

Progresszív Energia[Forradalom]

A FENNTARTHATÓ ENERGIAGAZDÁLKODÁS LEHETŐSÉGEI MAGYARORSZÁGON



EREC
EUROPEAN RENEWABLE
ENERGY COUNCIL

GREENPEACE



- 1 Nemzetközi éghajlatvédelem és energiapolitika
- 2 Az energiaszektor Magyarországon: az Energia[Forradalom] jövőbeli megvalósulásának jelenlegi körülményei
- 3 Atomenergia és éghajlatvédelem
- 4 Az Energia[Forradalom]

- 5 A Magyarországra vonatkozó alap és progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyvek főbb eredményei
- 6 Foglalkoztatási hatások a villamosenergia-ágazatban Magyarországon
- 7 A csendes forradalom – a múlt és a jelen piaci fejlődése

- 8 Energiaforrások és ellátásbiztonság
- 9 A jövőbeli energiaellátás forgatókönyvei és költségei
- 10 Megújulóenergia-technológiák
- 11 Szabályozási javaslatok európai uniós kontextusban
- 12 Szójegyzék és függelék



kép AZ OROSZORSZÁGI ÓSLAKOS NYENYECEK HÁROM-NÉGYNAPONTA ÚJ HELYRE VÁNDOROLNAK, NEHOGY TÚLHALÁSSZÁK A TAVAKAT, VAGY RÉNSZARVASAIK TÚLLEGLJÉK A MEZŐKET. A JAMAL-FÉLSZIGETET KÜLÖNÖSEN FENYEGETI AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS, MIVEL A HŐMÉRSÉKLET EMELKEDÉSÉVEL OROSZORSZÁG RÉGI ÁLLANDÓAN FAGYOS TERÜLETEI OLVADÁSNAK INDULNAK.

„Merünk-e majd belenézni gyermekünk szemébe, hogyan beismerjük:

megvolt rá a lehetőségünk,
de nem volt hozzá bátorságunk?
Hogy megvolt rá a technológiánk,
de nem volt hozzá fantáziánk?”

**Greenpeace International, Európai
Megújuló Energia Tanács (EREC)**

dátum: 2011. november
ISBN 978-963-08-2720-1

nemzetközi projektvezető és vezető szerző
Sven Teske, Greenpeace International

**magyarországi projektvezető és
közreműködő szerző, szerkesztő**
Stoll Barbara, Greenpeace Magyarország

EREC Arthouros Zervos, Josche Muth

Greenpeace International
Sven Teske

Greenpeace Magyarország
Stoll Barbara

kutatás és közreműködő szerzők
DLR, Institute of Technical
Thermodynamics, Department of
Systems Analysis and Technology

Assessment, Stuttgart, Germany:
Dr. Wolfram Krewitt (†), Dr. Thomas
Pregger, Dr. Sonja Simon, DLR,
Institute of Vehicle Concepts,
Stuttgart, Germany: Dr. Stephan Schmid.
Ecofys BV, Utrecht, The Netherlands:
Wina Graus, Eliane Blomen

külön köszönet a közreműködésért
Pogány Anikó, Török Márton, Vetier Márta,
Rohonyi Péter és számos magyar szakértő

tervezés
onehemisphere, Svédország,
www.onehemisphere.se

tördelés
synra reklámügynökség

kontakt
barbara.stoll@greenpeace.hu,
sven.teske@greenpeace.org,
erec@erec.org

előszó

Munkahelyteremtés, az energiaszegénység enyhítése, jobb egészség, tisztább környezet és növekvő társadalmi jólét – néhány azok közül az előnyök közül, amelyeket a fenntartható energiarendszer meghonosításával Magyarországon megtapasztalhatnánk. A tanulmányban ismertetett kihívások tanúsítják, hogy az átalakulási folyamat összehangolt erőfeszítést igényel a következő néhány évben.

Az Energia[Forradalom] for-gatókönyve rádöbbsent minket arra, hogy kevéssel nem érhetjük be: forradalmi változtatásra van szükség az energiarendszerben,

Magyarországon is. A fokozatosan bevezetett apró módosítások nem fogják meghozni a kívánt eredményt – az átalakulásnak most kell elkezdődnie, nagy lépésekben. Hasonlóan forradalmi változtatások ugyanakkor már a múltban is végbementek, és legtöbbször nagymértékben szolgálták a társadalom jólétét.

A gazdasági növekedés és az energiaigények kettéválasztása Magyarország számára energiafüggőségének jelentős csökkenését hozhatja. A magasabb gazdasági és környezeti költségek pedig elkerülhetőek eredményes energiahatékonysági intézkedések és megújuló energiák alkalmazásával. Egy új és fenntartható energiarendszerre van szükségünk annak érdekében, hogy megbirkózzunk a klímaváltozás kihívásaival.

Ez a tanulmány bemutatja, hogy Magyarország képes zöld gazdaságot építeni, egyúttal bevezetni a szükséges, új energiarendszert.

A tanulmány részletesen elemzi, hogyan tud az ország a fosszilis üzemanyagtól és az atomenergiától való erős függőségétől egy fenntartható energiarendszer felé fordulni, hozzájárulva ezzel mindennapi életünk javításához. Otthonaink kényelme növelhető a Greenpeace és az EREC által mutatott út választásával. A két szervezet egy olyan alapvető tanulmányt készített, amely feltárja a magyarországi lehetőségeket.

Ez az út nem idealisztikus vagy elvont, ellenkezőleg: jól megalapozott, amelyet követni lehet. Sok megoldás már ma is rendelkezésre áll, az alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiák pedig szintén karnyújtásnyira vannak. Az Energia[Forradalom] olyan, a hétköznapi életet is érintő javaslatokkal áll elő, amelyek hatékony alkalmazása 88 százalékkal csökkenti a CO₂-kibocsátást és növeli a foglalkoztatás szintjét. Erősen támogatom ezt megközelítést: az elmozdulást egy hatékonyabb energiarendszer felé, amely számos lehetőséget és közvetlenül előnyös az állampolgárok számára.

Az energiahatékonyságra és a szigorú energiafogyasztásra vonatkozó előírások bevezetése a készülékekre, épületekre és járművekre vonatkozóan csökkenti az energiaigényt, valamint hosszú távú megtakarításokat eredményeznek a fogyasztóknál. Az épületállományunk felújítása a magas energiahatékonyság elérése érdekében rengeteg pénzt takarítana meg, egyúttal csökkentené az üvegházhatású gázok kibocsátását is.

Magyarország képes elérni a tanulmányban ismertetett ambiciózus célokat, de ez kitartó erőfeszítést követel, amihez politikai elkötelezettségre és a társadalom egészének részvételére van szükség.

Az Energia[Forradalom] a technológia és a társadalom összefogására épít annak érdekében, hogy együtt hozzanak létre egy fenntartható energiarendszert. Az energiahatékonyság és a megújuló energia

munkahelyeket teremt és javítja a környezetünket. A Greenpeace és az EREC dicséretes munkát végez annak bemutatásában, hogy Magyarország hogyan indíthatja újjá ezt a forradalmat.

Végezetül: nagyon megtisztelő, hogy én ajánlhatom ezt a tanulmányt az olvasónak, hiszen szorosán együttműködtem a nemzetközi Energia[Forradalom] forgatókönyvek kidolgozásában egyrészt az Éghajlat-változási Kormányközi Testület keretein belül, másrészt pedig az Energia[Forradalom] megálmodójával és vezető szerzőjével, Sven Teskével együtt dolgozva – és igen nagyra becsülöm ezt a munkát. Így különösen örülök, hogy az Energia[Forradalom] most elérkezett Magyarországra is, hogy katalizálja az átalakulást a fenntartható jövő irányába; ahol nincs többé energiaszegénység, mindannyiunknak több pénz marad, amit nem a villany- és fűtésszámláira költ; ahol Magyarország függetlenebbé válik a földgáz- és kőolajimporttól; ahol több embert foglalkoztatnak helyben, és az emberek egészségét is kevesebb hatás veszélyezteti, emellett nagyobb kényelmet élvezhetnek, s a sor még hosszan folytatható...

Ürge-Vorsatz Diana

IGAZGATÓ, ÉGHAJLAT-VÁLTOZÁSI ÉS FENNTARTHATÓ ENERGIAPOLITIKAI KÖZPONT (3CSEP)

PROFESSZOR, KÖZÉP-EURÓPAI EGYETEM (CEU)



Bevezetés

„ITT AZ IDŐ, HOGY ELKÖTELEZZÜK MAGUNKAT EGY VALÓBAN BIZTONSÁGOS ÉS FENNTARTHATÓ ENERGIÁRA ÉPÜLŐ JÖVŐ MELLETT, AZ EGÉSZSÉGES KÖRNYEZET, A POLITIKAI STABILITÁS ÉS A VIRÁGZÓ GAZDASÁGOK ÉRDEKÉBEN.”



kép EGY KARBANTARTÓ LÉP BE A TAPANCSENGI SZÉLFARM EGYIK TURBINATORNYÁBA. KÍNA LEGJOBB SZÉLERŐFORRÁSÁT A TIEN-SAN HEGYSÉG SZÉLKAPUI ADJÁK.

Mivel a hőmérséklet igen gyors ütemben emelkedik globális szinten, a sarki jég pedig olvadóban van, elkerülhetlenné vált a klímaváltozás fogalmának ismerete, amely kétségkívül a mai világunk egyik legnagyobb problémáját jelenti.

Az utóbbi húsz évben a globális átlaghőmérséklet emelkedése szörnyű katasztrófákat okozott: viharokat, hurrikánokat, szökőáradatokat és más pusztító természeti jelenségeket. A hasonló események száma feltehetően megsokszorozódik a jövőben, ha a légkörbe bocsátott üvegházgázok mennyiségét nem csökkentjük drasztikusan. Hogy a globális felmelegedés legdrámaibb következményeit elkerülhessük, az emberiségnek az összes szükséges lépést meg kell tennie, hogy megállítsa, vagy legalább lelassítsa ezt az egyébként visszafordíthatatlan folyamatot.

Az IPCC (Éghajlat-változási Kormányközi Testület; 2007) szerint az emberi tevékenységből származó üvegházgáz-kibocsátás globális szinten 70%-kal nőtt 1970 és 2004 között (ami legnagyobb részben az energiaellátásból, a közlekedésből és az iparból származik). A globális átlaghőmérséklet észlelt emelkedéséért leginkább a légkörben található antropogén üvegházgázok (ÜHG) koncentrációjának növekedése a felelős. A legveszélyesebb antropogén ÜHG a szén-dioxid, amelynek kibocsátása 1970 és 2004 között 80%-kal nőtt, ennek a növekedésnek pedig elsődleges oka a – főként energiatermelés céljából történő – fosszilis üzemanyagok használata.

Egy olyan korban, amikor a természetes erőforrások kimerülőben vannak, és a társadalom az eddigi legnagyobb gazdasági válsággal néz szembe, amikor bolygónkat teljesen kizsákmányoltuk, és nap mint nap szembesülünk újabbnál újabb pusztító természeti jelenségekkel, nincs más választásunk, mint hogy gyökeresen megváltoztassuk az életünket és energiatermelésünk módját, és új utakat találjunk gazdaságaink újjáépítéséhez, hogy egy valóban fenntartható útra lépjünk.

A Greenpeace ezért készítette el Magyarország számára az Energia[Forradalom] második kiadását, a Progresszív Energia[forradalmat]. Ezen az elemzésen keresztül szeretnénk megmutatni, hogy valóban lehetséges a zöld, fenntartható és biztonságos jövő kialakítása. A forgatókönyv mélyrehatóan tárgyalja, milyen lehetőségek vannak az energiaellátással kapcsolatos stratégiák terén, és hogyan lehet kidolgozni egy fenntartható energia- és klímapolitikát. Szeretnénk megoldásokat és lehetséges utakat mutatni azzal kapcsolatban, hogyan erősíthetjük meg gazdaságunkat, teremthetünk munkahelyeket, miközben az energiabiztonságról is gondoskodunk, és kibocsátásainkat is a kezelhető szinten belül tartjuk.

KÉP A NAN'AÓI NAN SZÉLFARM TURBINÁI. KUANGTUNG TARTOMÁNY RENDELKEZIK KÍNA LEGJOBB SZÉLERŐFORRÁSAIVAL, ÉS MÁR MA IS SZÁMOS IPARI MÉRETŰ SZÉLFARMNAK AD OTTHONT.



Energiapolitika

Az energiapolitika széleskörű hatással bír a társadalom, a politika és a gazdaság egészére. A gazdaságok működéséhez elengedhetetlen a hozzáférés a megfelelő mennyiségű energiához, ugyanakkor az energia iránti kereslet lett az üvegházgáz-kibocsátások fő okozója, ami az éghajlatot is veszélybe sodorta. Valamin tehát változtatni kell.

A fosszilis üzemanyagok árának rendkívüli változékonysága miatt egyre bizonytalanabbá válik a globális gazdaság, és ez indirekt módon ösztönzést jelent arra, hogy a befektetések a már jelenleg is virágzó megújulóenergia-technológiákba áramoljanak.

Az energiához való hozzáférés a világ valamennyi országa számára stratégiai fontosságú. Az elmúlt pár évben az olaj hordónkénti ára hullámvasútként mozgott, és 2008 júliusában elérte a 147,27 dolláros rekordmagasságot, hogy azután decemberben ismét 33,87 dollárra essen vissza.

Az energiaellátás biztonságát ugyanakkor nem csupán az üzemanyagok ára befolyásolja, hanem az a kérdés is, hogy rendelkezésre állnak-e hosszú távon. A megújuló energiaforrások nem csupán azért jelentenek jó megoldást, mert belföldön elérhetőek, és helyben megtermelhetők. A megújulóenergia-technológiák továbbá nem termelnek üvegházgázokat, vagy csak nagyon kevés mennyiséget, és az általuk használt „üzemanyagot” a gyakorlatilag kimeríthetetlen természeti erőforrások biztosítják.

Ezek közül a technológiák közül néhány már most versenyképes. A szélenergia-ipar robbanásszerű növekedése például a globális recesszió ellenére tovább folytatódott, és ez bizonyítékul szolgál arra, hogy a megújuló technológiák vonzereje kikezdetlen. A globális szélenergia-piac 2009-ben évi 41,5%-os növekedést produkált. A megújulóenergia-ipar jelenleg 2 millió embert foglalkoztat világszerte, és a nemzeti ipari fejlesztési tervek fő tényezőjévé vált. 2010-ben a megújuló energiába történő befektetések értéke világszinten 207 milliárd USA dollár volt.

A megújuló alkalmazása a jövőben várhatóan még kedvezőbbé válik gazdasági szempontból, hiszen a technológiák fejlődnek, miközben a fosszilis üzemanyagok ára folyamatosan növekszik, ugyanakkor pénzben kifejezhető értéke van annak a ténynek, hogy a megújuló szén-dioxid-kibocsátást spórolnak meg. A költség-összehasonlítás már most a megújuló javára dől el, pedig a fosszilis üzemanyagok hatalmas externális költsége – gondoljunk pl. a Mexikói-öbölben történt olajkatasztrófára – még nincs is beleszámítva.

Noha az iparosodott országokban a fosszilis üzemanyagokból származó kibocsátás a gazdasági válság következtében valamelyest csökkent, az energiához kapcsolódó szén-dioxid-kibocsátás globális szinten tovább növekszik. Ez azt jelenti, hogy ha „magához tér” a gazdaság, ez ismét a szén-dioxid-kibocsátás növekedésével fog járni, ami további üvegházgáz-képződéshez vezet, és fenyegetést jelent bolygónk számára. Olyan irányváltásra van szükség az energiapolitikában, amelynek köszönhetően a gazdasági növekedés mellett csökkenhet a szén-dioxid-kibocsátás. Az Energia[Forradalom] bemutatja, ez hogyan lehetséges.

Progresszív Energia[Forradalom] – Magyarország, 2011

A Greenpeace 2007 januárja óta három globális és számtalan regionális Energia[Forradalom]-forgatókönyvet jelentetett meg; mindegyik vizsgálat mélyebbre hat, mint az előző. Ez a második olyan forgatókönyv, amely kimondottan Magyarország számára készült – emellett 2011 tavaszán kiadtunk egy részletes vizsgálatot arról is, hogyan kellene az energiaellátó-hálózatot fejleszteni és átalakítani, hogy intelligens hálózatokat kapjunk.

Az Energia[Forradalom] tanulmány az alapvető előrejelzések mellett nem csupán pénzügyi elemzést és a foglalkoztatásra vonatkozó számításokat tartalmaz, hanem egy második, ambiciózusabb, úgynevezett Progresszív Energia[Forradalom]-nak elnevezett forgatókönyvet is.

Ez azért tűnt elengedhetetlenül fontosnak, mert a klímaváltozás gyors előrehaladása miatt 2009-ben világossá vált, hogy ha 2050-re az energiához kapcsolódó globális szén-dioxid-kibocsátást 50%-kal csökkentenénk is, még nem biztos, hogy az elég volna a globális átlaghőmérséklet-emelkedés +2°C alatt tartásához.

A Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyvben öt paramétert változtattunk meg az alap forgatókönyvhöz képest. Ezek a következők: a szénerőművek gazdasági életciklusát 40-ről 20 évre csökkentettük; a megújuló növekedési rátájának meghatározásakor a megújulóipar progresszív számításait vettük figyelembe; a közlekedési szektorban az elektromos járművek használatának 10 évvel korábbi bevezetésével és az intelligens hálózatok gyorsabb elterjedésével számoltunk; és végül, de nem utolsó sorban a progresszív verzió szerint a fosszilis üzemanyagokra épülő energia bővülése 2015-ben leáll. Mindezzel lehetővé válik a szén-dioxid szintjének drasztikus csökkentése és a megújuló több mint 80%-os részesedése a világ energiaellátásában 2050-re. Természetesen ez technológiai szempontból kihívást jelent, ám a fő akadály mégis politikai jellegű.

Az elkövetkező pár évben hosszú távú és megbízható politikai döntések meghozatalával el kell indítanunk az Energia[Forradalmat]. Több mint egy évtizedbe telt, mire a politikusok elismerték az éghajlati krízis meglétét; ám nincs még egy évtizedünk arra, hogy megegyezünk az energiaszektorban szükséges változtatásokkal kapcsolatban. A Greenpeace és a megújulóenergia-ipar praktikus, ámde nagyratörő tervet szánta az Energia[Forradalom] forgatókönyvet. Itt az idő, hogy elkötelezzük magunkat egy valóban biztonságos és fenntartható energiára épülő jövő mellett az egészséges környezet, a politikai stabilitás és a virágzó gazdaságok érdekében. Ez a jövő az energiahatékonyságra és a megújuló energiára, valamint a gazdasági fejlődésre és a következő generációk számára létrehozott több milliónyi munkahelyre épül.

Artouros Zervos
AZ EURÓPAI MEGÚJULÓ ENERGIA
TANÁCS (EREC) ELNÖKE

Sven Teske
KLÍMA ÉS ENERGIA KAMPÁNY
GREENPEACE INTERNATIONAL

Stoll Barbara
KLÍMA ÉS ENERGIA KAMPÁNY
GREENPEACE MAGYARORSZÁG

Vezetői összefoglaló

„AZ ENERGIA[FORRADALOM] LÉNYEGÉT AZ ENERGIA TERMELÉSÉBEN, ELOSZTÁSÁBAN ÉS FOGYASZTÁSÁBAN BEKÖVETKEZŐ VÁLTOZÁS ADJA.”



Kép a PS10 koncentrált naperőmű a spanyolországi Sevillában. A 11 MW-os naptorony 624 nagyméretű, mozgatható tükör (heliosztát) segítségével termel villamos energiát. A nap hősugárzását tükörökkel összpontosító erőmű 23 GWh-nyi elektromosságot képes előállítani, amely egy 10 000 fős település ellátására elegendő.

Az Energia[Forradalom]

Az éghajlatváltozás veszélye, amelyet a globális átlaghőmérséklet emelkedése okoz, a 21. század elejének legjelentősebb környezetvédelmi kihívását jelenti a világ számára. Óriási következményei lehetnek a világ társadalmi és gazdasági stabilitására, a természeti erőforrásokra és különösen az energiatermelésre.

Az éghajlatváltozás sürgető problémája nem kevesebbet, mint egy forradalmat követel meg az energiarendszerben, olyan átalakulást, amely a megújuló piacának folyamatos növekedésével már el is kezdődött. Az Energia[Forradalom] első globális kiadásában, amely 2007 januárjában jelent meg, világszinten 156 GW beépített megújulóenergia-kapacitást vetítettünk előre 2010-re – ehhez képest 2009 végére már 158 GW volt beépítve. Ennél azonban még többet kell tennünk.

A változás öt fő alapelve a következő:

- A megújuló energiára épülő megoldások megvalósítása, különösen a decentralizált energiarendszereken keresztül;
- A környezet természetes korlátainak tiszteletben tartása;
- A szennyező, nem fenntartható energiaforrások kivezetése;
- Az erőforrások használatának igazságosabbá tétele;
- A gazdasági növekedés és a fosszilis energiahordozók használatának különválasztása.

A decentralizált energiarendszerek, ahol a hő- és a villamos energiát a végső felhasználás helyéhez közel termelik meg, elkerülik az átalakítás és az elosztás jelenlegi pazarlását. Az „éghajlati infrastruktúrába” történő befektetések, mint például az interaktív okos hálózatok és a nagy mennyiségű tengeri szélenergiát, illetve a koncentrált napenergiát szállítani képes szuperhálózatok elengedhetetlenek. A megújuló mikrohálózataik központi szerepet fognak kapni a fenntartható villamosenergia-termelés biztosításában közel kétmilliárd ember számára – különösen az elszigetelt területeken –, akik jelenleg nem férnek hozzá az elektromos hálózathoz.



A Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyve a 2007–2009 között kiadott első sorozat forgatókönyveit követi, az éghajlatváltozással foglalkozó tudomány legfrissebb álláspontjának megfelelően emelve a kibocsátás-csökkentés szükséges szintjét. Míg az Energia[Forradalom] alap forgatókönyve 2050-re a globális szén-dioxid-kibocsátások 50%-os csökkentésével (az 1990-es bázisévhez képest), illetve fejenként évi körülbelül 1 tonnányi kibocsátással számol világszinten, a progresszív forgatókönyv 80%-os csökkentést tűz ki, az egy főre eső éves kibocsátások 0,5 tonnás értékével.

A megújuló energián alapuló jövő felé Magyarországon

Ma a megújuló energiaforrások Magyarország primerenergia-igényének 7%-át teszik ki. A fő forrás a biomassa, amelyet főleg a fűtési ágazatban használnak fel. A megújulók aránya a villamosenergia-termelésben 8%, hozzájárulásuk a fűtés ellátásához 9% körüli, ennek nagy részét a tűzifa és hasonló hagyományos források adják. A primerenergia-ellátás mintegy 80%-a származik ma is fosszilis tüzelőanyagokból. Az Energia[Forradalom] mindkét forgatókönyve (az alap és a progresszív forgatókönyv) olyan fejlődési útvonalat ír le, amely a jelenlegi helyzetet a fenntartható energiaellátás irányába fordítja; a progresszív forgatókönyv azonban a szén-dioxid-kibocsátások szükséges csökkentési célját több mint egy évtizeddel korábban éri el, mint az alap forgatókönyv.

A következő összefoglaló bemutatja a Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyvének eredményeit Magyarországra számára.

1. A jelenlegi óriási energiahatékonysági potenciál kiaknázása biztosítja, hogy a primerenergia-igények a jelenlegi 1085 PJ/év-ről (2010) 796 PJ/év-re csökkenjenek 2050-re, szemben a referencia-forgatókönyv 1288 PJ/év értékével. Ez a komoly csökkenés elengedhetetlen feltétele lesz a megújuló energiaforrások arányának számottevő növeléséhez az energiaellátási rendszerben, pótolva az atomenergia kivezetését és a fosszilis energiahordozók felhasználásának csökkentését.
2. A közlekedési szektorban nagyobb mértékben fog elterjedni az elektromos meghajtás, a többlet megújuló villamos energiának elektrolízisre történő felhasználásával előállított hidrogén pedig sokkal nagyobb szerepet játszik a progresszív forgatókönyv esetében, mint az alapban. A közlekedési szektor villamosításának aránya a végső energiafelhasználásban 2050-re eléri a 65%-ot. A tömegközlekedési rendszerek szintén növekvő arányban használnak villamos energiát, miközben a teherszállítást illetően fokozódik az áttérés a közútról a vasútra.
3. A kapcsolt hő- és villamosenergia-termelő (CHP) erőművek használatának terjedése szintén javítja az ellátási rendszer energiaátalakítási hatékonyságát, egyre nagyobb arányban földgázt és biomasszát használva. Hosszú távon a hőenergia-igény csökkenése és a hőnek közvetlenül a megújulókból történő előállítása korlátot szab a CHP-erőművek további bővülésének.

4. A villamosenergia-ágazat válik a megújuló energiák úttörőjévé. 2050-re az áram körülbelül 78%-ban megújulókból fog származni. A 25 000 MW-os összteljesítmény 48 TWh/év megújuló energiát termel 2050-re. A szél- és fotovoltaikus energiából származó variábilis termelés számottevő része kerül felhasználásra az elektromos járművek akkumulátorainak töltésére, illetve a közlekedés és az ipar másodlagos üzemanyagaként alkalmazott hidrogén termelésére. A terhelésszabályozási stratégiák bevetésével csökkenni fog a villamosenergia-termelés során keletkező felesleg, és kiegyensúlyozottabbá válik az energiaellátás.
5. A hőellátási szektorban a megújulók részesedése 2050-re 93%-ra emelkedik. A fosszilis tüzelőanyagokat egyre inkább kiszorítják a hatékonyabb, korszerű technológiák, különösen a fenntartható biomassa, a napkollektorok és a geotermikus energia. A geotermikus hőszivattyúk egyre növekvő szerepet játszanak majd a hőtermelésben.
6. A közlekedési módok közötti átváltással kiaknázására kerülnek a szállítási ágazatban rejlő jelentős energiahatékonysági lehetőségek – ez a közúti szállítást vasútra való áttérését és a jóval könnyebb és kisebb járművek használatát jelenti. Mivel a biomassa alkalmazása jórészt helyhez kötött, a bioüzemanyagok termelését a fenntartható nyersanyagok elérhetősége határozza be. A megújuló energiaforrásokkal meghajtott elektromos járművek 2020-tól kezdve egyre nagyobb teret hódítanak.
7. 2050-re a primerenergia-igények 75%-át a megújuló energiaforrások fogják kielégíteni.

A megújuló energiaforrások gazdaságilag vonzó növekedésének elérésében rendkívüli fontosságú mindegyik technológia kiegyensúlyozott és időszerű mozgósítása. Mindazonáltal a gazdaságilag optimális megoldás csak akkor érhető el, ha az energiahatékonysági potenciált a lehető legnagyobb mértékben kiaknázzuk. Ez a technikai potenciáloktól, a tényleges költségektől, a költségcsökkentési lehetőségektől és a műszaki kiforrottságtól függ.

Jövőbeli költségek

Az Energia[Forradalom] két forgatókönyvében bevezetett megújuló technológiák kismértékben megemelik a villamosenergia-termelés fajlagos költségeit a referencia-forgatókönyvhöz képest 2030-ig. (Lásd az 5.5 ábrát.) A különbség 3 eurocent/kWh körülire várható. 2030 után viszont a fajlagos költségek csökkenni kezdenek a megújuló berendezések méretgazdaságosságának javulása és a technológiai fejlődés miatt. 2040-re az Energia[Forradalom] forgatókönyvei alapján a villamosenergia-termelés költségei olcsóbbak lesznek a referencia forgatókönyvben meghatározottnál, amely magas áremelkedést lesz kénytelen elkönyvelni a növekvő üzemanyagárak miatt.

2050-ben az egy kWh-ra eső fajlagos költségek 11 eurocentet tesznek ki a progresszív, 12 eurocentet az alap, és 15 eurocentet a referencia forgatókönyvben.

„A hosszú távú forgatókönyvet a fosszilis energiahordozók gyorsabb ütemű, az évszázad második felére történő teljes kivezetésére alakítottuk ki.”

A referencia forgatókönyvben az energiaigények ellenőrizetlen növekedése, a fosszilis energiahordozók árának emelkedése és a szén-dioxid-kibocsátások költsége a villamosenergia-ellátás összköltségét évi 3 milliárd euróról 13 milliárd euróra tornázza fel. Az 5.5 ábra bemutatja, hogy az Energia[Forradalom] forgatókönyvei nemcsak Európa szén-dioxid-kibocsátási célkitűzéseivel csengenek össze, de segítenek az energiaárak megfelelő szinten tartásában és a társadalomra nehezedő gazdasági nyomás enyhítésében is. Az energiahatékonyság növekedése és az energiaellátás megújulókkal történő biztosítása hosszú távon a villamosenergia-ellátás költségeinek 34%-os, illetve 43%-os csökkenését eredményezi a progresszív, illetve az alap forgatókönyv szerint. A Progresszív Energia[forradalomnak] az alaphoz képest magasabb összköltségét a nagyobb villamosenergia-igény adja a közlekedési és a fűtési ágazat növekvő villamosítása miatt.

Az elsősorban a közlekedési ágazat okozta növekvő áramigények miatt a Progresszív Energia[Forradalom] energiaellátásának összköltségei 840 millió euróval lesznek magasabbak 2030-ban, valamint 1,05 milliárd euróval 2050-ben, mint az alap forgatókönyv esetében.

Jövőbeli befektetések

A Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyv megvalósításához 58,6 milliárd eurónyi befektetésre lenne szükség – 18 milliárd euróval többre, mint a referencia forgatókönyv esetében. A referencia verzióban a befektetések mindössze 26%-a fordítódik megújuló energiára, míg 18% jut a fosszilis tüzelőanyagokra, 44% pedig az atomerőművekre. A progresszív forgatókönyv szerint ugyanakkor Magyarország a befektetések körülbelül 73%-át fordítja megújulóakra; 2030-ra az energiaágazat befektetéseinek a fosszilis energiahordozókra eső része elsősorban a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelő erőművekre és a hatékony gázerőművekre fog összpontosítani. A Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyve szerint az energiaágazatba történő átlagos éves befektetés 2007 és 2030 között 1,3 milliárd eurót tesz ki.

A megújuló energiának viszont nincsenek üzemanyagköltségei, így az Energia[Forradalom] alap forgatókönyvében az üzemanyagköltségek megtakarítása eléri a 37,5 milliárd, avagy az évi 0,9 milliárd eurót. A progresszív forgatókönyv ennél is tovább megy, 63 milliárd, avagy évi 1,6 milliárd eurós megtakarítással.

A referencia forgatókönyv szerinti éves átlagos üzemanyagköltség négyszer magasabb lesz, mint a progresszív forgatókönyvben foglaltak megvalósításához szükséges addicionális befektetések értéke.

Ezek a megújuló energiaforrások 2050 után is üzemanyagköltségek nélküli villamos energiát állítanak elő, miközben a szén és a földgáz költségei súlyos terhet rónak a nemzetgazdaságokra.

A jövőbeli foglalkoztatás Magyarországon

A modell szerint az energiaágazat munkahelyeinek száma mindhárom forgatókönyvben nő. 2010-ben 16 600 munkahely volt a villamosenergia-szektorban; ez a referencia-forgatókönyvben 20 000-re, az Energia[forradalomban] 24 000-re, a Progresszív Energia[Forradalom]-ban 33 000-re emelkedik.

