuló energiaszektor nem igényelne különleges gondoskodást, ha az energiapiac nem lenne eltorzulva amiatt, hogy a környezetszennyezés ma még a villamosenergia-termelők számára jóformán semmiféle hátrányos következménnyel sem jár. A versenyképes, de környezet-szennyező technológiák támogatása súlyosan piactorzító hatású, és fokozza a megújuló energiák támogatásának szükségességét. A hagyományos villamosenergia-termelés támogatásának megszüntetése nemcsak megtakarítaná az adófizetők pénzét és csökkentené a villamosenergia-piac jelenlegi torzulásait, de drámaian csökkentené a megújuló energia támogatásának igényét is.
 2. A villamosenergia-szektorban elengedhetetlen a megújuló energiák előtti akadályok felszámolása. A megújuló energiára irányuló projektek előtt álló egyik legnagyobb akadályt a bonyolult engedélyeztetési eljárások jelentik. Úgy tűnik, hogy a meglévő európai szabályozás (a 2001. évi Megújuló energiadirektíva 6. cikkelye) túl gyenge, vagy nem megfelelően ültették át a nemzeti jogszabályokba. Ezt a szabályozást meg kell erősíteni a megújuló energiák javára. A projektek engedélyeztetése során valamennyi illetékes hivatal minden szintjén tiszta és világos ügyintézési eljárásrendet kell kialakítani.

- A hőenergia-szektorban a megújuló energiák részaránya növekedni fog, és 2050-re eléri a 66%-ot. A közvetlen fűtésben és hűtésben főként a napkollektorok, a geotermikus energia és a biomassa energiája fogja kiváltani a hagyományos energiaforrásokat.
- Ahelyett, hogy az ún. agroüzemanyagok nagymértékben elterjedjenek a közlekedési szektorban, mindenképpen ki kell aknázni a mobilitásigény visszafogásában és az energiahatékonyabb közlekedési módokra való áttérésben rejlő óriási lehetőségeket. Mivel a CO₂-kibocsátás biomassa felhasználásával történő csökkentése a helyhez kötött alkalmazásokban a leggazdaságosabb, az agroüzemanyagok használatát a rendelkezésre álló biomassa mennyisége korlátozza.
- 2050-re a primerenergia-igény közel 44%-át megújuló energiaforrásokból fogják fedezni.

A következő alfejezetek áttekintik ajánlásainkat, javaslatainkat, ismertetik az Energia[forradalom] magyarországi forgatókönyvnek eredményeit.



Szektorokon átívelő energiahatékonysági stratégia szükségessége

Magyarország most készülő hivatalos energiapolitikai stratégiája ugyan leszögezi, hogy az energiahatékonyság a legjobb eszköz a versenyképesség, az ellátásbiztonság és a környezetvédelem szolgálatában, ezt az alapelvet azonban nem elég kimondani és plakátokon hirdetni. A közeljövőben a gazdasági, a környezetvédelmi, a pénzügyi és egyéb nemzeti stratégiai dokumentumokban is pontos célszámok és a lehető legkonkrétabban kijelölt végrehajtandó intézkedések megtervezésével kell érvényesíteni a gyakorlatban is az energiahatékonyságban rejlő lehetőségek kiaknázását. Az ország energiahatékonysági stratégiáját ki kell egészíteni az Európai Unió politikájával és jogi szabályozásával összhangban lévő konkrét tervekkel és irányszámokkal.

Az Európai Unió tagállamaként Magyarország is elfogadta az Európai Tanács 2007 márciusában hozott energiapolitikai döntését az energiaigények 2020-ig fokozatosan megvalósítandó 20%-os csökkentéséről. Ez Magyarország esetében azt jelenti, hogy az elkövetkező évek energiaigény-növekedésével számolva a 2020. évi primerenergia-felhasználásunk a jelenlegihez képest is minimum mintegy 13-15%-kal csökkenni fog, azaz nem éri majd el az 1000 PJ/évet. A 2020 utáni időszakban azonban a katasztrofális éghajlatváltozás elkerüléséhez szükséges radikális energiaigény-csökkentéshez sokkal merészebb célokat kell megfogalmazni.

Az energiahatékonyság fejlesztése egyúttal kedvező hatást gyakorol a munkaerőpiacra is, hiszen az új, innovatív technológiák, a megvalósuló hatékonysági beruházások háromszor-négyszer annyi munkahelyet teremtenek, mint amennyi akkor jönne létre, ha a forrásokat csupán a növekvő igények kielégítését szolgáló újabb erőművek építésére fordítanánk.

Az energiafelhasználás csökkentéséhez számos eszköz áll rendelkezésre a politika, a gazdaság, a műszaki tudományok, a pénzügyek, a jog és nem utolsósorban az oktatás, a szemléletformálás területén.

Magyarországnak mindenekelőtt jól kidolgozott, valódi politikai akaratot tükröző, szektorokon átívelő energiahatékonysági stratégiára és pontosan ütemezett cselekvési tervre van szüksége.

A hatékonyság ösztönzésében fő szerepük van a valós, azaz torzítások nélküli energiaáraknak. Ha a fogyasztók a tényleges piaci árat fizetik, amibe beépülnek a környezetszennyező termelés externális költségei is, az már önmagában jó hatással van az energiahatékonysági beruházásokra és az energiatakarékosságra. Ennek feltétele a torzítatlan, de ellenőrzött és ezáltal visszaélésektől mentes szabad energiapiac.



A hatékonyságjavító beruházások és fejlesztési programok közvetlen állami támogatása szintén ösztönzőleg hat. Az állami szerepvállalás különösen a lakosság és a közintézmények esetében elkerülhetetlen. A közvetlen állami támogatás további előnye, hogy visszaszorítja a feketegazdaságot, és ezzel további adó- és járulékbételeket hoz.

A kötelező szabványok és az energiahatékonysági címkék pusztán szabályalkotással, további költségek nélkül képesek eltolni a piacot a hatékonyabb termékek és szolgáltatások irányába. A mosógépeken, hűtőszekrényeken található energiacímkék már bizonyítottak: itt az idő kiterjeszteni a címkézést az irodai berendezésekre, a kázanokra, sőt a lakásokra is.

Tényleges hatékonyságjavulás és technológiaváltás nem képzelhető el jól képzett, naprakész tudással rendelkező szakemberek nélkül, ezért a képzésre, valamint a kutatásra és a fejlesztésre folyamatosan figyelmet és megfelelő forrásokat kell fordítani. A jövő önkormányzatai sokkal nagyobb figyelmet fordítanak energiagazdálkodásukra, ezért azt szakemberre bízzák. Minden önkormányzatnak szüksége van energetikusra vagy energiamedzserre.

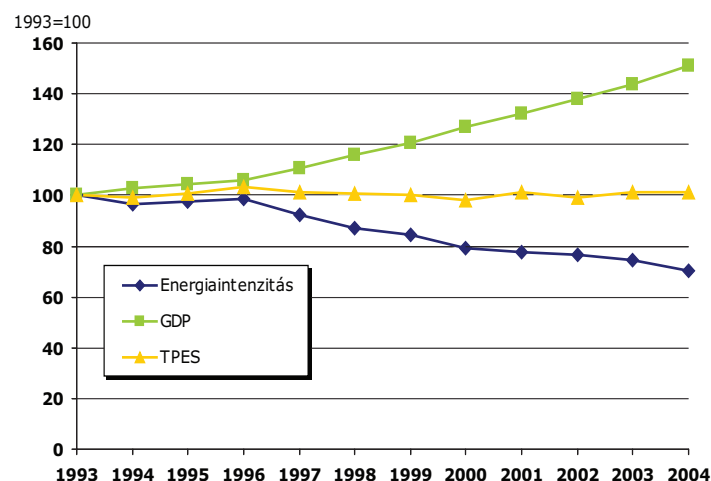
8. ábra. Magyarország energiatenzitásának alakulása 1993–2004 között

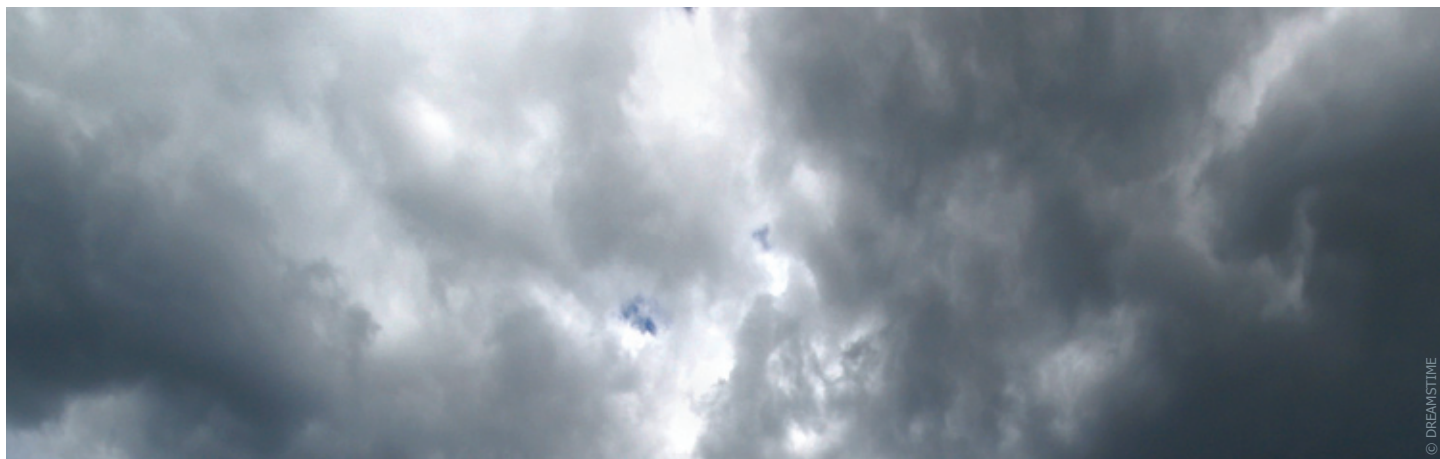
Ugyanakkor nemcsak a jelentősebb energiafogyasztóknak kell észszerűen bánniuk a rendelkezésre álló energiaforrásokkal. Mindenki tehet valamit az éghajlatvédelem érdekében, ezért mindenkinek a saját energiagazdászává kell válnia, amiben a felnőttek és a gyermekek energiatudatosságának fejlesztése, az oktatás, a könnyen hozzáférhető, közérthető információ, az energia-tanácsadó központok mind szerepet játszanak.

Az energiaigény alakulása Magyarországon

Az energiaigény jövőbeli alakulását alapvetően az alábbi három tényező határozza meg:

- A *népességfejlődés*, vagyis az energiafogyasztó, energiaszolgáltatókat igénybe vevő emberek száma. A feltételezett népességcsökkenés elősegíti az energiaforrásokra és a környezetre nehezedő nyomás enyhítését.
- A *gazdasági fejlődés*, amelynek általánosan használt mérőszáma a bruttó hazai termék (GDP). A GDP növekedése általában együtt jár az energiaigény növekedésével, ez azonban nem törvényszerű, ha kevésbé energiaintenzív ágazatok jelennek meg. Az alábbi ábrán látható, hogy Magyarország teljes energiafelhasználása a GDP erőteljes növekedése mellett is közel állandó értéken maradt.
- Az ún. *energiaintenzitás* azt méri, hogy egységnyi GDP előállításához mennyi energiát igényel. Az energiatenzitás csökkenthető a még mindig nagy energiahatékonysági potenciál kiaknázásával: a gazdaság és a jólét növekedése nem feltétlenül eredményezi az energiaigények ugyanolyan mértékű növekedését.





A Referencia forgatókönyv és az Energia[forradalom] forgatókönyve is ugyanazon a népességfejlődésre és a gazdasági fejlődésre vonatkozó előrejelzésen alapul. Az energiaszintézis jövőbeli alakulása azonban különbözik a két forgatókönyvben, mivel az Energia[forradalom] forgatókönyve figyelembe veszi a növekvő energiahatékonyság érdekében megtett erőfeszítéseket.

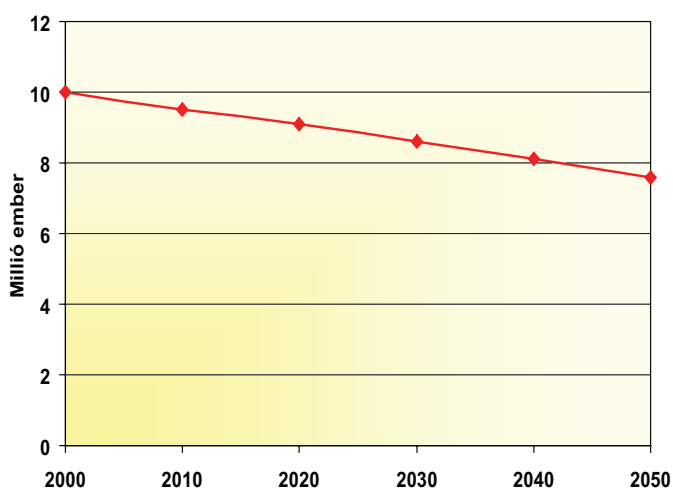
A magyarországi népességfejlődés előrejelzése

Az Európai Bizottság népességfejlődési előrejelzését alapul véve és azt 2050-re extrapolálva arra számíthatunk, hogy Magyarország népessége, ami 2000-ben 10 millió fő volt, 2050-ig várhatóan kb. 7,5 millió főre csökken. Ez a feltételezett népes-

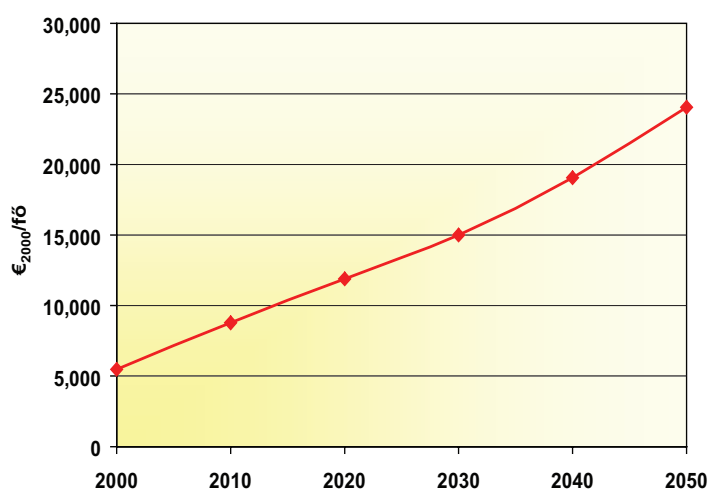
ségcsökkenés elősegíti az energiaforrásokra és a környezetre nehezedő nyomás enyhítését.

A magyarországi GDP fejlődésének előrejelzése

A jóléti szint általánosan elfogadott mutatószáma, az egy főre eső bruttó hazai termék (GDP) Magyarországon ma az európai átlag alatt van. A magyarországi GDP a következő években várhatóan 4,7%-kal fog növekedni, ami jóval magasabb az európai átlagnál, majd 2020 után a növekedés üteme évi 2,4%-ra fog csökkenni, közelítve az európai átlaghoz. Az egy főre eső GDP 2050-re prognosztizált magyarországi értéke (24 000 €) viszont még mindig jóval alatta marad az EU-25 akkorra várható átlagának (62 000 €).



9. ábra. A magyarországi népességfejlődés előrejelzése (EU-Bizottság)



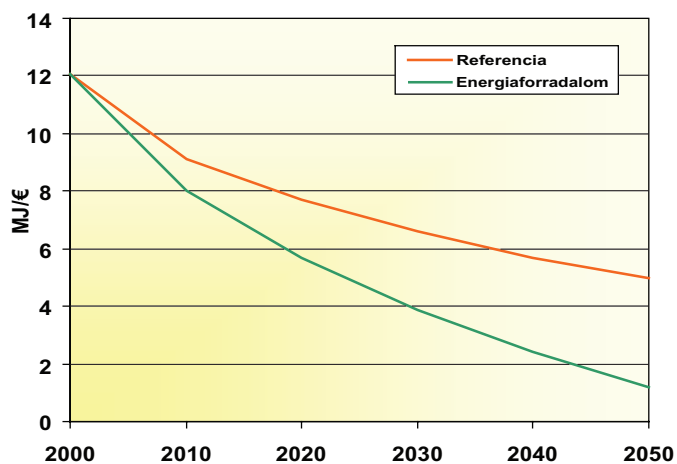
10. ábra. A magyarországi egy főre eső GDP növekedésének előrejelzése

A magyarországi energaintenzitás előrejelzése

A gazdaság és a jólét növekedése nem feltétlenül eredményez ugyanolyan mértékű energiaigény-növekedést. Egységnyi GDP előállításához ma Magyarországon az európai átlaghoz viszonyítva több mint kétszer annyi energiára van szükség, ami azt jelzi hogy hatalmas lehetőségek rejlenek még az energiahatékonyság kiaknázásában. Még a *Referencia* forgatókönyv is az energaintenzitás évi 1,8%-os csökkenésével számol, ami 2000 és 2050 között az egységnyi GDP előállításához szükséges energiaigény 60%-os csökkenéséhez vezet. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyvének feltételezése szerint az aktív politikai támogatásnak köszönhetően az energiahatékonyság technikai potenciálja jóval nagyobb mértékben kiaknázható lesz, s így az energaintenzitás 2050 felé eléri az európai átlagot. Ez 2000 és 2050 között átlagosan évi 4,5% százalékos energaintenzitás-csökkenést jelent.

A teljes energia-végfelhasználás alakulása Magyarországon

A népességfejlődés, a GDP-növekedés és az energaintenzitás előrejezésének felhasználásával előrevehetjük a végfelhasználói energiakereslet alakulását Magyarországon, amit a 13. ábrán mutatunk be mindkét forgatókönyv esetében. A *Referencia* forgatókönyv szerint a teljes végfelhasználói energiaigény a 2000. évi 661 PJ/év szintről (2005-ben 851,48 PJ/év⁷) kb. 40%-kal növekszik, és 2050-ben minimum 910 PJ/év lesz. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve alapján ugyanakkor elérhető, hogy az energiakereslet 2010-ben tetőzzön, majd folyamatos csökkenéssel 2050-re 220 PJ/év-re essen vissza, ami kevesebb, mint harmadrésze a mai végfelhasználói energiaigénynek.

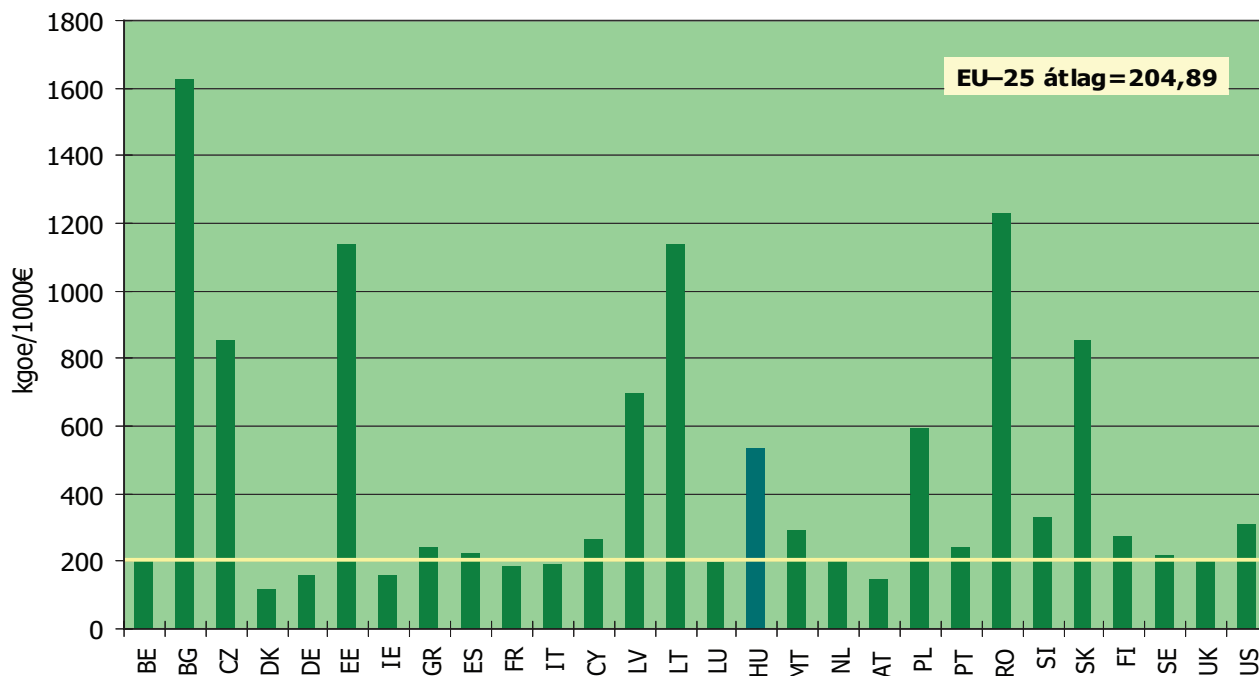


11. ábra. A magyarországi energaintenzitás előrejelzése a *Referencia* forgatókönyv és az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint

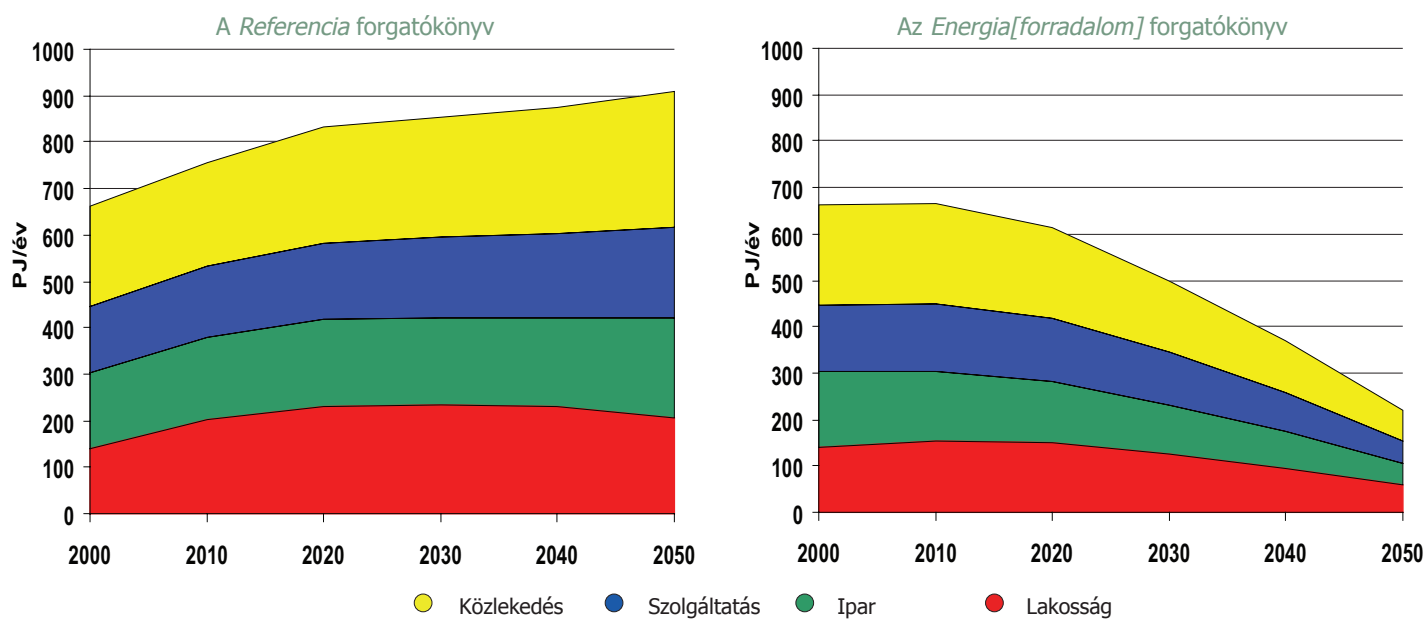
Az energiahatékonyság gyorsuló ütemű növekedése alapvető feltétele annak, hogy a megújuló energiaforrások elegendően nagy részarányt érjenek el az energiaellátásban. Ez nemcsak környezeti, hanem gazdasági szempontból is kedvező hatásokkal jár. Az energiahatékonysági intézkedések bevezetése a teljes életciklust figyelembe véve legtöbbször kevesebbe kerül, mint amennyit a járulékos energiaellátás költségei tesznek ki. A költséghatékony energiatakarékosság lehetőségeinek kiaknázása közvetlenül költségcsökkenéshez vezet. A céltudatos energiahatékonysági stratégia így részben segíthet is fedezni a megújuló energiaforrások piaci bevezetésekor felmerülő járulékos költségeket.