A 6.1 ábra megjeleníti a foglalkoztatás növekedését mindhárom forgatókönyv szerint mindegyik technológia esetében 2030-ig.

A referencia-forgatókönyvben a munkahelyek száma 23%-kal nő 2015-ig, majd további 27%-os növekedéssel 2020-ra eléri a 25 000-et. 2020 és 2030 között enyhe csökkenés következik be, ám 2030-ban még mindig 24 100 munkahely lesz, amely a 2010-es mutatónál 45%-kal magasabb.

Az Energia[Forradalom] forgatókönyvében a foglalkoztatás 2015-ig 43%-kal 24 000-re nő. 2020-ig további 23%-os növekedés várható, az így elért 27 500-as szám 2030-ra 34 000-re gyarapodik, megkétszerezve a 2010-es szintet.

A biomassza különösen nagy növekedést mutat, az energiaszektor foglalkoztatásának 38–45%-át kitevő 2030-ra mindhárom forgatókönyv szerint. A szénelapú energiatermelés mindhárom forgatókönyvben kivezetésre kerül.

Ezek a számítások nem tartalmazzák sem az atomerőművek leszereléséhez, sem az energiahatékonysághoz kapcsolódó munkahelyeket, noha valószínűleg mindkettő számottevő lesz az Energia[Forradalom] két forgatókönyvében. Mindkét forgatókönyv 2000 MW-nyi atomenergiát vezet ki, az áramtermelés pedig több mint 30%-kal csökken a referenciához képest.



Fejlesztések a szén-dioxid-kibocsátások terén

A szén-dioxid-kibocsátások szintje nagyot csökkent a 2008-2009-es válság hatására: habár 2007-ben még majdnem 58 millió tonna volt, ez 2009-re 50,4 millió tonnára esett vissza. Míg a magyarországi szén-dioxid-kibocsátás 2050-re 10%-kal csökken a referencia forgatókönyv szerint, a progresszív forgatókönyvben a 2007-es 58 millió tonnáról 9 millió tonnára esik vissza – ez az 1990-es szinthez képest 88%-os csökkenést jelent. Az egy főre eső kibocsátások 5,8 tonnáról 1 tonnára zsugorodnak. Az atomenergia kivezetése és a növekvő energiaigény ellenére a villamosenergia-ágazat szén-dioxid-kibocsátásai mérséklődni fognak. Hosszú távon a hatékonysággal szerzett előnyök és a járművek megújuló villamos energiával történő meghajtásának terjedése csökkenti a közlekedési szektor kibocsátásait. Az energiaszektor a kibocsátások 54%-os részesedésével 2050-re megelőzi a közlekedési és az összes többi ágazatot. Az Energia[Forradalom] alap forgatókönyvében a szén-dioxid-kibocsátások 10-15 éves késéssel csökkennek a progresszív forgatókönyvhöz képest, így a fejenkénti kibocsátások 4,1 tonnát tesznek ki 2030-ra, illetve 2,1 tonnát 2050-re. 2050-ben Magyarország szén-dioxid-kibocsátásai 74%-kal lesznek alacsonyabbak az 1990-es szinthez képest.

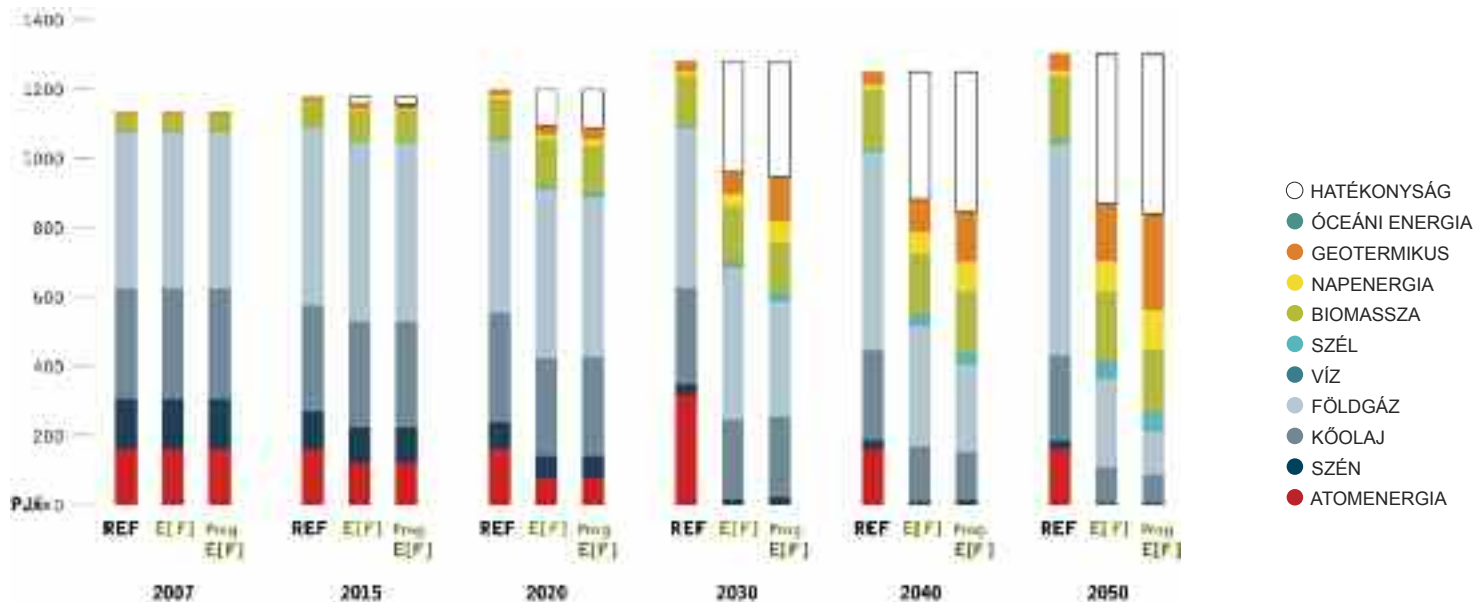
A szükséges szabályozási változtatások

Az Energia[Forradalom] megvalósítása és az éghajlatváltozás veszélyes szintjének elkerülése érdekében a Greenpeace és az EREC a következő szabályozási változtatások végrehajtását követeli az energiaszektorban.

1. A fosszilis energiahordozók és az atomenergia összes állami támogatásának fokozatos megszüntetése.
2. Az energiatermelés externalizált (társadalmi és környezeti) költségeinek internalizálása a kibocsátások korlátozásával és kereskedelmével.
3. Szigorú energiahatékonysági előírások létrehozása az összes energiafogyasztó berendezésre, épületre és járműre vonatkozóan.
4. Jogilag kötelező érvényű célok kitűzése a megújuló energiára és a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelő erőművekre.
5. A villamos energia piacának átalakítása a megújulóenergia-termelők elsőbbségének biztosításával a hálózathoz való hozzáférésben.
6. Meghatározott és stabil befektetői hozam biztosítása, például hatékony kötelező átvételi áras programokkal.
7. Jobb címkézési és információ-közzétételi mechanizmusok megvalósítása a környezetvédelmi termékekről szóló információk korlátlan elérhetőségéért.
8. A megújuló energiák és az energiahatékonyság kutatási és fejlesztési költségvetésének növelése.

0.1. ábra: A primerenergia-fogyasztás alakulása a Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyve szerint

(HATÉKONYSÁG = CSÖKKENÉS A REFERENCIA FORGATÓKÖNYVHÖZ KÉPEST.)



Nemzetközi éghajlatvédelem és energiapolitika

GLOBALIS KÉP

A KIOTÓI JEGYZŐKÖNYV

A MEGÚJULÓ ENERGIÁRA VONATKOZÓ CÉLKITŰZÉSEK

NEMZETKÖZI ENERGIAPOLITIKA

POLITIKAI VÁLTOZTATÁSOK AZ ENERGIASZEKTORBAN



Képek az ALASKAI HELYI TÉVÉCSATORNA DAGÁLYRÓL
ÉS TENGERPARTI ERŐZŐRŐL SZÓLÓ FIGYELMEZTETÉST
TESZ KÖZZÉ EGY 2006. OKTÓBERI VIHAR SORÁN,
AMELY SHISHIMAREF FALUT ÉRINTETTE.
© GPROBERT KNÖTH

„Soha nem kellett még ilyen hatalmas környezetvédelmi válsággal szembenéznünk.”



Éghajlatvédelem és energiapolitika

Az üvegházhatás az a folyamat, amelynek során a légkör csapdába ejti a nap energiájának egy részét, ezáltal felmelegíti a földet, és szabályozza éghajlatunkat. Az emberiség az üvegházhatású gázok növekvő kibocsátásával fokozta ezt a hatást, mesterségesen megemelve a globális hőmérsékletet és megzavarva az éghajlati rendszert. Az üvegházhatású gázok közé tartozik többek között a szén-dioxid (amely a fosszilis tüzelőanyagok égetése és az erdők irtása során keletkezik), a metán (amelyet a mezőgazdaság, az állatok és a hulladéklerakó telepek bocsátanak ki) és a dinitrogén-oxid (amely a mezőgazdasági termelésből és temérdek különböző ipari vegyszerből származik).

Az energiaellátás és a közlekedés biztosítása céljából felhasznált fosszilis energiahordozókkal (kőolaj, szén és földgáz) nap mint nap károkat okozunk az éghajlatban. Az emiatt bekövetkező változások várhatóan emberek millióinak lakóhelyét teszik tönkre, különösen a fejlődő országokban, emellett fajokat és komplett ökoszisztémákat törölnek el az elkövetkező évtizedek során. Emiatt számottevően csökkentenünk kell az üvegházhatású gázok kibocsátásait – ennek nemcsak környezetvédelmi, hanem gazdasági előnyei is vannak.

Az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC, az ENSZ által létrehozott fórum a megalapozott tudományos vélemények megvitatására) szerint a világ átlaghőmérséklete várhatóan akár 6,4°C-kal is megemelkedhet a következő száz évben, ha nem történnek lépések az üvegházhatású gázok kibocsátásainak csökkentésére. Ez a változás sokkal gyorsabb, mint amit az emberi történelem során valaha tapasztaltak. Az éghajlat-politikának azt a célt kell kitűznie, hogy a globális átlaghőmérséklet emelkedését 2°C alatt tartsa az iparosodás előtti szinthez képest. Ha az emelkedés meghaladja a 2°C-ot, az ökoszisztémák sérülése és az éghajlati rendszerben okozott zavar drámaian fokozódik. Nagyon kevés időnk van arra, hogy energiarendszerünket megváltoztassuk ezen cél elérése érdekében. Ez azt jelenti, hogy a globális kibocsátásoknak legkésőbb a következő évtized során el kell érniük a csúcspontot.

Az éghajlatváltozás valódiságát már ma is mutatja a sarki jég széttöredezése, a permafroszt olvadása, a tengerek szintjének megemelkedése és a halálos hőhullámok egyre gyakoribb előfordulása. Ám nem csak a tudósok tanúsíthatják ezeket a változásokat. A távoli észak eszkimóitól kezdve az Egyenlítő közelében fekvő szigetek lakosságáig az emberek mindenütt szenvednek az éghajlatváltozással összefüggő hatásoktól. Az átlag 2°C-nál magasabb globális felmelegedés miatt emberek millióit fenyegeti az éhínség, a betegségek, az áradások és a vízhiány növekvő kockázata. Sosem kellett még ilyen hatalmas környezetvédelmi válsággal szembenéznünk. Ha nem teszünk sürgős, azonnali lépéseket az éghajlat védelmére, a károk helyreállíthatatlanná válnak. Ezt csak a légkörbe bocsátott üvegházhatású gázok gyors csökkentésével kerülhetjük el.

Néhány várható hatás, ha a jelenlegi folyamatok zavartalanul folytatódhatnak

Az alacsony és közepes szintű felmelegedés várható hatásai

- A tengerszint megemelkedik a gleccserek olvadása és az óceánok hőtágulása miatt. Óriási mennyiségű üvegházhatású gáz kerül a levegőbe az olvadó permafrosztból és a haldokló erdőkből.

- Megnő a szélsőséges időjárási események, például a hőhullámok, aszályok és áradások kockázata. Az aszályok száma az elmúlt 30 évben már megduplázódott.
- Súlyos regionális hatások következnek be, például az európai folyók egyre gyakoribb áradása, emellett tengeráradások, talajerózió és a vizes élőhelyek zsugorodása. A fejlődő országok alacsonyan fekvő területeit – például Bangladesben és Dél-Kínában – súlyos áradások rombolják.
- A természetes rendszereket, többek között a gleccsereket, korallzátonyokat, a mangrove-életközösségeket, a magashegyi ökoszisztémákat, a sarkvidéki és a trópusi erdőket, a pusztai vizes élőhelyeket és az őshonos gyepeteket komoly fenyegetések érik.
- Megnő a fajok kihalásának és a biológiai sokféleség csökkenésének kockázata.

A legerőteljesebb hatások a világ szegényebb országait fogják érni Afrika Szaharától délre eső részén, Dél- és Délkelet-Ázsiában, Dél-Amerikában az Andokban, illetve a szigetvilágokban, amelyek a legkevésbé képesek magukat megvédeni a növekvő szárazságoktól, a tengerszint emelkedésétől, a betegségek terjedésétől és a mezőgazdasági termelés visszaesésétől.

Hosszú távú katasztrofális hatások

A kibocsátások növekedése okozta felmelegedés előidézheti a grönlandi jégtakaró visszafordíthatatlan elolvadását, amely az évszázadok során akár hét métert is hozzátehet a tengerek és óceánok szintemelkedéséhez. Új bizonyítékok támasztják alá azt, hogy az antarktisi jégdarabok leszakadásának üteme szintén a sarkvidékek olvadását jelzi. Az Atlanti-óceánban található Golf-áramlat lelassulása, eltolódása vagy leállása drámai következményekkel járna Európában, és megzavarná a globális tengeráramlási rendszert. Az olvadó permafrosztból és az óceánokból nagy mennyiségben kiszabaduló metán a légkör gázarányának gyors növekedéséhez vezet, ezáltal pedig a felmelegedést is elősegíti.

1.1 A Kiotói jegyzőkönyv

Felismerve ezeket a problémákat, az ENSZ 1992-es éghajlat-változási keretegyezményének (UNFCCC) aláírói 1997-ben elfogadták a Kiotói jegyzőkönyvet. Ez végül 2005 elején lépett hatályba, és a jegyzőkönyv 193 aláírója évente kétszer találkozik, hogy az egyezmény további finomhangolásáról és továbbfejlesztéséről tárgyaljon. Mindössze egy nagy iparosodott ország nem írta alá azt: az Amerikai Egyesült Államok.

A Kiotói jegyzőkönyvben az iparosodott országok egyéni célkitűzéseket vállaltak az üvegházhatású gázok kibocsátásainak csökkentésére vagy korlátozására a 2008–2012-es célidőszakban. Megegyeztek abban, hogy az 1990-es szinthez képest együttesen átlagosan 5,2%-kal csökkentik kibocsátásaikat; az Európai Unió például 8%-os csökkentést vállalt. Emellett ezen cél elérése érdekében a megújuló energiák arányának 6%-ról 12%-ra emelését is vállalta 2010-re.

Jelenleg az UNFCCC 195 tagja folyamatosan tárgyal egy új egyezménycsomagról, amelynek az éghajlatváltozás veszélyes szintjének megelőzése felé kell terelnie a világot. A Kiotói jegyzőkönyv első kötelezettségvállalási időszaka 2012 végével lezárul, így az új csomagnak biztosítania kell a folytatását a második kötelezettségvállalási időszakra, illetve egy egyértelmű megállapodást

az éghajlati finanszírozásra elkülönítendő forrásokról, továbbá az adaptáció, a technológiai transzfer támogatásáról és az erdők irtásának csökkentéséről. Ezzel párhuzamosan ki kell építeni az erős és mindenki számára kötelező érvényű célkitűzésekhez vezető határozott utat.

Ha a világ valóban meg akarja akadályozni a klímaváltozás elszabadulását, gondoskodnunk kell arról, hogy az iparosodott országok 2020-ra átlagosan legalább 40%-kal csökkentsék kibocsátásaikat az 1990-es szinthez képest. Emellett évente legalább 140 milliárd dolláros támogatást kell biztosítaniuk az iparosodó országok számára, hogy azok alkalmazkodhassanak az éghajlatváltozás hatásaihoz, megvédhessék erdőiket, és teljesíthessék az energiaforradalomban rájuk háruló feladatokat. A 2020-ra előrevetített növekedésükhöz képest 15–30%-kal kell csökkenteniük az üvegházhatású gázok kibocsátását. Nyilvánvaló, hogy a kormányoknak részt kell venniük az energiaforradalom megvalósításában, hogy elérhessék ezeket az ambíciózus kibocsátáscsökkentési célokat.

1.2 Nemzetközi energiapolitika

Jelenleg a megújulóenergia-termelők kénytelenek a régi atom- és fosszilis erőművekkel versenyezni, amelyek határköltésen termelnek áramot, mivel a fogyasztók és az adófizetők már megfizették az eredeti befektetés kamatát és az amortizációt. Ezen torzulások kijavításához és a megújulóenergia-technológiák számára is egyenlő esélyek biztosításához politikai lépésekre van szükség.

Most, amikor a kormányok világszerte az energiapiacok liberalizációjának folyamatához tartanak, a megújuló energia egyre növekvő versenyképességének az iránta való nagyobb keresletet kell maga után vonnia. Politikai támogatás nélkül azonban a megújuló energiaforrások hátrányban maradnak, mivel a hagyományos technológiák hatalmas pénzügyi, politikai és strukturális támogatásai által okozott torzulások a világ energiapiacaiban a pálya szélére szorítják őket. A megújuló fejlesztése emiatt határozott politikai és gazdasági lépéseket fog igényelni, különösen olyan törvények megalkotását, amelyek akár 20 éven át állandó díjakat biztosítanak. A megújuló energia továbbá hozzájárul a fenntartható gazdasági fejlődéshez, a jó minőségű munkahelyekhez, a technikai fejlődéshez, a globális versenyképességhez, továbbá az ipar és a kutatás vezető pozíciójához.

1.3 A megújuló energiára vonatkozó célkitűzések

Az elmúlt években az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése, valamint az energiabiztonság növelése érdekében egyre több ország tűzött ki célokat a megújuló energiát illetően. Ezeket vagy a telepített kapacitásban, vagy az energiafogyasztás százalékában fejezik ki. A célkitűzések fontos ösztönző erőként működnek közre a megújuló energia részarányának növekedésében a világ minden táján.

Ugyanakkor egy néhány éves időszak nem elég hosszú a villamosenergia-ágazat számára, ahol a befektetések akár 40 éves távra is szólhatnak. A megújuló energia célkitűzéseinek tehát rövid, közép- és hosszú távú lépéseket is kell tartalmazniuk, és jogilag kötelező érvényűnek kell lenniük ahhoz, hogy hatékonyak lehessenek. A megújulóenergia-termelést emellett kötelező átvételi árakkal és más ösztönző eszközökkel

is támogatni kell. A megújuló részarányának számottevő növekedése érdekében a célokat a különböző technológiák (szél, nap, biomassza stb.) helyi potenciáljával összhangban kell kitűzni, és olyan politikával kiegészíteni, amely kialakítja a megállapított mennyiség biztosításához szükséges tudásbázist és gyártási központokat.

Az elmúlt években a szél- és napenergia-ipar megmutatta, hogy a megújulóenergia-szektorban 30–35%-os növekedést is fenn lehet tartani. A Greenpeace az Európai Napenergia-ipari Szövetséggel (EPIA), az Európai Naphőenergia-ipari Szövetséggel (ESTIA) és a Szélergia Világtanáccsal (GWEC) közösen az 1990-es évektől kezdve dokumentálta a két iparág fejlődését, és felvázolta a növekedés előrejelzését 2020-ig, illetve 2040-ig.

1.4 Politikai változtatások az energiaszektorban

A Greenpeace és a megújulóenergia-ipar világos napirendet állított össze a megújuló energiaforrásokra történő váltás ösztönzéséhez szükséges politikai változtatásokra vonatkozóan. A legfőbb követelések:

1. A fosszilis energiahordozók és az atomenergia állami támogatásának megszüntetése.
2. Az externalizált társadalmi és környezetvédelmi költségek internalizálása a „cap and trade” rendszer alkalmazásával.
3. Szigorú energiahatékonysági előírások minden energiafogyasztó készülékre, épületre és járműre.
4. Jogilag kötelező érvényű célszámok meghatározása a megújuló energia részarányaira vonatkozóan.
5. A villamosenergia-piac átalakítása, elsőbbséget adva a megújulóenergiatermelésnek.
6. Meghatározott és stabil hozam biztosítása a befektetők számára, például kötelező átvételi rendszer segítségével.
7. Jobb címkézési és adat-közzétételi mechanizmusok megvalósítása több környezetvédelmi termékinformáció elérhetősége érdekében.
8. A megújuló energiák és az energiahatékonyság kutatási és fejlesztési költségvetésének növelése.

A hagyományos energiaforrások a becslések szerint 250-300 milliárd dolláros támogatásban részesülnek évente a világon, amely súlyosan torzítja a piacokat. A támogatások mesterségesen csökkentik a villamos energia árát, a piacon kívülre szorítják a megújulókat, és stabil pozícióban tartják a versenyképtelen technológiákat és energiaforrásokat. A fosszilis energiahordozók és az atomenergia közvetlen és közvetett támogatásának megszüntetése segítene egyenlőbb feltételeket biztosítani az energiapiac résztvevői számára. A megújuló energiának nem lenne szüksége külön intézkedésekre, ha a piacok az üvegházhatású gázok okozta éghajlatvédelmi károk költségeit is beépítenék. A szennyező technológiák támogatása azért felfoghatatlan, mert azok nemcsak környezetvédelmi, hanem gazdasági szempontból is hátrányosak. A hagyományos villamosenergia-ellátás támogatásainak megszüntetése nemcsak az adófizetők pénzét takarítaná meg, hanem drámaian csökkentené a megújuló energiák támogatásának szükségét is.

KÉP A 76 ÉVES VANG VAN JI MEGIGAZÍTJA EGY NAPENERGIÁT HASZNOSÍTÓ ESZKÖZ FÓKUSZPONTJÁT, HOGY VIZET FORRALJON. A FÉRFI FELESÉGÉVEL EGYÜTT A KÖRNYÉKRE JELLEMZŐ LAKÁSBAN, EGY HOMOKKŐBE VÉSETT SZOBÁBAN LAKIK. A SZÁRAZSÁG AZ EGYIK LEGVESZÉLYEBB TERMÉSZETI KATASZTRÓFA ÉSZAKNYUGAT-KÍNÁBAN. AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS JELENTŐS HATÁST GYAKOROL KÍNA KÖRNYEZETÉRE ÉS GAZDASÁGÁRA.



1. táblázat: Energia[Forradalom]: Összefoglaló döntéshozók számára

SZABÁLYOZÁS		FELELŐS	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
célok	Éghajlat										
	• Jóval 2°C alatti csúcsértékű globális felmelegedés	UNFCCC									
	• Az üvegházhatású gázok 40%-os csökkentése 2020-ra (1990-hez képest) az iparosodott országokban	UNFCCC									
	• Az üvegházhatású gázok 15–30%-os csökkentése az előrevetített fejlődéshez képest 2020-ra az iparosodott országokban	UNFCCC									
	• Az erdőirtás teljes leállítását világszerte 2020-ra	UNFCCC									
• Egy jogilag kötelező érvényű globális éghajlatvédelmi egyezmény elfogadása a lehető leghamarabb	UNFCCC										
célok	Energia										
	• Globálisan: a megújuló energia legalább 50%-os aránya 2050-re	USA									
	• G8: a megújuló energia legalább 20%-os aránya 2020-ra	G8									
	• Építési engedélyek kiadásának befejezése az új szénerőművekre a fejlett országokban 2012-re	G8									
	• Elsőbbség biztosítása a megújulóknak a villamos hálózaton	G8									
	• Hatékonysági célok felállítása és az elektromos eszközökre vonatkozó szigorú előírások	nemzeti kormányok									
	• Szigorú hatékonysági célok a járművekre: 80 g CO ₂ /km 2020-ra	nemzeti kormányok									
• Rendeletek alkotása a megújuló energiák kötelező arányáról (például napkollektorok)	nemzeti kormányok										
• Kogenerációs törvény az ipar számára és hatékony távfűtési program	nemzeti kormányok										
mechanizmusok	Finanszírozás										
	• A fosszilis energiahordozók és a nukleáris fűtőanyag támogatásának kivezetése	G20									
	• Éghajlati Alap felállítása az UNFCCC felügyelete alatt	UNFCCC									
	• Évi legalább 140 milliárd dollár biztosítása az Éghajlati Alap számára 2020-ra	UNFCCC									
	• A fenyegetett országok és közösségek elsőbbségi hozzáféréseinek biztosítása az alaphoz	UNFCCC									
• Törvény megalkotása a megújuló energia kötelező átvételéről a fejlett országokban	nemzeti kormányok										
• Törvény megalkotása a kötelező átvételről a fejlődő országokban az iparosodott országok pénzügyi támogatásával	G8 + G77										
AZ ENERGIA[FORRADALOM] EREDMÉNYEI											
Megújuló energia és ellátás											
áram	A MEGÚJULÓK ARÁNYA A GLOBÁLIS VILLAMOSENERGIA-TERMELÉSBEN										
	• Részarányok (max. = Progresszív E[F], min. = E[F]; 30% / 50% / 75% / több mint 90%)	közművek és megújulóipar									
	• Az okos hálózatok megvalósítása (szabályozás/tervezés/építés)	nemzeti kormányok									
	• Az okos hálózatok összekapcsolása a szuperhálózatokkal (szabályozás/tervezés/építés)	kormányok és hálózatüzemeltetők									
	• A megújuló árának versenyképessé válása (max. = legrosszabb forgatókönyv, min. = legjobb forgatókönyv)	megújulóipar									
hő	A MEGÚJULÓK ARÁNYA A GLOBÁLIS HŐTERMELÉSBEN										
	• Részarányok (max. = Progresszív E[F], min. = E[F]; 30% / 50% / 75% / több mint 90%)	megújulóipar									
	• A távhő infrastruktúrájának megvalósítása (szabályozás/tervezés/építés)	nemzeti kormányok									
	• A megújuló árának versenyképessé válása (max. = legrosszabb forgatókönyv, min. = legjobb forgatókönyv)	megújulóipar									
	• A szénterőművek kivezetése az OECD-országokban	megújulóipar									
végső energia	A MEGÚJULÓK ARÁNYA A GLOBÁLIS ENERGIAFELHASZNÁLÁSBAN										
	• Részarányok (max. = Progresszív E[F], min. = E[F]; 30% / 50% / 75% / több mint 90%)										
	• Fogyasztók és vállalatok (egyéb szektorok)										
	• Ipar										
	• Közlekedés										
• Teljes végső energia											
fogyasztó	Hatékonyság és energiaigény										
	GLOBÁLIS HELYHEZ KÖTÖTT ENERGIHASZNÁLAT										
	• Az OECD-országok háztartásainak igénye évi 550 kWh/fő alá esik a hatékonysági előírások miatt	fogyasztási cikkek fejlesztői									
	• Az informatikai eszközök energiaigénye stabilizálódik és csökkenni kezd	IT-ipar									
	• A nemzeti energiaintenzitás 3 MJ/\$GDP alá esik (a mai Japán szintjére)	ipar + kormány									
közlekedés	GLOBÁLIS KÖZLEKEDÉSI FEJLESZTÉSEK										
	• A teherszállítás áthelyezése a közútról a vasútra, és ahol lehet, a repülőkről a hajókra	kormány + szállítóipar									
	• A közösségi közlekedés szerepének növekedése	regionális önkormányzatok									
	• A hatékony autók tömeges elterjedése	autóipar									
kibocsátások	Energiahoz kapcsolódó szén-dioxid-kibocsátások										
	• Globális kibocsátás-csökkentések (min. = Progresszív E[F], max. = E[F]; a kibocsátások tetőzése/ -30% / -50% / -80%)										
	• Az fejlett országok kibocsátás-csökkentései (min. = Progresszív E[F], max. = E[F]; a kibocsátások tetőzése/ -30% / -50% / -80%)										
• A fejlődő országok csökkentései (min. = Progresszív E[F], max. = E[F]; a kibocsátások tetőzése/ -30% / -50% / -80%)											

Az energiaszektor Magyarországon: az Energia[Forradalom] jövőbeli megvalósulásának jelenlegi körülményei

MAGYARORSZÁG

BEVEZETŐ

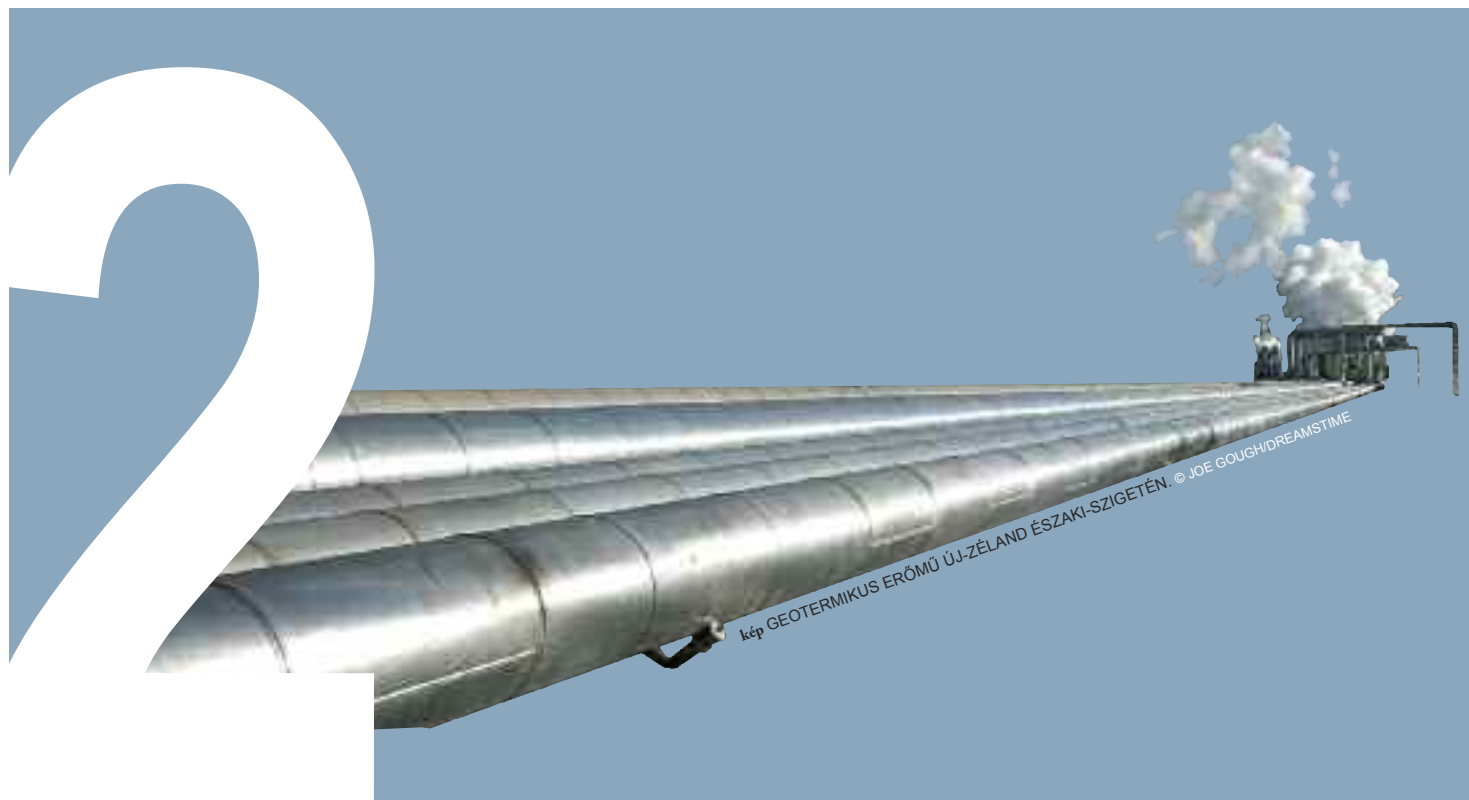
A MAGYAR ENERGIARENDSZER ÁTTEKINTÉSE

A JELENLEGI DÖNTÉSHOZATAL

ENERGIAFORRÁSOK

KULCSSZEREPLŐK

KULCSFONTOSÁGÚ ÜGYEK
ÉS KIHÍVÁSOK



„Többen úgy látják, miként annak idején a fegyverkezés húzta ki a gazdaságot a nagy világgazdasági válságból, úgy a jelenlegi gazdasági krízisben az újfajta energiaellátásra való átállás jelentheti a megoldást.”

KADERJÁK PÉTER
REGIONÁLIS ENERGIAGAZDASÁGI KUTATÓKÖZPONT

kép A GREENPEACE ÉGHAJLATVÉDELMI AKCIÓJA BUDAPESTEN A 2011-ES MAGYAR EU-ELNÖKSÉG IDEJE ALATT, AMELYBEN AZ EU VEZETŐIT A TÖREKVÉSEIK FOKOZÁSÁRA, ÉS A 30%-OS KIBOCSÁTÁSI CÉLKITŰZÉSEK EGYHANGÚ ELFOGADÁSÁRA SÜRGETTÉK.

kép GREENPEACE-AKCIÓ A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK NÉPSZERŰSÍTÉSÉÉRT KULCSON, MAGYARORSZÁG ELSŐ SZÉLTURBINÁJÁNÁL.



Ez a rész a magyarországi energiaágazatot vizsgálja – a fejezetnek nem az alapos és részletekbe menő elemzés a célja, hanem Magyarország energetikai rendszerének és a jelenleg használt erőforrások legfőbb jellemzőinek rövid áttekintése. Bemutatja az energiarendszer kulcsszereplőit, különös tekintettel a villamosenergia-piacra, és áttekinti az ország néhány jelenlegi energiapolitikai intézkedését. A fejezet végén a főbb problémákat és kihívásokat is érinti.

2.1 Bevezető

A rendszerváltás óta több mint 20 év telt el. Ezalatt a gazdaság alapvető szerkezeti változásokon ment keresztül, s az emberek életében is óriási változásokat hozott. Az ország egykori nehéziparát leépítették, a munkanélküliség pedig nagymértékben növekedett. A bányai par hanyatlásnak indult. Az energiaszükséglet számottevően csökkent, majd 1992-től lassan növekedett. A 2009-es gazdasági válság miatt újabb jelentős, 7,6%-os csökkenés következett be a primerenergia-fogyasztásban, amely 2010-ben 1085 PJ-t tett ki.¹

Előttünk a lehetőség, hogy a következő években – összhangban a világban és az Európai Unióban már zajló tendenciákkal – fenntarthatóvá alakítsuk energiagazdaságunkat azáltal, hogy kiaknázzuk hatalmas energiahatékonysági lehetőségeinket, és hasznosítjuk megújuló energiaforrásainkat. Ehhez egy energia[forradalomnak] kell végbemennie, hiszen jelenleg Magyarország jórészt az atomenergiára és a fosszilis energiaforrásokra hagyatkozik.

2.2 Energiaforrások

Fosszilis energiaforrások A bányai par korábban nagy jelentőséggel bírt Magyarországon, ám az 1960-as évek óta a szén- és lignitkitermelésünk fokozatosan csökkent. A Magyar Bányászati és Földtani Hivatal szerint az összes kitermelhető szén és lignit mennyisége 8,5-10 milliárd tonna (ennek legnagyobb része a lignit), amelynek ma valójában csak a töredékét bányásszák ki.

A földgáz bizonyos mennyiségben szintén megtalálható az országban; ugyanakkor a kitermeléséhez nincsenek meg a technológiai feltételek. Ezzel egy kulcsfontosságú ponthoz érkeztünk: ha a magyarországi primer energiaforrásokat nézzük, a földgáz importja jelentős növekedést mutatott az elmúlt 20 évben – ennek 80%-a Oroszországból érkezik, egyetlen gázvezetéken keresztül. Ez még a rendelkezésre álló számottevő gáztárolási kapacitás ellenére is komoly védtelenségnek teszi ki Magyarországot, óriási fenyegetést jelentve az energiabiztonság terén.

A kőolaj helyzete is hasonló: legnagyobb részét, több mint 80%-át külföldről kell beszállítani.²

Noha nem a fosszilis energiaforrások közé tartozik, érdemes megemlíteni, hogy az országon belüli uránbányászat korábban szintén szerepet játszott, ám mivel nem volt gazdaságos, 1997-ben leállították a kitermelést.³

Atomenergia A Paksi Atomerőmű, Magyarország egyetlen atomerőműve négy VVER-440/213 reaktossal üzemel, és 2000 MW-os teljesítményt ad le. Fontos szerepet játszik az áramellátásban; 2010-ben az ország villamosenergia-termelésének 42%-át adta. Az orosz (szovjet) technológián alapuló reaktorok a nyolcvanas években épültek. Harmincéves tervezett üzemidejük a végéhez közeledik, ám az országgyűlés 2005-ben először elvi hozzájárulását adta az üzemidő-hosszabbítási tervek elkészítéséhez (amely a reaktorok élettartamát 20 évvel hosszabbítaná meg, az utolsó reaktor így 2037-ben állna le). Majd 2009-ben ugyancsak elvi hozzájárulását adta az atomerőmű új reaktorokkal való bővítésének vizsgálatához.

Megújuló energia A magyarországi megújulóenergia-termelés jelenleg kifejezetten alacsony, 2010-ben az ország villamosenergia-ellátásának 7%-át tette ki. Ennek legnagyobb részét azonban az utólagosan átalakított szénerőművekben nagyon alacsony hatásfokkal elégetett biomassza teszi ki, ami sokszor nem fenntartható. A rendszerben van némi szélenergia (körülbelül 300 MW) és kis vízerőművekből származó villamos energia (55 MW), ám a többi csupán elhanyagolható mértékben. A magyar energiarendszerben jelen pillanatban nem állnak rendelkezésre a megfelelő feltételek a megújuló nagyléptékű bevezetésére. Sem a támogatási rendszer, sem a rendkívül bürokratikus engedélyeztetési eljárások nem teszik lehetővé az Energia[Forradalom] megvalósulását. Mindazonáltal az ország óriási lehetőségekkel bír a napenergia, a geotermikus és a szélenergia terén, és korlátozott mennyiségben a bioenergia is felhasználható (amíg a fenntarthatóság korlátai engedik).

referencia

1 NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA, 2011 [HTTP://WWW.KORMANY.HU/DOWNLOAD/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF](http://www.kormany.hu/download/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF)

2 OECD, INVENTORY OF ESTIMATED BUDGETARY SUPPORT AND TAX EXPENDITURES, 2011

3 NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA, 2011: [HTTP://WWW.KORMANY.HU/DOWNLOAD/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF](http://www.kormany.hu/download/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF)

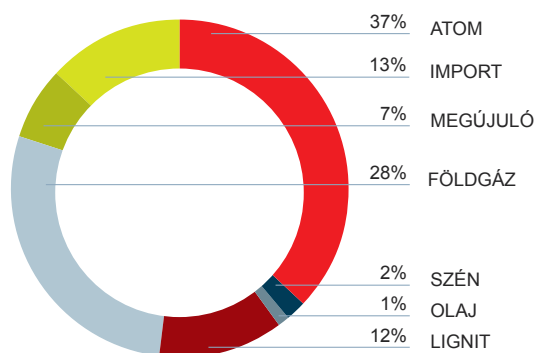
2.3 A magyar energiarendszer áttekintése

Villamosenergia-ágazat A magyar villamosenergia-szektor központosított, hatalmas erőművek – egy atomerőmű, valamint alacsony hatékonyságú fosszilis erőművek – köré épült. A magyarországi átlagos napi villamosenergia-szükséglet körülbelül 6000 MW. 2010 végén a beépített teljesítmény 9317 MW, az ebből rendelkezésre álló kapacitás 8417,7 MW volt.⁵ Az állandóan rendelkezésre álló teljesítmény igen jelentős aránya, 64%-a nem volt szabályozható. A rendszerben 23 nagy erőmű (atom-, lignit-, gáz- és szénerőművek) és számos kisebb (főleg gáz- és megújuló-erőművek) található. A maximális rendszerterhelés 6580 MW, a minimális pedig 3047 MW (MAVIR, 2011). A gazdasági válság az áramfogyasztásra is hatást gyakorolt: a villamosenergia-szükséglet 2009-ben 41,5 TWh-ra esett vissza,⁶ 2010-ben azonban 2-3%-kal ismét növekedett.⁷

2010-ben a Paksi Atomerőmű az áramigények 37%-át látta el, további 28%-ot pedig a gáz-erőművek fedeztek. A lignit 12%-ot tett ki, 13%-ban viszont importra szorultunk. A megújulók 2010-ben az áramfogyasztás mindössze 7%-át elégítették ki. Közelebbről szemlélve a megújulókat azt kell megállapítanunk, hogy a termelés közel háromnegyede (mintegy 70%-a) származik biomasszából, amelynek használata többnyire nem

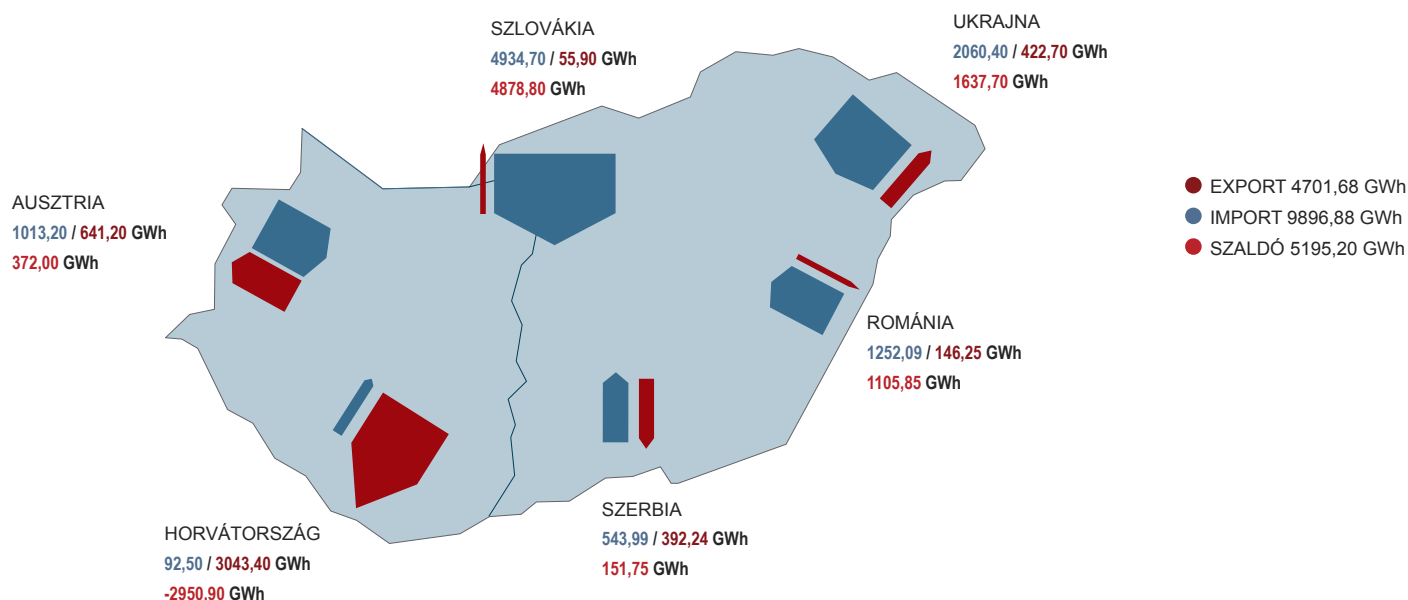
fenntartható. A jövőben a biomassza alapú villamosenergia-termelést arányosan csökkenteni kell, és szigorú fenntarthatósági szempontok szerint alapos vizsgálatnak kell alávetni. A megújulókon belül a szél- és a vízenergia 13, illetve 9%-ot tesz ki.

2.1 ábra: A belföldi energiafogyasztás 2010-ben



forrás MAVIR, 2011.

2.2 ábra: A nemzetközi fizikai villamosenergia-forgalom



forrás MAVIR, 2011.

referencia

- 5 MAVIR, A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZER (VER) ADATAI, 2010
[HTTP://WWW.MAVIR.HU/C/DOCUMENT_LIBRARY/GET_FILE?UUID=43BF1B9F-9570-4492-B6CD-9CA748B1ADB2&GROUPID=10262](http://www.mavir.hu/c/document_library/get_file?uuid=43bf1b9f-9570-4492-b6cd-9ca748b1adb2&groupid=10262)
- 6 MAGYARORSZÁG NEMZETI MEGÚJULÓ ENERGIA HASZNOSÍTÁSI CSELEKVÉSI TERVE, 2011.
[HTTP://WWW.KORMANY.HU/DOWNLOAD/2/88/20000/NCST_20110106_V%20C3%A9GLEGES_201103.PDF](http://www.kormany.hu/download/2/88/20000/NCST_20110106_V%20C3%A9GLEGES_201103.PDF)
- 7 NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA, 2011. [HTTP://WWW.KORMANY.HU/DOWNLOAD/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF](http://www.kormany.hu/download/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF)

kép A MAGYAR EU-ELNÖKSÉG ZÁRÓ GREENPEACE-AKCIÓJA A DUNÁN, A MAGASABB UNIÓS KIBOCSÁTÁSCSÖKKENTÉSI CÉLOK ÖSZTÖNZÉSÉRE ÖSSZPONTOSÍTVÁ.

kép AKCIÓ AZ ÉGHAJLATÉRT – A MEGÚJULÓ ENERGIÁKAT NÉPSZERŰSÍTŐ ORSZÁGJÁRÓ TÚRA 2010-BEN.



Fűtési ágazat Ma az összes energia 40%-át az épületek használják fel Magyarországon, ennek kétharmada megy el fűtésre és hűtésre; és a háztartások 17%-a csatlakozik a távfűtési hálózatra.⁸ A hazai középületek, lakóépületek és házak nagy része nem felel meg a korszerű fűtéstechonikai-műszaki követelményeknek, és a hő mintegy 80%-a szökik meg a falakon és a nyílászárókon keresztül, amely komoly energiapazarlásnak számít. A földgáz igen jelentős aránya az energiaszerkezetben az energiabiztonság szempontjából szintén égető kérdést vet fel. A kihívást így nemcsak az óriási mértékű energiapazarlás jelenlegi gyakorlatának visszaszorítása jelenti, hanem a földgáz importjának diverzifikálása is. A jelenlegi épületállomány renoválása kiemelkedő szerepet játszhat a helyzet javításában, egy széleskörű energiahatékonysági és szigetelési program pedig a gazdaságot is élénkítené.

Közlekedési ágazat A közúti szállítás jelentős növekedést mutat a vasúti szállítás kárára, részben az előbbi nagyobb rugalmassága miatt. A gépjárműforgalom felelős a közlekedés kibocsátásainak nagyjából kétharmadért, annak ellenére, hogy az ezer főre jutó autók száma (300 db 2009-ben) jóval alacsonyabb az EU 27-es átlagnál (473 db ugyanabban az évben).⁹ A kibocsátások csökkentése érdekében tehát fejleszteni kell a vasúti szállítás, hosszú távon pedig kulcsfontosságú a közúti közlekedés villamosítása is.

2.4 Kulcsszereplők

A kormányok a villamosenergia- és gázpiac megnyitása kapcsán harmonizálták az európai uniós irányelveket, ám nem korlátozták a korábbi állami cégek monopóliumát, így nem mondható, hogy egészséges versenyhelyzet lenne ezen a területen. Az olaj- és gázipart a MOL Nyrt. uralja – az egykori állami olajvállalatot az 1990-es években privatizálták –, és ez a cég felelős a nemzeti gázszállítói rendszer üzemeltetéséért is. Az országban öt nagy lakossági gázszolgáltató működik, amelyek nagy része az E.ON, a Gaz de France és az Italgas tulajdona. A villamos energia terén hasonlóképpen az ELMŰ részvényeinek felét a német RWEbirtokolja. Energia terén Magyarország hatalmas mértékben függ Oroszországtól – a teljes kőolajigény több mint 80%-át, valamint a földgázigény közel 80%-át importálják onnan.¹⁰

A villamosenergia-piacot a Magyar Villamos Művek (MVM), egy 100 százalékos állami tulajdonban levő vállalat és az általa vezetett MVM-csoport uralja. A csoport országsszerte számos erőművel rendelkezik, a villamosenergia-termelés és kereskedelem mellett az országos hálózatot is üzemelteti, továbbá a villamos hálózathoz köthető szinte összes feladatot ellátja. Ami az elosztói hálózati üzemelteteket illeti, az ország nagy része az E.ON-hoz és az EDF-hez tartozik.

Az MVM Trade a vezető villamosenergia-nagykereskedő az országban, és a kiskereskedelmi piacon is számottevő a csoport részesedése (MVM Partner, MVM-ADWEST). Az MVM tulajdonában van a Paksi Atomerőmű, a Vértesi Erőmű és a Tatabányai Erőmű, illetve további kettőnek is résztulajdonosa – ezzel energiatermelőként is kiemelkedő szerepet játszik.

Az átviteli rendszerirányító a MAVIR, leányvállalataként az európai uniós tevékenység-szétválasztási szabályoknak is megfelel, annak ellenére, hogy a MAVIR is a csoport része. A csoport további tagjai a hálózati beruházások teljesítésével (OVIT), illetve a létesítések mérnökszolgálatával (ERBE) foglalkoznak.¹¹

A csoport stratégiai célkitűzése, hogy regionális szinten növeljék jelenlétüket. Az MVM kiemelt fontosságúnak tartja az energiaellátás biztonságának garantálását és a villamos energia árának kedvező szinten tartását. A cégcsoport a honlapján állítja: „a fenntarthatóság alapelveivel azonosulva közös célul tűzi ki a környezeti elemekre és az ökológiai rendszerekre gyakorolt hatások mérséklését, a szennyező anyagok kibocsátásának csökkentését, a korábban bekövetkezett környezeti károk megszüntetését és a további környezeti károk megelőzését” – ennek ellenére nem köteleződött el a megújuló energia arányának számottevő növelése mellett. A 2010-es éves jelentésük Környezetvédelem és minőségügy fejezete mindössze az ország legnagyobb szélerőmű parkjának felvásárlását, kísérleti projekteket, irodai szelektív hulladékgyűjtést, valamint a Vértesi Erőmű és a Paksi Atomerőmű zagytározóinak állapotfelmérését mutatja be.¹²

2.5 A jelenlegi döntéshozatal

Ez a rész az aktuális magyarországi energiapolitikai dokumentumokból válogat. Ezeket a dokumentumokat az Energia[Forradalom] szempontjából alapvető fontosságúnak találtuk, ám egyáltalán nem kívánjuk sem megítélni, sem fontossági sorrendbe állítani őket. Fontos megemlíteni azt is, hogy ebben a részben nem esik szó sem a gáztörvényről, sem a villamosenergia-törvényről, amelyek jelenleg az energiapiac legfőbb jogszabályai.

referencia

8 NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA, 2011. [HTTP://WWW.KORMANY.HU/DOWNLOAD/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF](http://www.kormany.hu/download/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF)

9 NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA, 2011. [HTTP://WWW.KORMANY.HU/DOWNLOAD/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF](http://www.kormany.hu/download/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF)

10 OECD, INVENTORY OF ESTIMATED BUDGETARY SUPPORT AND TAX EXPENDITURES FOR FOSSIL FUELS, 2011. [WWW.OECD.ORG/DATAOEC/40/35/48805150.PDF](http://www.oecd.org/dataoecd/40/35/48805150.PDF)

11 AZ MVM WEBOLDALA, 2011. [HTTP://WWW.MVM.HU/ENGINE.ASPX?PAGE=TEVEKENYSEGUNK](http://www.mvm.hu/engine.aspx?page=TEVEKENYSEGUNK)

12 MVM: ÉVES JELENTÉS, 2010. [HTTP://WWW.MVM.HU/RESOURCE.ASPX?RESOURCEID=MVM_EVES_JELENTES_2010](http://www.mvm.hu/resource.aspx?resourceid=MVM_EVES_JELENTES_2010)

Nemzeti Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv

A 2009/28/EK EU-s irányelvnek megfelelően Magyarország 2010 végén befejezte, 2011 januárjában pedig benyújtotta „Nemzeti Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervét”. A cselekvési terv ambiciózusnak mondható, hiszen a megújuló energiák 13%-os arányáról szóló célkitűzését 1,65%-kal kívánja meghaladni 2020-ra, és a terv része egy önálló megújulóenergia-jogszabály megalkotása is. A jogszabály meghozhatja a rendszer számára szükséges változásokat, amelyek hosszú távon mindenképpen kellenek annak érdekében, hogy a megújuló nagymértékben terjedésnek induljanak. A jelenlegi engedélyezési eljárás túlzottan bonyolult, és nem nyújt stabilitást a megújuló energiába befektetők számára. Ezeket a nehéz körülményeket csak erős és egyértelmű szabályozással lehet megváltoztatni, amely zöld utat ad a területen igencsak szükséges fejlesztéseknek és élénkítésnek. A terv emellett azt is feladatául tűzi ki, hogy a megújuló energiák támogatását célzó kötelező átvételi ár rendszerét felülvizsgálja és megváltoztassa, amely folyamat jelenleg zajlik is az illetékes minisztériumban. A terv szerint a biomassza és a biogáz üzemanyagú kapcsolt energiatermelésű erőművek elsőbbséget kapnak, illetve a szél- és a napenergia termelés is növekedik.

Nemzeti Energiastratégia 2030

2011 őszén a kormány elfogadta az új Nemzeti Energiastratégiát, amely ismerteti az ország lehetséges energetikai jövőképét 2030-ig. Ez a dokumentum jól mutatja a kormány gondolkodásmódjának jelenlegi irányát, hogy szerintük milyen legyen az energiarendszer a következő évtizedekben: az atomenergia erőteljes jelenlétével és némi megújuló energiával számol. A stratégia a következő öt kulcsfontosságú területet tartja szem előtt: energiabiztonság, fenntarthatóság, versenyképesség, gazdaságélénkítés, valamint az energiaszegénység megszüntetése.¹³ Hat különböző erőművi forgatókönyvet tartalmaz, közülük a kormány által elfogadott verzió a nukleáris teljesítmény bővülésével, valamint a megújuló energiák mérsékelt fejlődésével számol (a Nemzeti Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervet követve), valamint az ország szénvagyonára, mint stratégiai tartalékra tekint, tehát járható útnak tartja az ország legnagyobb ligniterőművének bővítését egy 440 MW-os, CCS-technológiájú blokkal. A dokumentum általánosságban nem veszi eléggé figyelembe az ország lehetőségeit a megújulók terén.

A nukleáris törvény módosítása

A nukleáris törvény módosítása szintén folyamatban van. Eszerint az új nukleáris kapacitások engedélyeztetési eljárását párhuzamosan lehetne lefolytatni az építési és átalakítási folyamatokkal, amely alapvetően sokkal magasabb biztonsági kockázatokat eredményez.

2.6 Kulcsfontosságú ügyek és kihívások

Annak érdekében, hogy az Energia[Forradalom] végbemegehessen, rengeteg dolgot kell megváltoztatni. Mind a földgáz-, mind a kőolajigény körülbelül 80%-a, ezenfelül a villamosenergia-kereslet 15%-a importból kerül fedezésre – előbbi kettő Oroszországból érkezik (valamint a teljes uránfűtőanyag-ellátás is), utóbbi pedig Szlovákiából. Az energiabiztonsági szempontból komoly kérdéseket felvető helyzet megoldása érdekében erős energiahatékonysági intézkedéseket kell bevezetni, valamint az importforrásokat is változatosabbá kell tenni.

Óriási lehetőségek rejlenek az épületek energiahatékonyságában – még akkor is, ha a geotermikus energián alapuló távfűtést figyelmen kívül hagyjuk, pusztán a megfelelő hőszigetelés és a fűtési rendszerek korszerűsítése akár 80%-os energiamegtakarítást eredményezhet a lakossági, kereskedelmi és középületekben. Az energia ekkora mértékű pazarlását az emberek is megérzik. Egy átlagos magyarországi háztartás bevételének több mint 10%-át fordítja közüzemi számlák kifizetésére; az Egyesült Királyságban elterjedt definíciót alapul véve minden második magyar háztartás „energiaszegény”.¹⁴

Nemcsak az épületek pazarolják az energiát; a teljes villamosenergia-hálózat komoly veszteségekkel működik a központosított szerkezet és a régi infrastruktúra miatt. A Paksi Atomerőműhöz és a Mátrai Erőműhöz hasonló nagy erőművek rugalmatlanok, azaz nem képesek reagálni az energiaigények természetes változásaira a nap során. Az energiatermelést sokkal inkább helyi szintűvé és sokkal alkalmazkodóbbá kellene tenni, amelynek feltétele egy jobban kiépített, okos hálózati rendszer megvalósítása.

Mindezekhez szükség van az általános gondolkodásmód megváltoztatására, amely önmagában is egy újabb kihívást jelent. A megújulóakra gyakran a mai napig nem tekintenek valódi lehetőségként, ami különösen a döntéshozói körökben jelent problémát, hiszen ők képesek megalkotni azokat a jogszabályokat és intézkedéseket, amelyekkel biztosítható az alacsony széndioxid-kibocsátású, energiahatékony jövő, illetve ezzel párhuzamosan a gazdaság élénkítése is. Magyarország komoly megújuló potenciállal rendelkezik, amely valódi alternatívát jelent a jelenlegi energiarendszer helyett, és megoldást nyújt a fenti, egymással összefonódó problémákra.

referencia

13 NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA, 2011. [HTTP://WWW.KORMANY.HU/ DOWNLOAD/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF](http://www.kormany.hu/download/3/58/30000/ESTRAT2030_PERCENT2020110513.PDF)
14 ENERGIACLUB. [HTTP://ENERGIACLUB.HU/DL/ ENERGIARAARAK_V_ENERGIASZEGENYSEG.PDF](http://energiaklub.hu/dl/energiarak_v_energiaszegenyseg.pdf)

Atomenergia és éghajlatvédelem

GLOBÁLIS KÉP

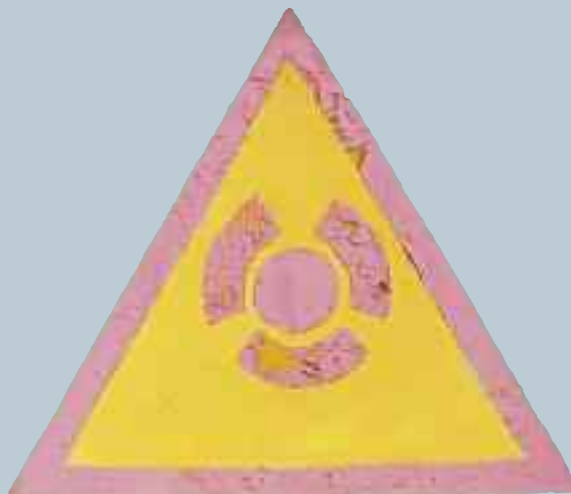
MEGOLDÁS AZ ÉGHAJLAT VÉDELMEÉRE?

AZ ATOMENERGIA ÚTJÁT ÁLLJA
A MEGOLDÁSOKNAK

ATOMENERGIA AZ ENERGIA[FORRADALOM]
FORGATÓKÖNYVÉBEN

AZ ATOMENERGIA VESZÉLYEI

3



kép JELZÉS EGY ROZSDÁS AJTÓN A CSERNOBILI ATOMERŐMŰBEN. ©
DMYTRO/DREAMSTIME

„Biztonsági problémák, radioaktív hulladék, a nukleáris fegyverek elterjedése... ez egyszerűen túl nagy kockázat.”

GREENPEACE MAGYARORSZÁG
KLÍMA ÉS ENERGIA KAMPÁNY

Az atomenergia egy viszonylag kis iparág óriási problémákkal. A világ primerenergia-fogyasztásának mindössze tizenhatod részét fedezi, és ez az arány csak csökkenni fog a következő évtizedekben. A jelenleg üzemelő kereskedelmi atomreaktorok átlagéletkora 25 év. 2011 májusában 443 reaktor üzemelt, amely elmarad az atomenergia történetének 2002-es rekordjától.

Ami az új erőműveket illeti, a 2000 és 2009 között évente átlagosan hozzáadott új atomenergia-kapacitás 2500 MWe volt, amely hatoda volt az új szélerenergia-kapacitásnak (2000 és 2009 között átlagosan évi 14 500 MWe). 2009-ben 37 466 MW új szélerenergia-kapacitást adtak világszinten a hálózathoz, szemben az atomenergia mindössze 1068 MW-os értékével. Ez az új szélerenergia-kapacitás ugyanannyi áramot fog termelni, mint 12 atomreaktor; az atomipar hasonló mennyiségű kapacitást utoljára 1988-ban volt képes rendszerbe állítani.

Az „atomenergia reneszánszának” retorikája ellenére az ipar a költségek hatalmas megemelkedésével és az építkezések késlekedésével küzd, a reaktorok üzemeltetésének, a radioaktív hulladékoknak és a nukleáris fegyverek terjedésének biztonsági problémái mellett. Az egykori Szovjetunió csernobili atomerőművének katasztrofális robbanása után 25 évvel bekövetkezett fukusimai baleset (lásd lejjebb) bizonyítja, hogy az atomenergia eredendően kockázatos, és további kételyeket vet fel az atomipar szavahihetőségéről a biztonsági ígéretekkel szemben.

A fukusimai baleset hatására a német parlament elsöprő támogatással 2011. június 30-án törvénybe foglalta mind a 17 német atomreaktor leállítását 2022-ig. Ez nyolc erőmű azonnali leállítását és a többi kilenc fokozatos kivezetését jelenti. Ugyanezen a napon Németország egy törvénycsomagot is elfogadott, amely további lökést ad a megújuló energiáknak és az energiahatékonysági technológiáknak, hogy fedezze a nemzet energiaszükségleteit. Alig két héttel előtte az olasz szavazók 95%-a elutasította az atomenergiát az erről szóló népszavazáson. Az osztrák kormány pedig nemrégiben fontolóra vette az atomenergia importjának teljes tilalmát – a fogyasztói preferenciák ilyen irányú változása más országokra is könnyen áterjedhet.