⁷ Teljes végső energiafogyasztás az energetikai célú és a nem energetikai célú felhasználást is beleértve (nem energetikai felhasználás nélkül az adat 2005-ben 755,93 PJ). Forrás: Eurostat



12. ábra. Az EU-25-ök országainak energiaintenzitása (Forrás: Eurostat)

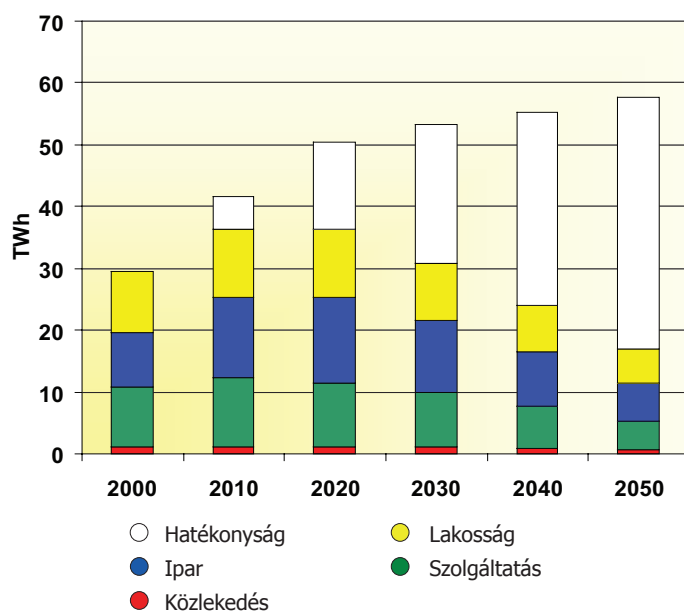


13. ábra. A magyarországi teljes energia-végfelhasználás előrejelzése ágazonként a *Referencia* és az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint

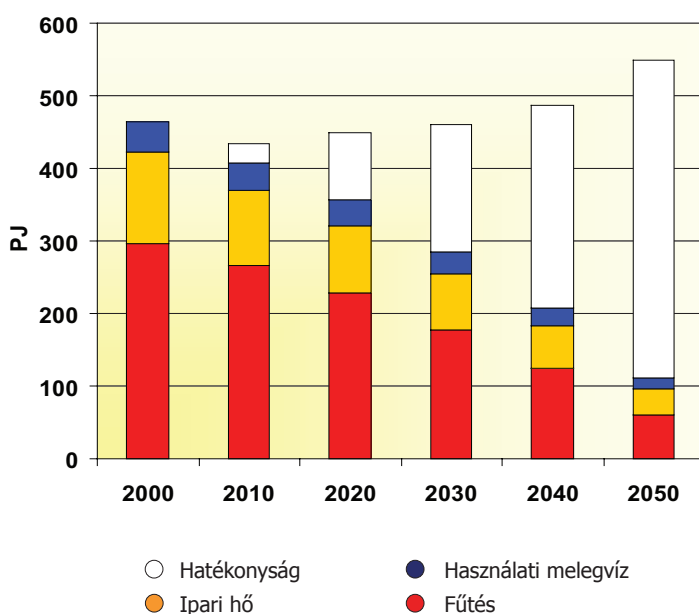
Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint a **villamosenergia-végfelhasználás** 2020 körül tetőzik, és az addig növekvő áramfogyasztás legnagyobb részét a lakossági és az ipari igények kielégítése fogja kitenni (14. ábra). Az energiahatékonysági intézkedéseknek köszönhetően 2020 után a villamosenergia-igény a folyamatos gazdasági növekedés ellenére is elkezd csökkenni, ami oda vezet, hogy 2050-re a villamosenergia-kereslet 20 TWh/év alá csökken. Az energiahatékonysági intézkedésekkel a *Referencia* forgatókönyvhöz képest 40 TWh/év áramtermelés takarítható meg. Az energiaigény folyamatos csökkenése különösen azáltal megvalósítható, ha minden keresleti szektorban az elérhető legjobb technológiát képviselő, magas hatásfokú elektromos eszközöket használnának. Például a szolár építészeti megoldások alkalmazása a lakóházakban és az üzleti célú épületekben segít visszafogni az aktív légkondicionálás iránti növekvő igényt.

A **hőenergia**-szektorban elérhető hatékonyságnövelés még nagyobb. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint a hőenergia-végfelhasználás 2050-ig 75%-kal csökken (15. ábra). A *Referencia* forgatókönyvhöz képest – amely kevesebb hangsúlyt helyez az energiahatékonysági intézkedésekre – 2050-re akár 450 PJ/év energiamegtakarítás érhető el a hatékonyságnövelésnek köszönhetően. Ehhez a csökkenéshez a legnagyobb mértékű megtakarítási hozzájárulás az épületek fűtése terén jelentkezik, annak eredményeként, hogy egyrészt a meglévő lakóépületeket energetikai szempontból felújítják, másrészt bevezetik az alacsony energiafogyasztási szabványokat, és az új épületek számára alkalmazzák a „passzív ház” elvét. A jövőben ugyanolyan komfortérzet és ugyanolyan energiaszolgáltatások igénybevétele mellett sokkal kisebb lesz az energiaigény.

Az ipari, lakossági és szolgáltatási szektorok energiaigényének csökkenését kiegészíti a közlekedési szektor energiahatékonyságának jelentős növekedése, de ezt a kérdést ebben a tanulmányban nem vizsgáljuk részletesen. Az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében feltételezzük, hogy a közlekedési szektor energia-végfelhasználása a 2005. évi 174,8 PJ/év-ről (Forrás Eurostat) 2050-ig 60 PJ/év-re csökken. Az energiaigény ilyen mértékű csökkenéséhez a közlekedési szektorban szükséges a mobilitási igények, valamint az utazási és a szállítási szokások átforgalmazása, ami a legtöbb esetben kevesebb anyagmozgatást és másfajta utazást jelent, és a rossz hatásfokú, nagy energiafelhasználású közlekedési módok visszaszorítása például a közúti szállításról a vasúti szállításra történő áttállással, továbbá ezzel párhuzamosan a járművek üzemanyag-fogyasztási hatékonyságának javítása, például az energiatakarékos járművek bevezetésével, az ezek használatát, elterjedését segítő pénzügyi és egyéb intézkedésekkel.



14. ábra. A magyarországi villamosenergia-végfelhasználás alakulása keresleti ágazatonként ('Hatékonyság' = csökkenés a *Referencia* forgatókönyvhöz képest)



15. ábra. A magyarországi hőenergia-végfelhasználás alakulása ('Hatékonyság' = csökkenés a *Referencia* forgatókönyvhöz képest)

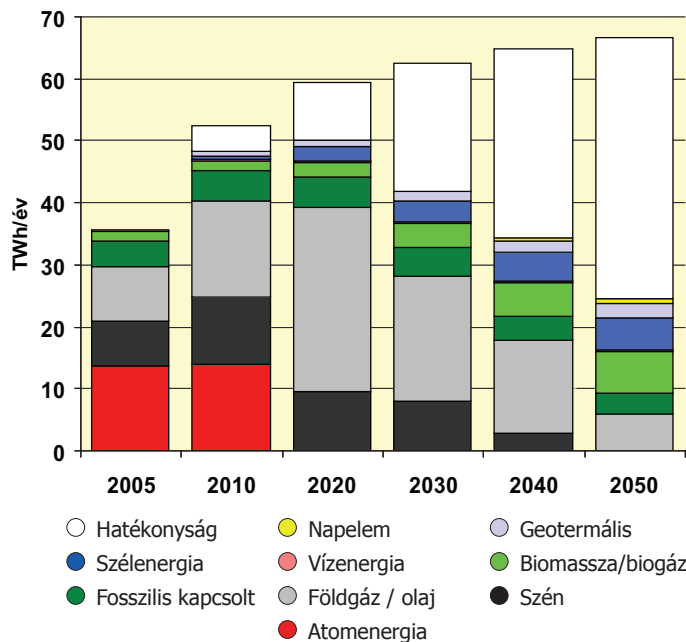
A magyarországi fenntartható energiaellátás egy forgatókönyve

Ma Magyarországon a megújuló energiaforrások a primerenergia-felhasználás 4,2%-át fedezik (2005). Részarányuk a villamosenergia-termelésben 2005-re elérte a 4,5%-ot, ami a biomassza-felhasználás megugrásának következménye. Több korábbi széntüzelésű erőművet (pl. Pécs, Ajka, Kazincbarcika) átállítottak biomassza-tüzelésre, s ennek köszönhetően Magyarország már túlszárnyalta a 2010-re az EU elvárásainak megfelelően vállalt célértéket. Ezek a biomassza-erőművek azonban nagyon rossz hatásfokkal működnek, így ez az állapot hosszú távon nem tartható fenn. A magyar primerenergia-termelés kb. 83%-a fosszilis, kb. 13%-a pedig atomenergiából származik (2005-ös adatok).

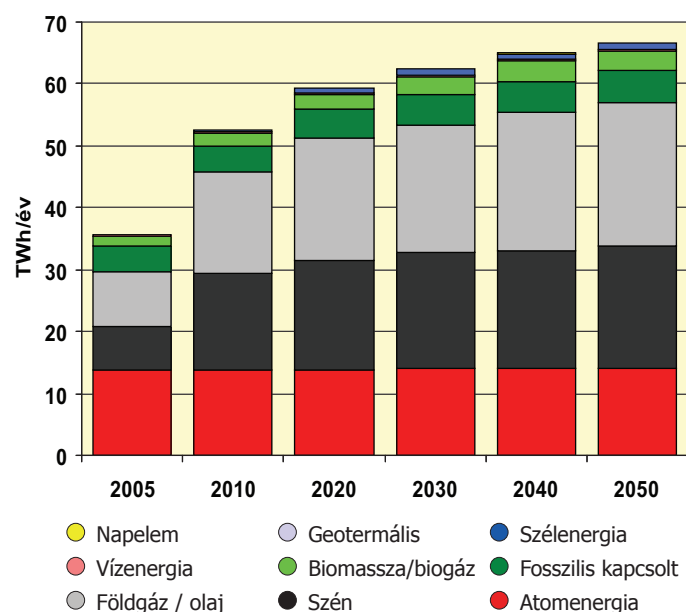
Áramtermelés Magyarországon

A villamosenergia-termelő szektor jövőjét a dinamikusan fejlődő megújuló energiapiac és a megújuló energiaforrások részarányának folyamatos emelkedése jellemzi, ami az energiahatékonyság maximalizálása mellett kompenzálja az atomenergia-termelés leállítását. 2050-re a villamosenergia-termelés 62%-a származik majd megújuló energiaforrásokból. A következő stratégia elvezethet a megújuló energiák megfelelő arányú hasznosításához a jövő energiagazdálkodásában:

- A nukleáris erőműben folyó áramtermelés fokozatos, blokkonkénti leállítása és a villamosenergia-kereslet 2020-ig tartó folyamatos bővülése első lépésben ellensúlyozható új, magas hatásfokú kombinált ciklusú földgázerőművek üzembe állításával, valamint szélerőművek felállításával és kisebb, decentralizált rendszerben megépített biomassza-erőművekkel. A szélerőművek kapacitása hosszú távon várhatóan nem haladja meg a 2,5 GW-ot. Közép-hosszú távon a szél, a biomassza és a földgáz lesz a villamosenergia-termelés fő forrása, és hosszú távon egyre nő a fotovillamos energia és a geotermikus energia szerepe.
- Természetvédelmi szempontok miatt a vízerőmű-használat korlátozott lesz, nem növekszik sokat a jelenlegi szinthez képest. A legnagyobb kapacitásbővítést feltehetően a nagy folyóvizes erőművek modernizálásával lehet elérni.
- Az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint a megújuló energiákat kiaknázó technológiákkal létrehozott 'megújulós' teljesítmény a jelenlegi 560 MW szintről 2050-re kb. 4500 MW-ra fog emelkedni. A megújuló energiakapacitásnak ez a nyolcszoros növekedése az elkövetkező 43 év során csak politikai támogatással, valamint jól megtervezett jogi és gazdasági eszköztár segítségével lehetséges. A még egy darabig növekvő villamosenergia-igény és a jelenlegi erőműpark elöregedése miatt a



16. ábra. A magyarországi villamosenergia-termelés szerkezetének alakulása az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint ('Hatékonyság' = csökkenés a Referencia forgatókönyvhöz képest)



17. ábra. A magyarországi villamosenergia-termelés szerkezetének alakulása a *Referencia* forgatókönyv szerint

következő két évtizedben nagy szükség lesz új erőművekre. Mivel az energiaszektorban a befektetési ciklusok hosszú időre elhúzódnak, a villamosenergia-ellátó rendszer átstrukturálásával kapcsolatos döntéseket most kell meghozni.

Hőenergia-ellátás Magyarországon

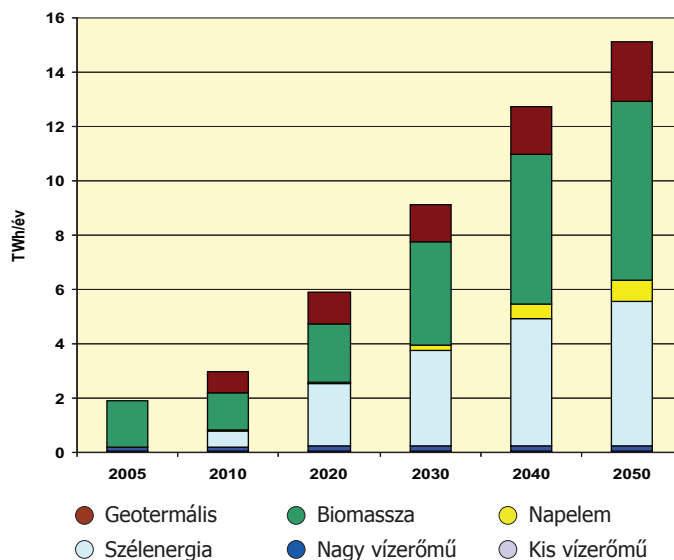
A megújulók számára a hőenergia-szektorban nehezebb az indulás, mint a villamosenergia-szektorban. Ma a megújulók a magyar hőenergia-ellátás energiaigényének alig 2%-át fedezik, ennek legnagyobb részét a biomassza adja. A mai elavult, fosszilis energia-hordozókra épülő távfűtőhálózatok súlyos akadályt jelentenek a geotermikus energia és a termikus napenergia hőenergia-ellátásban történő nagyléptékű hasznosítása számára. A távfűtőhálózatok modernizálása (a kapcsolódó rendszerekkel együttesen, a végfelhasználóig, a távhővel fűtött lakások egyéni fűtésszabályozásáig, az alhőközpontok fejlesztéséig terjedően), a lehető legnagyobb arányú megújuló forrásokra, kogenerációs, illetve KHA-erőművi energiatermelésre való átállása, valamint távhőszolgáltatók által a decentralizált rendszerek kiépítésében vállalt vezető szerep mellett viszont a távhőnek fontos szerep juthat az éghajlatbarát energiagazdálkodásban. Erre a legjobb példákat többek között Dániában találhatjuk.

A múltbeli tapasztalatok szerint könnyebb hatékony támogatási eszközöket kialakítani a hálózati villamosenergia-szektorban, mint a sokszereplős hőenergia-piacon. Itt célzott támogatási formákra van szükség a megújuló energiákat hasznosító technológiák állandó, dinamikus fejlődésének biztosításához.

- Energiahatékonysági intézkedésekkel a hőenergia-ellátás jelenlegi energiaigényét kb. 75%-kal lehet csökkenteni.
- A decentralizált kogenerációs hő- és áramtermelés, a KHA-erőművek

	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Víz	54	58	65	72	73	75
– törpe	9	13	18	19	20	22
– nagy	45	45	47	53	53	53
Szél	5	300	1 085	1 628	2 161	2 409
Napelem	0	6	73	227	514	818
Biomassza	501	219	347	635	926	1 123
Geotermikus	0	21	23	28	42	68
Összesen	560	604	1 593	2 590	3 716	4 493

2. táblázat. A magyarországi megújuló villamosenergia-termelő kapacitás előrejelzése az Energia[forradalom] forgatókönyvében, MW-ban



18. ábra. A magyarországi megújuló villamosenergia-termelés növekedése az Energia[forradalom] forgatókönyve szerint, az egyes technológiák/források szerint részletezve

egyre nagyobb teret nyernek a zsugorodó hőenergia-piacon, így 2050-re 22% lesz a kogenerációs/KHA hőtermelés részaránya.

- A napkollektorok, a biomassza/biogáz és a geotermikus energia egyre nagyobb mértékben helyettesítik a hagyományos, fosszilis tüzelésű hőellátó rendszereket.
- A még fennmaradó hagyományos alkalmazásokban a szénről és az olajról áthelyeződik a hangsúly a földgázra, ami a CO₂-kibocsátás további csökkenését eredményezi.





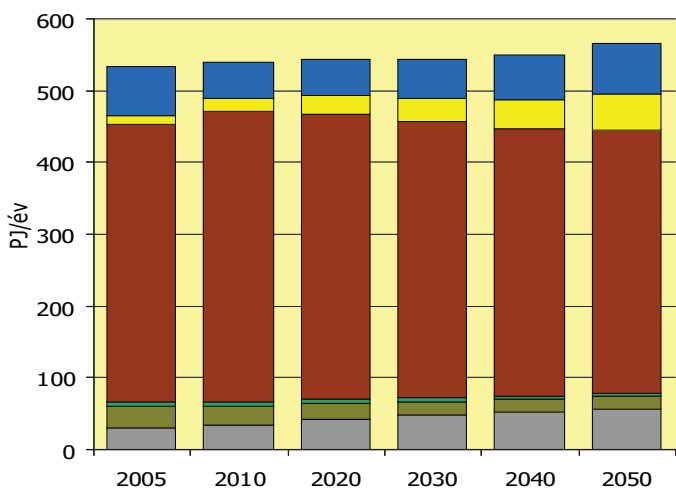
Magyarországon a lakások energetikai állapota katasztrofális. Itthon közel háromszor annyi energiát használunk egy négyzetméter lakóépület fűtésére, mint ami az EU-15 országok átlaga. Az elmúlt években egyre csökkent Magyarországon az energiahatékonysági és energiatakarékosági támogatásokra szánt összeg, amelynek túlnyomó többségét a tapasztalatok szerint a lakosság a hőenergia-gazdálkodásának a fejlesztésére fodítaná. A legtöbb magyar állampolgárnak segísége lenne szüksége abban, hogy csökkenthesse saját energiafogyasztását, aminek nagy része a rosszul szigetelt, elavult fűtőrendszereket használó otthonok, illetve helyettük az utca fűtésére megy el. A lakossági fogyasztások teszik ki közel 40%-át (38-39 %) a teljes magyarországi energiafelhasználásnak.

Országunkban ma nincs olyan központi hivatalos szerv, amely az épületenergetikai intézkedéseket, stratégiai terveket koordinálja. Nagy szükség van a tavaly feloszlott Országos Lakás- és Építészeti Hivatal feladatait és küldetését teljesíteni képes testület, bizottság vagy intézmény felállítására, külsős szakértők bevonásával. Ehhez ezen a téren is szükség van eltökélt együttműködésre a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium és az Önkormányzati és Területfejlesztési Minisztérium között éppúgy, mint hozzájárulásokra a Pénzügyminisztérium, a Szociális és Munkaügyi Mi-

nisztérium, a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium és persze a Miniszterelnöki Hivatal, illetve az Államreform Bizottság részéről is.