3.1 Megoldás az éghajlat védelmére?

Az atomipar ígéretét arról, hogy az atomenergia hozzájárul mind az éghajlat védelméhez, mind az energiabiztonsághoz, össze kell vetni a valósággal. A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) Energy Technology Perspectives¹ című tanulmányának legutóbbi kiadásában szereplő „Kék térkép” (Blue Map) forgatókönyv olyan energiaszerkezetet vázol fel, amely a felére csökkentené a globális széndioxid-kibocsátást az évszázad közepére. A cél elérése érdekében az IEA az atomenergia nagymértékű bővülésével számol a jelentősen 2050-ig, amely a telepített kapacitás megnégyszereződését, az ebből származó villamos energia 9857 TWh/évre emelkedését jelenti a 2007-es 2607 TWh/éves értékhez képest. A jelentés szerint ehhez arra van szükség, hogy 2050-ig minden egyes évben átlagosan 32 nagy (1000 MWe teljesítményű) reaktor épüljön meg. Ennek bekövetkezése nemcsak valószínű, de költséges, veszélyes és kései is az éghajlat megvédésére. Ha ez az óriási mértékű fejlesztés az IEA forgatókönyve szerint valószínű is meg, a széndioxid-kibocsátások kevesebb, mint 5%-kal csökkennének ennek hatására.

Valószínűtlen: a technikai korlátok miatt az atomenergia ilyen szintű növekedése gyakorlatilag lehetetlen. Az atomenergia történetében ez a tempó mindössze két évig tartott, az 1980-as évek államilag irányított robbanásszerű terjedésének csúcán. Nem valószínű, hogy ezt meg lehet ismételni, nemhogy 40 éven át folyamatosan fenn is tartani. Míg 1984-ben és 1985-ben 31 GW-nyi új kapacitás került hozzáadásra, az évtized során az éves átlag 17 GW maradt. Az elmúlt tíz évben átlagosan kevesebb mint három nagy reaktort helyeztek üzembe évente, a világ atomiparának jelenlegi termelési kapacitása pedig nem képes évi hatnál több egységet előállítani.

Költséges: Az IEA forgatókönyve nagyon optimista, 2100 \$/kWe beruházási költséggel számol, összhangban az ipar ígéreteivel – a valóság azonban ennek a három-négyszeresét mutatja. A Moody's egyesült államokbeli pénzügyi elemző cég 2008. májusi becslése a nukleáris beruházások költségét egészen 7500 \$/kWe-ra teszi. Az előkészületben lévő projektek árajánlatai az USA-ban 5200 és 8000 \$/kWe között változnak.² A Finnországban épülő francia EPR nyomottvizes reaktor legutóbbi költségbecslése 5000 \$/kWe, amely érték a későbbi reaktorok esetében valószínűleg csak nőni fog az árak emelkedése miatt. 1400 nagyméretű, 1000 MWe teljesítményű reaktor megépítése a jelenlegi 7000 \$/kWe költséggel számolva is 9800 milliárd amerikai dolláros befektetést igényelne.

Veszélyes: Az atomenergia nagyméretű bővítése szükségszerűen a kapcsolódó veszélyek hasonló arányú növekedését vonja maga után. Ezek közé tartoznak a japán fukusimaihoz hasonló súlyos reaktorbalesetek, a halálos, nagy radioaktivitású atomhulladékok felhalmozódása – amelyeket évezredekig kellene biztonságosan tárolni –, valamint az atomtechnológiák és anyagok terjedésének lehetősége azokkal visszaélve, katonai és terrorista célokra felhasználva. A 2050-ben üzemelő 1400 nagy reaktor évente 35 000 tonna veszélyes kiégett fűtőelemet termelne (könnyűvízes reaktorokkal számolva, amely a legelterjedtebb típus az új projekteknél). Ez évente 350 000 kilogramm plutónium előállítását is jelenti, amely 35 000 pusztító atomfegyver elkészítésére elegendő.

Lassú: Az éghajlatváltozással foglalkozó tudomány szerint az üvegházhatású gázok kibocsátásának 2015-ben kell tetőznie, és 2020-ra 20%-kal kell csökkennie. Még a fejlett nukleáris infrastruktúrával rendelkező iparosodott országokban is legalább egy évtizedre van szükség a döntéstől egy reaktor megépítéséről az áramtermelés megkezdéséig, de gyakran még ennyi idő sem elegendő. Ez azt jelenti, hogy még ha a kormányok most azonnal is döntenének az atomenergia határozott bővítése mellett, csak néhány reaktor lenne képes elkezdni villamos energiát termelni 2020 előtt. Az atomenergia hozzájárulása a kibocsátások csökkentéséhez túl későn érkezne az éghajlat megmentése szempontjából.

3.2 Az atomenergia útját állja a megoldásoknak

Még ha egy ambiciózus nukleáris forgatókönyv is kerül megvalósításra, tekintet nélkül a költségekre és a veszélyekre, az IEA szerint az atomenergia hozzájárulása az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez az energiaszektorban 4,6% lenne – a szükséges globális kibocsátás-csökkentésnek kevesebb mint 3%-a.

referencia

1 ENERGY TECHNOLOGY PERSPECTIVES – SCENARIOS & STRATEGIES TO 2050, IEA
2 PLATTS, 2008; ENERGY BIZ, 2008. MÁJUS/JÚNIUS

kép GYERTYÁS VIRRASZTÁS HÍVJA FEL A FIGYELMET AZ ATOMENERGIA VESZÉLYEIRE A CSERNOBILI ATOMKATASZTRÓFA 20. ÉVFORDULÓJÁN BUDAPESTEN.

kép SUGÁRZÁSMÉRÉS EGY, A CSERNOBILI KATASZTRÓFA UTÁN ELHAGYOTT HÁZBAN AZ UKRAJNAI PRIPJATYBAN.



3.2.1 Sokkal olcsóbb és gyorsabb alternatívák

Léteznek más technológiák, amelyek a kibocsátások sokkal nagyobb csökkentésére képesek, sokkal gyorsabban. A beruházási költségeik alacsonyabbak, és nem teremtenek világméretű biztonsági kockázatokat. Maga az IEA is úgy találta, hogy a megújuló energiák és az energiatakarékosság és -hatékonyság kombinációjában rejlő lehetőségek a kibocsátások 2050-ig történő csökkentésére tízszer nagyobbak az atomenergiáénál.

A világnak korlátozott idő, valamint pénzügyi és ipari kapacitás áll rendelkezésére az energiaszektor megváltoztatásához és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez. A 10 000 milliárd dolláros nukleáris fejlesztés útjának választása végzetesen rossz döntés lenne. Ez különösen igaz Magyarországra, amely nagyon jó megújuló erőforrásokkal és hatalmas energiahatékonysági potenciállal bír; mindkettő gazdaságélénkítő és munkahelyteremtő lehetőséget is hordoz magában, ha az ország a fenntartható energia útját választja.

Az atomenergia nem fogja megmenteni az éghajlatot, viszont elszívja a szükséges erőforrásokat az ebben a jelentésben leírt megoldásoktól, egyúttal komoly nemzeti, regionális és globális biztonsági veszélyforrást teremt. Ezek miatt az atomreaktorok egyértelműen veszélyes akadályt jelentenek az éghajlatvédelem számára.

3.3 Atomenergia az Energia[Forradalom] forgatókönyvében

A fent leírt okok miatt az Energia[Forradalom] forgatókönyve az atomenergia kivezetését képzei el. Globális forgatókönyvünkben a jelenleg létező reaktorokat az átlagos üzemidejük végén, 35 év után állítanak le. Abból indulunk ki, hogy nem épülnek új reaktorok, illetve hogy a jelenleg világszerte építés alatt álló reaktoroknak mindössze a kétharmada fog ténylegesen is üzemelni. Magyarországon a Paksi Atomerőmű négy VVER típusú reaktora hivatalos élettartama végét rendre 2012-ben, 2014-ben, 2016-ban, illetve 2017-ben fogja elérni. A Greenpeace ezen atomreaktorok fokozatos, ám mielőbbi kivezetését képzei el mindenekelőtt biztonsági, de emellett piaci és politikai okokból is. Az utolsó magyarországi kereskedelmi reaktort legkésőbb 2022-re véglegesen le lehetne állítani, de működésének néhány évvel történő meghosszabbítása csak akkor kapna engedélyt, ha azt az újonnan kialakított alapos, nemzetközi, független, szakértők által felülvizsgált éves biztonsági ellenőrzések eredményei lehetővé teszik.

3.4 Az atomenergia veszélyei

Noha az atomenergia előállítása során sokkal kevesebb szén-dioxid kerül a levegőbe, mint a fosszilis energiák esetében, ez a fajta energiatermelés számos veszéllyel fenyegeti az embereket és a környezetet. A legfőbb kockázatok:

- Biztonsági kockázatok
- Atomhulladék
- Az atomfegyverek terjedése

Ezek miatt vetette el az Energia[Forradalom] forgatókönyve az atomenergia jövőbeni használatát.

3.4.1 Biztonsági kockázatok

Windscale (1957), Three Mile Island (1979), Csernobil (1986), Tokaimura (1999), Paks (2003) és Fukushima (2011) csak néhány a sok száz nukleáris baleset és súlyos üzemzavar közül, amelyek mostanáig történtek. A 2011. márciusi fukusimai atomkatasztrófa kellemetlen ébresztőt fújt, amelynek hatására a kormányok a világ minden táján újragondolják az atomenergiára vonatkozó terveiket. Az atomipar hiába bizonygatta, hogy egy csernobilihez fogható baleset soha nem következhet be újra, a japán földrengés és az azt követő szökőár szivárgásokhoz és robbanásokhoz vezetett a fukusimai atomerőmű négy reaktorában. Az atomerőmű körül óriási területek szennyeződtek be az erőmű radioaktív kibocsátásai miatt. A létesítmény 30 kilométeres körzetéből ki kellett telepíteni az embereket, az élelmiszerre és a vízre vonatkozó korlátozások pedig több mint 100 km-es távolságban is érvényesek. Az emberek százezreinek életét és a japán gazdaságot is érintő hatások a következő évtizedekben is érezhetőek lesznek. Az atomenergia eredendően veszélyes.

- A fukusimaihoz hasonló baleset számos jelenleg üzemelő atomreaktorral megtörténhet, mivel folyamatos áramellátásra van szükség a reaktorok és az elhasznált fűtőelemek hűtésére, még a reaktor leállása után is. Egy svédországi atomerőmű 2006-os egyszerű áramellátási problémája is erre hívta fel a figyelmet. A forsmarki erőmű vészhelyzeti energiaellátó rendszere húsz percig állt egy áramkimaradás alatt, ennek hatására Svédország tíz reaktorából négyet ideiglenesen leállítottak. Ha az áramellátást nem sikerült volna helyreállítani, órákon belül óriási katasztrófa történhetett volna. 2011-ben pedig ebből a tíz reaktorból egyszerre hatot állítottak le vizsgálatok és karbantartás céljából, miután a szabályozó hatóság súlyos hiányosságokat fedezett fel a korábbi biztonsági ellenőrzésekben.
- A nukleáris láncreakciót irányítani kell, és a káros sugárzást, amennyire csak lehet, a reaktorban kell tartani, a radioaktív anyagokat az emberektől elzárva és kellő elővigyázatossággal kezelve. A nukleáris reakciók nagy hőt termelnek, a hűtéshez használt folyadékokat pedig gyakran nyomás alatt tartják. Az intenzív radioaktivitással együtt ez a magas hőmérséklet és a nagy nyomás a reaktorok üzemeltetését nehéz és összetett feladattá teszi.
- Az erőművek üzemidejének meghosszabbítása szintén aggodalomra ad okot. Kockázataik emelkednek, és a balesetek bekövetkezésének esélye nagyobb, mint valaha. A világ reaktorainak többsége 25 évnél hosszabb ideje működik, így jobban ki van téve az elöregedésből eredő problémáknak. Számos üzemeltető igyekszik meghosszabbítani a reaktorok élettartamát az eredetileg tervezett körülbelül 30 évről akár 50-60 évre, ezzel újabb kockázatokat teremtve.
- A dereguláció időközben a biztonsággal összefüggő befektetések és a személyzet csökkentése felé terelte az üzemeltetőket, miközben növelték a reaktorok nyomását és üzemi hőmérsékletét, illetve a fűtőelemek kiégetését. Ez felgyorsítja az elöregedést, és csökkenti a biztonsági tartalékokat.
- Az üzemidő meghosszabbítása mindegyik atomerőműnél komoly kérdéseket vet fel, legtöbbször az elöregedési folyamatokhoz is kapcsolódik. Az elöregedéssel együtt az üzemzavarok és a jelentendő események száma is növekszik.

- Ha az üzemeltetők meg is tesznek mindent annak érdekében, hogy az üzemidő-hosszabbítás előkészítésekor minimálisra szorítsák az előregedésből fakadó veszélyeket, egy dolog biztos: az üzemidő-hosszabbítás, különösen ha teljesítményfokozás után történik, felerősíti az előregedés jelentette problémákat, és növeli egy atomkatasztrófa kockázatát.
- Az atomerőműveknek vannak olyan alapvető alkatrészei, amelyeket nem lehet lecserélni, például magát a reaktortartályt, a konténmentet, és bizonyos tervezésű erőművek esetében még a gőzgenerátorokat sem – ilyen Paks is.
- A Paksi Atomerőműben a teljesítmény fokozása már megtörtént. A hőteljesítmény növekedése nagyobb arányú maghasadást, illetve a reaktor anyagainak nagyobb igénybevételét jelenti. A teljesítményfokozás ezzel egy időben gyakran csökkenti a biztonsági tartalékokat, és felgyorsítja az előregedést.
- A valószínűségi biztonsági elemzések nem veszik kellőképpen figyelembe az előregedést (például a felszerelés meghibásodásának arányának meghatározására az úgynevezett kádgörbe legalacsonyabb részét használják fel), amely az atomkatasztrófák egyre növekedő kockázatának alábecsüléséhez vezet.

3.4.2 Atomhulladék

A radioaktív hulladék 50 éve tartó termelése ellenére nincs megoldás hosszú távú elhelyezésére és megőrzésére. A kis aktivitású hulladékok lerakói már néhány évtized után elkezdtek szivárogni, ám a nagy aktivitásúakat százezer évekig kell biztonságosan tárolni. Az atomipar azt állítja, képes „kezelni” a hulladékot azáltal, hogy a föld mélyére ássa, de ez nem fogja örökre elszigetelni a radioaktív anyagokat, csak lelassítja természetbe kerülésüket. Az ipar igyekszik megjósolni, milyen gyorsan fognak szivárogni a lerakók, hogy azt állíthassa, a jövőben a környéken lakók sugárzásnak való kitétsége „elfogadhatóan alacsony” lesz. De a tudományos ismeretek nem állnak még olyan szinten, hogy az efféle jóslásokat bármekkora bizonyossággal el lehessen fogadni.

Az új atomreaktorok építéséért folytatott kampánya részeként az ipar azt állítja, hogy az atomhulladék eltemetésével kapcsolatos problémák inkább a társadalmi elfogadottságon, semmint a technikai kérdéseken múlnának. Állításai alátámasztásaként az atomhulladékok finnországi, svédországi vagy az egyesült államokbeli lerakására mutogatnak, ám a biztonságos hulladékkezelésnek semmilyen tudományos alapja nincs.

A legveszélyesebb hulladékok a reaktor magas radioaktivitású kiégett fűtőelemei, amelyek több százezer évig radioaktívak maradnak. Néhány országban a helyzetet fokozza ezen fűtőelemek „újrafeldolgozása”, amelynek során salétromsavban oldják fel őket, hogy kiválasszák belőlük a fegyverekben is használható plutóniumot. Ez a folyamat magas radioaktivitású, folyékony hulladékot hagy maga után. Jelenleg körülbelül 270 000 tonnányi kiégett fűtőelem van elraktározva, többnyire a reaktorok területén. Évente körülbelül 12 000 tonnával gyarapodik a kiégett fűtőelemek mennyisége, ennek mintegy negyede kerül újrafeldolgozásra.³

A már létező hulladék kezelésének legkevésbé káros lehetősége jelenleg a föld alatti tárolás, a termelés helyszínén, szárazon – habár ez óriási

kihívásokat és kockázatokat is teremt, amint azt a fukusimai balesetben is láthattuk, ahol a pihentetőmedencék hűtése hatalmas problémákat okozott. Az egyetlen valódi megoldás a hulladék termelésének megállítása.

3.4.3 Az atomfegyverek terjedése

Egy atombomba készítéséhez hasadóanyagra van szükség: urán-235-re vagy plutónium-239-re. Működése során a legtöbb atomreaktor uránt használ fűtőanyagként, és plutóniumot termel. A plutónium atomfegyverekben való felhasználását lehetetlen megnyugtató módon megelőzni. Egy kisméretű plutóniumkiválasztó erőmű négy-hat hónap alatt felépíthető, így bármelyik olyan ország, amely rendelkezik egy teljesen átlagos reaktorról, viszonylag gyorsan képes atomfegyvereket készíteni.

Az eredmény az, hogy az atomenergia és az atomfegyverek számai ikreként nőttek fel.⁴ Mióta megkezdődött az atomfegyverek terjedésének nemzetközi ellenőrzése, Izrael, India, Pakisztán és Észak-Korea mind szertettek ilyen fegyverekre, bemutatva a polgári és a hadászati célú atomenergia közötti kapcsolatot. Mind a Nemzetközi Atomenergia-ügynökség (IAEA), mind az Atomsorompó-egyezmény (NPT) eredendően tartalmaz egy ellentmondást: igyekeznek népszerűsíteni az atomenergia „békés” felhasználását, és ezzel egy időben megakadályozni az atomfegyverek terjedését.

Izrael, India és Pakisztán mind végrehajtottak polgári nukleáris műveleteket fegyvereik képességeinek tökéletesítésére, a nemzetközi egyezmények hatókörén kívül. Észak-Korea az NPT aláírójaként is fejlesztett atomfegyvert. Az atomfegyverek terjedésének ellenőrzésében az egyik fő kihívást az urándúsítási technikák Iránba, Líbiába és Észak-Koreába jutása jelenti. A Nemzetközi Atomenergia-ügynökség volt főigazgatója, Mohammed el-Barádei azt mondta: „Ha egy teljesen kifejlesztett fűtőanyagciklussal rendelkező állam úgy dönt, bármilyen okból, hogy ejti a fegyverkezést tiltó vállalásait, a legtöbb szakértő szerint hónapokon belül képes lenne atomfegyvert előállítani.”⁵

Az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testülete (UNFCCC) arra is figyelmeztetett, hogy az éghajlatváltozás megállításának céljából tervezett gyors ütemű, globális reaktorfejlesztési program (amely üzemanyagként plutóniumot használna) biztonsági kockázatai „rendkívül óriásiak lennének”.⁶ A világ minden táján jelenleg népszerűsített reaktortípusok mindegyike képes lenne MOX-ot (kevert urán- és plutónium-oxidot) használni üzemanyagként, amelyből a plutóniumot könnyen ki lehet választani.

A hasadóanyag termelésének néhány „megbízható” országra korlátozása nem működőképes ötlet: a többi ország részéről neheztelést szülne, illetve rendkívül jelentős biztonsági kockázatot eredményezne. Az ENSZ-nek új hivatalt kell felállítania az éghajlatváltozásnak és az atomfegyverek terjedésének kettős problémája kezelésére: az atomenergia kivezetésével és a fenntartható energiatermelési módszerek népszerűsítésével a világbékét terjeszteni – annak fenyegetése helyett.

referencia

³ WASTE MANAGEMENT IN THE NUCLEAR FUEL CYCLE, NUKLEÁRIS VILÁGSZÖVETSÉG (WORLD NUCLEAR ASSOCIATION), INFORMATION AND ISSUE BRIEF, 2006. FEBRUÁR (WWW.WORLD-NUCLEAR.ORG/INFO/INF04.HTML)

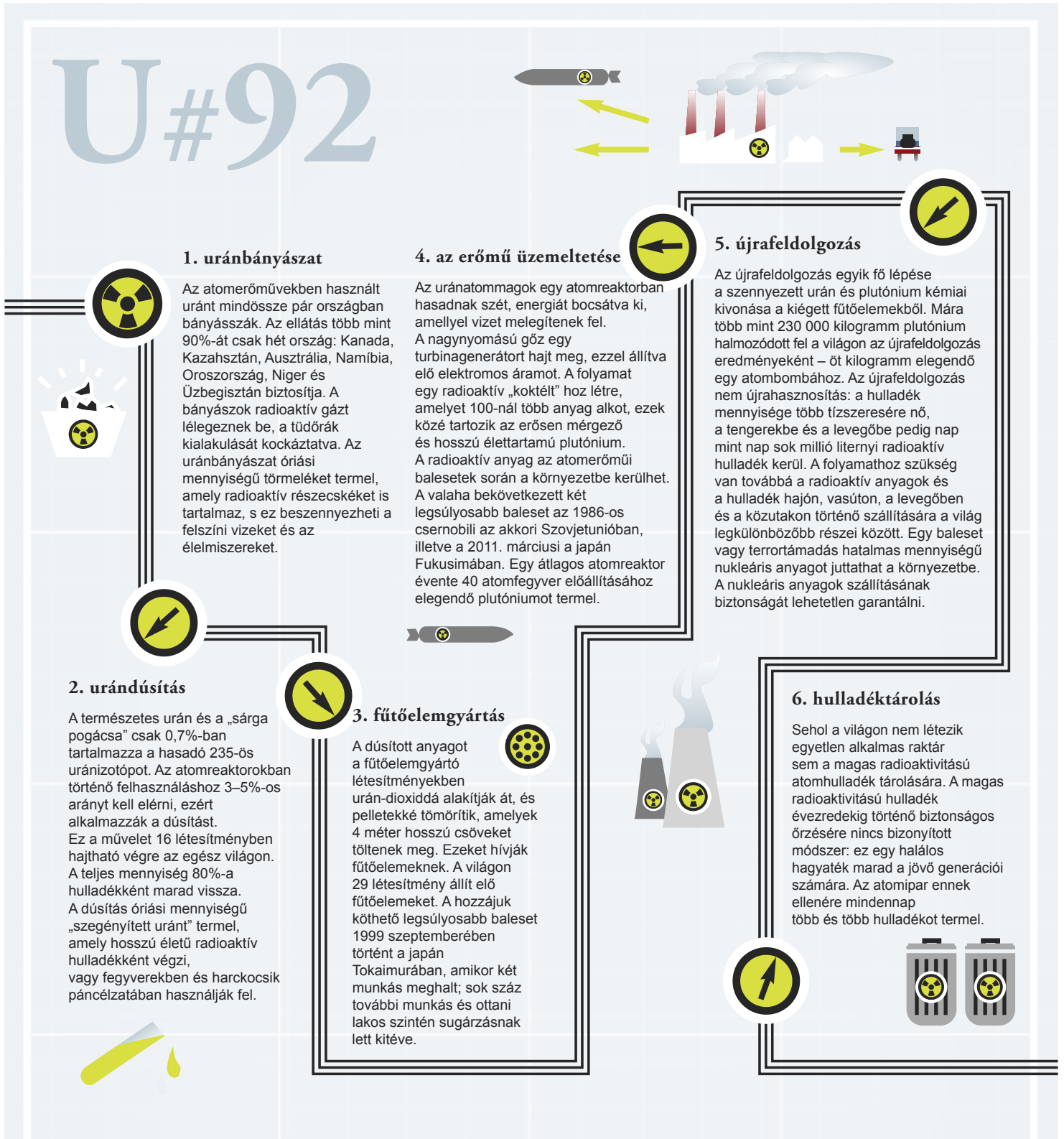
⁴ A NOBEL-DÍJAS SVÉD HANNES ALFVEN AZ ATOMENERGIA KATONAI ÉS BÉKÉS FELHASZNÁLÁSÁT SZINTÉN SZÁMI IKREKÉNT JELLEMEZTE. (DOUGLAS HOLDSTOCK, FRANK BARNABY: THE BRITISH NUCLEAR WEAPONS PROGRAMME, 1952–2002)

⁵ MOHAMMED EL-BARÁDEI: TOWARDS A SAFER WORLD, THE ECONOMIST, 2003. OKTÓBER 18.

⁶ IPCC II. MUNKAOSZLOP: IMPACTS, ADAPTATIONS AND MITIGATION OF CLIMATE CHANGE: SCIENTIFIC-TECHNICAL ANALYSES, 1995



4. ábra A nukleáris fűtőanyag ciklusa



Az Energia[Forradalom]


GLOBÁLIS KÉP

LEGFŐBB ALAPELVEK
AZ ELVEKTŐL A GYAKORLATIG

A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS ÚTJA
ÚJ ÜZLETI MODELL
AZ ÚJ VILLAMOSENERGIA-HÁLÓZAT

HIBRID RENDSZEREK
INTELLIGENS HÁLÓZATOK

4



„Az éghajlatváltozás elleni küzdelemben az energia okos használata már fél siker.”

GREENPEACE MAGYARORSZÁG
KLÍMA ÉS ENERGIA KAMPÁNY

„A KŐKORSZAKNAK NEM AZÉRT LETT VÉGE, MERT FOGYTÁN VOLT A KŐ. AZ OLAJKORSZAKNAK PEDIG JÓVAL AZELŐTT VÉGE LESZ, HOGY A VILÁG KIFOGYNA AZ OLAJKÉSZLETEKBŐL.”

Sheikh Zaki Yamani, Szaúd-Arábia korábbi olajügyi minisztere

KÉP A GREENPEACE ÉS EGY FÜGGETLEN, A NASA ÁLTAL TÁMOGATOTT TUDÓS MÉRÉSEKET VÉGZETT A GRÖNLANDI JÉGTAKARÓ MEGOLVADT TAVAINÁL, AMELYEK RÁMUTATTAK A JÉG SÉRÜLÉKENYSÉGÉRE.



A klímaváltozás kapcsán felmerülő sürgető problémák elkerülhetetlenné teszik egy Energia[Forradalom] létrejöttét. A szakértők egyetértenek abban, hogy ezt a gyökeres változtatást azonnal el kell kezdeni, és tovább folytatni az elkövetkező 10 évben, ha a legsúlyosabb következményeket el akarjuk kerülni. Teljesen át kell alakítani az energiatermelés, -fogyasztás és -elosztás módját, a gazdasági növekedés fenntartása mellett. Ha nem indul el ez a forradalmi változás, nem tudjuk majd 2°C alatt tartani a felmelegedés mértékét – márpedig egy ennél nagyobb mértékű átlaghőmérséklet-emelkedés esetén veszedelmes következményekkel kell számolnunk.

A villamosenergia-termelés jelenleg főként a fosszilis üzemanyagok elégetésére épül. A folyamat szén-dioxid-kibocsátással jár, és hatalmas erőművekben zajlik, ahol a bevitt primer energia nagy része kárba megy. További energia vész el, amikor a magas feszültségű áram a villamos hálózat vezetékeiben halad, és amikor a lakossági vagy kereskedelmi fogyasztók számára magas feszültségűből használható szintűre transzformálják. Ez a rendszer sajátjánál fogva érzékeny a meghibásodásokra: a helyi szintű – az időjárás vagy szándékos rongálás okozta – technikai problémák hamar átterjedhetnek a soros kapcsolású rendszer egészére, mindenhol áramszünetet okozva. Ha ilyen idejéltűlt módszerekkel próbálnak energiát termelni, akármilyen technológiát is alkalmaznak, elkerülhetetlenül beleütköznek a fent említett problémák valamelyikébe, vagy mindegyikébe. Az Energia[Forradalom] egyik alapkövetelménye tehát az energiatermelés és -elosztás módjának megváltoztatása.

4.1 Legfőbb alapelvek

Az Energia[Forradalom] megvalósításánál 5 alapelvet kell szem előtt tartani.

1. A természetes korlátok tiszteletben tartása – a fosszilis üzemanyagok teljes kivezetése a század végéig Meg kell tanulnunk tiszteletben tartani a természet szabta határokat. A légkör csak bizonyos mennyiségű szén-dioxidot képes elnyelni. Évente több mint 25 milliárd tonnányi szén-dioxid egyenértéket bocsátunk ki, ami szó szerint azt jelenti, hogy „megtöltjük az eget”. Habár a szén természetes forrásaiból több évszázadra elegendő üzemanyagot lehetne kitermelni, de az lehetetlen, hogy elégetjük őket, és közben biztonságos határok közt maradunk. Véget kell vetni az olaj- és szénkitermelésnek.

A globális Energia[Forradalom] forgatókönyv szerint a cél az energiatermeléshez kapcsolódó szén-dioxid-kibocsátás csökkentése és 2050-re 10 gigatonnában (Gt) való maximalizálása, illetve a fosszilis üzemanyagok kivezetése 2085-re.

2. Egyenlőség és méltányosság Ameddig vannak természetes korlátok, addig gondoskodni kell az előnyök és költségek méltányos elosztásáról is a társadalmakon belül, a nemzetek, valamint a jelenlegi és eljövendő nemzedékek között. Egyik oldalon a világ népességének egyharmada egyáltalán nem jut villamos áramhoz, eközben a leginkább iparosodott országok sokkal többet fogyasztanak, mint amennyi méltányosan járna nekik.

A klímaváltozás legszegényebb közösségekre gyakorolt hatását súlyosbítja az energia területén létrejött globális szintű, nagymértékű egyenlőtlenség. Ha megfelelő választ akarunk adni a klímaváltozásra, egyik irányelvként az egyenlőség és méltányosság elvét kell követnünk. Így az energiaszolgáltatás hasznából – mint például a fény, áram, utazás – egyenlő mértékben részesülne mindenki: észak és dél, szegények és gazdagok. Csak ily módon teremthetjük meg a valódi energiabiztonságot, valamint a tényleges emberi jóléthez szükséges feltételeket.

Az Energia[Forradalom]-forgatókönyv szerint az energiaegyenlőséget azonnal meg kell valósítani, amint az technikailag lehetővé válik. 2050-re az egy főre jutó széndioxid-kibocsátásnak átlagosan 1 és 2 tonna közé kellene esnie.

3. Tiszta és megújuló megoldások bevezetése és az energiahálózatok decentralizálása

Nincs energiahiány. Egyszerűen csak használunk kellene a már létező technológiákat, amik lehetővé teszik az energia hatékony hasznosítását. A megújuló energiával és energiahatékonyabb kapcsolatos intézkedések elérhető, megvalósítható és versenyképes alternatívát jelentenek. Az elmúlt évtizedben nagyságrendekkel megnövekedett piaci bővülés volt tapasztalható a szél- és napenergia, valamint a többi megújulóenergia-technológia terén.

Amennyire létező az éghajlatváltozás, annyira valóságos a megújulóenergia-szektor is. A fenntartható, decentralizált energiarendszerek kevesebb szén-dioxidot bocsátanak ki, olcsóbbak, és használatuk nagyban csökkenti az üzemanyagimporttól való függést. Több munkahelyet teremtenek, és a helyi közösségek saját energiával való ellátottságát is lehetővé teszik. A decentralizált rendszerek biztonságosabbak és hatékonyabbak. Az ilyen rendszerek létrehozását kell megcéloznia az Energia[forradalomnak].

Ha meg akarjuk akadályozni a klímaváltozás menthetetlen elszabadulását, a világ fosszilisüzemanyag-készleteinek – a szénnek, olajnak és földgáznak – a föld alatti lelőhelyeken kell maradniuk. Célunk, hogy az emberiség bolygónk természeti határait figyelembe véve tudjon élni.

4. A növekedés elválasztása a fosszilis üzemanyagok használatától

A gazdasági növekedést – a fejlődő országoktól indulva – teljesen külön kell választani a fosszilis üzemanyagok használatának kérdésétől. Hibás dolog azt gondolni, hogy ezeknek az országoknak a gazdasági növekedését abból kellene megítélni, mennyivel több üzemanyagot égetnek el.

A megtermelt energiát sokkal hatékonyabban kellene felhasználni, illetve nagyon gyorsan át kellene állni a fosszilis energiahordozókról a megújulóakra, hogy a tiszta és megújuló növekedés jöhessen létre.

5. A szennyező és fenntarthatatlan energiák kivezetése Fel kell számolni a szén- és az atomenergiát. Nem építhetünk szén-erőműveket egy olyan időszakban, amikor a kibocsátásuk nagyon is valós és sürgető veszélyt jelent mind az ökoszisztémákra, mind az emberekre. És az atomenergia használatához kapcsolódó számtalan veszélyhez sem asszisztálhatunk tovább, azt a látszatot keltve, mintha az atomenergia megoldást tudna nyújtani a klímaváltozásra.

4.2 Az elvektől a gyakorlatig

2010-ben a megújuló energiaforrások Európa végső energiafelhasználásában 11%-ot képviseltek. A nagyrészt fűtésre használt biomassa volt a legfőbb megújuló energiaforrás. A villamosenergia-termelésben a megújuló energia aránya 20% volt. A hőszolgáltatás terén a primerenergia-kereslet 12%-át elégtették ki megújulókkal. Ám a primerenergia-ellátás 77%-a ma még mindig fosszilis erőforrásokból származik.¹

Itt az idő, hogy az energia- és villamosszektorban alapvető strukturális változások történjenek, méghozzá tíz éven belül. Az iparosodott országokban – például az USA-ban, Japánban és az Európai Unióban – számos elöregedő erőmű van; a jelenleg működőknek több mint fele 20 évnél idősebb. Ugyanakkor a fejlődő országok, mint például Kína, India vagy Brazília a gazdasági növekedés miatt fokozódó energiakereslettel néznek szembe.

Az elkövetkező tíz éven belül eldől, hogy a villamosenergia-szektorban hogyan kívánják kielégíteni ezt a növekvő keresletet – fosszilis és nukleáris energiaforrásokkal vagy a megújuló energia hatékony felhasználásával. Az Energia[Forradalom] forgatókönyv egy merőben új szabályozási keretrendszerrel számol, amely előnyben részesíti a megújuló energiát, a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelést, valamint az energiahatékonyság nagymértékű növelését.

Hogy mindez megvalósulhasson, mind a megújuló energiát, mind a kapcsolt energiatermelést – széles körben és decentralizált kisebb egységek beiktatásával – bővíteni kell, mégpedig a globális energiakereslet növekedésénél gyorsabb ütemben.

Mindkét esetben szükséges a régi energiatermelő technológiák helyettesítése és a fejlődő világ növekvő energiaigényének kielégítése.

Mivel nem lehet azonnal, közvetlenül átállni a nagyrészt fosszilis erőforrásokra és nukleáris energiára épülő rendszerekről a teljes mértékben megújuló energiaellátásra, fontos, hogy legyen egy átmeneti fázis, amelyben a szükséges infrastrukturális háttér megépül. Bár határozottan a megújuló energia ösztönzésének vagyunk hívei, azt is látjuk, hogy a földgáz – ha megfelelő méretű kapcsolt erőművekben hasznosítják – az átmeneti időszak hasznos erőforrása lehet, és az

4.1 ábra: A központosított termelőrendszerek energiavesztése

61,5 egység

A ROSSZ HATÉKONYSÁGÚ TERMELÉS ÉS A HŐVESZTESÉG MIATT MEGY KÁRBA



100 egységnyi >>

ENERGIÁT TARTALMAZ A FOSSZILIS ENERGIAHORDOZÓ



38,5 egységnyi >>

ENERGIA KERÜL AZ ORSZÁGOS ENERGIAHÁLÓZATBA

3,5 egység

A SZÁLLÍTÁS ÉS ELOSZTÁS KÖZBEN MEGY KÁRBA



35 egységnyi >>

ENERGIÁT SZOLGÁLTATNAK A FOGYASZTÓKNAK

22 egységnyi

KERÜL FELHASZNÁLÁSRA VALÓJÁBAN

energia-infrastruktúra költséghatékony decentralizációját is előmozdíthatja. A melegedő nyarak miatt a trigeneráció a kibocsátás-csökkentés különösen fontos és hatékony eszközévé válhat, mivel hővel abszorpciós hűtőket is működtet, így a hő- és áram mellett hűtést is szolgáltat.

4.3 A fenntartható fejlődés útja

Az Energia[Forradalom] forgatókönyv olyan fejlődési utat tár elénk, amely a jelenlegi energiaellátó rendszert egy fenntartható rendszerré alakítja. Ez három fázisban történik.

Első lépés: energiahatékonyság és egyenlőség

Az Energia[Forradalom] forgatókönyve az energiahatékonyságból származó lehetőségek kiaknázását célozza meg. A jelenleg már meglévő és a jövőben is elérhető jó példákra és technológiákra összpontosít, feltételezve a folyamatos innovációt. A forgatókönyv szerint az energia megtakarításokat méltányosan, egyenlően osztanak el a három szektor – az ipari, a közlekedési és a lakossági/üzleti szektor – között. Nem a teljes önmegtartóztatás, hanem az intelligens használat jelenti a jövő energiarendszerének alapfilozófiáját.

Az energiamegtakarítás legfontosabb formáját jelentik: a tökéletesített hőszigetelés, a megfelelő épülettervezés, a szuperhatékony elektromos berendezések és hajtóművek, továbbá az elavult elektromos fűtőberendezések lecserélése megújuló hőtermelő berendezésekre (például napkollektorokra), illetve az áru- és utasszállító járművek energiafogyasztásának csökkentése.

A jelenleg leghatékonyabb energiafelhasználású ipari országok jelentősen csökkenthetik fogyasztásukat anélkül, hogy akár a háztartásban, akár az információs és szórakoztató elektronikai berendezések terén fel kellene adniuk kényelmüket. Az Energia[Forradalom] forgatókönyv úgy tekint az OECD országokban megtakarított energiára, mint egyfajta kompenzációra, amely a fejlődő országok növekvő energiaigényét ellensúlyozza. A cél alapvetően az, hogy az elkövetkező két évtizedben globális szinten stabilizálódjon az energiafogyasztás. Ugyanakkor cél az is, hogy egyfajta „energiaegyenlőség” jöjjön létre – az ipari országokban jelenleg folyó egyoldalú energiapazarlás megszüntetésével és a hatékony energiaellátó rendszerek világszinten is méltányos elosztásával.

kép A GREENPEACE NAPENERGIA-MŰHELYT NYIT BOMÁBAN, A KONGÓI DEMOKRATIKUS KÖZTÁRSASÁGBAN A MOBILTELEFON TÖLTŐT TÖLTÖTTÉ.



A primerenergia-keresletnek a referencia forgatókönyvhöz képest drasztikus csökkentése – ugyanolyan GDP- és népességnövekedés mellett – alapvető feltétele annak, hogy a megújuló energiaforrások jelentős részt foglalhassanak el az energiaellátó rendszerben, ellensúlyozva az atomenergia kivezetését és a fosszilis üzemanyagok folyamatosan csökkenő használatát.

Második lépés: a megújuló energia forradalma

Decentralizált és nagyléptékű megújuló energia

Az üzemanyag-hatékonyság növelése és az elosztás során fellépő veszteségek csökkentése érdekében az Energia[Forradalom]-forgatókönyv nagyban épít a decentralizált energiára (DE). Ez olyan energiát jelent, amelyet a fogyasztás helyszínén vagy annak közelében termelnek.

A centralizált energiatermelő-rendszerek eredeti energiainputjuk több mint kétharmadát elvesztegetik.

A decentralizált energia a helyi elosztási hálózatokhoz kapcsolódik, és a magasfeszültségű távvezetékes rendszerekkel ellentétben a háztartásokat és irodákat látja el energiával. Mivel az energiatermelő egység a fogyasztási pontok közelében van, lehetővé válik, hogy az égési folyamat során felszabaduló hőt a közeli épületekbe csatornázzák. Ezt nevezzük kapcsolt (hő- és villamosenergia-termelő) CHP rendszernek, amely lehetővé teszi a bemeneti energia csaknem teljes hasznosítását, ellentétben a fosszilis energiahordozókra épülő, hagyományos, centralizált erőművekkel, ahol csupán az input energia töredékét tudják hasznosítani.

A decentralizált energiához tartoznak a közhálózatoktól teljesen független, különálló rendszerek is – például a hőszivattyúk, a napkollektoros berendezések vagy a biomasszaalapú fűtőművek. Mindezek a háztartási fogyasztók számára is forgalmazhatóak, és így a fenntartható és alacsony kibocsátású fűtés eszközei lehetnek. Habár a decentralizált energia technológiákra tekinthetünk úgy, mint „bomlasztó” elemekre, hiszen nem kompatibilisek a fennálló villamosenergia-piaccaal és rendszerrel, a megfelelő változtatások bevezetésével exponenciális növekedést tudnak produkálni, ami a jelenlegi energiaszektor „kreatív szétrombolásával” kecsegtet.

2050-ben az energia nagy részét globális szinten decentralizált energiaforrások fogják biztosítani, ám a nagyléptékű megújuló energiaellátásra is szükség lesz, hogy hamar átállhassunk egy javarészt megújulóakra épülő rendszerre. Így a hatalmas part menti szélfarmok és a világ napsütötte övezeteinek koncentrált napenergia-erőművei (CSP) fontos szerepet kapnak majd.

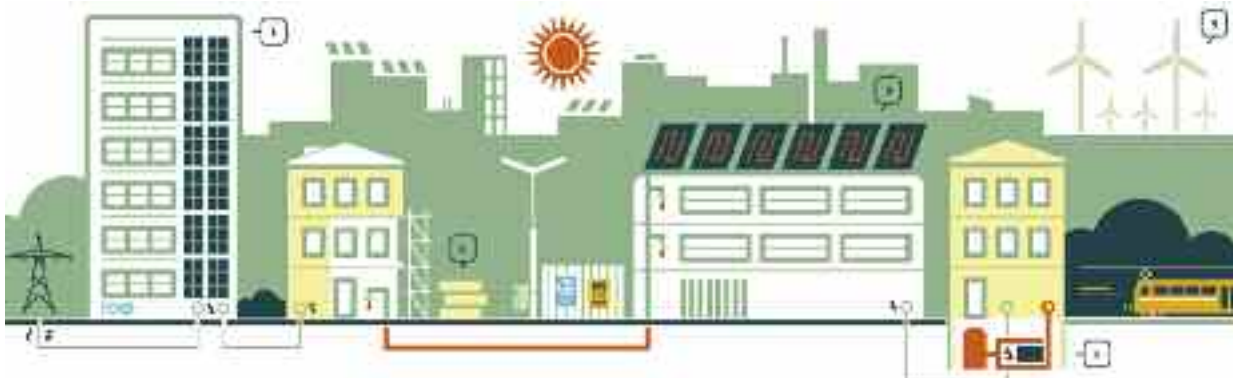
Kogeneráció, vagy kapcsolt energiatermelés (CHP) A kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés (CHP) növeli az energiaátalakítás hatékonyságát az energiaellátó rendszerben, akár földgázt, akár biomasszát használnak. Mivel hosszú távon csökken majd a hő iránti kereslet, és a megújuló energiaforrásokból közvetlenül származó hő is hatalmas lehetőségeket rejt, nem lesz majd szükség a CHP-rendszerek további bővítésére.

Megújuló áram A villamosenergia-szektor a megújuló energiahasznosítás úttörője lesz. Az elmúlt 20-30 évben a villamos energia területén számos megújuló technológiánál tapasztalhattunk jelentős – akár az évi 35%-ot is elérő – növekedést, ami várhatóan magas szinten fog megállapodni valamikor 2030 és 2050 között. A Progresszív Energia[Forradalom]

4.2 ábra: A jövő nagyvárosai

A LÉTEZŐ TECHNOLÓGIÁKAT DECENTRALIZÁLT MÓDON HASZNÁLVA, HATÉKONYSÁGI INTÉZKEDÉSEKKEL ÉS NULLA KIBOCSÁTÁSÚ FEJLESZTÉSEKKEL ÖTVÖZVE ALACSONY SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁSÚ KÖZÖSSÉGEKET ALAKÍTHATUNK KI, AMINT AZT AZ ALÁBBI ÁBRA BEMUTATJA. AZ ENERGIÁT HATÉKONY KAPCSOLT ENERGIATERMELÉSI TECHNOLÓGIÁK TERMELIK MEG, EGYSZERRE ELŐÁLLÍTVA HŐT (ÉS NÉHA HŰTÉST) ÉS VILLAMOS ENERGIÁT, AMELYET HELYI HÁLÓZATOKON KERESZTÜL OSZTANAK EL. AZ ENERGETIKAI MEGOLDÁSOK A HELYI LEHETŐSÉGEKET AKNÁZZÁK KI HELYI ÉS KÖZÖSSÉGI SZINTEN IS. AZ ITT BEMUTATOTT VÁROS TÖBBEK KÖZÖTT A SZÉL, A BIOMASSZA ÉS A VÍZ ENERGIÁJÁT HASZNÁLJA FEL. A FÖLDGÁZ SZÜKSÉG ESETÉN NAGY HATÉKONYSÁGGAL VETHETŐ BE.

város



1. A NAPELEMES HOMLOKZATOK AZ IRODA- ÉS LAKÓÉPÜLETEK DÍSZÍTŐELEMEI LESZNEK. A NAPCELLÁS MODULOKAT HASZNÁLÓ RENDSZEREK VERSENYKÉPESEBBEK LESZNEK, ÉS A TÖKÉLETESEDŐ TERVEZÉssel AZ ÉPÍTÉSEK SZÉLESEBB KÖRBE TUDJÁK MAJD ALKALMAZNI ÖKET.
2. FELJÚTÁSOKKAL A RÉGI ÉPÜLETEK ENERGIAFOGYASZTÁSA AKÁR ÖTÖDÉRE IS CSÖKKENTHETŐ – MEGFELELŐ HŐSZIGTELÉSSEL, ÚJ NYÍLÁSZÁRÓKKAL ÉS LÉGÁRAMOLTATÁSI RENDSZEREK KIÉPÍTÉSÉVEL.
3. A NAPKOLLEKTOROK A SAJÁT ÉS A SZOMSZÉDOS ÉPÜLETEKET IS ELLÁTJÁK MELEG VÍZZEL.
4. A NAGY HATÁSFOKÚ CHP-ERŐMŰVEK VÁLTOZATOS MÉRETBEN ÉPÜLNEK: ENERGIÁÁTVITELI VESZTESÉGEK NÉLKÜL LÁTHATNAK EL EGY CSALÁDI HÁZAT, VAGY AKÁR EGÉSZ ÉPÜLETEGYÜTTESÉKET ÉS TÖMBHÁZAKAT HŐVEL ÉS ÁRAMMAL.
5. A NAGYVÁROSOK TÁVOLABBRÓL IS KÖRNYEZETBARÁT ÁRAMHOZ JUTHATNAK: A SZÉL- ÉS A NAPERŐMŰVEKBEN, ÉS A BIOMASSZÁVAL IS FŰTÖTT CHP-ERŐMŰVEKBEN KOMOLY LEHETŐSÉGEK REJLENNEK.

4 forgatókönyv szerint 2050-re a villamos energia nagy részét megújuló erőforrások szolgáltatják majd. A közlekedéshez kapcsolódó áramhasználat várható növekedése tovább ösztönzi a megújulóenergia-technológiák hatékony használatát.

Megújuló fűtés A hőellátásban is jelentősen megnő a megújulók szerepe. A növekedés mértéke a megújuló villamosenergia-szektorban várható növekedés szintjéhez lesz hasonló. A fosszilis energiahordozókat egyre inkább felváltják a hatékonyabb, modern technológiák, különösen a biomassa, a napkollektorok és a geotermikus technológiák. 2050-re a fűtés és hűtés iránti kereslet nagyobb részét a megújulóenergia-technológiák fogják kielégíteni.

Közlekedés Mielőtt az új technológiák – beleértve a hibrid vagy elektromos autókat, illetve az új, például bioüzemanyagokat – jelentős szerephez jutnának a közlekedési szektorban, a hatékonyságnövelés jelenleg is elérhető lehetőségeit kell teljességgel kiaknázni. Ebben a tanulmányban a biomasszával elsősorban a helyhez kötött berendezéseknél számolunk; a bioüzemanyagok használatának pedig a fenntarthatóan termelhető biomassa mennyisége szab határt. Emiatt a közlekedésben az elektromos járművek egyre fontosabb szerepet kapnak majd az energiahatékonyság növelésében, illetve a fosszilis energiahordozók helyettesítésében.

Hogy a megújuló energiaforrások fejlődése összességében gazdaságilag is vonzó szintet érjen el, szükség van valamennyi technológia kiegyensúlyozott és megfelelő időben történő mozgósítására. És a technológiákhoz kapcsolódó megoldások mellett az életmódváltás – mint például a kevesebb autózás, a közösségi közlekedés elterjedtebb használata – is jelentősen csökkentheti az üvegházgázok kibocsátásának mértékét.

4.3 ábra: Az erőművek értéklánca

FELADAT	TERMELŐ- ESZKÖZÖK GYÁRTÁSA	PROJEKT- FEJLESZTÉS	ÜZEMBE HELYEZÉS	AZ ERŐMŰ TULAJ- DONOSA	ÜZEMELTETÉS ÉS FENNTARTÁS	ÜZEMANYAG- ELLÁTÁS	ELJUTTATÁS A FOGYASZTÓ- HOZ	ÉRTÉKESÍTÉS
A JELENLEGI HELYZET	Nagyon kevés új erőmű + központosított tervezés			Nagyüzemi termelés néhány egyedi erőmű és közmű irányítása alatt	Bányászati munkák világszerte	A hálózat üzemeltetése továbbra is a közművek kezében		
PIACI SZEREPLŐ								
Közmű								
Bányavállalat								
Alkatrészgyártó								
Műszaki vállalatok és projektfejlesztők								
AZ ENERGIA[FORRADALOM] ÁRAMPIACA	Számos kisebb erőmű + decentralizált tervezés			Nagyszámú piaci szereplő, például egyedi erőművek, közművek, magánfogyasztók, épületüzemeltetők	Nincs szükség üzemanyagra (kivéve a biomasszával)	Hálózat-üzemeltetés állami irányítás alatt		
PIACI SZEREPLŐ								
Közmű								
Bányavállalat								
Alkatrészgyártó								
Műszaki vállalatok és projektfejlesztők								

4.4 Új üzleti modell

Az Energia[Forradalom] forgatókönyvének megvalósulása drámai változást eredményezne az energiavállalatok, közművek, üzemanyag-ellátók és az energiatechnológia gyártók üzleti modelljeiben. A decentralizált energiatermelés és a távoli vidékeken – mindenféle üzemanyag-szükséglet nélkül – működő óriási napkollektorok és part menti szélerőművek jelentősen befolyásolják majd a 2020-ban és az utána fennálló energiaszolgáltatók működését.

Amíg ma az egész energiaellátásban egyértelműen meghatározható szereplők alkotják az értékláncot, egy globális szintű, megújuláson alapuló energiaellátó rendszer mindenképpen felülírja majd a szerepek és felelőségek mostani felosztását. A következő táblázat áttekintést ad a jelenlegi értéklánccról, illetve arról, hogy az milyen irányban változna meg az energiaszerkezet forradalmasításának hatására.

Míg ma még – akár közműről, akár annak leányvállalatáról legyen szó – kisszámú erőmű elegendő a kívánt mennyiségű energia megtermeléséhez, az Energia[Forradalom] forgatókönyv előrejelzése szerint nagyszámú kicsi, decentralizált erőmű fogja elvégezni ugyanennek a feladatnak a 60–70%-át. Így a tulajdonlás inkább a magánbefektetők felé mozdul el, a centralizált közszolgáltatóknak pedig csökken a szerepük. Ugyanakkor az energiavállalatok értékláncában a hangsúly a projektfejlesztés, az eszközgyártás, valamint az üzemeltetés és fenntartás felé tolódik.

Kiseb szerepet kap majd a villamos energia eladása, mivel az energiavállalatok nem csupán áramot, hanem egész erőműveket fognak szállítani a fogyasztóknak, így tulajdonképpen egyre inkább



szolgáltatásokkal fogják ellátni az ügyfeleket. Az erőművek nagy részének nem is lesz szüksége több üzemanyagra, ennek eredményeképpen pedig a bányászat és az üzemanyag-termeléssel foglalkozó vállalatok elveszítik stratégiai jelentőségüket.

Az Energia[Forradalom] megvalósulásával egyre több megújuló energiával foglalkozó – pl. szélturbinagyártó – vállalat jelenik meg, szerepet vállalva a projektfejlesztésben, az üzembe helyezésben, az üzemeltetésben és fenntartásban, miközben a közszolgáltatók elveszítik korábbi státuszukat. Azok az energiaszolgáltató vállalatok, amelyek nem mozdulnak a megújulóakra épülő projektfejlesztés irányába, veszítenek piaci részesedésükből, vagy teljesen kiszorulnak a piacról.

Villamosítás vidéken² Az energia központi szerepet játszik a szegénység csökkentésében, hiszen óriási előnyököt nyújt az egészségügy, az írni-olvasni tudás területén, és fontos szerepe van az egyenlőség megteremtésében. A világ lakosságának több mint egynegyede egyáltalán nem fér hozzá a modern energiaszolgáltatásokhoz. A szubszaharai Afrikában az emberek 80%-a nem jut villamosenergia-ellátáshoz. A főzéshez és fűtéshez szükséges energiához majdnem teljes mértékben biomassza – fa, faszén és trágya – égetésével jutnak hozzá.

A szegények akár a jövedelmük egyharmadát is költhetik energiaszerzésre, nagyrészt főzés céljából. Különösen a nők töltik idejük jelentős részét azzal, hogy a főzéshez összegyűjtik és feldolgozzák a hagyományos tüzelőanyagokat; Indiában napi 2–7 órát is eltölthetnek vele. Ezt az időt lehetne a gyermekekre, oktatásra vagy jövedelemszerzésre fordítani. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) becslése szerint a fejlődő országokban évente 2,5 millió nő és gyermek hal meg idejekorán a háztartásokban használt biomassza-tüzelésű tűzhelyek füstjének belélegzése miatt.

A Millenniumi Fejlesztési Célok között kitzűzték a szegénység mértékének felére csökkentését 2015-re, ám ezt nem lehet elérni, ha nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű energia a termelés és a jövedelmek növeléséhez, az oktatás bővítéséhez, a munkahelyteremtéshez, illetve ahhoz, hogy a napi túléléshez szükséges verejtékes munka mennyisége csökkenhessen. Az éhezés ilyen mértékű csökkentését nem lehet megvalósítani az élelmiszer produktívabb termeléséhez, betakarításához, feldolgozásához és értékesítéséhez szükséges energia nélkül. Nem lehet a lakosság egészségi állapotát javítani és a halálzási rátákat csökkenteni, ha a klinikákon, a kórházakban és az oltási kampányoknál használt hűtőberendezésekhez szükséges energia nem áll rendelkezésre. A legtöbb gyermekhalált okozó légúti megbetegedésekkel nem lehet leszámolni, ha nem foglalkozunk az otthonokban használt tűzhelyek füstjének problémájával. A gyermekek nem tudnak éjszaka tanulni, ha nincs otthon világítás, és tiszta vizet sem lehet kinyerni és feldolgozni energia nélkül.

Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Bizottsága szerint „hogy meg lehessen valósítani a nemzetközi közösség által is elfogadott célt – azaz 2015-re a napi 1 USA dollárnál kevesebből élők arányának felére csökkentését –, elengedhetetlen a megfizethető energiaszolgáltatásokhoz való hozzáférés”.

A fenntartható, tiszta megújuló energia szerepe Ahhoz hogy a klímaváltozás elkerüléséhez szükséges drámai kibocsátás-csökkentést meg tudjuk valósítani – ami 2050-re az OECD országokban 80%-os csökkentést jelentene –, a megújuló energia széleskörű bevetésére van szükség. A megújuló energiával kapcsolatos célszámokat jelentősen meg kell növelni az ipari országokban, hogy mind a fosszilis üzemanyagokat, mind az atomenergiát helyettesítsék, illetve a globális terjeszkedéshez szükséges gazdasági szintet meg lehessen teremteni. Az Energia[Forradalom] forgatókönyv feltételezése szerint a modern megújuló energiaforrások, mint például a napkollektorok, naptűzhelyek és a bioenergia modern formái kiváltják majd a nem hatékony hagyományos biomassza használatot.

Harmadik lépés: Optimalizált integráció – Megújuló energia megállás nélkül

Az energiarendszer teljes átalakítására lesz szükség ahhoz, hogy el lehessen érni a megújulóknak az Energia[Forradalom] forgatókönyvben meghatározott – jelentősen nagyobb – arányát. A kábelhálózatok és a nagy terhelésre beállt központi generátorok jellemzően alapterheléses (baseload) áramot szolgáltatnak. A megújuló energia új tényezőként lépett az energiamixbe, és úgy kellett bevezetni, hogy megfeleljen ennek a rendszernek, valamint alkalmazkodjon a hálózat jelenlegi működési feltételeihez. Ha azonban az Energia[Forradalom] megvalósul, ennek meg kell változnia.

A megújuló energia néhány kritikusa szerint soha nem lesz képes a jelenlegi energiaszükségletnek megfelelő mennyiségű áramot szolgáltatni, nem is beszélve arról, hogy az igények várhatóan még tovább növekednek. Szerintük ez azért van, mert a megújuló nagyrészt természeti erőforrásokra épülnek, mint például a nap és a szél, amelyek nem állnak rendelkezésre a nap 24 órájában. Számos ország példáján okulva azonban láthatjuk, hogy ez nincs így, illetve ha a továbbiakban még inkább a hálózat működéséhez igazítják, óriási mennyiségű megújuló termelési kapacitást lehet sikeresen integrálni, ahogy az az említett jelentésben is látható.

Már most is rendelkezésünkre állnak a nap, a szél, valamint a geotermikus források és a folyók, miközben az óceáni energia, a biomassza és a hatékony gázturbinák mind készen állnak, hogy a jövőben nagy arányban hozzájáruljanak az energiatermeléshez. Az intelligens technológiákkal nyomon lehet követni az energiahasználati szokásokat, és olyan rugalmas energiaellátást lehet biztosítani, amely a nap folyamán végigköveti a keresletet, jobb tárolási megoldásokkal rendelkezik, és megfelelően csoportosítva a fogyasztókat virtuális akkumulátorként tekint rájuk. A „Megújuló energia megállás nélkül” című Greenpeace tanulmányban leírtak mind technológiai, mind gazdasági szempontból megvalósíthatóak, és csupán megfelelő politikai háttérre és gazdasági beruházásokra lenne szükség, hogy a dolgok a megfelelő irányba mozduljanak és a „lámpák égve maradjanak”.³

referencia

² 'SUSTAINABLE ENERGY FOR POVERTY REDUCTION: AN ACTION PLAN', IT POWER/GREENPEACE INTERNATIONAL, 2002.

³ THE ARGUMENTS AND TECHNICAL SOLUTIONS OUTLINED HERE ARE EXPLAINED IN MORE DETAIL IN THE EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL/GREENPEACE REPORT, "[R]ENEWABLES 24/7: INFRASTRUCTURE NEEDED TO SAVE THE CLIMATE", NOVEMBER 2009.

4. 5 Az új villamosenergia-hálózat

A villamosenergia-hálózat azoknak a vezetéknek, transzformátoroknak és infrastruktúrának az összefoglaló elnevezése, amely eljuttatja a villamos áramot az erőművektől a fogyasztókhoz. A szállítás folyamán minden hálózatban elvész valamennyi energia; sokkal hatékonyabb, ha az energia helyi elosztási rendszereken belül áramlik, és kisebb energiavesztéssel jár.

A jelenlegi villamosenergia-szállító (fő hálózati vonalak) és -elosztó rendszereket (helyi hálózatok) 40–60 éve tervezték és építették. A fejlett világban mindenütt úgy építették meg őket, hogy a nagy központi erőműveket magasfeszültségű váltóáramot (AC) szállító villamos vezeték köti össze azokkal a területekkel, ahol az elektromos áram felhasználásra kerül. Egy alacsonyabb feszültségű elosztási rendszer pedig tovább szállítja az áramot a végfogyasztókhoz. Ezt centralizált hálózati rendszernek hívják, és viszonylag kevés számú – nagyrészt szénrel és földgázzal működő – nagy erőműre épül.

A jövőben úgy kell átalakítani a hálózati rendszert, hogy ne a hagyományos, nagy erőművekre, hanem inkább több, megújuló energián alapuló egységre támaszkodjon. Ezek jellemzően kisebb energiatermelő egységek, amelyek a hálózat mentén elszórtan helyezkednek el. A helyi elosztási rendszerek sokkal hatékonyabbak, és a távolsági szállítással járó energiavesztést is elkerülik. Lesz néhány nagy, koncentrált megújuló energiára épülő erőmű is. A jövő ilyen nagy generátorait jelentik például Európában az Északi-tengeren megépített hatalmas szélfarmok, illetve a Dél-Európába és Észak-Afrikába tervezett, hatalmas területet elfoglaló koncentrált napenergia-tükrök.

Az előttünk álló nagy kihívás, hogy az új generációs erőforrásokat integráljuk, miközben kivonjuk a forgalomból a nagyléptékű hagyományos erőműveket úgy, hogy ezalatt a rendszer továbbra is folyamatosan működjön. Ehhez újfajta hálózatokra és az energiarendszerhez kapcsolódó innovatív szerkezeti megoldásokra van szükség, amelyek új technológiákat és a hálózati irányítás új formáit alkalmazzák, valamint biztosítják, hogy az energiakereslet és kínálat ingadozása ellenére egyensúlyban maradjon a rendszer.

A villamosenergia-rendszer újfajta struktúrájának kulcsfontosságú elemei a mikro- hálózatok, az intelligens hálózatok és a nagyléptékű, hatékony szuperhálózat. Ez a három rendszer összeköttetésben áll, és egymást segíti. (lásd 4.4 ábra)

Az új felépítésű villamosenergia-rendszer elemei

A több erőforrásra – például nap- és szélenergiára – támaszkodó **hibrid energiatermelő rendszer** olyan eljárásnak tekinthető, amely biztonságosan ellátja a távoli vidéki területeket vagy szigeteket is, különösen ott, ahol nincs hálózatra csatlakozó villamos energia. Ez kiemelten fontos a fejlődő országokban. A jövőben több hibrid rendszert is össze lehetne kötni, olyan mikrohálózatot alkotva, amelyben az ellátást intelligens hálózati technológiákkal vezérlik.

Az **intelligens hálózat** olyan villamosenergia-hálózat, amely összekapcsolja a decentralizált megújuló energiaforrásokat és a kogenerációs egységeket, az energiát pedig igen hatékonyan osztja el. E hálózatokban fejlett kommunikációs és vezérlő technológiákat, például intelligens fogyasztásmérőket használnak, hogy a villamosáram-szolgáltatás költséghatékonyabb és alacsonyabb üvegházgáz-intenzitású legyen,

A rendszer ilyen új struktúrájának kialakításában és működtetésében főszerepet játszik majd az informatikai és kommunikációtechnológiai (IT) szektor. Mivel az intelligens hálózat sokféle forrásból és helyről kapja a villamos energiát, nagy mennyiségű adat összegyűjtésére és elemzésére van szükség. Ez olyan szoftvereket, hardvereket és hálózatokat igényel, amelyek gyorsan szállítják az adatokat, és reagálni is tudnak az összegyűjtött információra. Ha például az energiafelhasználókat valós idejű adatokkal látjuk el energiafogyasztási szokásaikkal és az épületekben található berendezések fogyasztásával kapcsolatban, ez segít nekik az energiahatékonyság növelésében, és növeli a valószínűségét, hogy a berendezéseket akkor használják majd, amikor rengeteg helyi energia áll rendelkezésre – például amikor fúj a szél.