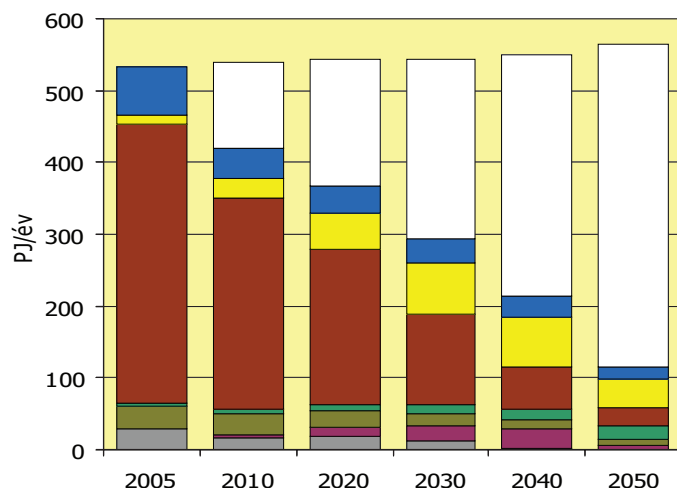
A Greenpeace követeli:

- Sürgősen változtassák meg a 2007 tavaszán a GKM által kiírt Nemzeti Energiatakarékosági Program pályázatának kiírási feltételeit:
 1. növeljék meg jelentősen a vissza nem térítendő támogatás mértékét;
 2. az új pályázati kiírásnak a beruházások áfa-tartalmánál lényegesen magasabb vissza nem térítendő összeg-arány mellett egy életképes, a nagy kereskedelmi bankoknak is megfelelő hitelkonstrukcióval kell elkészülnie, hogy az állam tényleges lehetőséget teremtsen a magántőkével erre a célra amúgy nem rendelkező, ám e tekintetben leginkább rászoruló embereknek is.
- Nagyságrendekkel több forrást biztosítsanak az energiahatékonysági fejlesztésekre.
- Legyen felelős, számonkérhető gazdája az energiahatékonysági intézkedéseknek.



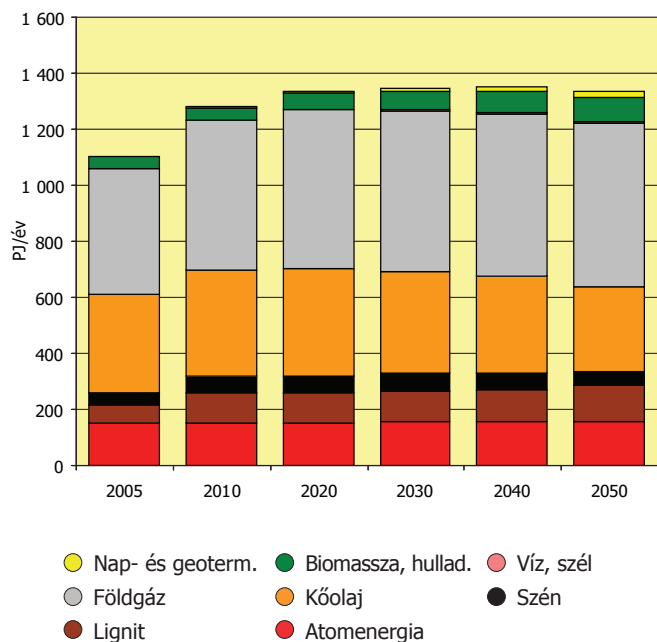
● Villamos energia ● Közvetlen megújuló ● Közvetlen fosszilis
 ● Megújuló kogen. ● Fosszilis kogen. ● Megújuló távfűtés
 ● Fosszilis távfűtés

19. ábra. A magyarországi hőenergia-ellátás szerkezetének fejlődése a Referencia forgatókönyv szerint

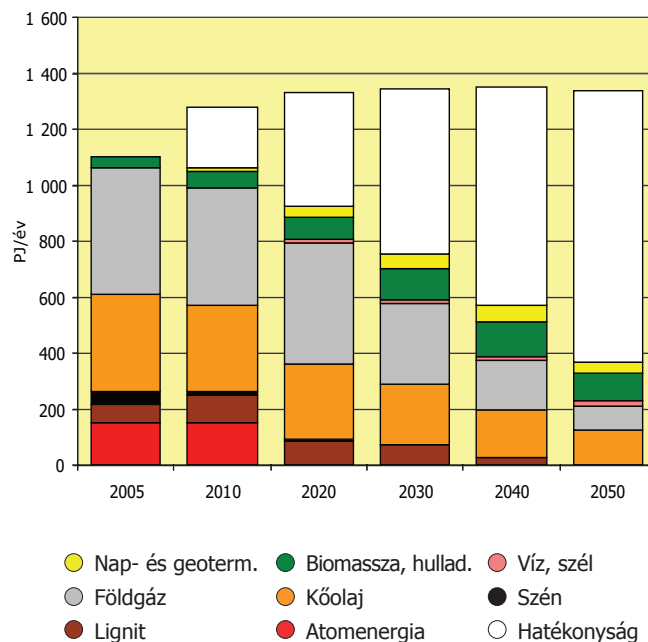


● Villamos energia ● Közvetlen megújuló ● Közvetlen fosszilis
 ● Megújuló kogen. ● Fosszilis kogen. ● Megújuló távfűtés
 ● Fosszilis távfűtés ○ Hatékonyság

20. ábra. A magyarországi hőenergia-ellátás szerkezetének fejlődése az Energia[forradalom] forgatókönyve szerint ('Hatékonyság' = megtakarítás a Referencia forgatókönyvhöz képest)



21. ábra. A magyarországi primerenergia-felhasználás alakulása a Referencia forgatókönyv szerint



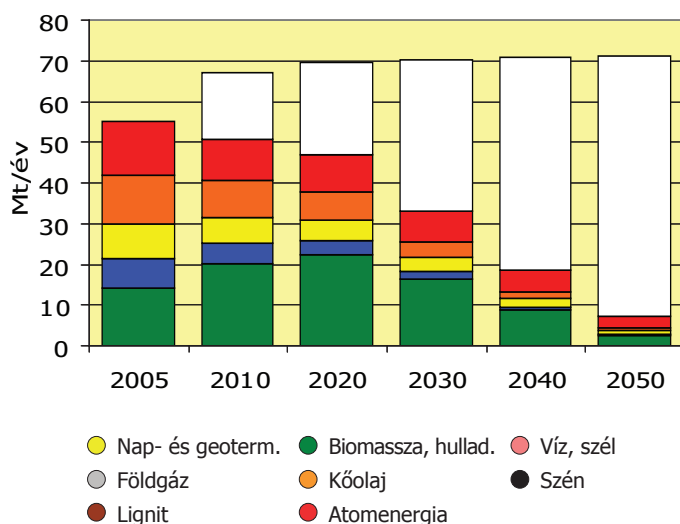
22. ábra. A magyarországi primerenergia-felhasználás alakulása az Energia[forradalom] forgatókönyve szerint ('Hatékonyság' = megtakarítás a Referencia forgatókönyvhöz képest)

Primerenergia-fogyasztás Magyarországon

Az eddigi megállapításainkat figyelembe vevő, az Energia[forradalom] forgatókönyve szerinti primerenergia-fogyasztás magyarországi alakulását a 22. ábrán láthatjuk. Eszerint 2050-ben a primerenergia-fogyasztás több mint két harmadával kevesebb, mint amit a Referencia forgatókönyv jelez előre. A megmaradó primerenergia-fogyasztás közel 44%-át megújuló energiaforrások fedezik a század közepére. Megjegyezzük, hogy a primerenergia-felhasználás számításakor használt „hatékonysági módszer” miatt – amelynek feltevése szerint a víz-, szél-, nap- és geotermikus energiával termelt villamos energia megegyezik a primerenergia-fogyasztással – a megújulók részaránya alacsonyabbnak tűnik az energiahordozóként betöltött valódi szerepüknél.

A CO₂-kibocsátás alakulása Magyarországon

Habár a CO₂-kibocsátás Magyarországon az 1990-es évek során (nehéziparunk összeomlásának köszönhetően) lecsökkent, a Referencia forgatókönyv szerint a 2000 utáni években újra emelkedni kezd, és 2050-re eléri az évi 71 millió tonnát. Az Energia[forradalom] forgatókönyve szerint a CO₂-kibocsátás tovább csökken a 2005. évi 58 millió tonna/év-ről 2050-re mindössze 7 millió tonna/év-re.

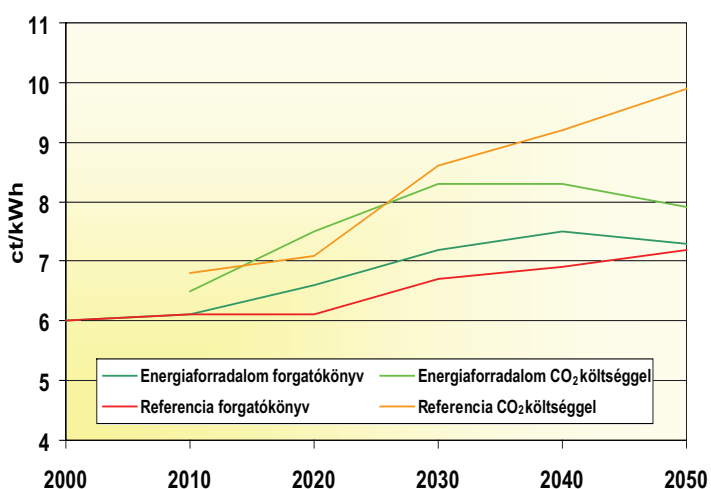


23. ábra. A magyarországi CO₂-kibocsátás alakulása ágazatonként az Energia[forradalom] forgatókönyve szerint ('Hatékonyság' = megtakarítás a Referencia forgatókönyvhöz képest)

Az egy főre eső éves kibocsátás a jelenlegi 5,8 tonnáról 2050-re le fog csökkenni mindössze 1 tonnára. Habár az atomerőmű fokozatos leállítása és a villamosenergia-kereslet a közeljövőben még tartó bővülése miatt a villamosenergia-szektorban a CO₂-kibocsátás rövid időre kismértékben növekedni fog, a hatékonyság növelése és a megújuló energiaforrások hasznosítása lakossági fűtés céljára ellensúlyozni fogja ezt, lehetővé téve a teljes CO₂-kibocsátás hosszú távú folyamatos csökkenését. Habár jelenleg az energiaszektor messze a legnagyobb CO₂-kibocsátó Magyarországon, 2050-ben a teljes kibocsátásnak már csak a negyedéhez fog hozzájárulni.

Az áramtermelés költsége Magyarországon a jövőben

Ahogy a 24. ábrán is látható, a megújuló energiatechnológiák az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerinti bevezetése kissé megemeli az áramtermelés fajlagos költségeit a Referencia forgatókönyvhöz képest.⁸ A költségkülönbség kb. 0,6 cent/kWh lesz 2040-ben, de a földgázár feltételezett emelkedése miatt csupán 0,1 cent/kWh-ra fog lecsökkenni 2050-ben. Megjegyezzük, hogy a fosszilis energiaárak bármilyen emelkedése a 24. ábrán megadott előrejelzéshez képest további közvetlen teherként jelentkezik a fosszilis villamosenergia-termelésben, és így csökkenti a két forgatókönyvben szereplő költségek különbségét. Ha figyelembe vesszük a CO₂-kibocsátás költségeit, akkor a 2025. év fordulópontot jelent: az áramtermelés olcsóbb lesz az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint a kibocsátás alacsonyabb intenzitása miatt.



24. ábra. A magyarországi villamosenergia-termelés fajlagos költségének alakulása a két forgatókönyv szerint (a 2010-től figyelembe vett CO₂-kibocsátás költsége a 2010-beli 15 €/t_{CO2}-ról 2050-ig 50 €/t_{CO2}-re növekszik)

⁸ A költségszámítások középfeszültségű áramellátást feltételeznek. A magasfeszültségű áram feltételezett átlagos transzformálási és szállítási költsége 1,2 cent/kWh.



A 24-es ábra szerint az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében szereplő kissé magasabb fajlagos áramtermelési költségeket bőségesen ellensúlyozza a villamos energia iránti kisebb kereslet. Ha feltesszük, hogy az energiahatékonysági intézkedések átlagosan 4,5 cent/kWh többletkiadást jelentenek, az áramellátás többletköltsége az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében – a CO₂-kibocsátás költségét figyelmen kívül hagyva – csak kicsit magasabb, mint a Referencia forgatókönyvben. 2020 után ezek a többletköltségek – amelyek a társadalom befektetését jelentik a jövő környezetbarát, biztonságos és gazdaságos energiaellátásába – csökkenni fognak, és az áramellátás az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint olcsóbb lesz, mint a Referencia forgatókönyv szerint. A CO₂-kibocsátás költségeit is figyelembe véve csak még hangsúlyosabbá válnak az *Energia[forradalom]* forgatókönyvének hosszú távú gazdasági előnyei.

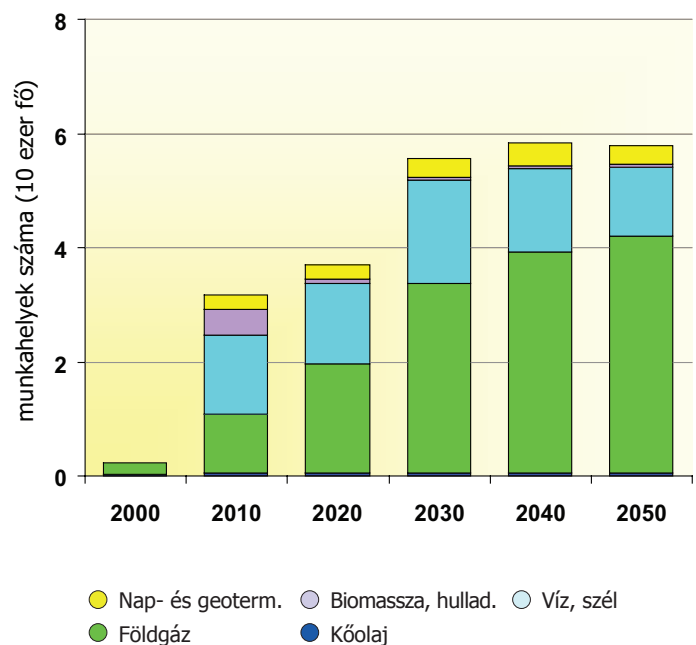
A magyarországi foglalkoztatottságra gyakorolt hatások

Az új energiatechnológiák fejlesztésébe és elterjesztésébe való várható hatalmas befektetések a megújuló energiák részarányának az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében leírt gyors növekedését fogják eredményezni. Ez a dinamikus piacnövekedés a munkahelyek átrendeződését fogja eredményezni a hagyományos energiatermeléssel kapcsolatos iparágakból (pl. a szénbányászat) az új iparágakba (pl. a szél- és napenergia-ipar). A megújuló energiák részaránya növekedésének köszönhetően a megújuló technológiákkal összefüggő iparágakban várhatóan 40–60 000 új munkahely keletkezik az elkövetkező évtizedekben. Ez magában foglalja egyrészt a villamosenergia-termelésben és a beruházások során „közvetlenül” keletkező munkahelyeket, másrészt a beszállítói láncban „közvetve” keletkező munkahelyeket is. A munkahelyek számának becslése során feltételezésekkel éltünk az import részarányára, a munkahatékonyságra és ezek 2050-ig tartó növekedésére vonatkozóan.

A magyarországi fenntartható energia-gazdálkodás kialakításának fő akadályai: a Paksi Atomerőmű

Az atomenergia nem felel meg a fenntarthatóság kritériumainak, távolról sem megújuló, a hosszú távú ellátásbiztonságot pedig, mivel az EU-ban alig van uránium, nem biztosítja.

Az atomtechnológia valójában nagyon költséges, és óriási akadályként áll az igazi megoldások útjában. A nukleáris beruházások óriási mennyiségű tőkét kötnek le, elvonva a pénzt az igazi, teljes



25. ábra. A magyarországi megújuló villamosenergia-termelésnek köszönhető munkahelyek számának növekedése az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint

megoldást jelentő energiahatékonysági és a megújuló energiával kapcsolatos technológiák fejlesztését és elterjesztését lehetővé tevő beruházások elől. A finnországi példa is bizonyítja, hogy legyenek bár egy országnak jó adottságai a megújuló energiaforrások terén, ha ott a nukleáris ipar hosszú távra megveti a lábát, illetve terjeszkedni akar, azzal az adott országot hátraveti a megújuló szektorban megvalósítható beruházások lehetőségeit vizsgáló nemzetközi statisztikákban.⁹

Pakson négy szovjet tervezésű nyomottvizes, VVER 440/213 típusszámú reaktor üzemel, tervezett teljesítményük 440 MWe. A reaktorokat 1974–79 között kezdték építeni, és 1982–87 között helyezték őket üzembe. Üzemidejüket 30 évre tervezték, jelenleg folyik az üzemidő további 20 évvel történő meghosszabbításának az engedélyeztetése.

A reaktorok kapacitását az évek során 460–470 MW-ra növelték, és ma további teljesítménynövelés zajlik, amely révén 500 MW-ig növelnék a reaktorok villamos kapacitását.

⁹ Electrowatt-Ekono (2001). Tuulivoiman mahdollisuudet Suomessa. <http://www.lumituuli.fi/tv.pdf> [“Prospects of wind power in Finland”], továbbá Ernst & Young 2007: Renewable Energy Country Attractiveness Indices. Q2 2007. – Finnország 25-ből az utolsók között, adottságai ellenére.

2003 áprilisában történt az erőmű legsúlyosabb üzemzavara, amikor a karbantartás során egy speciális tartályban tisztított üzemanyag-kazetták összetörték. A tisztításra azért volt szükség, mert a korábbi téves karbantartási-üzemeltetési döntések miatt a kazettákon és a reaktor szerkezeti elemein lerakódások jelentek meg. A francia-német beszállító által készített tartály tervezési hiányosságai – amiket sem az erőmű, sem a tartály használatát engedélyező Országos Atomenergia Hivatal (OAH) nem vett észre –, valamint az eredeti használati utasítástól való eltérés következtében 30, összesen 3,6 tonna hasadóanyagot tartalmazó kazetta tört darabokra. Az üzemzavart radioaktív kibocsátások kísérték. A példa nélküli esemény miatt az érintett kettős reaktor másfél évig állt, az üzemzavar során megsérült üzemanyag eltávolítását csak 2007 elejére sikerült befejezni.

Az üzemzavar utóéletével kapcsolatban társadalmi szervezetek információkérését két alkalommal is elutasította az OAH, még 2004-ben és 2005-ben. Az OAH Nukleáris Biztonsági Igazgatósága megtagadta az érintett blokk újraindításához szükséges engedélykérelem mellékleteinek, illetve az üzemzavar kárelhárítására vonatkozó engedélykérelem és az ahhoz kapcsolódó dokumentumok kiadását. A szervezetek jogellenesnek tartják, hogy a közérdekű környezeti információk kiadása iránti kérelmüket az OAH saját jogi álláspont kialakítása nélkül, pusztán a Paksi Atomerőmű tiltó levelére hivatkozva utasította el.

A szervezetek bíróságon kérték a dokumentumok kiadását, a perek jelenleg is tartanak (elméletileg soron kívüli eljárásban; az egyik ügy harmadszor van első fokon, a másik megismételt eljárásban vár a másodfokú tárgyalásra).

A kapacitásnövelés és a tervezett hosszabbítás veszélyei

Az erőmű kapacitásának növelése és az üzemidő-hosszabbítás egyaránt az erőmű biztonságosságának veszélyeztetésé-

vel jár. Az EU az energiapolitikában a tagországokra bízta az atomenergia kérdését, egyvalamit azonban hangsúlyoz: növelni kell a nukleáris biztonságot. A jelenlegi kapacitásnövelést Pakson az erőmű primer körében végzett átalakításokkal érik el, amelyek révén megnövekszik a reaktorban a hőmérséklet és a nyomás. A növekvő hatásokat az öregedő reaktortartálynak kell elviselnie.

A reaktorok üzemidejének meghosszabbítása nem tekinthető gyakorlatnak: néhány egységtől eltekintve nagyobb számban csak 2010 után kezdik meg a hosszabbított élettartamú üzemelést az erre feljogosított erőművek. A paksihoz hasonló típusú reaktorok üzemidejének hosszabbításával kapcsolatos, valamint az ebből adódó kockázatok kiemzésére és értékelésére vonatkozó adatok még sehol nem állnak rendelkezésre. Az üzemidő-hosszabbításokat nemcsak gazdasági megfontolásból szorgalmazzák az üzemeltetők és a nukleáris ipar más képviselői, hanem mert számukra ez a túlélési esély. Az Egyesült Államokban 1979 óta nem rendeltek új atomerőművet, az Európai Unióban folyamatosan csökken az üzemben tartott erőművek száma. Itt 1991 óta az első új megrendelés a Finnországban épülő, a hatodik fejezetben ismertetett típusú reaktor.

A meghosszabbított üzemidő során a kockázatok növekedésével kell számolni. Az előregedő berendezések állapotát igen nehéz nyomon követni; az évtizedekkel ezelőtt beépített anyagokban bekövetkező változások gyakran csak meghibásodáskor, üzemzavar esetén válnak ismertté. Legrosszabb esetben az elidegedő reaktortartály törése is bekövetkezhet, ami tervezésen túli balesetnek számít. Erre egyetlen atomerőmű sincs felkészítve. Egy ilyen esemény katasztrófális mértékű radioaktív kibocsátást eredményezhet.



6 Energiahasznosítási és -megtakarítási technológiák

Az ebben a fejezetben tárgyaltakról több információért, friss adatokért kérjük, látogassa meg az *Energia[forradalom]* honlapját: www.energyblueprint.info

Energiahatékonyság – jobbat, kevesebbel!