Számos IT-vállalat van, amely az energiavezérléshez és -monitorozáshoz kapcsolódó szolgáltatásokat kínál. Ezek közt van az IBM, a Fujitsu, a Google, a Microsoft és a Cisco. A telekommunikációs és technológiai ágazat nagy mamutjai más társaikkal együtt elég hatalmasok ahhoz, hogy egy intelligensebb hálózati rendszert alakítsanak ki, és gyorsabban eljuttassanak minket a tiszta energiára épülő jövőhöz. A Greenpeace elindította „Cool IT” nevű kampányát, hogy nyomást gyakoroljon az IT-szektorra, és elérje, hogy hasonló, klímabarát technológiákat valósítsanak meg.

4.6 Hibrid rendszerek

A fejlett világ kiterjedt villamosenergia-hálózattal rendelkezik, amely a népesség csaknem 100%-át lefedi. A fejlődő világban azonban sok olyan vidéki terület van, amelyeknek nem megbízható a hálózata, vagy a villamos energiát szennyező módon – például különálló dízelgenerátorokkal – állítják elő. Ez ráadásul nagyon drága a kis közösségek számára.

A jelenleg semmilyen villamosenergia-rendszerhez nem csatlakozó vidéki területek villamosítása nem folyhat úgy, mint eddig. A fejlett országokban bevett szokás volt, hogy a hálózatot magas vagy közepes feszültségű vonalakkal, új alállomásokkal, illetve alacsony feszültségű elosztási hálózattal egészítették ki. Ám ahol alacsony a várható kereslet a villamos energia iránt, és a terület messze van a már kiépített hálózatoktól, ez az eljárás gazdaságilag nem életképes.

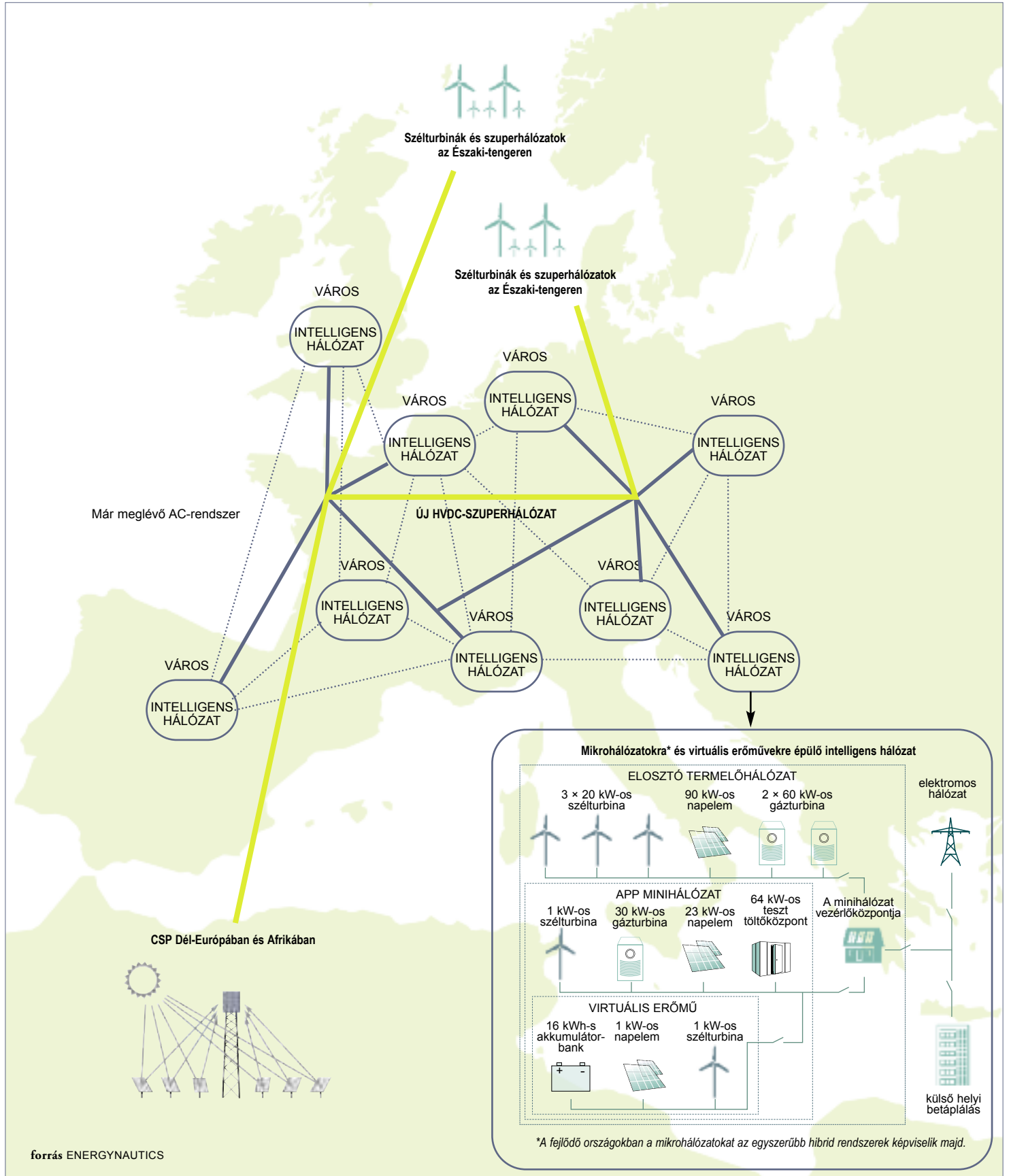
és megfeleljen a fogyasztói igényeknek. A kis generátorokat, például a szélturbinákat, napelemeket és üzemanyagcellákat energiavezérlési technológiák segítségével összekapcsolják, hogy a rendszerhez csatlakozó összes felhasználót figyelembe véve egyensúlyozzák ki a terhelést. Az intelligens hálózatoknak köszönhetően nagy mennyiségű megújuló energiát lehet a rendszerbe integrálni, és lehetővé válik az előregedett centralizált erőművek üzemén kívül helyezése.

A **szuperhálózat** olyan nagy villamosenergia-hálózat, amely számos országot köt össze: a nagy megújuló villamosenergia-ellátással rendelkező területeket összekapcsolja azokkal a területekkel, ahol magas a kereslet – és ideális esetben hatékony HVDC (magas feszültségű egyenáramú) vezetékkel működik. Az utóbbira példa Dél-Európa és Afrika összekapcsolása azért, hogy a kiterjedt megújuló erőforrásokkal rendelkező területekről megújuló energiát lehessen exportálni a magas keresletű urbanizált területekre.

kép A SZÉLTURBINÁKAT A DÁNIAI KOPPENHÁGA KÖZELÉBEN FEKVŐ MIDDELGRUNDENÉL LEVŐ TENGERI SZÉLFARM ÉPÍTÉSÉNÉL FOGJÁK FELHASZNÁLNI.



4.3 ábra: A jövő energiaellátása nagy mennyiségű megújuló energia felhasználásával



forrás ENERGYNAUTICS

4 A több erőforráson alapuló hibrid megújuló energiarendszerekkel történő villamosítás gyakran a legolcsóbb és egyben a legkevésbé szennyező alternatíva. A hibrid rendszerek a megújuló energiát, például a szél- és napenergiát egy töltésvezérlőn keresztül összekötik egy akkumulátorral, amely a termelt áramot tárolja, és a fő energiaellátó szerepét tölti be. A tartalék ellátást jellemzően a fosszilis üzemanyagok biztosítják: például a szél-dízel-akkumulátoros vagy PV-dízel-akkumulátoros rendszereken keresztül. Az ilyen decentralizált hibrid rendszerek megbízhatóbbak, a fogyasztókat innovatív technológiák segítségével be lehet vonni a működtetésükbe, továbbá ezekkel lehet a legjobban kihasználni a helyi energiaforrásokat, ugyanakkor kevésbé függenek a nagyszabású infrastruktúrától, és gyorsabban megépíthetők, illetve összekapcsolhatók, különösen a vidéki területeken.

Különösen a szegényebb vidéki közösségeknél lehet kérdés, ha üzembe akarnak helyezni egy ilyen hibrid megújuló rendszert, hogy mennyibe is kerül. A Greenpeace ezért kifejlesztett egy olyan modellt, amelyben a különböző projekteket összevonják, és így a pénzügyi csomag elég nagy lesz ahhoz, hogy a nemzetközi befektetői támogatás számára is megfelelő legyen. A csendes-óceáni térségben például számos sziget vagy egy egész szigetállam – mint például a Maldív-szigetek –, sőt több szigetállam energiatermelési projektjét is össze lehetne vonni egyetlen projektsomaggá, amely így elég nagy volna ahhoz, hogy az OECD országok által is támogatható nemzetközi projekt váljon belőle. A támogatás állhatna részben kötelező átvételi árból (feed-in tariffs), részben pedig a többletköltségeket fedező támogatásból, ahogy a Megújuló energia megállás nélkül című jelentésünkben is utaltunk rá. Ezt a támogatási formát kötelező átvételi ártámogatási mechanizmusnak hívják.

A projekttervezésnél alapvetően fontos, hogy maguk a közösségek is közvetlenül bekapcsolódjanak a folyamatba.

4.7 Intelligens hálózatok

A megújulóenergia-technológiák integrálása már meglévő energiarendszerekbe hasonló feladatot jelent a világ valamennyi energiarendszerében, akár centralizált hálózatokról, akár elszigetelt rendszerekről van szó. A villamosenergia-rendszer működésének célja, hogy a villamosenergia-fogyasztást és -termelést összhangba hozza.

Alapos, hosszú távú tervezés szükséges ahhoz, hogy a mindenkori termelés állandóan kielégítse a keresletet. A kínálat és kereslet kiegyensúlyozásán kívül a villamosenergia-rendszernek a következőket kell még tudnia:

- A villamos energia minőségére vonatkozó előírásoknak való megfelelés – feszültség/frekvencia –, amelyhez további technikai felszerelésekre lehet szükség.
- Megbirkózás a szélsőséges időjárási helyzetekkel – például amikor az ellátásban hirtelen zavar áll be az egyik termelői egység meghibásodása vagy az átviteli rendszer leállása miatt.

A megújuló energia intelligens hálózatokba integrálása azt jelenti, hogy a zsinóros áramtermelés kérdéséről áttesszük a hangsúlyt arra a kérdésre, hogy az ellátás rugalmas-e vagy sem. Egy intelligens hálózatban számos rugalmas energiaellátó egység (például nap- és gáz-, geotermikus, szélenergia alapú egység, keresletoldali szabályozással kiegészítve) követi nyomon a terhelést éjjel-nappal, így nem történik áramkimaradás.

Már számos európai ország bizonyította, hogy igenis lehetséges a változó megújulóenergia-termelés nagyléptékű integrálása a hálózati rendszerekbe, továbbá az is, hogy a megújulóknak a teljes ellátásban magas legyen az aránya. Dániában például a szélenergia biztosítja az ellátás átlagosan 20%-át, ám csúcsideőszakban a kereslet 100%-át is ki tudja elégíteni. Ilyen esetekben a felesleges energiát a szomszédos országokba exportálják. Spanyolországban, amely egy sokkal nagyobb és nagyobb kereslettel is bíró, ország átlagosan 14%-ban járul hozzá a termeléshez a szél, csúcsideőszakban pedig 50%-ban.

A megújuló alapú villamosenergia-technológiák fejlesztésében ez idáig leginkább arra fókuszáltak, hogy a műszaki teljesítményt a jelenlegi hálózat igényeihez igazítsák, főként a hálózati előírásoknak megfelelően, ahol olyan kérdések fontosak, mint a feszültség, a frekvencia és a meddő teljesítmény. Ám most maguknak a villamosenergia-rendszereknek kell alkalmazkodniuk a változó energiatermelés szükségleteihez. Ez azt jelenti, hogy elég rugalmasnak kell válniuk ahhoz, hogy a változó megújuló energia fluktuációját kövessék – például alkalmazkodjanak a kereslethez fogyasztásoldali szabályozással vagy tárolórendszerek telepítése révén.

A jövő villamosenergia-rendszere nem kisszámú centralizált erőműre épül majd, hanem sok tízezer termelői egységre – például napelemekre, szélturbinákra és egyéb megújulóakra, amelyeket részben az elosztórendszerek közvetítenek, részben pedig a nagy erőművekben, például a tengeri szélparkokban koncentrálnak.

Kompromisszumot jelent, hogy a villamosenergia-rendszerek tervezése bonyolultabbá válik a termelési eszközök megnövekedett mennyisége, illetve a változó megújulóenergia-termelés jelentős szerepe miatt, melynek következtében állandóan változik az energia áramlása.

A villamosenergia-rendszerek tervezését intelligens technológiákkal kell segíteni, amelyek aktívan támogatják a hálózatüzemeltetést a termelés következő napi előrejelzésével és a rendszer kiegyensúlyozásával, a rendszer és a termelési egységek állapotára vonatkozó valós idejű információk szolgáltatásával (a várható időjárás figyelembevételével). Annak biztosításában is nagy szerepe van, hogy a rendszer mindig ki tudja elégíteni a csúcskeresletet, és az elosztásnak, illetve az átviteli berendezéseknek jobb legyen a kihasználtsága – ezzel teljes mértékben minimalizálja a hálózat kiterjesztésének szükségességét.

Egy szinte kizárólag megújuló energiaforrásokra építő villamosenergia-rendszer kialakításához új, átfogó struktúrára van szükség, beleértve az intelligens hálózatokat is. Hogy ez az elképzelés teljességében megvalósulhasson, rengeteg további munkára van még szükség.⁴

A 4.5 ábra egyszerűsített rajzon mutatja be a jövő megújulóakra épülő és intelligens hálózati technológiákat alkalmazó villamosenergia-rendszereit.

Sokféle lehetőség áll rendelkezésre, amelynek révén a változó megújulóenergia-forrásokat nagy tételben integrálhatjuk az energiaellátó rendszerbe. Ilyen például a keresletoldali szabályozás, a virtuális erőmű koncepciója és a villamos energia tárolásával kapcsolatos megoldások.

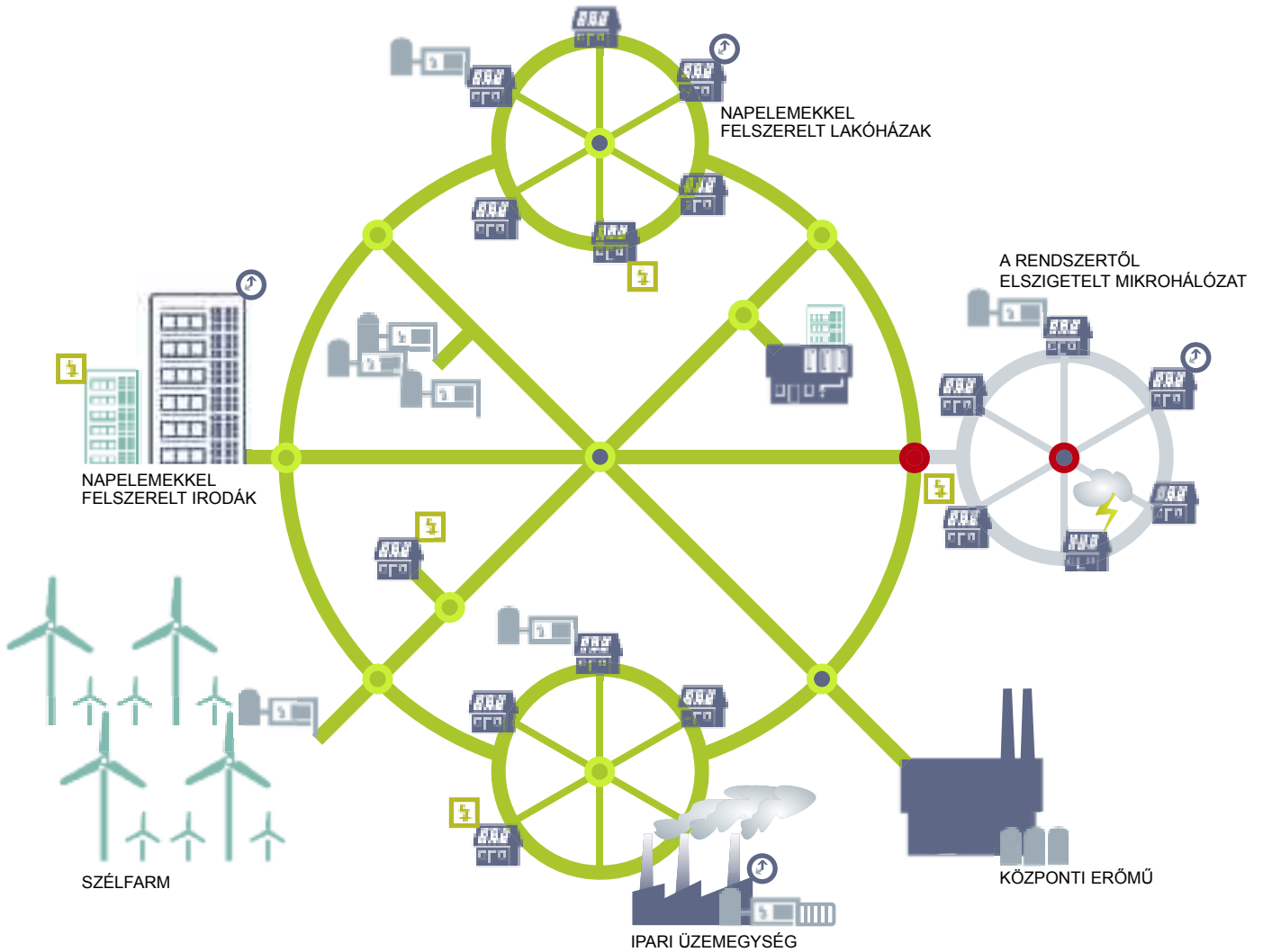
referencia

4. LÁSD MÉG: AZ ECOGRID PHASE 1 ÖSSZEFOGLALÓ JELENTÉSE: [HTTP://WWW.ENERGINET.DK/NR/RDONLYRES/8B1A4A06-CBA3-41DA-9402-B56C2C28FB0/0/ECOGRIDDK_PHASE1_SUMMARYREPORT.PDF](http://www.energinet.dk/nr/rdonlyres/8B1A4A06-CBA3-41DA-9402-B56C2C28FB0/0/ECOGRIDDK_PHASE1_SUMMARYREPORT.PDF)



4.5 ábra: Intelligens hálózat

JÖVŐKÉP – OLYAN INTEGRÁLT MIKROHÁLÓZATOKBÓL ÁLLÓ RENDSZER, AMELY KÉPES ÖNMAGÁT FIGYELNI ÉS JAVÍTANI



- **PROCESSZOROK** A SPECIÁLIS VÉDELMI MECHANIZMUSOKAT MÁSODPERCEK TÖREDÉKE ALATT HOZZÁK MŰKÖDÉSBE.
- **SZENZOROK** KÉSZENLÉTI ÜZEMMÓDBAN – ÉSZLELIK AZ INGADOZÁSOKAT ÉS ZAVAROKAT, ÉS KÉPESEK JELEZNI AZ ELSZIGETELENDŐ RÉSZEKET.
- **SZENZOROK** BEKAPCSOLT ÜZEMMÓDBAN – ÉSZLELIK AZ INGADOZÁSOKAT ÉS ZAVAROKAT, ÉS KÉPESEK JELEZNI AZ ELSZIGETELENDŐ RÉSZEKET.



INTELLIGENS BERENDEZÉSEK INGADOZÓ FREKVENCIA ESETÉN KIKAPCSOLNAK.



KERESLETSZABÁLYOZÁS A FELHASZNÁLÁST A CSÚCSIDŐSZAK FELÉ LEHET TOLNI, AMI PÉNZMEGTAKARÍTÁSSAL JÁR.



GENERÁTOROK A KISEBB GENERÁTOROK ÉS NAPELEMEK TERMELTE ENERGIA CSÖKKENTHETI AZ ÖSSZKERESLETET A HÁLÓZATON.



TÁROLÁS A CSÚCSIDŐSZAKON KÍVÜL TERMELT ENERGIÁT AKKUMULÁTOROKBAN LEHET TÁROLNI A TOVÁBBI FELHASZNÁLÁSIG.



A HÁLÓZATBAN FELLÉPŐ ZAVAR

4 A villamosenergia-kereslet szintjét és időzítését lehet befolyásolni, ha a fogyasztókat pénzügyi ösztönzőkkel rávesszük, hogy csökkentsék vagy szüneteltesék a fogyasztást a csúcsidőszakokban. Néhány nagy ipari fogyasztó már használja ezt a rendszert. Egy norvég energiaszolgáltató vállalat még a magánháztartásokat is bevonja ebbe a rendszerbe úgy, hogy SMS-ben kéri őket, kapcsolják le a berendezéseket. Minden háztartás előre eldöntheti, hogy részt akar-e venni ebben vagy sem. Németországban időszakos díjszabással kísérleteznek, hogy a mosógépek éjszaka működjenek, és a hűtők ideiglenesen kikapcsoljanak a keresleti csúcsidőszakokban.

A keresletoldali szabályozásnak ez a formája leegyszerűsödött a kommunikációs technológiák fejlődésének köszönhetően. Olaszországban például 30 millió új fejlesztésű modern villanyórát szereltek fel, amellyel lehetővé válik a távolsági leolvasás, a fogyasztó és a szolgáltatási információk ellenőrzése. Sok elektromos háztartási gép vagy rendszer – például a hűtők, mosogatógépek, mosógépek, bojlerok, vízszivattyúk és légkondicionálók – esetében távvezérléssel megoldható az ideiglenes kikapcsolás vagy a működési idő újraütemezése. Így csökken a terhelés, és fölös villamos energia szabadul fel, aminek a felhasználását a rendszer összehangolja a változó megújulóenergia-ellátással.

A virtuális erőmű (VPP) egy sor valódi erőművet (pl. nap-, szél- vagy vízenergia-erőművet) kapcsol össze egymással, illetve tárolási kapacitásokkal – az elosztást pedig információs technológia segítségével végzi. A VPP valódi példája az egyesített megújulóenergia erőmű, amelyet három német cég fejlesztett ki.⁵ Ez a rendszer 11 szélenergia-erőművet, 20 naperőművet, négy kogenerációs erőművet (CHP) köt össze és vezérel. A rendszer biomasszával működik, valamint egy szivattyús energiatároló is tartozik hozzá – és valamennyi alegység Németország területén található. A VPP egyesíti a különféle megújuló energiaforrások előnyeit, mivel (a meteorológiai előrejelzéseket is felhasználva) alapos megfigyeléseket és előrejelzéseket végez arról, mikor fognak a szél- és napgenerátorok áramot generálni. A biomasszával és a szivattyús energiatárolókkal a rendszer rövid távú ingadozásait egyensúlyozzák ki – pótolják az ideiglenes energiahiányt, vagy ideiglenesen tárolják a felesleget.⁶ Az egyesített rendszer igazodik a kereslethez, és elegendő villamosenergia-ellátást biztosít.

Nagyon sok érett és új technológia áll rendelkezésre a villamos energia tárolására. Ezek közül a szivattyús-tározós megoldás bevált technológiának tekinthető. A szivattyús-tározós rendszer olyan hidroelektromos erőmű, amely képes az energia tárolására. A vizet a villamosenergia-termelés alacsony költségű, csúcsidőn kívüli időszakaiban a mélyebben lévő tárhelyekről a magasabban fekvő tározókba szivattyúzza, és azokban az időszakokban, amikor magas a kereslet, vízturbinákon keresztül visszaengedi. Az érintett vízfelület párolgásából származó és az átalakítással járó veszteségeket is figyelembe véve, a víz magasabb tározókba történő szivattyúzásához szükséges energia 70–85%-át vissza lehet nyerni a turbinákon keresztül történő visszaerlesztéskor. A szivattyús-tározós rendszer másodpercek alatt képes reagálni a villamosenergia-rendszerekben fellépő keresletingadozásokra.

A szivattyús-tározós rendszereket évtizedek óta sikeresen használják világszerte. Az Európai Uniónak 2007-ben 38 GW szivattyús-tározós kapacitása volt, amely a teljes villamosenergia-kapacitás 5%-át jelentette.

A villamosenergia-tárolás egy másik módja, hogy a keresletet közvetlenül az elektromos járművekből szerzett energiával elégítik ki.

Az Energia[Forradalom]-forgatókönyv szerint az elektromos autók és teherjárművek száma várhatóan nagymértékben megnövekedik. A Vehicle-to-Grid (V2G – hálózatra kapcsolható járművek) koncepciója például olyan elektromos járműveken alapul, amelyek tölthető akkumulátorokkal vannak felszerelve. A töltés akkor történik, amikor fölös megújuló energia halmozódik fel a rendszerben, a villamos energiát pedig – parkolás közben – a járműből vissza is lehet tölteni, így javítva a rendszer teljesítményét csúcsidőben, vagy ha rendszerszintű szolgáltatásokra van szükség. Az autók gyakran parkolnak a főbb töltőközpontok közelében csúcskeresleti időszakokban, így nem okoz problémát a hálózati elérés. A V2G elképzelés szerint egy IKT technológiával működő virtuális erőművet építenének, amely összeköti az adott villamosenergia-piacra tartozó elektromos autókat, továbbá mári a töltést és visszatöltést. 2009-ben az EDISON demonstrációs projektet azért indították el, hogy a dániai Bornholm-szigeten kifejlesszenek és teszteljenek egy infrastruktúrát, amely az elektromos autókat a villamosenergia-rendszerbe integrálja.

4.8 A szuperhálózat

A Greenpeace szimulációs tanulmánya szerint az alacsony napsugárzás és a gyenge szél következtében fellépő szélsőséges helyzetek a legtöbb helyen nagyon ritkák Európában, ám előfordulhatnak.

A villamosenergia-rendszert – még akkor is, ha rengeteg megújuló energia áll rendelkezésre – úgy kell megtervezni, hogy az ilyesféle helyzetekkel meg tudjon birkózni. Ennek elérésében kulcsfontosságú szerepet kapnak a szárazföldi (onshore) és tengeri (offshore) szuperhálózatok.

Az Energia[Forradalom] forgatókönyve szerint az energia körülbelül 70%-át a töltőközpontok közelében termelnék és osztanák el, a maradék 30%-ot a nagyarányú megújulóenergia-termelés – hatalmas tengeri szélparkok vagy koncentrált naperőművek hosszú sora – szolgáltatná. Egy tengeri szuperhálózattal például az egész északi-tengeri régióban meg lehetne valósítani a megújuló energia hatékony integrálását a villamosenergia-rendszerbe – összekötve az Egyesült Királyságot, Franciaországot, Németországot, Belgiumot, Hollandiát, Dániát és Norvégiát. Az egész területen sok-sok elszórt szélfarm villamosenergia-termelésének összekapcsolása révén a nagyon alacsony vagy nagyon magas energiaáramlást elhanyagolható mértékűre lehetne csökkenteni. Az egyik terület szélerőmű-termelésében bekövetkező hanyatlást ellensúlyozni tudná egy másik – akár több száz kilométerre fekvő – terület magasabb teljesítménye. A becslések szerint egy, az Északi-tengeren üzembe állított 68,4 GW-os tengeri szélerőmű-kapacitás egy év alatt 247 TWh villamos energiát tudna előállítani.

A hálózat kifejlesztésének várható költsége 15–20 milliárd euró. Ezzel a beruházással nem csupán a megújuló energia széleskörű integrációja válna lehetővé, hanem példátlan mennyiségű lehetőség szabadulna fel a villamosenergia-kereskedelem és az energiahatékonyság terén. Egy példa a közelmúltból: az a 600 kilométer hosszúságú villamos vezeték, amelyet Norvégia és Hollandia között építettek, 600 millió euróba került – ám már most olyan napi szintű határ menti kereskedelmet generál, aminek értékét 800 000 euróra becsülik.⁷

referencia

5 LÁSD MÉG: [HTTP://WWW.KOMBIKRAFTWERK.DE/INDEX.PHP?ID=27](http://www.kombikraftwerk.de/index.php?id=27)

6 LÁSD MÉG: [HTTP://WWW.SOLARSERVER.DE/SOLARMAGAZIN-ANLAGE/JANUAR2008_E.HTML](http://www.solarserver.de/solarmagazin/anlage/januar2008_e.html)

7 A NORTH SEA ELECTRICITY GRID [R]EVOLUTION CÍMŰ GREENPEACE JELENTÉS, 2008. SZEPTEMBER

kép EGY NŐ TANULMÁNYOZZA A NAPENERGIÁVAL ÜZEMELŐ RENDSZEREKET A BAREFOOT COLLEGE-EN (A „MEZÍTÁBAS FŐISKOLÁN”). A NONPROFIT SZERVEZET A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSRE SZAKOSODOTT, ÉS A VILÁG MINDEN TÁJÁRÓL ÉRKEZŐ TANULÓK SZÁMÁRA HELYET ÉS LEHETŐSÉGET BIZTOSÍT, HOGY MEGTANULHASSÁK A MEGÚJULÓ ENERGIÁK ALKALMAZÁSI MÓDJAIT. A TANULÓK HAZAVISZIK MAGUKKAL A MEGSZERZETT TUDÁST, ÉS TISZTA ENERGIÁVAL LÁTJÁK EL FALVAIKAT.



Megújuló energia megállás nélkül – a 100%-ban megújuló energia alapú rendszer felé

A Megújuló energia megállás nélkül című Greenpeace-tanulmány készítői időjárási mintázatokat vizsgáltak szerte Európában, hogy kidolgozzák, milyen hálózati technológia szükséges egy olyan biztonságos energiaellátás kialakításához, amely az Energia[Forradalom] forgatókönyvben meghatározott energiaszerkezetre épül, és nagymértékben támaszkodik olyan forrásokra, mint a szél- és napenergia.

Habár tudjuk, hogy technikailag az egész kontinens ellátására elegendő megújuló erőforrás áll rendelkezésünkre – délen nap-, északon szél- és geotermikus energia, valamint biomassza és kogeneráció –, egy szuperhálózattal összekapcsolt interaktív okos hálózati rendszerre is szükség van. Ez a szuperhálózat elegendő kapacitással rendelkezik a nagyteljesítményű szárazföldi szélparkokban és koncentrált naperőművekben termelt energia szállításához. Az új hálózati technológiáknak azon ritka eseteket is tudnia kell kezelni, amikor az időjárásfüggő megújuló energia bizonyos területeken nem tudja kielégíteni az adott keresletet. A tanulmány 30 évre visszamenőleg elemezte az Európa különböző területeiről származó széladatokat a szélsőséges körülmények gyakoriságának felmérése céljából. A szimulációk kimutatták, hogy különösen télen jelentkezhetnek problémák, amikor alacsony napsugárzás mellett magas az energiaigény. Az Energia[Forradalom] forgatókönyv szerint ugyanakkor az elmúlt harminc évben a potenciális szélenergia mennyisége a téli hónapokban az időszak csak mintegy 0,4%-ában esett 50 GW alá, ami évi egy alkalomnak felelne meg, ha az esemény átlagos időtartama 12 óra volna. Ami a szél- és napenergiából származó termelés közti egyensúlyt illeti, a tanulmányban kiválasztottak néhány kiemelkedően „szélsőséges eseményt”, és elkészítettek egy energiaellátási modellt, amely az Energia[Forradalom] forgatókönyv energiaellátási mixéből indul ki. A következő eredményeket kapták:

- Egy szélsőségesen magas nyári keresleti időszakban és szélsőségesen alacsony szél mellett (mint például 2003 augusztusában) a helyi fotovoltai rendszer elegendő volna, hogy a szélhiány okozta kiesést ellensúlyozza.
- Egy szélsőségesen magas téli keresleti időszakban és szélsőségesen gyenge napsütés mellett (mint például 1997. január 7-én), a villamos energiát Észak-Európából (főleg vízerőművekből), illetve Dél-Európából (nagyreszt naperőművekből) kellene Közép-Európaba szállítani. Ahhoz, hogy ezt megújuló energiával is meg lehessen valósítani, egy új szuperhálózatra volna szükség.
- Egy ősszel bekövetkező szélsőséges helyzetben (mint például 1987 novembere), amelyet nagyon gyenge napsugárzás és alacsony szél jellemez, a már meglévő magas feszültségű hálózat megerősítése és a fentebb javasolt szuperhálózat üzembe helyezése jelentene megfelelő megoldást.