A globális felmelegedés elleni harcban kulcsszerepe van az energiahatékonyságnak. Mindenki használ energiát, és ennek igen jelentős részét, az összes fogyasztás kb. 40%-át az épületekben. A házak és más létesítmények energiahatékonyságának javítása hatalmas, kiaknázatlan megtakarítási potenciált rejt. Ezért ebben a fejezetben az otthon, iskolában, munkahelyen megtakarítható energiára koncentrálnunk.

Az energia felhasználásának hatékonyabbá tétele gyakran számos egyéb dologra is pozitívan kihat. Például egy hatékonyabb mosógép vagy mosogatógép nem csupán kevesebb energiát, hanem kevesebb vizet is fogyaszt. A hatékonyság általában magasabb kényelmi szintet is nyújt. Egy jól hőszigetelt, jó légáramoltatású házban például melegebb van télen, és a ház hűvösebb nyáron. Egy takarékosabb hűtőgép kevésbé zajos, nem rakódik le benne jég, nem csapódik le rá a pára, és valószínűleg hosszabb ideig fog működni. A hatékony világítás ott ad több fényt, ahol szükség van rá. A hatékonyság, takarékoság tehát valóban: „jobbat nyújt, kevesebbel”.

Mind személyenként, mind országos szinten rengeteg energiát és ezzel rengeteg pénzt megtakaríthatunk, ha kihasználjuk a hatékonyság fokozásában rejlő lehetőségeket. Egyszerű lépéseket kell megtenni, például a tetőt utólag hőszigetelni, hőszigetelő ablaküvegeket használni vagy egy korszerűbb mosógépet vásárolni. De a legnagyobb megtakarításokhoz nem ezek a lépések vezetnek. Igazán nagy, az adott példára értett 40–90 százalékos megtakarításokat az egész elképzelés, tervezés – pl. az „egész ház”, „az egész autó” vagy akár az „egész közlekedési rendszer”, sőt, az egész energiagazdálkodás újragondolásával lehet elérni. Ha erre vállalkozunk, legnagyobb meglepetésünkre kiderül, hogy a mai energiaigényeket gyakran a töredékére is lehet csökkenteni.

Vegyük példának egy ház építését: megfelelő tervezés és tájolás után, ha kívülről megfelelően szigeteljük (pincétől a padlásig), a hőigényt annyira csökkentjük, hogy elegendő lesz egy kisebb és olcsóbb fűtési rendszer, amely kompenzálja a szokásosnál nagyobb hőszigetelésre fordított költségeket. Az ilyen döntések olyan házat eredményeznek, amely egy harmadnyi energiát fogyaszt, miközben építési költsége alig növekszik. Még több hőszigeteléssel és egy nagy hatásfokú légkeverő rendszer beüzemelésével a fűtési költség a tizedére csökkenthető. Ez meghökkentően hangzik, de az elmúlt évtizedben ezrével építettek ilyen szupertakarékos házakat Európában, sikerrel. Ez immár nem a jövő álma, hanem sok-sok ezer család mindennapi életének a része.

Íme egy másik példa: képzeljük el, hogy egy irodát vezetünk! A nyár forró hónapjaiban a légkondicionáló hideg levegőt fúj alkalmazottainkra, hogy ne romoljon a munkavégzésük. Mivel ez elég sokba kerül, megbízhatunk egy felkészült mérnököt, hogy javítson a légkondicionáló hatásfokán. De miért nem gondolkodunk el inkább, és vesszük szemügyre az egész rendszert? Ha első lépésként átalakítatnánk az épületet, hogy a nap ne forrosíthassa fel az irodát, azután energiatakarékosabb számítógépet, fénymásolókat és világítást helyeznénk üzembe (amelyek kevesebb áramot fogyasztanak, és kevesebb hőt is termelnek), majd ezután egy passzív hűtési rendszert (pl. éjszakai légáramoltatást) szereltetnénk fel, akkor valószínűleg rájövönénk, hogy nincs is többé szükség a légkondicionáló berendezésre. Természetesen, ha az épületet már eredetileg is megfelelően tervezték és építették volna, eleve nem is lett volna rá szükség.

Közlekedés

Környezettudatos, energiahatékony utazás, szállítás

A közlekedés felelős a teljes energiafelhasználásunk és szén-dioxid-kibocsátásunk kb. egyötödéért. A közlekedés az a terület, ahol a legkülönbözőbbek az egyéni energiafelhasználások. Míg egyesek nagy autókkal, városi „terepjárókkal” járnak, mások a buszozást választják. Van, aki nyaraláskor repülőn utazza be a világot és van, aki gyalogtúrázik. A szokások nagyon eltérők, és az utazás terén az energiatakarékosság lehetőségei is óriásiak.

Az ún. agrouzemyanyagok eddigi támogatásait (és a tervezettek továbbvitelét, lásd adókedvezmények, költségvetési támogatások, stb.) azonnal fel kell függeszteni, e helyett a közlekedési szektorban mindenképpen ki kell aknázni a mobilitási igények megváltoztatásában és az energiahatékonyabb közlekedési módokra való áttérésben rejlő óriási energiamegtakarítási lehetőségeket, egyrészt a lakossági közlekedésben, például a közösségi közlekedési módok fejlesztésével, vasútnál a szárnyvonalakon a vonatindulásokra „ráhordó” busz-menetrendek kialakításával, stb., másrészt az áruszállítások területén, így a vasúti kombinált szállításnak nyújtott, a közúti szállítás károkozásainak elkerülését kompenzáló támogatásokkal, stb.

- **Városokban** forgalomcsillapítással, útdíjak bevezetésével, forgalmi előnyben részesített tömegközlekedéssel, kerékpárút-hálózati és kötöttpályás közlekedési fejlesztésekkel, átfogó közlekedéstervezéssel óriási energiamegtakarításokat lehet elérni.
- **A közúti közlekedésben** a „használó/szennyező fizet” elv gyakorlati megvalósítása alapvetően szükséges az okozott károk tényleges költségeinek megfelelően.



Forrás: Green Paper on energy efficiency, June 2005/Wai 2004, Kem 2004.

	Elért áram-megtakarítás 1992–2003 között [TWh/év]	Fogyasztás 2003-ban [TWh/év]	Fogyasztás 2010-ben (jelenlegi szabályozással) [TWh/év]	Fogyasztás 2010-ben (további szabályozással) [TWh/év]
Mosógépek	10-11	26	23	14
Hűtők, fagyasztók	12-13	103	96	80
Elektromos sütők	–	17	17	15,5
Készenléti állapot	1-2	44	66	46
Világítás	1-5	85	94	79
Szárítók	–	13,8	15	12
Bojlerek ¹⁰	–	67	66	64
Légkondicionálók	–	5,8	8,4	6,9
Mosogatógépek	0,5	16,2	16,5	15,7
Összesen	24,5-31,5	377,8	401,9	333,1

3. táblázat. Árammegtakarítási potenciálok a lakossági szektorban, háztartási gépekkel, EU–15

- **Tömegközlekedés:** Az autóbuszok, villamosok és vasutak akár háromszor annyira energiahatékonyak, mint a személygépkocsik. A leghatékonyabb a városi kötöttpályás közlekedés, amely a jövőben, ha bioenergia működteti majd, még tisztább lesz.
- **Gyaloglás, kerékpározás:** Ezek edzésben tartanak, és mivel a felhasznált energiák nem fosszilis eredetűek, az éghajlatot sem veszélyeztetik. Javítani kell ezen közlekedési módok feltételeit.
- **Repülés – csak ha nagyon muszáj:** A légi közlekedés az egyik legnagyobb energiafelhasználású közlekedési mód. Van-e energiahatékonyabb alternatívák: ha egy találkozó/tanácskozás miatt kell repülőgépen utazni, azt ki lehet váltani telefon- vagy videokonferenciával. Rövidebb utakon (akár a szomszéd országokba is, de 500 km alatti utak esetében mindenképpen) a vasúti közlekedés is lehet ugyanolyan gyors, és sokkal kevesebb egy főre lebontott energiafelhasználással jár.
- **Kisebb autó:** Egy kocsinál a legfontosabb kérdésnek annak kéne lennie, hogy „Mennyit fogyaszt?” Már kaphatók olyan gépkocsik, amelyek 100 km-en csak 4 litert fogyasztanak, s ez akár 2 literre is lecsökkenhet majd. Az óriási limuzinok, terepjárók és más energifalók gazdáinak sokszor nincs is igazán

mire büszkének lenniük, hacsak nem arra, hogy környezetszennyező, energiapazarló életmódot élnek. Kerülni kell az egyedül autózást – a teleautóké a jövő, utazzon minél több személy egy gépkocsiban (a megengedett létszámon belül)!

Elektromosság

Egyszerű, apró változtatásokkal is viszonylag rövid idő alatt hatalmas mennyiségű villamos energiát lehet megtakarítani, ha sokan cselekszenek energiatudatosan. A fogyasztók minden háztartásban áramot és pénzt takaríthatnának meg a készülékek teljes kikapcsolásával (hogy azok ne készenléti állapotban legyenek), a régi izzók energiatakarékos világításra való lecserélésével stb. Ha az EU–25 mind a 185 millió háztartásában megtennék a fenti lépéseket, számos nagy erőművet szinte azonnal le lehetne állítani. A következő táblázat röviden ismerteti a háztartási eszközökre vonatkozó energiahatékonyági adatokat az EU–15-ben, ahol az eddigi legalapabb ilyen irányú kutatásokat végeztek Európában.

- **Hatékony világítás:** A leghatékonyabb világítási technológia a természetes fény, ezért minél jobban ki kell használnunk. Egy kompakt fénycső a hagyományos izzóhoz képest negyed-ötöd annyi áramot fogyaszt egyenlő fényerő biztosítása mellett. A 3. táblázatból látható, hogy a világítás hatékonyabbá tételével 2010-re évi 5 TWH energia is megtakarítható az EU–15 országokban.

¹⁰ Csak a vastagabb hőszigetelésnek köszönhető hőveszteség-csökkenést tüntettük fel megtakarítási lehetőségként, de további megtakarítások is lehetségesek. (termosztát, időzítő és napkollektorok)

- **Hatékony háztartási gépek:** A háztartásban használt áramfogyasztás nagy részét a hűtők, fagyasztók, mosógépek fogyasztása teszi ki. A berendezések energiacímkezésének bevezetése néhány év alatt átalakította a vásárlók preferenciáit, akik keresik a hatékony A vagy A+(+) jelölésű termékeket, hiszen a címke alapján bárki számára egyértelmű, hogy a 20-30%-kal alacsonyabb fogyasztású hűtő vagy mosógép hamar behozza az árát.
- **Légkondicionálók:** Az a legjobb, ha nincs is rá szükség, hiszen a nyári hónapokban 3-4-szeresére nőhet a család villanyszámlája egy rossz hatékonyságú légkondicionáló berendezéstől. A ház túlmelegedése ellen helyes tájolással, jó hőszigeteléssel, árnyékolással, ésszerű szellőztetéssel vagy passzív hűtéssel is védekezhetünk.
- **Standby/készenléti állapot:** Egy átlagos család az éves villanyszámlájából akár egyhavi összeget is csak a standby, azaz a készenléti üzemmódban alattomosan elszivárgó áramra költ, pedig elég lenne kihúzni a dugót a konnektorból vagy megszakítóval ellátott hosszabbítókat használni.

Fűtés

A hőszigetelés és az energiatudatos tervezés drámaian lecsökkentheti a hővesztéseket, és így segíthetnek lassítani a klímaváltozást. A meglévő épületek fűtésigényét átlagosan 30–50%-kal lehet csökkenteni. Új épületekben 90–95%-os lehet a megtakarítás, széles körben elérhető, versenyképes technológiákkal és megfelelő tervezéssel.¹¹

A hővesztéseket infrakamerás fotókkal könnyen lehet azonosítani (lásd a lenti példát). Egy infrakamera képei a szabad szemmel nem látható energiaszivárgásokat is megmutatják. Az épület azon részei, amelyeknek a felületi hőmérséklete más részekenél magasabb, sárga és vörös színben tűnnek fel. Ez azt jelenti, hogy ezeken a területeken hő szivárog ki a réseken és a gyenge hőszigetelésen keresztül, így értékes energia vész el. Ez egyrészt az energiaforrások pazarlása miatt okoz kárt a környezetnek, másrészt felesleges költséget jelent a háztulajdonosoknak és a bérlőknek. A jellemző gyenge pontok az ablaküvegek és -keretek, valamint az ablakok alatti vékony falak, ahova általában a radiátorokat teszik, és ahol a szigetelésnek optimálisnak kellene lennie.

Fűtés otthon

A háztartásokban felhasznált energia legnagyobb részét a fűtésre fordítjuk. Az elavult fűtési rendszerek korszerűsítése gyorsan megéri, megéri tehát ebbe beruházni. A korszerű, kondenzációs gáz-

kazánok hatásfoka a 90%-ot is eléri, ami a régi rendszer lecserélése esetén akár 50%-os megtakarítást eredményezhet. Programozható, pontos termostattal további megtakarításokat érhetünk el. Pusztán a túlfűtés elkerülésével is sokat spórolhatunk: 1 °C-kal alacsonyabb hőmérséklet a szobákban 6%-os energiamegtakarítást jelenthet.

Homlokzati, tető- és pince-hőszigetelés

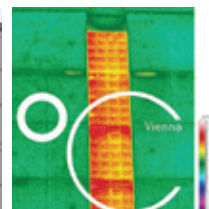
Rosszul szigetelt házak esetében a külső homlokzaton, a tetőn és a ház lábuzatán keresztül a fűtési energia 40-60%-a szökhet el. Új építésű házak esetében az építésszakma ma már 10-30 cm hőszigetelő réteg beépítését javasolja. A ház energetikai egyensúlyát nem csak hőszigetelés, de a falak anyaga, vastagsága is befolyásolja.

Nyílászárók

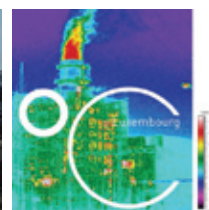
A nyílászárók utólagos résszigetelésével 15-20% fűtési energia is megtakarítható. Ennél jelentősen többet, 30-40%-ot spórolhat, aki hőszigetelő, két- vagy háromrétegű üvegezéssel és hőszigetelő tokkal ellátott nyílászárót épít be.



Budapest, Parlament. A hő az ablakokon át szökik el.

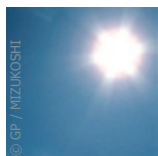


Bécs, AM Schöpfwerk lakóépület. Az ablakokon és az épületszerkezet hőhidjain szökik el a hő.



Luxemburg, Twinger Gáz-erőmű. A hőkamerával látszik a kéményen át elvesző tömérdek energia.

¹¹ Hőszigetelés a fenntarthatóságért (2002. február), az XCO2 publikációja: <http://www.xco2.com>



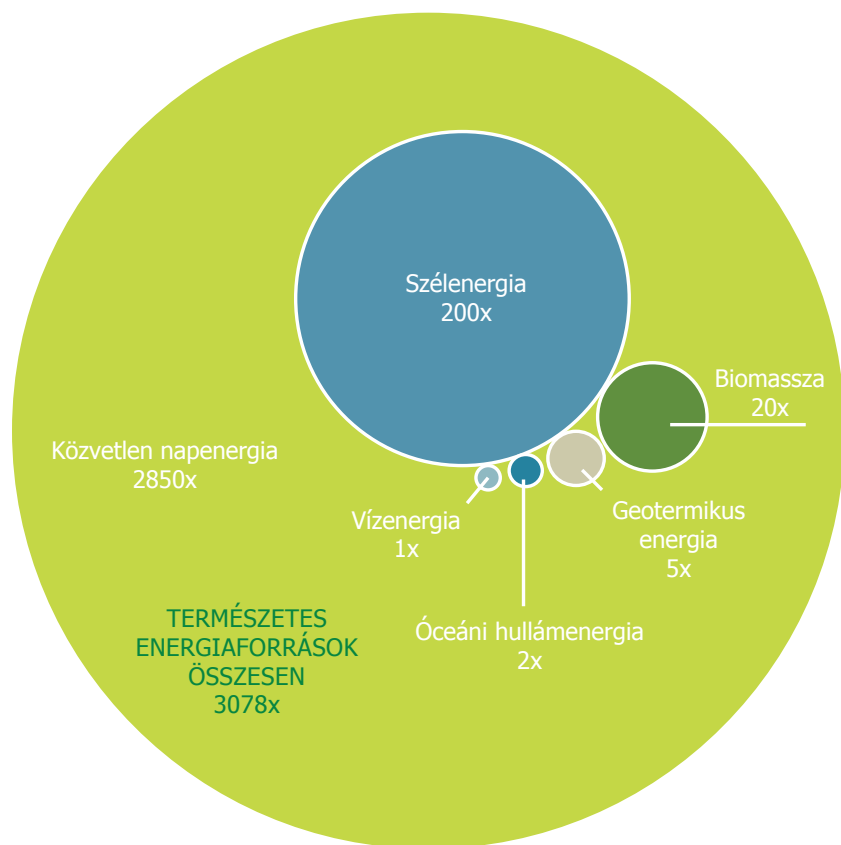
Megújuló energiák – elméleti és technikai potenciálok

A természet számos lehetőséget nyújt nekünk az energia előállítására. Ahhoz, hogy élni tudjunk ezekkel a lehetőségekkel, azt kell tudnunk, hogyan alakíthatjuk át a napsugárzás, a szél, a biomassza vagy a víz energiáját elektromos vagy hőenergiává a lehető legnagyobb hatásfokkal és költséghatékonysággal, a lehető legjobban kímélve a környezetet.

Energia a napsugárzásból

A napsugárzás teljesítménye globális átlagban egy kilowatt négyzetméterenként. A Napenergia-kutatási Társaság (Research Association for Solar Power) eredménye szerint a napsugárzás energia-

hozama 2850-szer haladja meg a világ teljes energiaigényét. Más szóval, egyetlen nap alatt annyi napenergia éri Földünket, hogy az a mai energiaszükségletet nézve nyolc évig fedezné az emberiség teljes energiafogyasztását. Technikailag a megújuló energiaforrásoknak csak egy kis része hasznosítható. A kutatók és a napenergia-ipar képviselői szerint azonban a technológia mai szintjén, azaz a megújuló energiaforrások elméleti potenciáljának csak kis hányadát hasznosítva is csaknem hatszorosan fedezhetnénk megújuló energiaforrásokból a világ jelenlegi energiafogyasztását.



Energiaforrás	Szorótényező
Napenergia	2850
Geotermikus energia	5
Szélenergia	200
Biomassza	20
Vízenergia	1
Óceáni hullámenergia	2

[1]

Energiaforrás	Szorótényező
Napenergia	3,8
Geotermikus energia	1,0
Szélenergia	0,5
Biomassza	0,4
Vízenergia	0,15
Óceáni hullámenergia	0,05

[2]

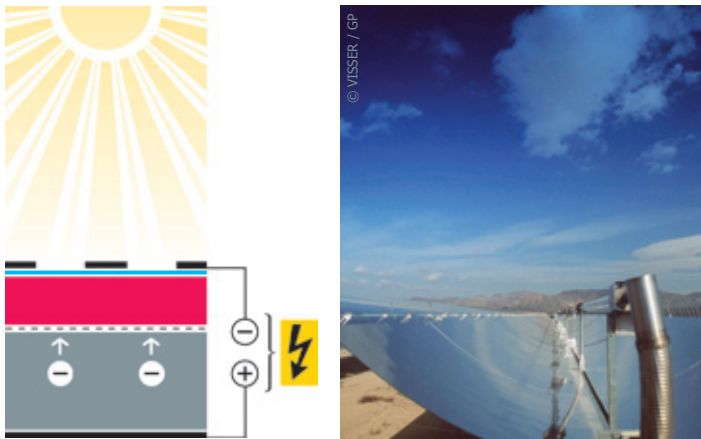
26. ábra. A megújuló energiaforrások összesen 3078-szorosan biztosíthatnák a világ teljes energiafogyasztását.

[1] Energiaforrások – elméleti potenciál (A természetes energiaforrások összesen 3078-szorosan biztosíthatnák a világ teljes energiafogyasztását.) • [2] Energiaforrások – mai technológiával hasznosítható potenciál (A technológia mai állása szerint a megújuló energiaforrások hasznosítható hányada 5,9-szer fedezhetné az emberiség energiaigényét.) • Forrás: Dr Joachim Nitsch/Graph.: Nicole Krohn, 5/93

Megújuló energiatechnológiák – áttekintés

Elektromos áram a napsugárzásból

A nap jövőnk kimeríthetetlen energiaforrása. A napenergia szinte az összes természeti folyamat alapja, az emberi életet is beleértve. Mindenhol rendelkezésre álló bőséges, tiszta és szabadon elérhető energiát fog nyújtani az elkövetkező évmilliárdok során. A napenergia szükségleteinket teljesen kielégítő mértékű termikus hasznosítása az a szükséges lépés, amelyet a fenntartható energiagazdálkodás biztosítása, bolygónk védelme és a jövő nemze-



dékek egészsége érdekében meg kell tennünk. Szerne a világon a szükségesnél sokkal több napsugárzás áll rendelkezésünkre, és ez a napsugárzás képes energiát biztosítani a jelenleginél nagyságrendekkel több napenergia-hasznosító rendszer számára. A Föld felszínét érő napsugárzás közel 3000-szer annyi energiát biztosít, mint amennyit világszerte használunk. A világon átlagosan minden négyzetméter évente annyi napenergia ér, hogy abból 1700 kWh-t lehetne előállítani. A napenergia átlagos éves hozama Észak-Európában 850 kWh/m², Közép-Európában 1200 kWh/m², Dél-Európában és a Földközi-tenger vidékén pedig 1200–2000 kWh/m².

Fényből áram: a napenergia fotovillamos hasznosítása

A „fotovillamos” kifejezést a „foto” (fény) és a „villamos” (elektromos) szavak összetételéből képezték. A magyar nyelvben használatos még a „fotoelektromos”, illetve a „fényelektromos” elnevezés is. Tehát a fotovillamos (rövidítése PV, az angol „photovoltaic” kifejezés alapján) technológia segítségével fényből állíthatunk elő elektromos áramot. A folyamat lényege, hogy megfelelő félvezető anyagokban fény hatására elektronok szabadulnak fel (az elektronok negatív töltésű elemi részecskék, az ő mozgásuk jelenti tulajdonképpen az elektromos áramot). A fotovillamos cellákban – magyarul napelemekben – leggyakrabban használt félvezető anyag a szilícium. Ez a kémiai elem alkotórésze a homoknak is.

Minden napelemben van legalább két ilyen félvezető réteg, az egyik pozitív, a másik negatív töltésű. Amikor fény esik a félvezetőre, a két réteg határán kialakul egy elektromos tér, és ennek hatására zárt áramkörben egyenáram indul meg. Minél nagyobb a fény intenzitása, annál nagyobb az áramerősség. Egy fotovillamos rendszer működéséhez tehát nem feltétlenül szükséges ragyogó napsugárzás, a rendszer felhős napokon is termel áramot. Az előállított energia mennyisége természetesen függ attól, hogy mennyire felhős az idő. A felhők fényszóró hatása miatt még az is lehetséges, hogy olyan napokon, amikor kevés felhő úszik az égen, több energiát termelnek a napelemek, mint amikor teljesen tiszta az égbolt.

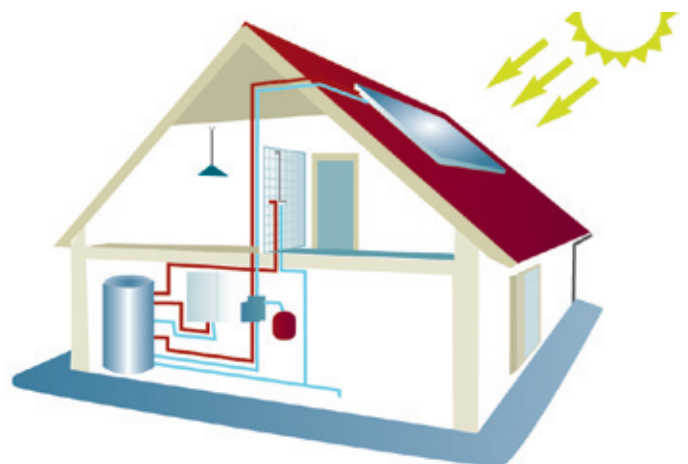
A napenergia fotovillamos hasznosítása (napelem) teljesen különbözik a termikus napenergia-hasznosítástól. Ez utóbbi esetben a nap sugárzását hővé alakítják (napkollektor) általában víz melegítésére, uszodák fűtésére vagy a fűtés kiegészítésére, a fűtés rásegítése céljából.

A cellák előállításához használt kezdeti energiabefektetés visszanyeréséhez szükséges idő egytől három évig terjed az időjárástól, a napsütéses órák számától függően.

Fűtés/hűtés napsugárzással

Napkollektorok

A termikus napenergia-hasznosító rendszerek évszázadok óta ismert egyszerű elven működnek: ha egy sötét edénybe vizet öntünk, és azt kitesszük a napra, akkor a benne lévő víz felmelegszik. A piacon fellelhető termikus napenergia-hasznosító technológiák hatékonyak és nagyon megbízhatók, széles körben lehetővé teszik a napenergia hasznosítását. A felhasználási módok közé tartoznak a vízmelegítés és a fűtési kiegészítés üzleti és lakóépületekben, uszodák fűtése, hűtés, ipari hő előállítása, valamint ivóvíz előállítása sóatlanítással.



Vízmelegítés és fűtéskiegészítés, fűtésrásegítés

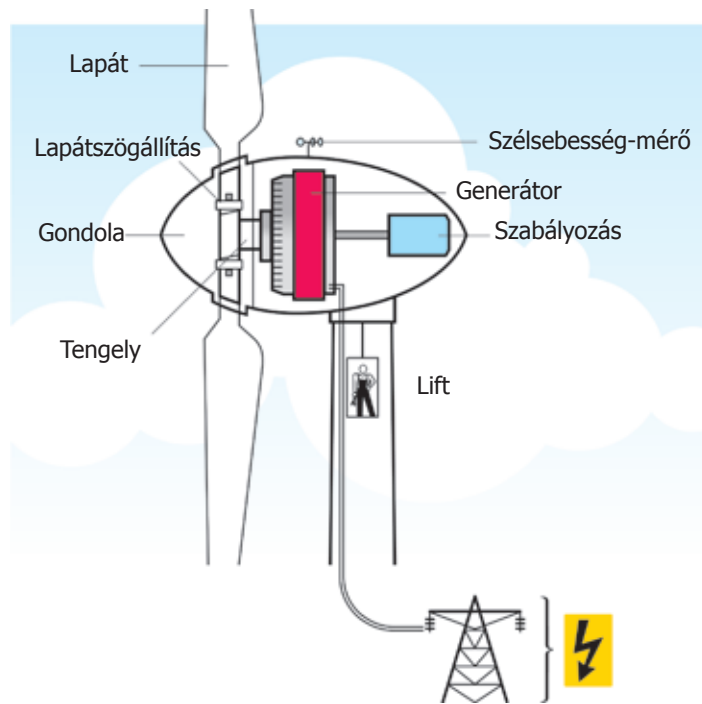
Jelenleg a termikus napenergia-hasznosítás legelterjedtebb alkalmazása a vízmelegítés. Néhány országban rengeteg lakóház tetején van már napkollektor. A feltételektől és a rendszer beállításától függően a szükséges melegvíz akár 100%-át is elő lehet állítani napenergia felhasználásával (Magyarországon a 100% eléréséhez többnyire a rendszerek túlméretezésére lenne szükség – viszont a fűtésrásegítésben országosan meglévő lehetőségeink is szinte teljesen kihasználatlanok). Nagyobb rendszerek kiegészíthetők az épületfűtést, rásegítve a más energiákkal folyó vízmelegítésre. A napkollektoroknak két fő típusa van:

- a) A **síkkollektor** lényegében egy üveggel fedett sík doboz, amely tetőablakhoz hasonlít, ha a tetőre szerelik fel. A dobozban rézcsövek és hozzájuk csatlakoztatott rézlemezek vannak. A csöveket és a lemezeket speciális sötét fényelnyelő anyaggal vonják be, hogy elnyeljék a napsugárzást. Az elnyelt sugárzás felmelegíti a kollektorok és a hőtároló tartály között keringetett víz és fagyálló folyadék keverékét.
- b) **Vákuumcsöves kollektorok:** Ez a fajta napkollektor a nyert energiát vákuumon keresztül továbbítja, emiatt hatásos hidegben is, és kevésbé van kitéve a túlmelegedés veszélyének, mivel a vákuumon keresztül közvetített hőt egy bizonyos magasság fölött a rendszer blokkolja. Emellett képes szórt fényt is hasznosítani. A csövek mögött elhelyezett tükröző felületről is jut sugárzás a cső belsejébe. A vákuumcső hengeres alakjának köszönhetően a napsütés mindig közvetlen éri az abszorbert a beeső napsugárzás szögétől függetlenül. A vákuumcsöves kollektor nagyon hatékony lehet még egy felhős napon is, amikor a fény egyszerre sok irányból érkezik. A síkkollektorral szemben azonban hátránya, hogy drága.

Hűtés napenergiával

A napenergiával hajtott léghűtő berendezések hasonló elven működnek, mint a hagyományos hűtőgépek és légkondicionálók. A hűtéshez és/vagy a levegő páratartalmának csökkentéséhez azonban a nap biztosítja a szükséges hőenergiát. Ez az alkalmazás jól illeszkedik a napenergia termikus hasznosításához, mivel legtöbbször akkor jelentkezik a legnagyobb igény a hűtésre, amikor a legjobban süt a nap. A napenergiával történő hűtést már sikeresen kimutatták, a technológia jelenleg azonban még nagyon drága. A költségek csökkenésével ez a technológia várhatóan széles körben elterjed majd, különösen a kisebb berendezések esetében.

A kezdeti energiabefektetés visszanyeréséhez szükséges idő: optimális esetben akár kevesebb, általában másfél-két év.



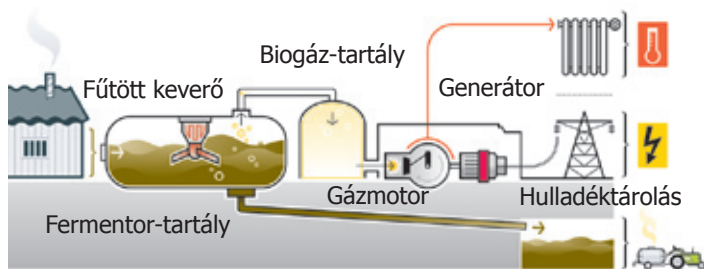
A szélből nyerhető energia

A szélerő használata nem új keletű. A szél jelenleg a világ azon energiaforrása, amelynek a kihasználása a legnagyobb ütemben növekszik. Tiszta és hatékony modern technológia hasznosítja a szél energiáját, ez azzal biztat, hogy van remény a fenntartható fejlődésre egy lényegében szennyezésektől mentes technológián alapuló jövő felé haladva. A szélerő használata technológiája hatalmas fejlődésen ment keresztül az elmúlt évtizedben, nagyon nagy utat tett meg a 20 évvel ezelőtti prototípusokhoz képest. A mai szél-turbinák a legfejlettebb csúcstechnológiát képviselik: modulárisak, nagyon gyorsan telepíthetőek és gyorsan üzembe helyezhetőek. A turbinák teljesítménye a néhány kilowattostól az 5 megawattosig terjed, a legnagyobbak még 100 méternél is magasabbak. A modern szélerőművek állhatnak egyetlen turbinából, de lehetnek akár több száz megawattosak is.

A szárazföldi szélerőművekben általában háromlapátos turbinákkal hasznosítják a szél energiáját. Egy nagy turbina névleges teljesítményen termelve kb. 1000 háztartást lát el elektromos árammal. Magyarországnak a szélerő használata legalkalmasabb területei a Nyugat-Dunántúl és a Mezőség. A Kárpát-medencének három szélkapuja van a Bécsi-medence, a Vajdaság és Ukrajna felől. Ezen területeken a szélerőművek telepítésének komoly létjogosultsága van.



A szélturbinák előállításához használt kezdeti energiabefektetés visszanyeréséhez szükséges idő körülbelül négy-hét hónap.



A biomassából nyerhető energia

A biomassza egy nagyon tág fogalom, amely a biológiai eredetű, energiatermelés céljából hasznosítható anyagokat foglalja magában. Beletartozik a fa, a különféle lágyszárúak, algák és egyéb növények, továbbá mezőgazdasági vagy erdészeti melléktermékek, hulladékok. A biomasszát különböző kategóriákba sorolhatjuk a végfelhasználás módja szerint: hő-, villamosenergia-termelés, üzemanyag; vagy a halmazállapot alapján szűkebb kategóriákba is sorolhatjuk: lehet szilárd, folyékony vagy gáznemű. Bioenergiával elviekben szinte minden energiafelhasználó berendezés üzemeltethető lehet, például a hagyományos hűtőgépek elvén működő szorpciós hűtőberendezések is. A biomassza nagy mennyiségű energiát tárol, amelyből egyre többet hasznosítanak kereskedelmi alapon. A biológiai energiaforrások rövid időn belül (általában egy vagy néhány év alatt) megújulnak, és a fosszilis energiahordozók helyébe léphetnek. A biomassza égetése optimális esetben CO₂-semleges, hiszen ugyanakkora mennyiségű széndioxid szabadul fel, mint amennyit a növények növekedésük során megkötöttek. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a biomassza alapanyagának az előállítása (a mezőgazdaságban), a szállítása, a feldolgozása (ide tartozik például az aprítás, a pelletálás, az agroüzemanyagok esetén a finomítás stb.) energiát igényel, amelyet ma még fosszilis energiahordozókból nyernek. Emiatt a biomassza-felhasználás nem mindig CO₂-semleges, egyes eseteit a teljes élelciklusra vonatkozóan, mindig külön-külön, szigorúan meg kell vizsgálni.

A Greenpeace álláspontja szerint a bioenergia-termelésnek nem lehet negatív hatása a biológiai sokféleségre és az ökológiai eltartóképességre, nem károsíthat érintetlen vagy védett területeket, erdőket, és nem vezethet társadalmi, szociális konfliktusokhoz. Minden bioenergia-felhasználásnak és -előállításnak éppúgy a környezeti, mint a társadalmi és gazdasági fenntarthatóság szempontjainak meg kell felelnie.

Elektromos áram

A biomassza-erőművek körülbelül ugyanúgy működnek, mint a földgáz- vagy széntüzelésű erőművek, attól eltekintve, hogy a tüzelőanyag megújuló energiaforrás. Ezek az erőművek általában kisebbek, mint a fosszilis tüzelésű erőművek, kisebb körzetet látnak el árammal, hiszen a tüzelőanyag alapjául szolgáló növényeket kis energiasűrűségük miatt nem érdemes nagy távolságból szállítani.

Hőenergia

A fent ismertetett biomassza-erőműveknél mindig törekedni kell arra, hogy a tüzelőanyag elégetésekor keletkező hőt is hasznosítsák. Az ilyen típusú erőműveket **kapcsolt**, tehát **hőt és áramot** kombináltan hasznosító erőműveknek (KHA-erőmű, vagy az angol rövidítés alapján CHP). Kisebb fűtőrendszerekkel, például pelletkazánokkal családi házak egyedi fűtését is meg lehet oldani. A pellet a briketthez hasonlóan fahulladékból álló tömörített tüzelőanyag, amely egyszerűbbé teszi a szállítást és tárolást, valamint az adagolást.

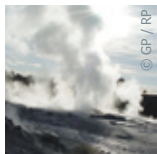
Agroüzemanyagok

A kőolajalapú hagyományos folyékony üzemanyagok helyettesítésére alkalmasak lehetnek a növényi olajok, a bioetanol és a biodízel.

Ma a biodízel a legelterjedtebb agroüzemanyag Európában. Előállításához magas olajtartalmú növények szükségesek, mint például a repce, az olívbogyó és a napraforgó. Ezek olajából magas hőmérsékleten finomítással keletkezik a biodízel. Előnye, hogy a motorok átalakítása nélkül használható, ha maximum 5%-ban keverik a hagyományos üzemanyaghoz.

A bioetanol (bioalkohol) a benzint tudja helyettesíteni. Olyan növényekből állítható elő, amelyeknek magas a cukortartalma (ilyen például a cukorrépa és a cukornád), magas a keményítőtartalma (idetartozik a kukorica, a búza és a burgonya), vagy sok cellulózt tartalmaz (ilyenek a fa, a gabona- és a fűfélék). 5–15%-os keverési arány esetén nincs szükség a motor átalakítására ahhoz, hogy bioetanolt tankolhassanak bele. Az etanol energiaintenzitása azonban jelentősen elmarad a benziné mögött, 1 liter bioetanolal csak 0,66 liter benzint lehet helyettesíteni. Ezenfelül az etanol előállítása energiaigényesebb a biodízelnél. Az agroüzemanyagok





felhasználásának gátat vet, hogy természetük jelentős mezőgazdasági területek felhasználását igényli. Nagymértékű felhasználásuk súlyos társadalmi problémákat is okozhat, mivel előidézhetheti az élelmiszerárak jelentős emelkedését.

Magyarországon az agroüzemanyagok kérdésében vigyáznunk kell, mert már most átestünk a ló túloldalára. **A Greenpeace szerint követelmény**, hogy az agroüzemanyagok előállítása a mezőgazdaságtól a feldolgozáson át a szállításig ökológiailag veszélytelen, pozitív energiamérlegű legyen. Szintén követelmény, hogy az agroüzemanyagok térnyerése ne eredményezzen élelmiszerhiányt, ne verje fel az élelmiszer- és takarmányárakat (lásd még 35. oldal).

A kezdeti energiabefektetés visszanyeréséhez szükséges idő elektromos áram és/vagy hőtermelés esetén kb. három-hat hónap.

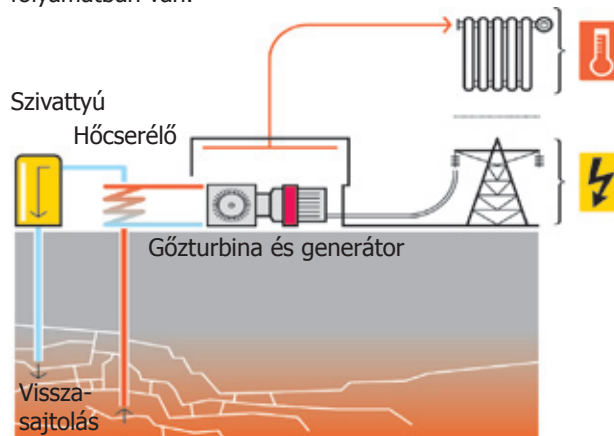
A föld hőjéből nyerhető energia

A geotermális energia a földből (geo) származó hő, azaz termikus energia. Ez a Föld kérgében található kőzetek és a kőzetek közti üregeket kitöltő folyadékok által tárolt hőenergia. A Föld belsejét radioaktív bomlási folyamatokból származó, folyamatosan termelődő hő tartja olvadt állapotban. A legtöbb helyen ez a hő nagyon diffúz állapotban jut el a földfelszínre. Különböző geológiai folyamatok eredményeként azonban vulkanikus területeken (pl. Izlandon) vagy kőzetlemezek találkozásakor viszonylag kis mélységben vannak geotermikus erőforrások (pl. a Kárpát-medencén áthalad a Zágráb-Zemplén tektonikai törésvonal, amelynek számos pontján alacsony hőmérsékletű vízforrások törnek a felszínre). Ezeket a forrásokat három kategóriába sorolhatjuk: alacsony hőmérsékletű (90 °C alatti), közepes hőmérsékletű (90 °C – 150 °C) és magas hőmérsékletű (150 °C feletti) források. Az 50–150 °C-os, vízzáró rétegekben természetesen előforduló víz távfűtési, kertészeti és gyógyászati célokra is felhasználható. Ezeknek az erőforrásoknak a hasznosítása hőmérsékletüktől függ. A legmagasabb hőmérsékletű forrásokat általában villamos energia előállítására használják. Jelenleg a világ teljes geotermikus villamosenergia-termelése 8000 MW – ez nagyjából nyolc nagy szén- vagy atomerőműnek felel meg. Az alacsony és közepes hőmérsékletű források felhasználását két kategóriába sorolhatjuk, ezek a közvetlen, illetve a geotermikus hőszivattyúval történő hasznosítás. A hőszivattyú olyan rendszer, amely alkalmas arra, hogy az alacsony hőmérsékleten tárolt hőt kivonja a levegőből, a földből vagy a vízből; továbbá alkalmas annak összpontosítására, és így hasznos, légtér-fűtésre és vízmelegítésre alkalmas meleget ad. Már több százezer háznak van hőszivattyúja, amely képes összegyűjteni a föld elraktározott hőjét, és annak segítségével fűti az épületet. A folyamathoz ugyan elektromos energiát kell felhasználni, a fűtőtéljesítmény azonban akár négyszerese is lehet a bevitt energiának, valamint a hőszivattyú működtetéséhez szükséges elektro-

mos áramot fenntartható megoldásként megújuló energiaforrásból is nyerhetjük. A hőszivattyú nyáron hűtésre is használható.

Villamos energia

A geotermikus erőművek nem a felső földrétegben tárolt napenergiát, hanem a Föld belsejében a hőt használják fel: a Föld belső hőjével vizet vagy valamilyen szerves közeget hevítenek fel annyira, hogy az gőz halmazállapotúvá válik. Ezzel a gőzzel egy áramtermelő generátorhoz kapcsolt turbinát hajtanak meg. Új-Zélandon és Izlandon ezt a módszert évtizedek óta széles körben alkalmazzák. Németországban, ahol több kilométer mélységbe le kell fúrni a szükséges hőmérséklet eléréséhez, ez a technológia még csak kísérleti fázisban van. Több különböző rendszer fejlesztése is folyamatban van.



Hőenergia

Geotermikus hőerőművek és a geotermikus fűtés számára az áramtermelésnél alacsonyabb hőmérséklet is elegendő. A geotermikusan felmelegített víz közvetlenül fűtésre használható.

A kezdeti energiabefektetés visszanyeréséhez szükséges idő hőenergia felhasználás esetén kb. hét-tíz hónap, villamos energiával kapcsolatban nem áll rendelkezésre adat.

Vízből nyerhető energia

Évezredekken keresztül hajtottak őrlőmalmokat vízikerekekkel. Az elmúlt kb. egy évszázad során a vízenergiát már többnyire villamos energia termelésére hasznosították. A víz mozgási energiáját egy vízturbina és egy generátor alakítja át villamos energiává. Ma a világ teljes villamosenergia-fogyasztásának kb. egyötöde származik vízenergiából. Mivel a nagy vízerőművekhez szükséges óriási betongátak és hatalmas víztározók rendkívül rossz hatást gyakorolnak a természeti környezetre, a Greenpeace ezeket nem támogatja. A kisebb, „folyóvizet” vízerőművek azonban, amelyek turbinát a folyó vizének csak egy része hajtja meg, környezetbarát módon képesek elektromos áramot termelni.

A törpe vízerőművek nem egyszerűen a nagy vízerőművek kicsinyített változatai. Speciális berendezések szükségesek ahhoz, hogy megfeleljenek az alapvető igényeknek, amelyek felmerülnek, és amelyek a következők: az egyszerűség, a hatékony energiatermelés, a maximális megbízhatóság és a könnyű üzemeltetés nem szakemberek számára is. A vízenergia-hasznosítás legfontosabb feltétele, hogy mesterséges esésmagasságot hozzunk létre, hogy a víz egy bevezető csatornán vagy csövön keresztül a turbinára essen, majd ezen átfolyva visszajusson a folyóba. A törpe vízerőművek többnyire folyóvízzel működnek, nem gyűjtenek össze és tárolnak nagy mennyiségű vizet, így nem igényelnek nagy gátakat és tározókat sem.