Azért, hogy Európában olyan megbízható és biztonságos energiaellátó rendszert lehessen kialakítani, amely a szélsőséges időjárási viszonyokra és a magas keresleti időszakokra is megfelelően tud reagálni, a tanulmányban megvizsgálták, hogyan lehet a hálózatokat kiterjeszteni és optimalizálni a szükséges infrastruktúra kiépítésével. A tanulmány első részét 2010 februárjában, a másodikat pedig 2011 februárjában adták ki. A Magyarországra vonatkozó fejezettel kiegészített magyar nyelvű, Megújuló energia megállás nélkül című tanulmány 2011 márciusában készült el.

1. 2030-ban a nem megújuló villamos energia nagy részét földgázüzemelésű erőművek biztosítják, amelyek a szél- és napenergia mellé rug mint üzemanyagot fokozatosan kivonják a forgalomból, és menetrendtartó (dispatchable) megújuló energiával, pl. víz- és geotermikus energiával, koncentrált naperőművekkel és biomasszával helyettesítik.
2. Mivel a szén- és atomerőművek túlságosan rugalmatlanok, és nem képesek megfelelően reagálni a szél- és napenergia-termelés ingadozásaira, 2030-ra a jelenleg működő szén- és atomerőművek 90%-át, 2050-re pedig 100%-át ki kell vonni a használatból.
3. Körülbelül 70 milliárd eurónyi beruházással lehet megoldani, hogy 2030-ra a villamosenergia-ellátás a nap 24 órájában, a hét minden napján folyamatos legyen, méghozzá úgy, hogy 68%-ban megújulók szerepelnek az energiamixben. Ha még további 28 milliárd eurót költenének a hálózatok bővítésére, a megújulók korlátozása 1%-ra csökkenne. A hálózatok összes költsége az áramszámla kevesebb, mint 1%-át adná.
4. A 2030 és 2050 közötti időszakra két lehetséges forgatókönyvet is készítették és elemeztek a jelentésben. Az egyik szerint az európai hálózatot az észak-afrikaihoz lehetne csatlakoztatni. Ez csökkentené a villamosenergia-termelés költségeit, de 466 milliárd euróra növelné az energiaszállításhoz kapcsolódó befektetések nagyságát. A másik forgatókönyv szerint több megújuló alapú energiát termelnének a nagy energia igényű területek közelében. Ez 23 milliárd euróra csökkentené az energiaszállítási költségeket, ám növelné az energiatermelés költségeit, mivel több napelemet kellene telepíteni a kevésbé napsütötte területekre is. A fent említett két megoldás mellett számos köztes lehetőség is megvalósítható.
5. Jelenleg a szélturbinákat gyakran kikapcsolják azokban az időszakokban, amikor a rendszerben nagy mennyiségű energia áll rendelkezésre, mert az atom- és szénerőművek elsőbbséget élveznek – ez azonban rossz döntés a bolygó szempontjából. Hogy a hálózatok harcában a megújulóknak győzhessenek, az európai hálózatokon elsőbbséget kell adni nekik a hálózatra csatlakoztatáskor az ellátás ingadozása esetén (priority dispatching) – beleértve az országok közti kapcsolódásokat is, hiszen így az energiafelesleget más, nettó keresletű területre lehet szállítani.
6. Az energiaigénnyel rendelkező atom-, szén- és földgáz-erőművek gazdasági kötelezettségei.
 - Még ha a technológiai átalakítások következtében rugalmasabbá is válnának a szén- és atomerőművek, és „beilleszknének” a megújuló energiamixbe, 2030-ra csupán az év 46%-ában lenne rájuk szükség, ezért egy atomreaktorba történő 6 milliárdos beruházás nagyon gazdaságtalan volna; új reaktorok építése pedig kimondottan magas kockázatot jelentene a beruházók számára.
 - A jövőbeli „szennyező forgatókönyv” szerint 2030-ra a rugalmatlan szén- és atomerőművek aránya körülbelül a jelenlegivel egyezne meg, és a megújulóenergia-termelésben így okozott kiesés évente 15 milliárd euró veszteséget okozna.
 - A rugalmas gáz-erőművek kevésbé tökeigényesek, mint az atomerőművek, és így még 2030-ban is gazdaságosan – 46%-os terhelési tényezővel – termelhetnének, tartalék háttérrel biztosítva a változó megújuló energiának. A gáz-erőműveket 2030 után progresszíven át lehetne alakítani a biogáz használatára, így elkerülve az erőművekbe és gázvezetékbe történő zsákutcás beruházásokat.

A Magyarországra vonatkozó alap és progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyvek főbb eredményei

MAGYARORSZÁG

AZ ENERGIAIGÉNYEK
ALAKULÁSA 2050-IG

VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS

A VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS
JÖVŐBELI KÖLTSÉGEI

JÖVŐBELI BEFEKTETÉSEK
FŰTÉS- ÉS HŰTÉSELLÁTÁS
KÖZLEKEDÉS

A SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁSOK
ALAKULÁSA

PRIMERENERGIA-FOGYASZTÁS

5



„A jövő életminőségének
alapvető kérdése, hogy
fenntartható forrásokból
nyerjünk energiát.”

SÓLYOM LÁSZLÓ
VOLT KÖZTÁRSASÁGI ELNÖK

kép SZÉLTURBINA ÉS TÁVVEZETÉKEK.

kép A NAPELEMEK TISZTA ENERGIÁVAL LÁTNAK EL EGY PARASZTHÁZAT AZ EGYIK NEMZETI PARKBAN.



Ez a fejezet a Magyarországra vonatkozó legfontosabb eredményeket tárgyalja. Részletesen bemutatja, hogy az Energia[Forradalom] alapján Magyarországon is megvalósítható egy túlnyomórészt megújulóakra épülő energiarendszer. Az alap és a progresszív forgatókönyvekre vonatkozó részletesebb módszertan kifejtését, valamint a készítésükhöz felhasznált háttéranyagokról szóló leírást a 9. fejezet tartalmazza.

Az Energia[Forradalom] forgatókönyvei a nemzetközi tanulmány módszertanát követik a magyarországi helyzetre vetítve. A két forgatókönyv kialakításánál egyesítettük a top-down és a bottom-up megközelítést, alkalmazva a Magyarországra vonatkozó számokat, adatokat és potenciálbecsléseket. A referencia forgatókönyvet azonban a nemzetközitől eltérően alakítottuk ki. Ezt az indokolja, hogy – noha a globális trendeket illetően megfelelőek az IEA adatai – egy konkrét országra vonatkozóan pontosabb számokra, statisztikákra és a specifikus nemzeti szabályozásra vonatkozó elemzésre van szükség. Magyarországi esetében tehát figyelembe vettük a közelmúltban elkészült Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervet (NCST), valamint az ugyancsak 2011 őszén a magyar kormány által elfogadott Nemzeti Energiastratégiát is; ahol szükséges volt, kiegészítettük az adathalmazt a MAVIR kapacitásterveivel. Így a referencia forgatókönyv megfelelően mutatja be a jelenlegi politikai törekvéseket, azontúl pedig azt, hogy a mai döntések merre vezetnének az elkövetkezendő évtizedekben az energiaágazat fejlődését tekintve. Mivel az NCST csak 2020-ig, a stratégia pedig 2030-ig tartalmaz részletes terveket (néhány kitekintéssel 2050-ig), a 2030-as adatokat extrapoláltuk 2050-ig, hogy összehasonlítható legyen az Energia[Forradalom] forgatókönyveivel.

Az általános paraméterek, mint például a népesség és a gazdasági növekedés a két forgatókönyv esetében ugyanaz maradt, a progresszív verzió azonban eredményeit tekintve továbbhalad és sok tekintetben ambiciózusabb, mint az alap forgatókönyv.

5.1 Az energiaigények alakulása 2050-ig

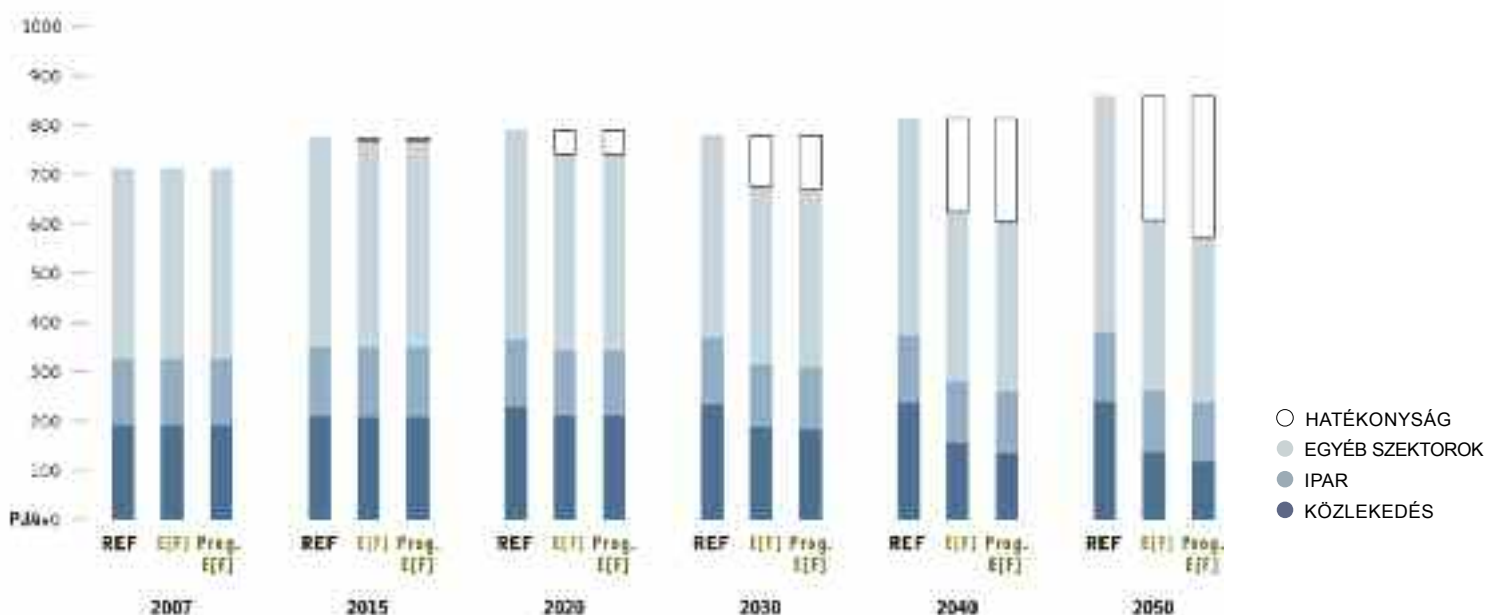
Magyarország energiaigényeinek jövőbeli fejlődési útjait a 5.1 ábrán láthatjuk. A referencia forgatókönyv szerint Magyarország összes primerenergia-igénye 16%-kal növekszik, így 2050-re a jelenlegi 1085 PJ/évről 1288 PJ/évre nő. Az Energia[Forradalom] alap forgatókönyve alapján az energia iránti kereslet 23%-kal, a progresszív verzió szerint pedig 29%-kal csökken a jelenlegi szinthez viszonyítva. 2050-re az alap forgatókönyvben a kereslet várhatóan 867 PJ/évre, a progresszívben 796 PJ/évre csökken.

Az alap forgatókönyvben az ipar, a lakosság és a szolgáltatások villamosenergia-igénye lassabban növekszik, mint a referencia forgatókönyv esetében. (Lásd az 5.2 ábrát.) Az iparban és egyéb szektorokban bevezetett hatékonysági intézkedéseknek köszönhetően 23-24 TWh/évnél elektromosenergia-termelés spórolható meg a referencia forgatókönyvhöz képest. Az energiakereslet ilyen mértékű csökkenését leginkább a magas hatékonyságú elektromos készülékek használatával lehet elérni, amelyek az elérhető legjobb technológiával működnek.

A progresszív forgatókönyv alapján az elektromos járművek korábban kerülnek bevezetésre, a teher- és utasszállításnak pedig nagyobb része lesz átszervezve elektromos vasútra és tömegközlekedésre. Ennek eredményeképpen 2050-ben 21 TWh/év lesz az előrejelzett villamosenergia-igény az alap Energia[Forradalom] szerinti 15 TWh/év, illetve a referencia forgatókönyvben előrejelzett 13 TWh/év értékkel szemben a közlekedési szektorban.

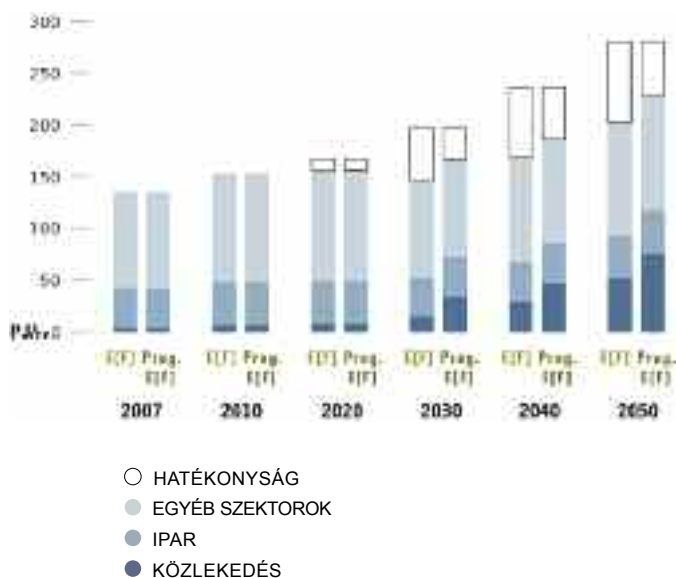
A progresszív forgatókönyv alapján a közlekedési ágazatban az energiakereslet 2050-re 117 PJ/évre csökken, ami – a referencia forgatókönyvhöz hasonlítva – több mint 50%-os megtakarítást jelent. Ezt a csökkenést nagy hatékonyságú járművek bevezetésével, az áruszállításban a közútról a vasútra történő átállással és a mobilitási szokások megváltozásával lehet elérni.

5.1 ábra: A teljes végső energiaigény előrejelzése ágazonként a három forgatókönyvben



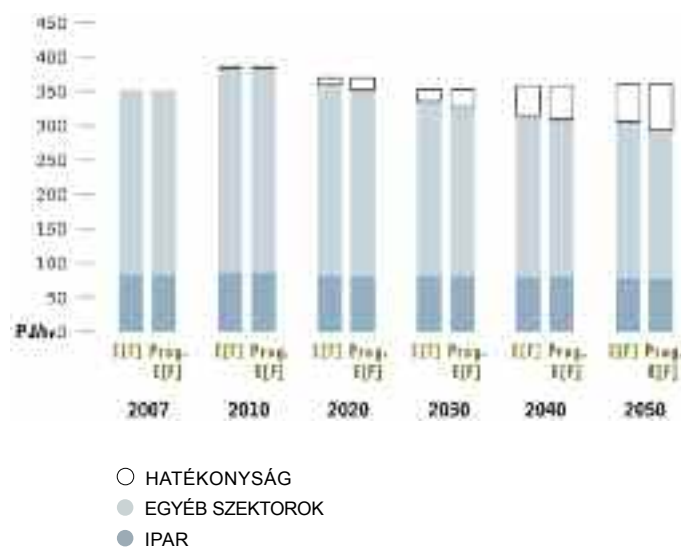
Az energiahatékonyságból származó nyereség jóval nagyobb a hőenergia-szektorban, mint a villamosenergia-szektorban. Az Energia[Forradalom] mindkét forgatókönyve szerint jelentősen csökkenthető a hőtermelés végső felhasználása. (Lásd az 5.3 ábrát.) A referencia forgatókönyvhöz képest a progresszív forgatókönyv szerint 2050-ig 66 PJ/évnek megfelelő, azaz 18%-nyi fogyasztást (az alap forgatókönyv szerint 53 PJ/évnek megfelelő, azaz 15%-nyi fogyasztást) lehet megspórolni a hatékonyság javulásának köszönhetően. A lakóépületek energiahatékonyság-javítási célból történő felújítása, illetve az új épületek alacsony energiahasználatát ösztönző előírások és a passzív házak bevezetése révén lehetővé válik, hogy sokkal alacsonyabb energiaigény mellett ugyanazt a kényelmet és energiaszolgáltatást élvezhessük.

5.2 ábra: Az elektromosenergia-igények alakulása ágazatonként az Energia[Forradalom] két forgatókönyvében



Az elektromos autók elterjedése, a fosszilis energiahordozók gyorsabb kivezetése a lakótér fűtéséből, az elektromos geotermikus hőszivattyúk használata és a hidrogéntermelés mind a villamosenergia-kereslet 75 TWh-ra növekedéséhez vezet 2050-re a progresszív forgatókönyvet követve (az alap Energia[Forradalomban] megfogalmazott 64 TWh-val szemben). Ez az érték még mindig 17%-kal kisebb, mint a referencia forgatókönyv esetében. A villamosenergia-ágazatra vonatkozó további részletek a következő bekezdésben olvashatók.

5.3 ábra: A hőenergia-igények alakulása ágazatonként az Energia[Forradalom] két forgatókönyvében



kép ERDŐ A VÉRTESBEN.

kép GREENPEACE-AKCIÓ KULCSON, AZ ORSZÁG ELSŐ SZÉLTURBINÁJÁNÁL.



5.2 Villamosenergia-termelés

A progresszív forgatókönyv alapján a villamosenergia-szektor fejlődését a gyors ütemben növekedő megújulóenergia-piac határozza meg. Ez ellensúlyozza az atomenergia kivezetését, és csökkenti a hálózati stabilitáshoz szükséges fosszilis tüzelésű erőművek számát. Ez alapján a Magyarországon termelt villamos energia nagy része, mintegy 78%-a 2050-re megújuló energiaforrásokból fog származni.

Az 5.4 ábra a magyarországi villamosenergia-szerkezetet mutatja be a három különböző forgatókönyv szerint. 2020-ig legfőképpen a szélenergia és a biomassza járul majd hozzá a megújulóenergia-szektor piaci részesedésének növekedéséhez, bár közben a fotovoltaikus energia is berobban a piacra. 2020 után a szél- és a fotovoltaikus energia folyamatos növekedéséhez a geotermikus energia is csatlakozik. A progresszív forgatókönyv alapján az energiatermelés változó teljesítményű erőforrásainak (nap- és szélenergia) aránya 2030-ban 30%-ra, 2050-ben pedig 44%-ra nő. Így az intelligens hálózatok terjedése, a keresletoldali szabályozás (DSM), valamint az egyre bővülő elektromosjármű-flotta által biztosított új tárolókapacitás segítségével javul a hálózati integráció és a villamosenergia-termelés szabályozása is.

Ezenkívül a termikus naperőművek (CSP) Észak-Afrikából és a Közel-Keletről szállított elektromosenergia-importja hozzájárul majd az európai és a magyar hálózat stabilitásához.

A progresszív forgatókönyvben a megújulóenergia-technológiák beépített kapacitása 2050-re a jelenlegi körülbelül 0,5 GW-ról 25 GW-ra emelkedik, ami ötvenszeres növekedést jelent. (Lásd az 5.1 táblázatot.) A szél- és fotovoltaikus energia az összes üzembe helyezett megújuló kapacitás több mint háromnegyedét adja majd, egyenként körülbelül 10 GW-ot. A többit főleg a biomassza és a geotermikus energia biztosítja, kiegészülve a CSP importjával.

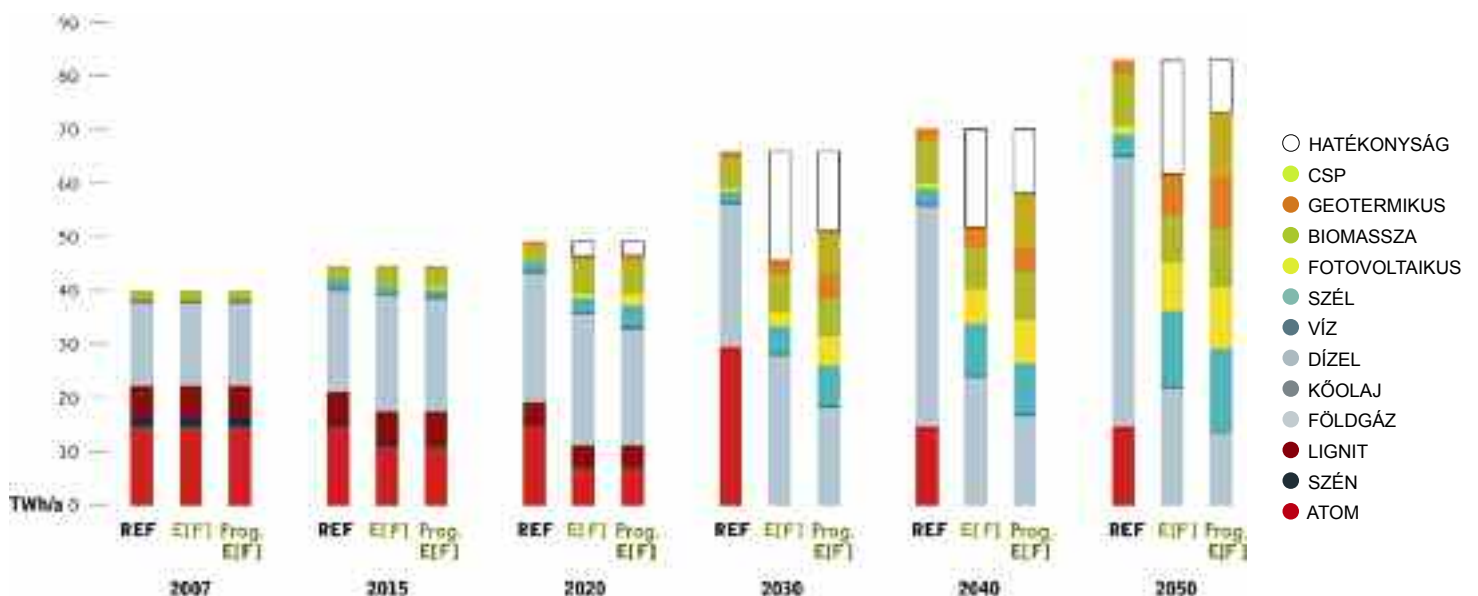
5.1. táblázat: A megújulókon alapuló villamosenergia-termelési kapacitások előrejelzése az Energia[Forradalom] két forgatókönyve alapján

MW-ban		2007	2020	2030	2040	2050
Víz	E[F]	51	68	75	89	96
	Progresszív E[F]	51	69	76	90	97
Biomassza	E[F]	361	1253	1941	1497	1682
	Progresszív E[F]	361	1359	1755	2138	2663
Szél	E[F]	69	1563	3125	5938	8750
	Progresszív E[F]	69	2438	4563	5938	9688
Geotermikus	E[F]	0	123	501	845	1564
	Progresszív E[F]	0	165	929	1199	2228
Nap	E[F]	0	636	2273	5909	8182
	Progresszív E[F]	0	1818	5000	7273	10 364
CSP	E[F]	0	0	0	0	0
	Progresszív E[F]	0	0	0	0	0
Óceáni energia	E[F]	0	0	0	0	0
	Progresszív E[F]	0	0	0	0	0
Összesen	E[F]	481	3642	7915	14 277	20 274
	Progresszív E[F]	481	5850	12 322	16 637	25 039

Az alap forgatókönyvhöz képest a progresszív forgatókönyv majdnem 20%-kal több megújuló energiaforrással számol, amely a megnövekedett elektromos energiaigényt elégíti ki. A progresszív forgatókönyv a különböző megújulóenergia-technológiák gyorsabb bevezetését feltételezi, ennek következtében a biomassza-használat a közlekedési ágazatból a villamosenergia-szektor felé tolódik.

5.4. ábra: A villamosenergia-termelés szerkezetének alakulása a három forgatókönyvben

(A REFERENCIA, AZ ENERGIA[FORRADALOM] ÉS A PROGRESSZÍV ENERGIA[FORRADALOM] SZERINT. HATÉKONYSÁG = CSÖKKENÉS A REFERENCIA FORGATÓKÖNYVHÖZ KÉPEST.)



5.3 A villamosenergia-termelés jövőbeli költségei

A megújulóenergia-technológiáknak az Energia[Forradalom] két forgatókönyve szerinti bevezetése 2030-ig enyhén növeli a villamosenergia-termelés fajlagos költségeit a referencia forgatókönyvhöz képest. (Lásd az 5.5 ábrát.) A különbség körülbelül 3 eurocent/kWh. 2030 után azonban az Energia[Forradalom] forgatókönyvei alapján lecsökkennek a fajlagos költségek, ami a méretgazdaságosságnak és a műszaki fejlődésnek köszönhető. Az Energia[Forradalom] forgatókönyvei alapján 2040-re olcsóbbá válik a villamosenergia-termelés, mint a referencia forgatókönyvben, ahol viszont a növekvő üzemanyagárak miatt hatalmas költségnövekedéssel kell számolni.

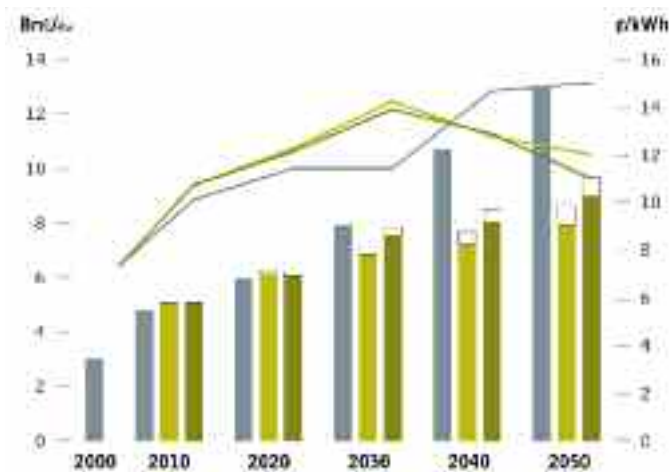
2050-ben az 1 kWh-nyi energiatermelés költsége 11 eurocent lesz a progresszív, 12 az alap és 15 eurocent a referencia forgatókönyv szerint.

A referencia forgatókönyv megvalósulása esetén a kereslet jelentős növekedése, a fosszilis üzemanyagok árának emelkedése és a széndioxid-kibocsátás költségei miatt az energiaellátás összköltsége 2050-re a jelenlegi évi 3 milliárd euróról 13 milliárdra emelkedik. Az 5.5 ábra szerint az Energia[Forradalom] forgatókönyvei nemcsak megvalósítják Európa kibocsátáscsökkentési céljait, de segítenek az energiaköltségek stabilizálásában, és csökkentik a társadalomra nehezedő gazdasági nyomást. Az energiahatékonyság növelése és a megújulók felé történő elmozdulás az energiaellátásban hosszú távon azt eredményezik, hogy az elektromos energiaellátás költsége 31%-kal alacsonyabb lesz a progresszív, és 40%-kal az alap forgatókönyv szerint.

A progresszív forgatókönyvben azért magasabbak a költségek, mert a közlekedési és a hőszektor növekvő villamosításának köszönhetően magasabb lesz a villamosenergia-igény.

A közlekedési szektor megnövekedett villamosenergia-igényének köszönhetően az ellátás összköltsége a progresszív forgatókönyv esetén 840 millió euróval magasabb 2030-ban és 1,05 milliárd euróval 2050-ben, mint az alap Energia[Forradalom] forgatókönyvben.

5.5 ábra: A magyarországi villamosenergia-termelés összköltsége és az energiatermelés fajlagos költségeinek alakulása a három forgatókönyv szerint



- PROGRESSZÍV ENERGIA [FORRADALOM] - ENERGAHATÉKONYSÁGI INTÉZKEDÉSEK
- REFERENCIA FORGATÓKÖNYV
- ALAP ENERGIA[FORRADALOM] FORGATÓKÖNYV
- PROGRESSZÍV ENERGIA[FORRADALOM] FORGATÓKÖNYV



© FESJUS ROBERT/ISTOCK



© HAREN STORK/ISTOCK

5.4 Jövőbeli befektetések

58,6 milliárd euróra volna szükség ahhoz, hogy a Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyve megvalósuljon – ez 18 milliárddal több, mint a referencia forgatókönyv esetében. Ez utóbbi szerint a befektetéseknek csupán 38%-a vándorol a megújuló energiafajtákba és a kapcsolt energiatermelésbe, 18%-a fosszilis üzemanyagokba és 44%-a az atomenergiába. Ám a progresszív forgatókönyvet követve Magyarországon a befektetések 73%-a a megújuló felé toródik; 2030-ra az energiaszektorba történő befektetéseken belül a fosszilis alapú termelést nagyrészt a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés, valamint a hatékony földgáztüzelésű erőművek képviselnék. A Progresszív Energia[Forradalom] szerint 2011 és 2030 között a villamosenergia-szektorba történő befektetések nagysága évente átlagosan 1,3 milliárd euró lenne.

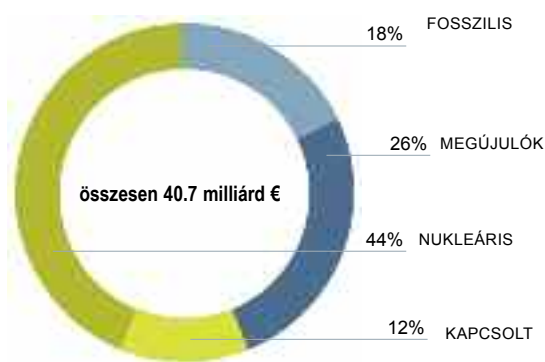
A referencia forgatókönyv átlagos éves üzemanyagköltségei négyszer magasabbak, mint a progresszív forgatókönyv megvalósítása által igényelt extra befektetési költségek.

Ezek a megújuló energiaforrások 2050 után is üzemanyagköltség nélkül termelhetnének villamos energiát, miközben a szén- és olajalapú energiatermelés költségei változatlanul nagy terhet jelentenek a nemzetgazdaságok számára.