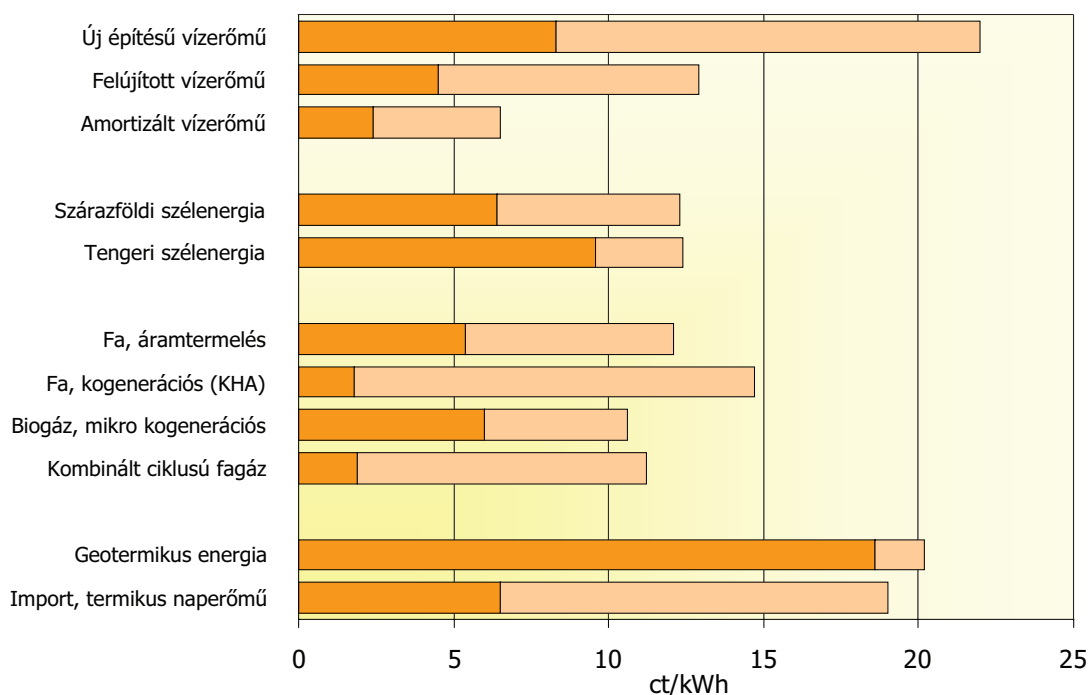
A kezdeti energiabefektetés visszanyeréséhez szükséges idő: kilenc-tizenhárom hónap.

A megújuló energiatechnológiák költségeinek jövőbeli alakulása

A megújuló energiaforrások különféle formáinak hasznosításához sokféle technológia áll rendelkezésünkre. E technológiák jellegzetes különbségeket mutatnak kiforrottságuk, a költségek, a teljesítmény, az alkalmazási területek és a továbbfejlesztési lehetőségek

tekintetében. Míg a vízenergiát évtizedek óta használják áramtermelésre, Európa néhány országában más technológiák esetében – mint például a geotermikus áramtermelés – a gyakorlati megvalósítás terén még csak az első lépéseket tették meg. A biomasza-hasznosításban a jól bevált régi technológiák mellett vannak új módszerek, ilyen például a biogáz-előállítás. Az új módszerek azonban még sokszor nem érettek a piaci forgalmazásra. A hasznosítható nap- és szélenergia ingadozásai miatt a hálózatba betáplált áram mennyisége változó, míg a víz- és geotermikus energia esetében az igényeknek megfelelő villamos energiát lehetséges előállítani, többé-kevésbé az időjárási körülményektől függetlenül. Az egyes rendszerek kapacitása több nagyságrendet átölel (az 1 kW alatti fotovillamos rendszerektől a több száz megawattos vízerőművekig). Legtöbbször ezek nem központi, hanem „szétosztott” rendszerek, amelyek közvetlenül a fogyasztónál vagy a fogyasztó közelében működnek. A jövőben azonban nagyméretű megújuló energiatermelő rendszerek is jellemzők lesznek, mivel terjednek a szélerőműparkok és a termikus naperőművek.

Ahhoz, hogy a különböző technológiák előnyeit ki tudjuk használni, és egymással össze tudjuk őket kapcsolni, az összes rendelkezésre álló megoldást el kell juttatni a piaci érettség fázisába, és lépésről



27. ábra. A különböző megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia jelenlegi költsége (a fotovillamos áramtermelés 45–80 ct/kWh költsége nincs feltüntetve). A költségeket egy adott kategórián belül a helyi viszonyok is befolyásolják, például a szélesebesség, a napsugárzás intenzitása stb.

lépésre integrálni kell őket a létező ellátó struktúrákba. Ezzel a jövőbeli hő-, villamosenergia- és tüzelőanyag-ellátás környezetbarát, kiegészítő technológiáinak egész tárháza válik elérhetővé.

A megújuló energiaforrásokat felhasználó technológiák többsége ma még a piaci életciklus elején tart. Ennek is szerepe van abban, hogy a villamosenergia-, a hő- és a tüzelőanyag-termelés velük ma még általában többre kerül, mint a hagyományos rendszerekkel. A megújuló forrásból előállított villamos energia ára bizonyos mértékig függ a helyi feltételektől is, például a helyi szélviszonyoktól, a biomassza árártól vagy egy vízerőmű esetében attól, hogy mekkora erőfeszítésbe kerül megőrizni a helyi természeti környezetet. Ennek következtében az árak meglehetősen eltérők lehetnek még egy adott technológiai kategórián belül is. A hagyományos rendszerekhez képest azonban a költségek nagymértékben csökkenthetők műszaki fejlesztésekkel, hatékonyabb és nagyobb volumenű termeléssel.

A költségek hosszú távú alakulásának jellemzésére tapasztalati görbéket használnak, amelyek a kumulatív, vagyis az adott időpontig telepített összkapacitás és a költségek változása közötti tapasztalati összefüggésen alapulnak. Sok műszaki rendszer esetében az úgynevezett tanulási faktor általában 0,75 (kevésbé kiforrott technológia) és 0,95-1 (kiforrott technológia) közötti értékeket vesz fel. Ez a faktor azt mutatja meg, hogy az előállítási költség hányadrészére csökken, ha a kumulatív termelés megduplázódik. Például, ha a tanulási faktor 0,9, akkor a kumulatív termelés megduplázódásakor a költség tíz százalékkal csökken.

Fotovillamos áramtermelés

- Habár az utóbbi években a fotovillamos-piac növekedése meghaladta az évi harminc százalékot, a fotovillamos áramtermelés részaránya az összárám-termelésen belül még mindig nagyon alacsony. A fejlesztések a már létező napelemmodulokat és a rendszer részegységeit jellemző tulajdonságok javítására irányulnak, valamint arra, hogy új típusú vékonyréteg napelemeket fejlesszenek ki, és új anyagokat találjanak a kristályos napelemek számára. Várható, hogy a következő néhány évben a kereskedelmi forgalomban kapható kristályos napelemek hatásfoka 15-20 százalékra javul majd, és hogy piacra dobják a kevesebb nyersanyag felhasználásával készített vékonyréteg napelemmodulokat.
- A napelemmodulok tanulási faktora meglehetősen állandó: az elmúlt 30 év során 0,8 körüli volt, ami folyamatos magas ütemű műszaki fejlődést és költségcsökkenést jelez. Feltéve, hogy 2050-re a globális összkapacitás eléri a 2400 GW-ot, valamint hogy a tanulási faktor 2030 után növekedni fog

(tehát kiforrottabbá válik a technológia), a villamos energia előállítási költsége Közép-Európában 2050-re 10 ct/kWh körül fog alakulni. Tehát a megújuló energiahasznosítás más lehetőségeihez képest a fotovillamos áramtermelés csak hosszú távon válik jelentőssé. Azonban mégis talán a legfontosabb megújuló technológia, mert rugalmas a felhasználhatósága, nagyszerű műszaki és gazdasági kilátásokkal kecsegtet, és hatalmas technikai potenciálja van.

Termikus naperőművek

- A termikus naperőművek, például a koncentrátoros rendszerek a közvetlen napsütést hasznosítják, ezért csak a nagy napsugárzási értékekkel rendelkező területeken érdemes alkalmazni őket. Észak-Afrikában például igen számottevő a technikai potenciál, a felhasználható energiamennyiség bőven meghaladja a helyi igényeket. Egy nagyon fejlett közös európai, Afrikáig elérő elektromos hálózat kiépítése rengeteg hosszú távon olcsó energiát jelentene az EU-nak is. A különböző termikus naperőmű-megoldások (pl. hengerparabola átfolyós: vályús alakú; vagy forgásparabola: tál alakú koncentrátorok, naptornyok) sokat ígérnek a technológiai fejlődés és a költségcsökkentés terén. Az egyik fontos műszaki fejlesztési cél a nagy kapacitású hőtárolók létrehozása, mert ezáltal a napsütéses időszakon kívül is lehetővé válna az energiatermelés.
- Mivel egyelőre kevés termikus naperőművet építettek, különösen nehéz megbízható tanulási faktort meghatározni ebben a szektorban. Feltételezzük, hogy a Kaliforniában épített átfolyós hengerparabola koncentrátorok 0,88-as tanulási faktora a piacra kerülés során 2030-ig 0,95-re fog nőni. A világ energiaügyi helyzetéről készített ENSZ-értékelés szerint a termikus napenergia-hasznosítás a szélenergia-iparéhoz hasonló dinamikus piaci fellendülés előtt áll, de húsz éves késéssel. A beérkező napsugárzás mennyiségétől és a működés módjától függően (pl. áramtermelés tengervíz-lepárlással kombinálva) a villamos energia előállítási költsége várhatóan kevesebb, mint 5 ct/kWh lesz. Ehhez a technológia gyors ütemű piaci bevezetésére van szükség az elkövetkező néhány évben.

Napkollektorok fűtésre és hűtésre

- A vízmelegítésre és a fűtés kiegészítésére használt kisméretű napkollektoros rendszerek ma már igen fejlettek, és széles körben alkalmazzák őket. Ezzel ellentétben a nagyméretű szezonális hőtárolók, amelyek a nyári meleget télig képesek tárolni, még csak kísérleti fázisban vannak. Nagyrészt ilyen szezonális hőtárolós helyi rendszerek tudnák napenergiával ellátni az alacsony hőmérsékletű fűtés (jellemzően padló- és falfűtés) piacát. A piaci megjelenés sikere leginkább azon múlik majd, hogy sikerül-e a



tárolási költségeket alacsonyan tartani, és elég hatékony lesz-e a hővisszanyerés (sikerül-e minimalizálni a tárolási és szállítási veszteségeket). Jelenleg egy szezonális hőtárolós rendszer teljes költségének több mint a felét a tároló adja.

- Az európai piaci adatok szerint a napkollektorok tanulási faktora csaknem eléri a 0,9-et, ami műszaki szempontból egy viszonylag jól fejlett rendszert jelent. Ezzel szemben a szezonális hőtárolók építési költsége hosszú távon várhatóan több mint 70 százalékkal fog csökkenni, figyelembe véve a jelenlegi kis piaci forgalmat, ami többnyire demonstrációs rendszerekre korlátozódik. Már ma is igaz azonban, hogy a magas tárolási költségek ellenére a nagyméretű, szezonális hőtárolóval rendelkező napenergiás rendszerek által termelt hőenergia nem kerül többbe, mint a széles körben elterjedt, vízmelegítésre használt kisméretű napkollektoros rendszerek által termelt energia. A nagy rendszerek bevezetésének egyik fő akadálya az, hogy olyan nagy hőtárolókra van szükség, hogy sok fogyasztót be kell kapcsolni a rendszerbe egy helyi távfűtő hálózaton keresztül, és ez elég hosszú időre szóló előzetes befektetést igényel. A szoláris hőenergia ára a rendszer összeállításától függően hosszú távon elérheti a 4–7 ct/kWh tartományt.

Szélenergia

- A szélenergia-ipar dinamikus fejlődésének köszönhetően rövid idő alatt jelentékeny piaci szereplővé vált az energiaiparban. 2004-ben egy 5 MW teljesítményű szél erőművet telepítettek Németországban: jelenleg ez a legnagyobb szél turbina a világon. Néhány országban azonban az új rendszerek ára az elmúlt években stagnált, a folyamatosan jelentkező nagy keresletnek, valamint annak köszönhetően, hogy a gyártók nagy összegeket fektettek be az újabb és újabb rendszerek kifejlesztésébe és piaci bevezetésébe. Emiatt 1990 és 2000 között Németországban a szél erőművek tanulási faktora csak 0,94 volt (tehát a kumulatív termelés megduplázódásakor csak 6 százalékkal csökkentek az árak). Mindazonáltal a műszaki fejlesztéseknek köszönhetően a szél erőművek hatásfoka növekedett, ezért az áramtermelés költsége folyamatosan csökkent. A tengeri szél erőmű-szektorban a tapasztalatok viszonylagos hiánya miatt nagyobb költségcsökkenések várhatók, és a tanulási faktor értéke előreláthatóan számottevően jobb (tehát alacsonyabb) lesz.
- Míg a Nemzetközi Energiaügynökség 2004-es jelentésében a globális szélenergia-kapacitás várható növekedését 2030-ig csak 330 GW-ra teszik, a világ energiaügyi helyzetéről készített ENSZ-értékelés feltételezi, hogy a globális szélenergia-

piac 2030-ig 1900 GW telepített kapacitást ér el. Az Európai Szélenergia Szövetség és a Greenpeace közös, „The Wind Force 12” című forgatókönyve több mint 3000 GW globális teljesítményt jósol. A jelenlegi tanulási faktorokat figyelembe véve, továbbá ha az ENSZ értékeléséhez igazított lassú piaci növekedést vesszük alapul, olyan – meglehetősen konzervatív – tapasztalati görbét kapunk eredményül, amely szerint 2050-ig a tengeri szél turbinák költsége 60%-kal fog csökkenni, miközben a szárazföldi turbinák ára a jelenlegi szint 70%-ára esik majd.

Biomassza

- A biomasszát hő- és villamosenergia-termelésre, továbbá agroüzemanyagok előállítására használják. Ehhez a technológiák széles tárháza áll rendelkezésünkre. A biomassza-hasznosítás költségkalkulációjában a kritikus tényező az alapanyagok ára. Ezek lehetnek „negatív költségű” hulladékfák (nem kell fizetni a hulladék elhelyezéséért), olcsó melléktermékek, valamint drágább energianövények is. Az energiatermelési költségek ennek megfelelően rendkívül változók. Gazdasági szempontból jelenleg az egyik legkedvezőbb megoldás a hulladékfa felhasználása gőzturbinás kogenerációs, illetve kisméretű kapcsolt (KHA/CHP) erőművekben: ma ez képviseli a csúcstechnológiát. A szilárd bio-tüzelőanyagok gázzá alakítása sokkal szélesebb körű alkalmazást tesz lehetővé. Ez a módszer azonban még fejlesztés alatt áll, jelenleg viszonylag drága megoldás. Hosszú távon várhatóan nagyon kedvező villamosenergia-termelési költségeket lehet elérni a fagáz hasznosításával mind mikro kogenerációs egységekben (motorok és üzemanyagcellák), mind gáz- és gőzerőművekben. Nagy lehetőségek rejlenek a szilárd biomassza hőtermelésre történő hasznosításában kis egységekben, decentralizált rendszerekben, valamint helyi távhőhálózattal rendelkező nagyobb hőközpontokban és hőerőművekben. A repceolaj metanolos észterezésével előállított „biodízel” például az elmúlt években Németországban egyre fontosabb szerephez jutott. Azok a módszerek is egyre jelentősebbekké válnak, amelyekkel szintetikus üzemanyag állítható elő biológiai eredetű szintetikus gázokból.
- Sok biomassza-technológia esetében várható, hogy a költségek jövőbeli alakulása – amelyet a tapasztalati görbék jellemeznek – elsősorban a nemzeti vagy az európai piac fejlődésétől függ. A különféle biomassza-technológiák költségeinek előrejelzését egy nemrégiben megjelent német tanulmányból vettük át, amelynek a címe: „Anyagáramlás-vizsgálat az energetikai célú fenntartható biomassza-felhasználás terén” (lásd irodalomjegyzék: Fritche). Feltételezzük, hogy hosszú távon

az EU-25 országok biomassza-potenciálja 7000 PJ/év körül alakul, amelynek kb. 55%-a melléktermékekből (jórészt erdészeti és mezőgazdasági melléktermék, ipari fahulladék, illetve szalma), a többi pedig energiaültetvényekből származik.

Geotermikus energia

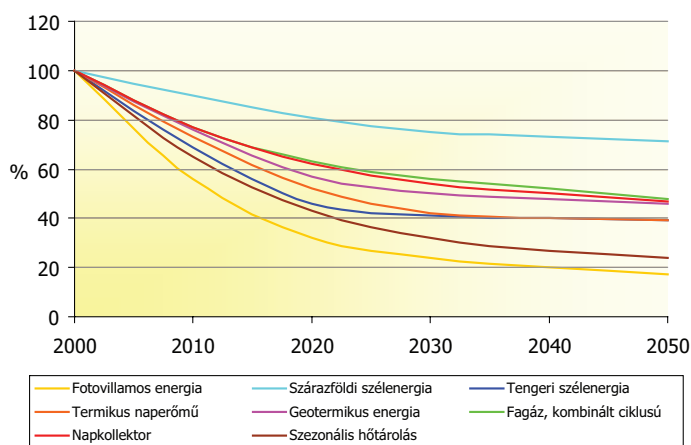
- Európában a geotermikus energiát már régóta hasznosítják hőtermelésre. A villamosenergia-termelés azonban geotermikus energia felhasználásával csak nagyon kevés, speciális geológiai adottságokkal rendelkező helyre korlátozódik. További intenzív kutatási-fejlesztési munka szükséges a geotermikus villamosenergia-termelés előrehaladásának felgyorsításához. A jövőbeli projektekben különösen a nagy föld alatti hőcserélő felületek kialakítását kell továbbfejlesztetni (Hot Dry Rock, HDR, azaz forró, száraz sziklatechnológia), valamint a szerves Rankine-ciklusú erőműveket (Organic Rankine Cycle, ORC). Mivel a geotermikus áramtermelés még gyerekcipőben jár, jelentős költségcsökkenés várható a hatékonyabb fúrási és szimulációs módszerek használatának, valamint az áramtermelő rendszerek jobb hatásfokának köszönhetően.
- A geotermikus erőművek költségeinek jelentős része a mélyfúrásból adódik, ezért a technológiai tapasztalatokról analógiaként használhatók az olajszektor adatai: ezek a 0,8-nál is alacsonyabb tanulási faktorról jellemezhető tanulási ütemet magasanak mutatták. Ha feltételezzük, hogy a globális geotermikus kapacitás 2020-ig átlagosan évi 6%-kal, 2030 után pedig 3%-kal nő, akkor egy olyan tanulási görbét kapunk, amely szerint 2050-ig több mint 50%-kal csökkenhetnek a költségek. Tehát a jelenlegi magas költségszint (18-20 cent/kWh) ellenére az áramtermelés költsége – a hőenergia áraitól függően – hosszú távon várhatóan 6-8 cent/kWh szintre süllyedhet. Stabil energiatermelésének köszönhetően a geotermikus energia hasznosítását egy jövőbeli, megújuló energiaforrásokra alapozott energiagazdálkodás kulcsfontosságú elemének tartják.

Vízenergia

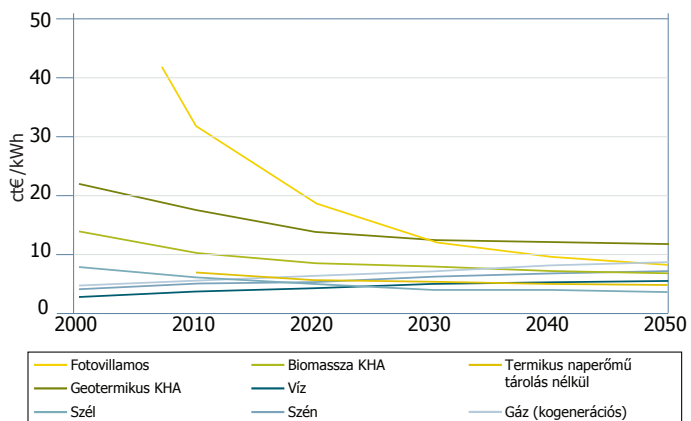
A vízenergia-hasznosítás technológiája kiforrott; régóta termelnek áramot vízzel gazdaságosan. További kiaknázható potenciál elsősorban a jelenlegi erőművek modernizálásában és kibővítésében rejlik. A még meglévő, korlátozott mértékű költségcsökkentési lehetőségeket ellensúlyozzák a súlyosbodó erőmű-fejlesztési problémák és az egyre szigorúbbá váló környezetvédelmi feltételek. Feltételezhető, hogy a törpe erőművek esetében a minimális ökológiai követelmények teljesítése arányában annyival többbe kerül, mint a nagy rendszereknél, amennyivel drágább az áramtermelés.

Összegzés – A megújuló energiatechnológiák költségeinek jövőbeli alakulása

A 28. ábra összefoglalja a megújuló energiatechnológiák költségeinek tendenciáit, ahogy azok levezethetők a megfelelő tanulási görbékből. Ismét hangsúlyozzuk, hogy a várható költségcsökkenés alapvetően nem az idő, hanem a kumulatív kapacitás függvénye, ezért a költségcsökkentésben rejlő potenciál kiaknázásához dinamikus piacbővülés szükséges. A legtöbb megújuló energiatechnológia fajlagos bekerülési költsége 2020-ig



28. ábra. Megújuló energiatechnológiák fajlagos befektetési költségeinek jövőbeli alakulása a jelenlegi költségszinthez viszonyítva, a tanulási görbékből számítva.



Referencia: FIGURES FOR OECD EUROPE, CONCENTRATED SOLAR THERMAL POWER PLANT WITHOUT STORAGE FOR MIDDLE EAST. (GENERATION COSTS DEPEND PARTLY ON SITE SPECIFIC FUEL COSTS AND HEAT CREDITS.)

29. ábra. A villamosenergia-termelés fajlagos költségének várható alakulása egyes áramtermelő-technológiák esetében.



a jelenlegi szint 30–60%-ára csökkenhet, és további 20–50%-os csökkenés lehetséges a majdnem teljesen beérett fázisban (2040 után).

A megújuló energiák csökkenő befektetési költségigényének közvetlen következménye a hő- és áramtermelési költségek csökkenése, amint az a 28. ábrán is látható. A villamosenergia-termelés költsége a legfontosabb megújuló energiatechnológiák esetében ma kb. 8–20 cent/kWh, és a fotovillamos áram is 10 cent/kWh körüli áron lesz majd elérhető. Ezek a becslések a helyi viszonyok függvényében módosulhatnak. Ilyenek pl. a helyi szélviszonyok, a napsugárzás intenzitása, a biomasza elérhetősége elfogadható áron, vagy hogy kogenerációs, illetve kapcsolt hő- és áramtermelés esetén milyenek a hőenergia értékesítésének feltételei.

Hagyományos technológiák

A hagyományos technológiák a megújuló energiaforrásokhoz hasonlóan több, akár teljesen különböző technológiát, tüzelőanyagot alkalmazó felhasználást is magukban foglalnak. Mivel a műszaki fejlesztések, az anyagtudományok és a folyamatszervezés területén szerzett tapasztalatok hosszú múltra tekintenek vissza, napjainkra ezek kiforrott és a korábbi állapotuknál jóval nagyobb hatékonyságú rendszerekké nőttek ki magukat.

Az 5. táblázat áttekintést ad a hagyományos technológiák fejlődéséről, és összefoglalja a költségek és hatásfokok alakulását egyes kulcsfontosságú energetikai technológiák esetében. Habár a hagyományos technológiák területén kevésbé drámai a fejlődés, mint napjainkban, a megújuló energiatechnológiák dinamikus világában, a hatásfok folyamatos emelkedése – különösen a magas hatásfokú földgáztüzelésű kombinált/kapcsolt ciklusú, hőt és áramot is hasznosító erőművek (KHA – CHP) esetében – jelentősen hozzájárul ahhoz, hogy az energiaszektor kevesebb CO₂-t bocsásson ki.



	2000	2010	2020	2030	2050
Nyersolaj	5,3	4,8	5,6	6,7	8,9
Földgáz	2,8	4,1	5,0	6,3	8,6
Feketeszén	1,4	1,9	2,1	2,3	2,8

4. táblázat. A primerenergia-hordozó árak feltételezett alakulása (Az árak egysége €2000/GJ) • Forrás: DLR, 2005

Fosszilis tüzelőanyag-technológiák

Az elmúlt években annak lehettünk tanúi, hogy a fosszilis tüzelőanyagok árai növekvő mértékben ingadoztak, ami bizonytalannabbá teszi a költség-előrejelzéseket. A 4. táblázatban megadott primerenergia-hordozó árak, amelyek itt a számítások alapjául szolgálnak, kissé magasabbak az Európai Bizottság korábbi, az energiahordozó-árakra vonatkozó előrejelzéseinél. Tekintettel az olaj jelenlegi árára, ez az előrejelzés nagyon mértéktartónak tekinthető. A fosszilisenergia-árak bármilyen növekedése a 4. táblázatban ismertetett előrejelzéshez képest tovább növeli a megújuló energiatechnológiák versenyképességét a fosszilis energiák hasznosításán alapuló technológiákhoz képest.

Az EU kibocsátásjog-kereskedelmi rendszerének köszönhetően ma már általánosan elfogadott tény, hogy a CO₂-kibocsátás pótlólagos gazdasági terhet ró a kibocsátóra. Ennek megfelelően a költségszámításokban figyelembe kell venni a CO₂-kibocsátás járulékos költségeit. Ez a 2010. évi 15 €/tCO₂ értékről indulva 2050-re folyamatos növekedéssel eléri az 50 €/tCO₂ szintet, és tükrözi, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése egyre égetőbb szükségszerűség, valamint hogy milyen külső költségeket jelent a nagyrészt a CO₂-kibocsátás miatt fokozódó klímaváltozás.

A hatásfok növekedése és az üzembe helyezés költségének csökkenése ellenére a fosszilis tüzelőanyagok árának várható nagymértékű emelkedése miatt jelentősen megnő a villamosenergia-termelés költsége, különösen a gáztüzelésű erőművek esetében. Hosszú távon az új fosszilis erőművek villamosenergia-termelési költségei még akkor is nagyságrendileg legalább ugyanakkorák lennének, mint a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiáké, ha nem vennék figyelembe a CO₂-kibocsátás járulékos költségeit. Ha ehhez még hozzáadjuk a CO₂-kibocsátásból származó járulékos gazdasági terhet is, akkor a fosszilis tüzelőanyagokból előállított villamos energia ára magasabb lesz, mint a legtöbb megújuló energiaforrást hasznosító termeléssel előállított áramé.

		2010	2030	2050
Széntüzelésű kondenzációs erőmű	Hatásfok (%)	40	46	48
	Az üzembe helyezés költsége (€/kW)	980	930	880
	Az áramtermelés költsége (ct/kWh)			
	– a CO ₂ -kibocsátás költsége nélkül	4,7	4,6	4,5
	– a CO ₂ -kibocsátás költségével	5,9	7,0	8,0
Fajlagos CO ₂ -kibocsátás ¹²⁾ (g/kWh)	837	728	697	
Lignittüzelésű kondenzációs erőmű	Hatásfok (%)	39	43	45
	Az üzembe helyezés költsége (€/kW)	1150	1080	1030
	Az áramtermelés költsége (ct/kWh)			
	– a CO ₂ -kibocsátás költsége nélkül	4,1	4,1	4,2
	– a CO ₂ -kibocsátás költségével	5,7	7,1	8,6
Fajlagos CO ₂ -kibocsátás ¹²⁾ (g/kWh)	1024	929	888	
Kombinált ciklusú földgázerőmű	Hatásfok (%)	58	60	61
	Az üzembe helyezés költsége (€/kW)	435	390	375
	Az áramtermelés költsége (ct/kWh)			
	– a CO ₂ -kibocsátás költsége nélkül	5,4	6,5	7,6
	– a CO ₂ -kibocsátás költségével	6,0	7,6	9,3
Fajlagos CO ₂ -kibocsátás ¹²⁾ (g/kWh)	348	336	325	

5. táblázat. A hatásfok és az üzembe helyezés költségének alakulása egyes erőműtípusok esetében

Atomerőművek¹³

A nukleáris ipar, illetve az atomerőműveket működtető államok 2007 októberében 444 reaktort üzemeltettek a világon. Az összes reaktor 2005-ben 2625, 57 TWh áramot termelt, ami a világ villamosenergia-termelésének 15,1%-át tette ki.

Az atomerőművek jelentősége csökken. A reaktorok száma stagnál, termelésük alig növekszik, így a nukleáris villamosenergia-termelés részaránya egyre alacsonyabb. A valóban épülő reaktorok többsége (az összes épülőként nyilvántartott reaktor mintegy fele!) ázsiai országokban (Tajvan, Kína, India, Dél-Korea) található.¹⁴ Az Európai Unióban és Észak-Amerikában, ahol a világ reaktorainak csaknem kétharmada üzemel, és az öregedő erőművek

pótlása jelenthetné a megrendelésekben szűkülő ipar számára a szalmaszálat, mindössze egy reaktort építenek. Márpedig a nukleáris ipar jövőjét ezek a piacok határozzák meg.

A reaktorépítési projektek rendszeresen és nagymértékben túllérik az eredetileg tervezett beruházási költségeiket, akár háromszáz százalékkal is. Általánosnak tekinthető az építkezések – akár négy-öt éves – elhúzódása, ami szintén hozzájárul a költségnövekedésekhez. A reaktorok üzembe helyezését gyakran kísérik üzembiztonsági problémák, elsősorban az új típusok esetében. Mivel egy atomerőmű fajlagosan és abszolút értelemben is az egyik legdrágábban megépíthető erőműtípus, a fentiekből adódó pénzügyi kockázatokat a befektetők egyre kevésbé kívánják vállalni.

¹² Itt csak a közvetlen kibocsátásra vonatkozó adat szerepel, a teljes életciklusra vonatkozó kibocsátás nincs figyelembe véve. (A különböző [alacsony, közepes és magas] tüzelőanyagárak figyelembevételével kell hozzáadni az 1 kWh-ra eső költségeket. Hozzá kell adni a kibocsátási tényezőket [kg CO₂/kWh]).

¹³ Az itt közölt információk egy része a 2005 áprilisában kiadott „Atomreaktor kockázatok – A nukleáris technológia fennálló veszélyei a 21. században” című Greenpeace-beszámolóból származnak.

¹⁴ Moody's Corporate Finance / Moody's Investors Finance – Special Comment, New Nuclear Generation in the United States: Keeping Options Open vs Addressing An Inevitable Necessity, 2007. október



Mindezek a balesetekkel (Harrisburg – TMI 1979, Csernobil 1986), a hulladékok problémájával együtt a politikai támogatás megvonását eredményezte. A '90-es évektől a tiszta versenyt egyre inkább támogató szabályozás az állami támogatások lehetőségét is korlátozta. Miközben a villamosenergia-termelő kapacitások növekedtek, az atomenergetika helyben maradt. Bebizonyosodott, hogy az atomenergia masszív állami támogatások, garanciák nélkül nem versenyképes.

Ennek következtében az atomerőművek átlagéletkora növekszik, mára meghaladta a 23 évet. A reaktorok többségét legfeljebb 40 éves működésre tervezték, a következő tíz évben csaknem 100 reaktort kellene leállítani. Mivel újakkal való pótlásuk jelenleg nem biztosított, ezért ma leginkább az atomerőművek működési idejének meghosszabbítása foglalkoztatja a nukleáris ipart. A Nemzetközi Energiaügynökség ezt csípősen így fogalmazta meg:

„Ha nem változik meg a politika a nukleáris energiával kapcsolatban, az atomerőművek élettartama lesz az egyedüli döntő tényező a nukleáris villamosenergia-termelésben az elkövetkező évtizedben.”

Mivel a klímaváltozásra most kell a válaszokat megadnunk, a fentiek alapján látható, hogy új atomerőművek építése nem szerepelhet a válaszok között. A régóta létező s máig megoldatlan problémákon kívül megjósolhatatlan a nukleáris energia jövőbeni gazdaságossága.¹⁵ Az éghajlatváltozás gyorsabban és olcsóbban kezelhető az energiahatékonyság növelésével és a megújuló energiaforrások kiaknázásával.¹⁶

Harmadik generációs reaktorok – Olkiluoto

A harmadik generációs reaktorok a jelenleg legnagyobb számban működő, a 70-es, 80-as évek második generációs (elsősorban nyomottvizes és forralóvizes) reaktortípusainak továbbfejlesztett változatai. Az elődökhöz képest javították a biztonságon, megnövelték az élettartamot, és csökkentették a fajlagos üzemanyagigényt.

A biztonság növekedése csak a tervezési balesetekre vonatkozik, külső hatásokkal, terrorizmussal kapcsolatos esetekre nem. Mivel eddig a harmadik generációs reaktorokból csak néhány épült meg, a megnövelt élettartamra és a megnövelt biztonságra vonatkozó állítások még bizonyításra várnak, a kisebb fajlagos üzemanyagigényt pedig ellensúlyozza a reaktorok nagyobb teljesítménye, ami összességében nagyobb üzemanyag-felhasználással és több hulladék termelésével jár.

A finnországi olkiluotoi telephelyen épülő, OL-3-nak is hívott ötödik

finn atomreaktor munkálatai 2005 augusztusában indultak meg. Az OL-3 a nukleáris ipar zászlóshajója, több szempontból is úttörőnek szánt vállalkozás. Elsősorban azt hivatott demonstrálni, hogy a nukleáris energia liberalizált piaci viszonyok között, állami támogatások nélkül is versenyképes (az OL-3 az első reaktor hosszú idő óta, amit építenek az EU-ban), illetve ez lesz a francia-német Areva cég EPR (European Pressurized Reactor – európai nyomottvizes reaktor) típusú reaktorából az első.

A feltételeket ezekhez a körülményekhez szabták. Az Areva 4 év alatt ígérte megépíteni a reaktort, 3,2 milliárd eurós fix árat kért a „kulcsrakész” kivitelezésért, és vállalta, hogy az építkezés alatt fizeti a tőke költségeket. Szinte biztos, hogy ilyen kedvező feltételeket soha többé nem lehet majd kialakítani más reaktorok építésénél. A sokak által alacsonynak tartott szerződéses ár feltehetően abból fakad, hogy az első európai EPR megépítése demonstrációs projekt, aminek a veszteségeit a későbbi megrendeléseken kívánja az Areva megkeresni. Mivel a finanszírozási portfólió a Greenpeace és az Európai Megújuló Energia Szövetség¹⁷ szerint bújtatott állami támogatásokat is tartalmaz, ezért az Európai Bizottsághoz fordultak (a Bizottság 2007 szeptemberében elutasította a beadványt; Neil Kroes, a versenyjogi biztos pár nappal később kijelentette, hogy atomenergia-párti). A várt eredményekhez képest – két évvel az építkezés kezdete után – a munkálatok már mintegy két éves csúszásnál tartanak (azaz 2009 helyett 2011-re teszik a reaktor elindítását), és a várt költségek is elérik a 4,5 milliárd eurót. A különbség (az eredeti ár fele) finanszírozása egyelőre kérdéses, de a finn megrendelő hallani sem akar arról, hogy a szerződéses összegnél többet fizessen, így a veszteségeket valószínűleg a francia részről állami tulajdonban lévő Areva-nak kell „lenyelnie”.

Jelenleg üzemelő polgári célú reaktortípusok

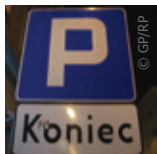
A reaktorok életkora, mérete és típusa nagy változatosságot mutat. A leggyakoribb típus a **nyomottvizes reaktor (PWR)**, jelenleg 265 működik belőlük szerte a világon. Eredetileg katonai tengeralattjárók meghajtására tervezték, ezért a többi típushoz képest ezek kicsi, de nagy teljesítményű reaktorok. A reaktor primer körének hűtővize nagyobb hőmérsékletű és nyomású, mint más típusokban. Ezek a tényezők felgyorsíthatják az alkatrészek korrózióját; különösen a gőzfejlesztőket kell gyakran cserélni.

A nyomottvizes reaktorokhoz hasonló felépítésű és eredetű az orosz gyártmányú **VVER** reaktor. Jelenleg 52 ilyen reaktort üzemeltetnek Kelet-Európa hét országában, három fő változatban.

¹⁵ Moody's Corporate Finance / Moody's Investors Finance – Special Comment – lásd mint fent.

¹⁶ Az atomenergia gazdaságtana c. Greenpeace tanulmány: http://www.greenpeace.hu/up_files/1188314127the-economics-of-nuclear-power.pdf

¹⁷ EREF - European Renewable Energies Federation



A legrégebbi típust, a VVER 440-230-t súlyos tervezési hiányosságok jellemzik. A G8 és az EU véleménye szerint ezen hibák kijavítása – gazdaságossági szempontból – nem lehetséges olyan mértékben, hogy elérjék az elfogadható biztonsági szintet. Különösen aggasztó, hogy hiányzik a másodlagos védőburkolat és a megfelelő zónavédelem. A 440-213 jelzésű, második generációs VVER reaktoroknál bevezetett zónavédelem már hatékonyabb, de a teljes másodlagos védőburkolat még ezeknél is hiányzik. A harmadik, 1000-320 jelzésű VVER reaktorokban további változtatásokat hajtottak végre, de ez a típus még ezekkel együtt sem tekinthető olyan biztonságosnak, mint a jelenlegi nyomottvízes reaktorok. Németország újraegyesítése után a volt NDK területén lévő összes VVER atomerőművet bezárták, a további reaktorok – már megkezdett – építését leállították. Ehhez a döntéshez biztonsági és gazdaságossági megfontolások vezettek; a biztonsági aggodalmak nagyobb súllyal estek latba.

A második legelterjedtebb reaktortípus a nyomottvízes reaktorok „továbbgondolásából” kialakuló forralóvízes reaktor (**BWR**, 94 üzemel világszerte). A forralóvízes reaktorok kifejlesztésének az volt a célja, hogy egyszerűbbé váljon a felépítés, és hogy egyetlen kör használatával magasabb termikus hatásfokot érjenek el: a gőz ennél a típusnál közvetlenül a reaktormagban keletkezik. Azonban ez a változtatás nem növelte meg a biztonságosságot. Az eredmény egy olyan reaktor lett, amely rendelkezik a nyomottvízes reaktorok legtöbb veszélyes tulajdonságával, miközben új problémákat is hozott magával.

A működő reaktorok közül a következő legelterjedtebb a nyomottnehézzvízes reaktor, jelenleg 44 üzemel hét országban. A fő típus a kanadai **CANDU** reaktor, amelynek a fűtőanyaga természetes urán, hűtőközege és moderátora pedig nehézvíz.

Az Oroszországban gyártott másik sorozattípus a grafitmoderátoros forralóvízes reaktor, a hírhedt **RBMK**. Ilyen üzemelt az ukrain Csernobilban, ahol 1986-ban a világ legnagyobb polgári nukleáris balesete történt. E típusnak és a CANDU-nak sok tervezési hibája azonos: ilyen a pozitív üregegyüttható és az instabil reaktormag. Az RBMK-nak számos, az előzőeket tovább súlyosbító problémája is van, különös tekintettel a nyomócsövek nagy számára (az RBMK-1000 típusú reaktorban 1693 nyomócső van).

Az Egyesült Királyságban kétfajta plutóniumtermelő reaktort fejlesztettek ki: a **Magnox**-ot – ez gázhűtésű, grafitmoderátoros, természetes uránnal fűtött reaktor – és ennek utódját, a továbbfejlesztett gázhűtésű reaktort. A Magnox reaktormagjának alacsony a teljesítménysűrűsége, következésképpen nagy a mérete. Hogy ezt a nyilvánvaló gyengeséget kiküszöböljék, a továbbfejlesztett



gázhűtésű reaktorban a teljesítménysűrűségeket a kétszeresére növelték, de még ez is alacsony a könnyűvízes reaktorokhoz képest. A primerkörben szén-dioxid gáz kering. A magasabb hőmérséklet miatt a továbbfejlesztett változatban bonyolultabb a gáz keringtetése. Mindkét típusnál egy nagy nyomású tartályban helyezkedik el a reaktormag. A Magnox reaktorokban a régebbi, acélból készült nagy nyomású tartályok korrodálódtak. Ezeket a problémákat tovább súlyosbítja a termikus öregedés és a neutronok által indukált ridegedés miatt fellépő anyagdegradáció (anyagromlás).

A Greenpeace álláspontja az európai atomerőművek leállításáról

A Greenpeace követeli az atomerőművek műszakilag megengedett, lehető leggyorsabb leállítását. Ebben a forgatókönyvben azzal számoltunk, hogy az atomerőműi áramtermelő blokkok legfeljebb 30 évig üzemelnek. Fenntartjuk a véleményünket, hogy semmilyen körülmények között nem lenne szabad meghosszabbítani a reaktorok működési idejét. Ha nem is egyszerűen oldható meg az egyes atomerőművek által megtermelt nagy mennyiségű áram más forrásokból való biztosítása, a jelen forgatókönyvünkben is vázolt környezetbarát intézkedésekkel, a bizonyítottan jól alkalmazható egyéb technológiák együttes alkalmazásával az atomenergia kiváltására megvannak a lehetőségeink. Műszaki problémák, sérülés vagy terroristámadás veszélye miatt felmerülő biztonsági problémák esetén szükségessé válhat az atomerőművek akár gyorsabb ütemű bezárása. Az atomerőmű-üzemeltetőknek (szolgáltatóknak) rendelkezniük kell egy azonnali leállításhoz vezető tervvel. Ebben a tervben szerepelnie kell annak is, hogyan lehet a lehető leggyorsabban felépíteni a szükséges helyettesítő erőművet a köz- és ellátásbiztonság garantálása érdekében.



ZÁRSZÓ

„A szívárvány harcosai” az életet szolgáló tudomány, a globális hálózatépítés, a kommunikációs technológia és a generációk közötti szolidaritás útjainak kereszteződésénél vetették meg a lábukat.”

(Manuel Castells)

Az éghajlatváltozás bizonyítja a környezet- és természetvédő szervezetek évtizedek óta hangoztatott igazságát. Ám nemcsak vészjelző szerepünk van: komoly kutató, kiút-keresési munkát is folytatunk, kiváló tudósokkal karöltve. Ennek egyik eredménye az Energia(forradalom) témájában készült tanulmány-sorozat, amely főleg az energiapolitikai iránykeresésben és a technológiai megoldások kiaknázásában rejlő lehetőségek között segít eligazodni.

Többségünknek gyermekei, utódai is vannak vagy lesznek, rájuk is gondolnunk kell, de a klímaváltozás már tart, és a mi életünket is komolyan érinti: évről-évre több embert sújtanak következményei, egyre több lesz a klímamenekült. Adott a probléma, s adott a mai helyzet is, amikor még változtatni lehet a jövő alakulásán. Világszerte és itt Magyarországon is lecserélésre vár kiöregedő erőműveink többsége.

Nem állítjuk, hogy könnyű megvalósítani a forgatókönyvünkben vázoltakat, de ezek a lépések szükségszerűek és lehetségesek. A mélyreható változások előidézéséhez az éghajlat védelméhez nélkülözhetetlen, s ugyanakkor a környezetünkre és a gazdaságra is jótékonyan ható, az érintett témákban többnyire vezetői hatáskörökben meghozható döntések is nagymértékben hozzájárulhatnak.

A biztonságos éghajlat és a tiszta, megújuló energiát használó jövő érdekében most kell döntenünk arról, hogy milyen módokon újítjuk meg energiagazdálkodásunkat. Öntől is függ, kedves Olvasó, hogy képesek vagyunk-e a klímabarát szemléletváltásra, hogy „jobbat, kevesebbet” érjünk el, elindulva a kisebb szennyezéssel járó fogyasztás, a hatékonyabb energiafelhasználás és energiatermelés felé vezető úton.

Köszönetet mondunk az önkénteseknek és más segítőinknek, hogy munkájukkal hozzájárultak a tanulmány megjelenéséhez.

Rohonyi Péter,
Greenpeace Magyarország Egyesület,
Energia és klíma kampány,
kampányfelelős

Egy vélemény a tanulmányhoz:

„A Greenpeace Magyarország jelentős művet hozott létre, amikor megjelentette az *Energia[forradalom]* című kiadványt. A tanulmány alaposan járja körbe az energiatermelés technológiai lehetőségeit, bizonyítva, hogy középtávon Európában és hazánkban is lehetséges a szennyező fosszilis és atomenergia kiváltása. Ha nem is értünk teljesen egyet a tanulmány minden sorával – például a biomassa-felhasználás lehetőségeit a Magyar Természetvédők szkeptikusabban ítélik meg –, örömmel üdvözljük a tanulmány megjelenését, a téma közbeszédbe emelésének szándékát.

Emellett azonban felhívjuk a figyelmet arra, – amivel a Greenpeace is tisztában van, csak ebben a tanulmányban nem tárgyalja a kérdést –, hogy az éghajlatváltozás elleni küzdelem sikeressége igazából nem a technológiai alternatíva felvázolásán múlik. Az éghajlatváltozás oka nem a technikai tudásunk hiányában, hanem társadalmi értékeink és viselkedésünk eltorzulásában rejlik. Az egyes ágazatok technikai modernizációja, hatékonyságának növelése önmagában nem fogja csökkenteni a környezetterhelést. Csak a közgondolkodás és a termelési-fogyasztási struktúrák átalakításával tudunk valódi változásokat elérni.

Az európai társadalmaknak jelentős döntést kell hozniuk: nem engedhetjük meg az energiafelhasználás növekedését, sőt nagymértékben csökkenteni kell az erőforrás-felhasználást az elkövetkező évtizedekben. Ehhez hatékony és erőteljes gazdasági szabályozókat kell bevezetnünk, nem bízhatunk súlytalan kormányzati stratégiákban, politikusi ígéretekben vagy a gazdasági szereplők önkéntes vállalásaiban.

Nincs időnk, lépünk kell: KlíMAvédelmet!”

Dr. Farkas István,
Magyar Természetvédők Szövetsége ügyvezető elnöke,
a Föld Barátai Európa alelnöke





Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra. A magyarországi CO₂-kibocsátás alakulása szektoronként az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 2. ábra. A magyarországi primerenergia-felhasználás alakulása az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 3. ábra. A magyarországi teljes végfelhasználói energiaszükséglet előrejelzése szektoronként, a *Referencia* és az *Energia[forradalom]* forgatókönyvek szerint
 4. ábra. A földi átlaghőmérséklet változása 1880–2006 között az 1901–2000-es időszak átlagához képest
 5. ábra. Szektoronként összesített energiaigény előrejelzése az EU–25 országokban a *Referencia* forgatókönyvben és az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében.
 6. ábra. Az EU–25 villamosenergia-ellátás struktúrájának fejlődése az *Energia[forradalom]* forgatókönyve alapján
 7. ábra. A CO₂-kibocsátás alakulása szektoronként az EU–25 országokban az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 8. ábra. Magyarország energiaintenzitásának alakulása 1993–2004 között
 9. ábra. A magyarországi népességfejlődés előrejelzése (EU-Bizottság)
 10. ábra. A magyarországi egy főre eső GDP növekedésének előrejelzése
 11. ábra. Az EU–25-ök országainak energiaintenzitása
 12. ábra. A magyarországi energiaintenzitás előrejelzése a *Referencia* forgatókönyv és az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 13. ábra. A magyarországi teljes energia-végfelhasználás előrejelzése szektoronként a *Referencia* és az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 14. ábra. A magyarországi villamosenergia-végfelhasználás alakulása keresleti szektoronként
 15. ábra. A magyarországi hőenergia-végfelhasználás alakulása
 16. ábra. A magyarországi villamosenergia-termelés szerkezetének alakulása a *Referencia* forgatókönyv szerint
 17. ábra. A magyarországi hőenergia-termelés szerkezetének alakulása az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 18. ábra. A magyarországi megújuló villamosenergia-termelés növekedése az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint, az egyes technológiák/források szerint részletezve
 19. ábra. A magyarországi hőenergia-ellátás szerkezetének fejlődése a *Referencia* forgatókönyv szerint
 20. ábra. A magyarországi hőenergia-ellátás szerkezetének fejlődése az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 21. ábra. A magyarországi primerenergia-felhasználás alakulása a *Referencia* forgatókönyv szerint
 22. ábra. A magyarországi primerenergia-felhasználás alakulása az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 23. ábra. A magyarországi CO₂-kibocsátás alakulása szektoronként az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 24. ábra. A magyarországi villamosenergia-termelés fajlagos költségének alakulása a két forgatókönyv szerint
 25. ábra. A magyarországi megújuló villamosenergia-termelésnek köszönhető munkahelyek száma az *Energia[forradalom]* forgatókönyve szerint
 26. ábra. A különböző megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia jelenlegi költsége
 27. ábra. Megújuló energiáknál a befektetési költségeknek a jövőbeli alakulása a jelenlegi költséghez viszonyítva, a tanulási görbékből számítva.
 28. ábra. A villamosenergia-termelés fajlagos költségének várható alakulása egyes megújuló áramtermelő-technológiák esetében
 29. ábra. A villamosenergia-termelés költségeinek várható alakulása fosszilis és megújuló energiatermelési módok esetében
 30. ábra. Fosszilis és megújuló források felhasználásával megvalósuló áramtermelés várható költségei
1. táblázat. Az 1880–2006 közötti időszak 10 legmelegebb éve (a globális átlaghőmérséklet eltérése a 20. század átlagához képest)
 2. táblázat. A magyarországi megújuló villamosenergia-termelő kapacitás előrejelzése az *Energia[forradalom]* forgatókönyvében, MW-ban
 3. táblázat. Árammegtakarítási potenciálok a lakossági szektorban, háztartási gépekkel, EU–15
 4. táblázat. A primerenergia-hordozó árak feltételezett alakulása (Az árak egysége €2000/GJ)
 5. táblázat. A hatások és az üzembe helyezés költségének alakulása egyes erőműtípusok esetében



Felhasznált irodalom

- Az energiahatékonyság zöld könyve, 2005. június / [Wai 2004, Kem 2004]
- Az Európai Szélerenergia Szövetség és a Greenpeace International közös, „The Wind Force 12” című forgatókönyve. 2005 <http://www.ewea.org/index.php?id=30>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit / Az atomenergia nem széndioxid-mentes: http://www.bmu.de/pressemitteilungen/pressemitteilungen_ab_22112005/pm/39226.php
- Castells, Manuel – Az információ kora, II. kötet, Az identitás hatalma, 2006.
- European Renewable Energy Council (EREC), Greenpeace International: „energy [r]evolution – a sustainable OECD-Europe energy outlook”. 2007. január www.energyblueprint.info
- European Renewable Energy Council (EREC), Greenpeace International: „futu[r]e investment – a sustainable investment plan for the power sector to save the climate, 2007. július
- European Commission, Directorate-General for - Energy and Transport, European Energy and Transport – Scenarios on key drivers, 2004. ISBN 92-894-6684-7
- European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, European Energy and Transport – Trends to 2030, 2003. ISBN 92-894-4444-4
- Fritsche, U., Dehoust, G., Jenseit, W., Hünecke, K., Rausch, L., Schüler, D., Wiegmann, K. et al. (2004), Material Flow Analysis of Sustainable Biomass Use for Energy, a jelentés a German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety számára készült. Freiburg, 2004
- Global Wind Energy Council (GWEC) és Greenpeace International: Global wind energy outlook 2006, szeptember, 2006
- Greenpeace International „Atomreaktor kockázatok – A nukleáris technológia fennálló veszélyei a 21. században”, 2005
- Greenpeace International Az atomenergia gazdaságtana c. jelentés, 2007: http://www.greenpeace.hu/up_files/1188314127the-economics-of-nuclear-power.pdf
- Greenpeace Magyarország Egyesület: Mentsd meg a klímát! http://www.greenpeace.hu/up_files/1190967533Mentsd_meg_a_klimat.pdf
- <http://www.oeko.de/dokum.php?setlan=1&vers=&id=236&PHPSESSID=ee670f58f51a56a0131427275bcef44f> (in German)
- IEA World Energy Outlook 2004 (extrapolated to 2050)
- Információk a finnországi Olkiluotoban épülő atomreaktorról többek között innen is: <http://www.olkiluoto.info/en/12/3/>
- Moody's Corporate Finance – New Nuclear Generation in the United States October 2007
- Sachs, Wolfgang – Climate change and human rights, The pontifical academy of sciences, Scripta Varia 106, Scientific papers, 2004
- Uwe R. Fritsche, Sui-San Lim – Comparison of Greenhouse-Gas Emissions and Abatement Costs of Nuclear and Alternative Energy Options from a Life-Cycle Perspective, 2006. http://www.oeko.de/service/gemis/files/doku/nuclear_co2paper_update2006.pdf
- XCO₂, Hőszigetelés a fenntarthatóságért. 2002. február: <http://www.xco2.com>

Kapcsolódó irodalom

- Amnesty International – It's in your hands, Stop violence against women, 2004
- Amnesty International – The state of the world's human rights, Report 2006
- Amnesty International – The impact of guns on women's lives, 2005
- Buck, Guenther – SVP Oils & Fats Unilever Raw Materials, Brussels April 19th, 2007
- Friends of the Earth Dirty Truths-Incinerations and climate change
- Greenpeace International The Ararat Declaration, May 31, 2007
- Heinrich Böll Alapítvány: Jo'burg Memo. Törékeny világunk pártatlan szemmel Memorandum a johannesburgi világtalálkozó számára, 2002 (Eredeti cím: The Jo'burg Memo. Fairness in a Fragile World Memorandum for the World Summit on Sustainable Development) <http://www.worldsummit2002.org/download/joburgmemoHU.pdf>
- Jones, Dan: banners and dragons – the complete guide to creative campaigning, AI UK, 2003
- IPCC jelentések, 2007
- Kromp-Kolb, Helga, Molin, Andreas (szerk.): Nuclear Power, Climate Policy and Sustainability, an assessment by the Austrian Nuclear Advisory Board, Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Oda Becker, Antony Froggatt, Helmut Hirsch, Dr., Georgui Kastchiew, Dr., Wolfgang Kromp, a.o. Univ.-Prf, Dr., Helga Kromp-Kolb, Univ.-Prof. Dr., Roman Lahodinsky, Dr., Franz Meister, Nikolaus Müllner, Manfred Rotter, Univ.-Prof. Dr., Steven Sholly, Geert Weimann, DI, Peter Weish, Univ.-Doz. Dr., Vienna (2007) English: <http://umwelt.lebensministerium.at/filemanager/download/20562/> German: <http://umwelt.lebensministerium.at/filemanager/download/20561/>
- Mark Ellis: Do energy saving appliances cost more? International Energy Agency Working Paper Series, OECD/IEA, 2006
- Nature – 444. szám: Solar cells break the record for energy efficiency – Kyoto for commuters. 2006.
- New Scientist magazin, többek között a 2006. decemberi cikkeiből: NASA overwhelmed by climate data / Small steps on climate / Canada heads for a showdown over Kyoto / Climate rhetoric heats up / Satnav gives directions for a greener route
- Sachs, Wolfgang – Fair Future: Limited Resources and Global Justice, 2007, Zed Books.
- Science – Climate change hearings and policy issues. 1681–1682 számok, 2006.12.15.
- Shellenberger, Michael and Ted Nordhaus: The Death of Environmentalism / Global Warming Politics in a Post-Environmental World
- STERN, Nicholas: Jelentés: Az éghajlatváltozás közgazdaságtana
- The Greens – European Free Alliance: Nuclear power will not save our climate: 40 facts and arguments



- Báder László: Öltöztessük fel a Földet, az éghajlatváltozás testközelből, Palocsa Egyesület – Exvilibrium Kiadó, 2006.
- Barta Géza, Blahó Györgyi (szerk.): Globalizációs túlélőkönnyv középiskolásoknak, Anthropolis Budapest, 2007.
- Beliczay Erzsébet, Szabó Zoltán: Az emisszió-kereskedelem (<http://mek.oszk.hu/01200/01213/index.shtml>)
- Bio Energia – Bioenergetikai szaklap, I. évfolyam 2. szám, 2007.
- Boda Zsolt: Globális ökolitika. 2004.
- Bodorkós Barbara, Kajner Péter, Kovács Edit, Petrák Péter, Péterfi Ferenc: RAJTunk múlik! Hogyan szervezedjünk és képviseljük érdekeinket lakóhelyünkön? – Közösségfejlesztők Egyesülete, Budapest, 2006.
- Budapesti Műszaki Főiskola – Smart Grid Hungary 2006 (kiadvány). 2006
- DUNATEC GmbH. Biogáz-hasznosító projektek. 2007.
- E-misszió Egyesület – Energiáról okosan. Bors Alapítvány, E-misszió Egyesület, 2007.
- Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület – Magyarországi Fenntartható Energia Stratégia, Budapest, 2006.
- Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület – Civil szakértői tanulmány a Nemzeti Éghajlat-változási Stratégiához. Budapest, 2006.
- Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület – Kettőharminc, civilizált energia, intelligens társadalom. 2007
- Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület, WWF Magyarország – A magyarországi Környezet- és Természetvédő Szervezetek állásfoglalása: a szilárd biomassa erőműi felhasználásának természet- és környezetvédelmi szempontjairól. 2007.
- Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület – Reaktorta: Nukleáris erőművek és környezetünk, 2001.
- Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület – Melyik kert végébe? Radioaktív hulladékok és környezetünk, 2005.
- Faragó Tibor, Fucskó József, Kaderják Péter: Külföldi finanszírozású éghajlatvédelmi beruházások lehetősége Magyarországon (<http://mek.oszk.hu/01100/01153/index.phtml>)
- Fiskus Olga, Duhay Gábor, Csósi Mónika (szerk.): Szélenergia és természetvédelem. KVVM, 2005.
- Fucskó József: A környezetterhelési díjak hatékonyságának, környezetpolitikai szerepének és bevezethetőségének vizsgálata ([http://mek.oszk.hu/01400/01454/Fucskó József \[et al.\]](http://mek.oszk.hu/01400/01454/Fucskó_József_[et_al.]))
- Gyulai Iván, Dr.: A biomassa-dilemma, második, átdolgozott kiadás, MTVSZ, 2007.
- Homer-Dixon, F.Thomas: Környezet, szűkösség, erőszak, Az ökológiai gondolat sorozat II. kötet, Sorozat szerk.: Takács-Sánta András, Typotex, Budapest, 2004.
- Jávor Benedek, Rácy Judit (szerk.): The opportunities of a representation for future generations in Europe, Védegylet, Budapest, 2006.
- Jávor Benedek, Várady Tibor, Toma Gábor: Mielőtt odaláncolod magad, útmutató a városi zöldfelületek és fák védelméhez, Védegylet-füzetek 8, Budapest, 2006.
- Kiss Judit Dr., szerző, HAND Aid Watch Munkacsoport (szerk.): A magyar nemzetközi fejlesztéspolitikai a számok tükrében, 2007.
- Környezettudományi Központ Alapítvány – Energiatudatos közbeszerzés. 2006.
- Láng István, Csete László, Jolánkai Márton: A globális klímaváltozás: Hazai hatások és válaszok. VAHAVA-jelentés. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest, 2007.
- MAVIR – A villamosenergia-rendszer közép és hosszú távú forrásoldali kapacitásterve. Budapest, 2006.
- MVM – Magyarország energiapolitikai tézisei 2006–2030 / Bizottsági anyag XLIII. Évfolyam, 2006.
- Pataki György, Takács Sánta András (szerk.): Természet és Gazdaság (Ökológiai közgazdaságtan szöveggyűjt.) Az ökológiai gondolat sorozat. Budapest, 2005.
- Takács Sánta András (szerk.): Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon. Védegylet, 2005.

- Amory B. Lovins, Nuclear power: economics and climate-protection potential, Rocky Mountain Institute, 2005.
- Barnaby, Frank Dr.– Atomic energy and nuclear weapons: the intimate connection
- EU Greens – Residual Risk-An Account of Events in Nuclear Power Plants Since the Chernobyl Accident in 1986, 2007.: http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/181/181995.residual_risk/en.pdf
- Felix Chr. Matthes: Nuclear Energy and Climate Change – The Heinrich Böll Stiftung, Nuclear Issues Paper No. 6
- Geistlinger, Michael: EURATOM: 50 years too much! (és mások előadásai: Energy intelligence for Europe – Some Ideas on the Possibility of Unilateral Withdrawal from the EURATOM Treaty), 2007.
- Harding, Jim: Seven Myths of the Nuclear Renaissance, 2007.
- Martin, Brian: „Confronting the Nuclear Power Structure in India,” in Confronting the experts, State University of New York Press, 1996.
- Ministry of Sustainable Development, Sweden – The Energy Policy of the Swedish Government, 2006.
- New Scientist – How scared should we be of polonium, 2006. december./ ‘Stowaway’ that stops nuke smugglers, 2007. január.
- NIRS / wise – Nuclear Monitor, Gambling on Yucca Mountain, 2002. <http://www.nirs.org/monon-line/nc562.pdf>
- Nuclear Power – Mith end reality – Nuclear Energy and Proliferation, Negyedik szám, 2005.
- Nassauer, Otfried: Nuclear Energy and Proliferation – The Heinrich Böll Stiftung, Nuclear Issues Paper No. 4
- Oxford Research Group – Secure Energy? Civil nuclear power, security and global warming, 2007.
- Parliamentary Office of Science and Technology UK, POSTNOTE – Terrorist attacks on nuclear facilities. July 2004 Number 222

- Souza-Barros, Fernando de– Emeritus Professo: Current Trends in Nuclear Weapon Projects, 2006.
- Wittner, Lawrence S.: Toward Nuclear Abolition – A History of the World Nuclear Disarmament Movement, Stanford University Press, 3 vols. 2003.

Greenpeace-jelentések, anyagok:

- EREC, Greenpeace: energy [r]evolution for the world / transition economies / Africa / Latin America / USA / Middle East / East Asia / India / China
- Greenpeace – “We will not be denied our future” (http://www.youtube.com/watch?v=BY7875_rv1s, the famous video: Angry Kid, 2007.
- Greenpeace – 365 reasons to oppose nuclear power (calendar), 2006.
- Greenpeace – Mayak, 50 Years Length Tragedy, 2007
- Greenpeace – The Chernobyl catastrophe consequences on human health, ISBN 5-94442-013-8, 2006.
- Greenpeace – Who’s Power is it Anyway?, Nuclear Reactor Hazards, Ongoing Dangers of Operating Nuclear Technology in the 21st Century
- Greenpeace Germany – Who’s Who in Impeding Climate Protection – Links between politics and the energy industry
- Greenpeace UK – Decentralising Power: an energy revolution for the 21st century, 2005.
- Greenpeace UK – Decentralising scottish energy: cleaner, cheaper, more secure energy for the 21st century, 2007.
- Greenpeace UK – Powering London into 21st century, 2006.
- Greenpeace UK, WWF Edinburgh – Powering Edinburgh into the 21st century, 2006.
- Greenpeace Nordic – Progress and Quality Assurance Regime at the EPR Construction at Olkiluoto, Hanover, May 14, 2007.
- Greenpeace Spain – Renewables 2050-A report on the potential of renewable energies in peninsular Spain
- Greenpeace UK – Nuclear power undermines solutions to climate change



Energiaforradalom

A Greenpeace egy nemzetközi szervezet, amely a világ 40 országában működtet irodákat. A legkülönbözőbb emberek szövetkeznek erőszakmentes harcban egy közös célért: Földünk megőrzése magunknak és a jövőbeni generációk számára, hogy az élet továbbra is változatos lehessen. Világszerte közel 3 millió ember támogatja szervezetünket önkéntes munkájával vagy anyagilag, hozzájárulva Földünk megóvásához.

A Greenpeace nem fogad el pénzt vállalatoktól, kormányoktól, sem politikusoktól, így őrzi meg függetlenségét.

Greenpeace Magyarország Egyesület
1022 Budapest, Hankóczy Jenő utca 35., Magyarország
Telefon: +36 1 392 7663 • Fax: +36 1 200 8484
energiaforradalom@greenpeace.hu
<http://www.greenpeace.hu>

Greenpeace Európai Unió Iroda
199 rue Belliard, 1040 Brüsszel, Belgium
Telefon: +32 2 274 1900 • Fax: + 32 2 274 1910
<http://eu.greenpeace.org>

Greenpeace International
Ottho Heldringstraat 5, 1066 AZ Amszterdam, Hollandia
Telefon: +31 20 718 2000 • Fax: +31 20 514 8151
sven.teske@int.greenpeace.org
<http://www.greenpeace.org>

Az Európai Megújuló Energia Tanács (EREC) a megújuló energia technológiákkal foglalkozó európai vezető gyártók, kereskedők és kutatók ernyőszervezete. Jelen vannak benne a fotovillamos, a szél, a kis vízerőmű, a biomassza, a geotermikus és a napenergia ipar képviselői.

AEBIOM (European Biomass Association)
EGEC (European Geothermal Energy Council)
EPIA (European Photovoltaic Industry Association)
ESHA (European Small Hydropower Association)
ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation)
EUBIA (European Biomass Industry Association)
EWEA (European Wind Energy Association)
EUREC Agency (European Association of Renewable Energy Research Centers)

Az EREC megtestesíti a 20 milliárd eurós éves forgalmú európai megújuló energiatechnológiákkal foglalkozó szektorokat, amelyek összesen közel 300 000 embert foglalkoztatnak.

EREC european renewable energy council
Renewable Energy House, 63-65 rue d'Arlon,
B-1040 Brüsszel, Belgium
Telefon: +32 2 546 1933 • Fax: +32 2 546 1934
erec@erec.org
<http://www.erec.org>