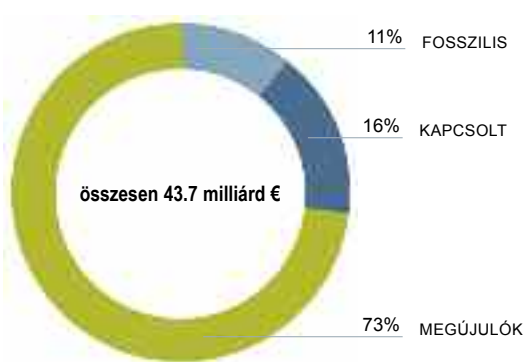
5

5.6. ábra: A befektetések aránya – a Referencia és az Energia[Forradalom] forgatókönyveiben

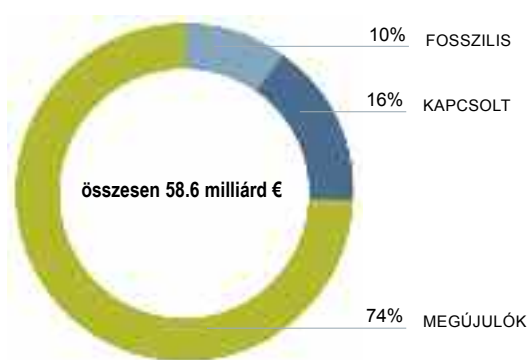
Referencia 2011 - 2050



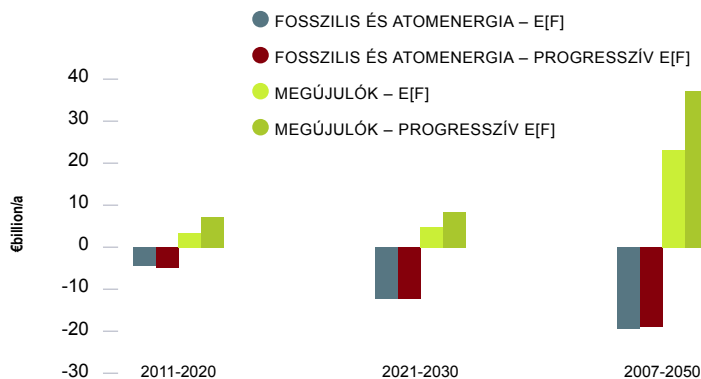
Energia[Forradalom] 2011 - 2050



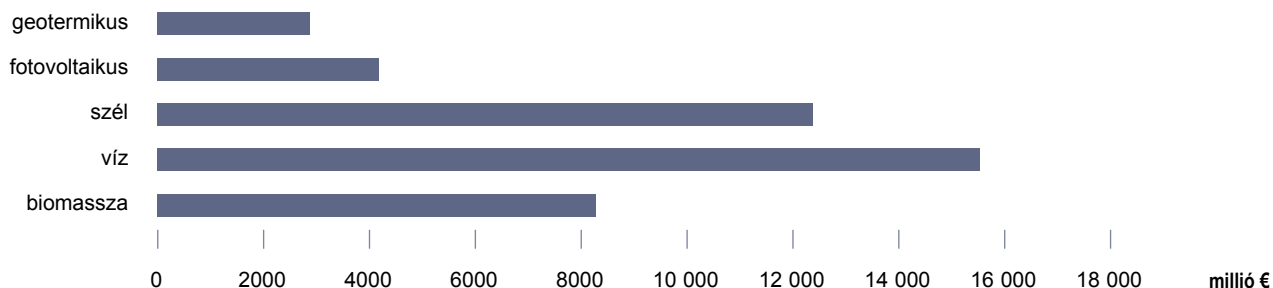
Progresszív Energia[Forradalom] 2011 - 2050



5.7. ábra: A befektetések aránya – a referencia és az Energia[Forradalom] forgatókönyveiben



5.8. ábra: A megújuló energia befektetéseinek költsége technológiák szerint



5.2. táblázat: Üzemanyagköltség-megtakarítások és befektetési költségek a három forgatókönyvben

BEFEKTETÉSI KÖLTSÉG	EURO	2011-2020	2021-2030	2011-2050	2011-2050 ÉVES ÁTLAG
MAGYARORSZÁG (2011) E[F] ÉS REFERENCIA KÜLÖNBSÉGE					
Hagyományos (fosszilis és nukleáris)	milliárd €	-4,7	-12,8	-19,7	-0,5
Megújulók (kapcsolttal együtt)	milliárd €	3,2	4,6	22,5	0,6
Összesen	milliárd €	-1,5	-8,2	2,8	0,1
MAGYARORSZÁG (2011) PROG. E[F] ÉS REFERENCIA KÜLÖNBSÉGE					
Hagyományos (fosszilis és nukleáris)	milliárd €	-5,0	-13,0	-19,2	-0,5
Megújulók (kapcsolttal együtt)	milliárd €	6,8	8,3	37,1	0,9
Összesen	milliárd €	1,8	-4,7	17,9	0,4
KUMULÁLT ÜZEMANYAGKÖLTSÉG-MEGTAKARÍTÁS					
ALAP E[F] SZERINTI KUMULÁLT MEGTAKARÍTÁS €-BAN					
Üzemanyag (olaj)	milliárd €/év	0,0	0,1	1,0	0,0
Gáz	milliárd €/év	-1,4	-0,3	36,3	0,9
Szén	milliárd €/év	0,0	0,0	0,0	0,0
Összesen	milliárd €/év	-1,3	-0,1	37,5	0,9
PROG. E[F] SZERINTI KUMULÁLT MEGTAKARÍTÁS €-BAN					
Üzemanyag (olaj)	milliárd €/év	0,0	0,1	1,0	0,0
Gáz	milliárd €/év	-0,4	5,3	62,2	1,6
Szén	milliárd €/év	0,0	0,0	0,0	0,0
Összesen	milliárd €/év	-0,3	5,4	63,3	1,6

kép A GREENPEACE SZOLÁRZUHANYOS AKCIÓJA ÉS A MEGÚJULÓKAT NÉPSZERŰSÍTŐ ORSZÁGJÁRÓ TÚRÁJA.

kép MAGYARORSZÁGI ERŐMŰ.



5.5 Fűtés- és hűtésellátás

Jelenleg Magyarországon a hőellátáshoz kapcsolódó primerenergia-igény 9%-át megújulókból, főként biomasszából fedezik. A távhőszolgáltatás már kiépített rendszere a geotermikus és napenergia nagyarányú hasznosítását is megalapozná. A Progresszív Energia[Forradalom]-forgatókönyv szerint 2050-re Magyarország fűtési és hűtési igényét 93%-ban a megújulók elégítenék ki. Ez az érték 27 százalékponttal magasabb, mint az alap forgatókönyv szerint. Ennek két oka van:

- A szigorúbb energiahatékonysági előírásokat (szigorúbb építési szabályok, megújuló fűtési és hűtési rendszerek) 5 évvel korábban vezetik be, mint az Energia[Forradalom] alap forgatókönyvében. Ezek a hőenergia-igényt 66 PJ/évvel, azaz 18%-kal csökkenthetik 2050-re a referencia forgatókönyvhöz képest, miközben javítják az életszínvonalat.
- A fosszilis tüzelésű rendszereket háttérbe szorító napkollektorok és a geotermikus fűtési rendszerek a hathatós támogatási rendszereknek köszönhetően már 5-10 évvel korábban méretgazdaságossá válnak, mint az alap forgatókönyvben. Ennek következtében a megújulók aránya nagyon magas lesz: a referencia forgatókönyvben leírtak háromszorosa.

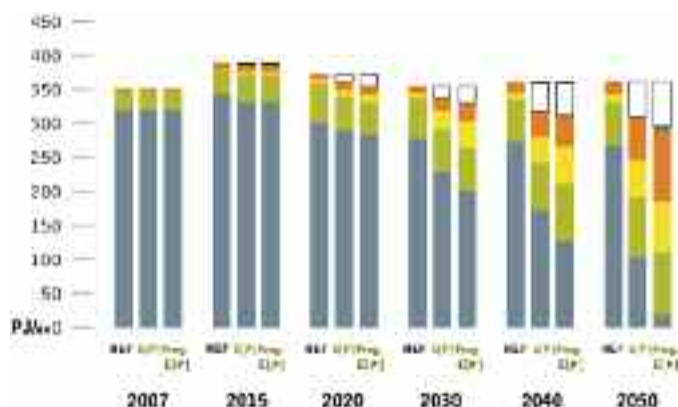
5.6 Közlekedés

A progresszív forgatókönyv esetében a közlekedési szektor energiaigénye 2050-re a felénél is kevesebbre, 120 PJ/évre csökken (az alap forgatókönyvben 140 PJ/évre), ami a referencia forgatókönyvhöz képest mintegy 50%-os megtakarítást jelent. Ezt a csökkenést magas hatékonyságú járművek bevezetésével, az áruszállításban a közúti szállításról a vasúti szállításra történő átállással és a mobilitási szokások megváltozásával lehet elérni. Ha az autóval történő egyéni utazást vonzó alternatívákkal helyettesítjük, az autóállomány lassabban fog növekedni, mint a referencia forgatókönyvben. A gazdasági ösztönzőknek köszönhetően a kisebb autók használata is elterjed, a meghajtási módok eltolódnak az elektromos vonatok és járművek felé, és a járművek által évente megtett kilométerek száma kevesebb lesz – mindezek szintén hozzájárulnak a csökkenéshez.

A Progresszív Energia[Forradalomban] a közlekedési szektor végső energiaigényének 23%-át a megújulók fogják fedezni 2030-ban, illetve 67%-át 2050-ben. Ez kétszer akkora, mint az alap forgatókönyv esetében, ahol viszont a bioüzemanyagok mennyisége magasabb (40 PJ/év a progresszív forgatókönyvben leírt 11 PJ/évvel szemben).

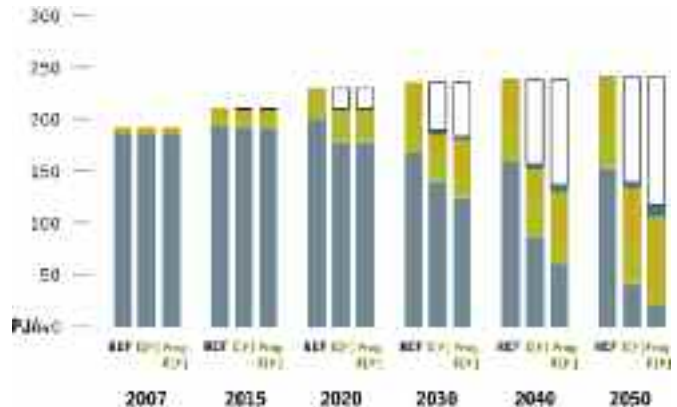
2030-ban a közlekedési szektor energiaigényének 19%-át a villamos energia fogja fedezni a Progresszív Energia[Forradalomban], és 8%-át az alap forgatókönyvben. 2050-re ez az arány 65%-ra (az alap forgatókönyv szerint 37%-ra) nő.

5.9. ábra: A hőszolgáltatási struktúra alakulása a három forgatókönyvben



- HATÉKONYSÁG
- HIDROGÉN
- GEOTERMIKUS
- NAPENERGIA
- BIOMASSZA
- FOSSZILIS

5.10. ábra: A közlekedés a három forgatókönyvben



- HATÉKONYSÁG
- HIDROGÉN
- VILLAMOS ENERGIA
- BIOÜZEMANYAGOK
- FÖLDGÁZ
- OLAJTERMÉKEK

5.7 A szén-dioxid-kibocsátások alakulása

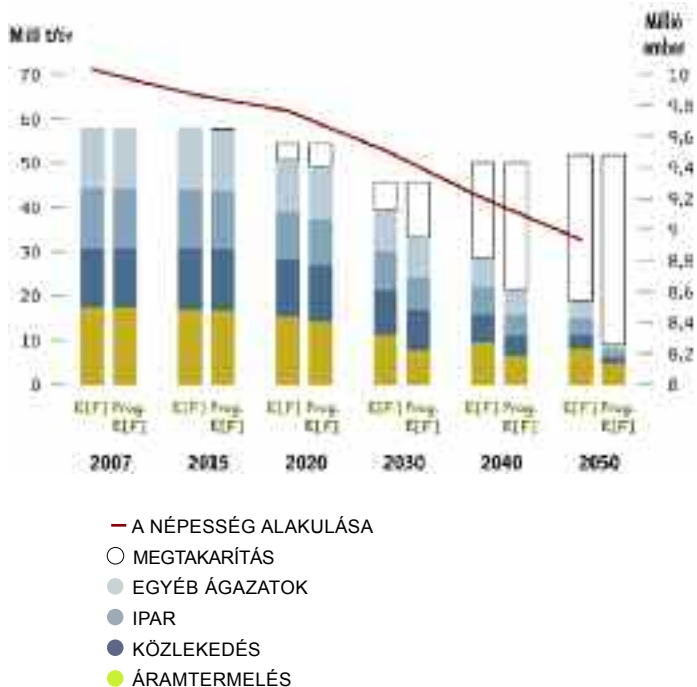
Míg a referencia forgatókönyv szerint Magyarország szén-dioxid-kibocsátása 2050-re 10%-kal lesz kevesebb, a Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyv szerint 2050-re a kibocsátás a 2007-es 58 millió tonnáról 9 millió tonnára csökken (ami 88%-os kibocsátás-csökkenést jelent az 1990-es szinthez képest). Az egy főre jutó éves kibocsátás szintje 5,8 tonnáról 1 tonnára esik vissza. Az atomenergia kivonása és a növekvő energiaigény ellenére a villamosenergia-ágazat kibocsátásai csökkenni fognak. Hosszú távon az energiahatékonyság növekedése és a megújuló villamos energia egyre terjedő használata a járműveknél a közlekedési ágazat kibocsátásának mérséklődését vonja maga után. Az összes szén-dioxid-kibocsátás 54%-át adva a villamosenergia-szektor marad a legnagyobb kibocsátó.

Az alap forgatókönyvben a szén-dioxid-kibocsátás csökkenése 10-15 évvel később következik be, mint a progresszív forgatókönyvben, így az egy főre jutó kibocsátás 2030-ra 4,1 tonna; 2050-re pedig 2,1 tonna lesz. Magyarországon a szén-dioxid-kibocsátás 2050-ben 74%-kal lesz kevesebb az 1990-es évek szintjéhez képest.

5.8. Primerenergia-fogyasztás

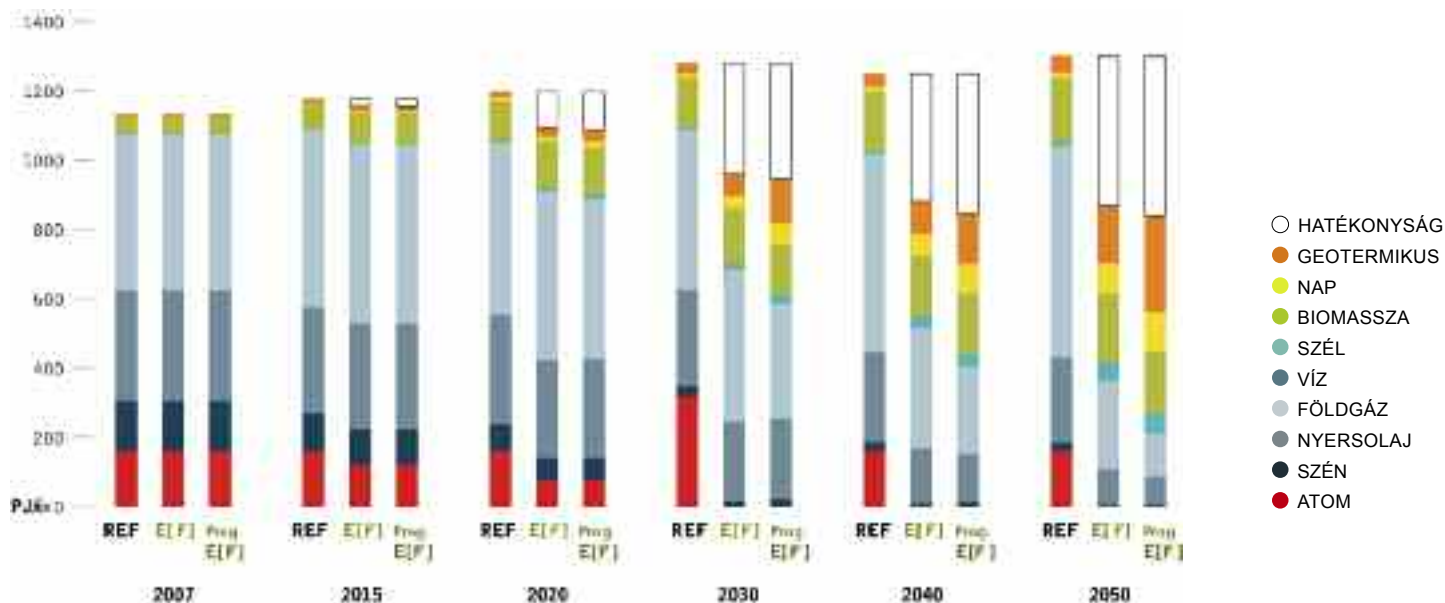
A fentieket figyelembevéve a primerenergia-fogyasztás 2050-re az 5.12-es ábrán látható. A referencia forgatókönyvhöz képest 2050-re 62%-kal lesz kevesebb az összes energiakereslet. A fennmaradó igény 75%-át megújuló energiaforrások fogják ellátni. Az alap Energia[Forradalom] forgatókönyvhöz viszonyítva az abszolút energiamegtakarítások nagysága ugyanennyi, de a megújulók aránya csupán 58%. Ez a különbség abból adódik, hogy a Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyve szerint a szenet és a kőolajat 10-15 évvel hamarabb vezeték ki, mint az alap forgatókönyvben. Ennek fő oka, hogy a szeszes erőműveket 20 évvel

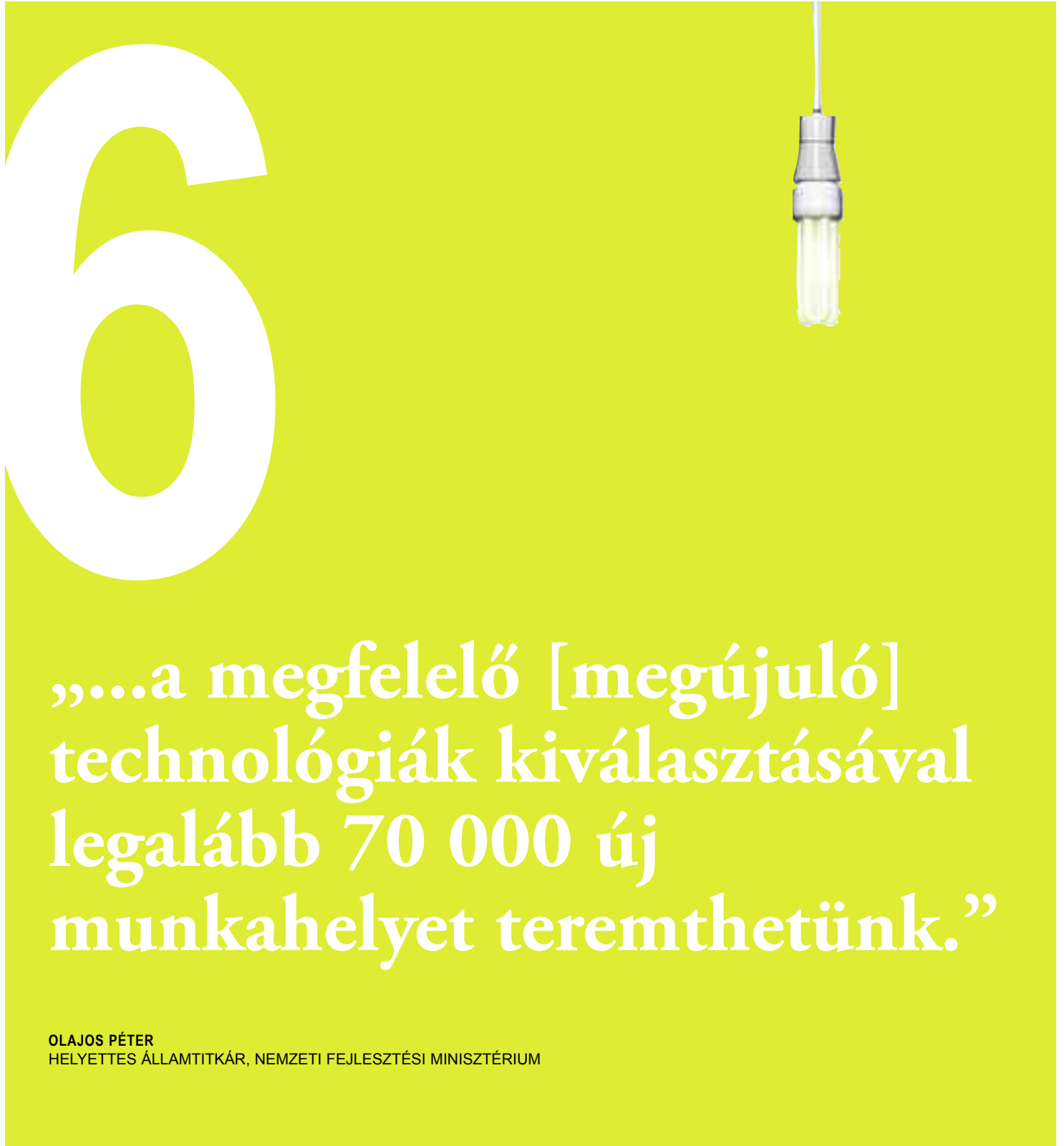
5.11 ábra: A szén-dioxid-kibocsátások változása ágazatonként az Energia[Forradalom] két forgatókönyve szerint



hamarabb fogják kiváltani megújuló energiaforrásokkal az. Energia[Forradalom] szerint, és hamarabb vezeték be az elektromos járműveket, amelyek felváltják a belsőégésű motorokat. Az atomenergia mindkét forgatókönyvben közvetlenül 2020 után kivezetésre kerül.

5.12. ábra: A primerenergia-fogyasztás változása a három forgatókönyvben





„...a megfelelő [megújuló] technológiák kiválasztásával legalább 70 000 új munkahelyet teremthetünk.”

OLAJOS PÉTER
HELYETTES ÁLLAMTITKÁR, NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM

Ez a fejezet azt vizsgálja, milyen foglalkoztatási hatásai lesznek az Energia[Forradalomnak] Magyarországon. Nagyon fontos azonban előrevetíteni, hogy itt kizárólag a villamosenergia-ágazatot vizsgáljuk, és ott is a közvetlen (vagyis direkt) munkahelyek kerülnek megállapításra. Ez azt jelenti, hogy a valóságban ennél sokkal több munkahely jön létre, ha az energiahatékonyságot, a hőenergia-szektor, illetve az indirekt foglalkoztatási hatásokat is figyelembe vesszük. Kiváló tanulmányok foglalkoznak a magyarországi épületenergetikával összefüggő, nagymértékű munkahelyteremtéssel, amely minden kétséget kizáróan az egyik legjobb eszköz a foglalkoztatás növelésére. Ráadásul épületeink mértéktelen energiapazarlása mellett a kibocsátások csökkentésére is megoldást nyújt épületeink energiahatékonyabbá tétele. Ez a fejezet azonban a villamos energia ágazatában bekövetkező változások foglalkoztatásra gyakorolt hatásokra fókuszál.

6.1 A jövőbeli foglalkoztatás

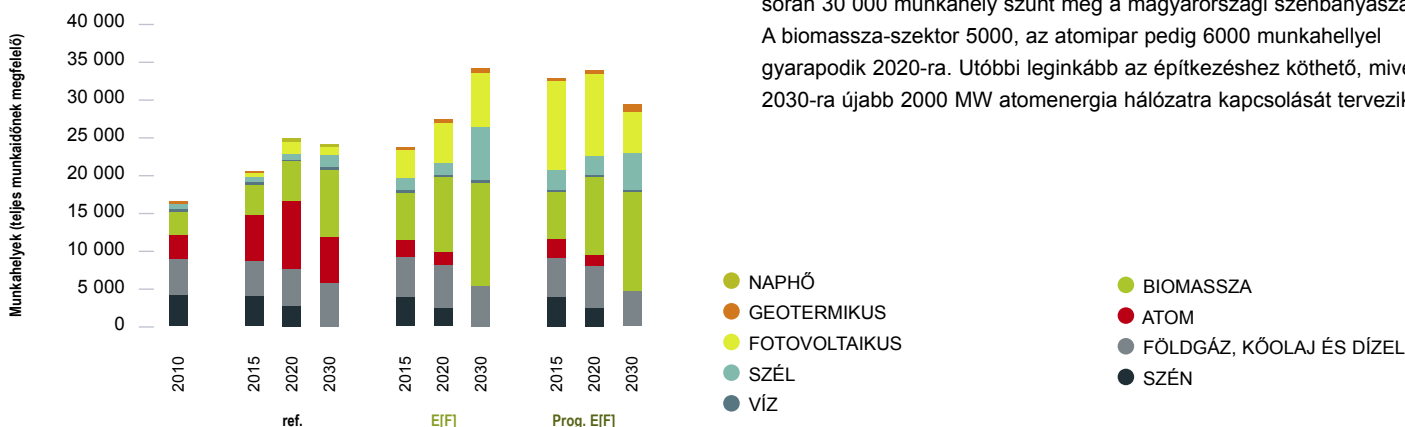
A modellezett energiaágazatok munkahelyei mindegyik forgatókönyv szerint gyarapodni fognak 2015-re. 2010-ben 16 600 munkahely volt a villamosenergia-szektorban. A referencia forgatókönyv szerint ez a szám 20 000-re, az Energia[Forradalom] alap forgatókönyvében 24 000-re, a progresszív forgatókönyvben pedig 33 000-re nő. A 6.1 ábra bemutatja a munkahelyek számának növekedését az Energia[Forradalom] mindkét forgatókönyve és a referencia forgatókönyv szerint mindegyik technológiát illetően 2030-ig; a részletes adatokat pedig a 6.1 táblázat tartalmazza.

- A referencia forgatókönyvben a munkahelyek száma 23%-kal nő 2015-re, majd további 27%-kal 25 000-ig 2020-ra. 2020 és 2030 között enyhe csökkenés következik be, de 2030-ban még mindig 24 100 munkahely várható, amely 45 %-kal több a 2010-es mutatónál.
- Az Energia[Forradalom] alap forgatókönyve alapján a 43%-os növekedéssel 24 000 munkahely lesz 2015-re. 2020-ra további 23%-os növekedéssel a szám 27 500-ra nő, 2030-ra pedig eléri a 34 000-et, amely a 2010-es szint több mint kétszerese.
- A progresszív forgatókönyvben a munkahelyek száma 33 000-re gyarapodik, azaz majdnem megduplázódik 2015-re, aztán 2020-ig szinte változatlan marad. 2020 és 2030 között visszaesés tapasztalható, de 2030-ban még mindig 29 000 munkahely várható, ez a 2010-es értéknél 78 százalékkal magasabb.
- A biomassza különösen erős növekedést mutat; az energiaágazat foglalkoztatásának 38–45 %-át kiteve 2030-ra mindhárom forgatókönyv szerint. A széntermelés fokozatos kivezetése szintén közös mindegyik forgatókönyvben.

Ezek a számítások nem tartalmazzák az atomerőművek leszereléséhez, illetve az energiatakarékossághoz kötődő munkahelyeket; valószínűleg mindkettő számottevő lesz az Energia[Forradalom] bármelyik forgatókönyvét követve. A két forgatókönyvben 2000 MW-nyi atomenergia kerül kivezetésre, a villamos energia termelése pedig 30%-kal csökken a referencia forgatókönyvhöz képest.

A referencia forgatókönyv fő irányát az atom-, a szén-, és a biomassza- ipar határozzák meg. A szénipari ágazat 2010 és 2030 között 4000 munkahelyet fog veszíteni, folytatva az elmúlt 20 év tendenciáját, amely során 30 000 munkahely szűnt meg a magyarországi szénbányászatban.¹ A biomassza-szektor 5000, az atomipar pedig 6000 munkahellyel gyarapodik 2020-ra. Utóbbi leginkább az építkezéshez köthető, mivel 2030-ra újabb 2000 MW atomenergia hálózatra kapcsolását tervezik.

6.1 ábra: Munkahelyek száma technológia szerint a három forgatókönyvben



6.1 táblázat: A villamosenergia-ágazat munkahelyei a három forgatókönyvben

Ezer munkahely	REFERENCIA				ENERGIA[FORRADALOM]			PROG. ENERGIA[FORRADALOM]		
	2010	2015	2020	2030	2015	2020	2030	2015	2020	2030
Szén	4,2	4,0	2,8	0,0	4,0	2,5	0,0	4,0	2,6	0,0
Földgáz, kőolaj és gázolaj	4,8	4,8	4,9	6,0	5,3	5,8	5,5	5,3	5,5	4,7
Atom	3,0	5,9	8,8	5,9	2,2	1,4	0,0	2,2	1,4	0,0
Megújulók	4,6	5,7	8,3	12,2	12	18	29	21	25	25
Összes munkahely	17	20	25	24	24	28	34	33	34	30

¹ NEWBURY, DM. 2000. THE ELECTRICITY SECTOR. IN KESSIDES, IN. (ED). WORLD BANK TECHNICAL PAPER NO 474, HUNGARY. A REGULATORY AND STRUCTURAL REVIEW OF SELECTED INFRASTRUCTURE SECTORS.



Az Energia[Forradalom] alap forgatókönyve számottevő növekedést mutat a megújulóágazatban, 2020-ra 13 000 új munkahelyet eredményezve; ebből a biomassza 7000-et, a napenergia 5000-et tesz ki. 2030-ra a bioenergia válik a legnagyobb ágazattá a munkahelyek 40%-át adva, ezt a nap- és a szélenergia követi. A szén- és atomiparban a munkahelyek számottevő csökkenésével kell számolni, ám ezeket bőven ellensúlyozza a megújulóenergia-szektor munkahelyteremtése. 2030-ra 34 000 munkahely lesz a villamos energia ágazatában, amely duplája a 2010-es szintnek.

A Progresszív Energia[Forradalom]-forgatókönyv még nagyobb növekedést mutat 2015-re és 2020-ra, főleg a napenergia és a biomassza területén. A napenergia a villamosenergia-szektor 36 százalékát adja 2015-ben, ezzel túlszárnyalja a biomassza 20 százalékos arányát is. Azonban míg a biomassza részesedése tovább gyarapodik, a napenergiához kapcsolódó munkahelyek száma visszaesik 2030-ra, ám így is 18 százalékát teszi ki a villamosenergia-szektor foglalkoztatásának. 2030-ban összesen 29 500 munkahely lesz a teljes ágazatban, amely 78 százalékos növekedést jelent a 2010-es szinthez képest.

6.2. Módszertani áttekintés

A Greenpeace felkérte az ausztráliai Intézet a Institute for Sustainable Futures (ISF) nevű szervezetet, hogy modellezze le a 2009-es és 2010-es globális energia foglalkoztatási hatásait, amelyet a Working for the climate – Renewable Energy & The Green Job [R]evolution („Munkában az éghajlatért – Megújuló energiák és a zöld munkahelyek forradalma”²) címmel jelent meg. A modellezés módszertanát 2010-ben frissítették és tették közzé.³

A modell irányadó értékeket számolt ki az Energia[Forradalom] forgatókönyvei és a referencia forgatókönyv alapján létrejövő és megszűnő munkahelyekre vonatkozóan, bemutatva a foglalkoztatásban történő változásokat, ha a világ újjáalakítaná energiaszerkezetét a szén-dioxid-kibocsátások csökkentése érdekében. Mind a referencia forgatókönyvet (a szokásos üzletmenet alapján), mind az Energia[Forradalom]

forgatókönyveit a Német Űrkutatási Központ (DLR) készítette el a Greenpeace és az Európai Megújuló Energia Tanács (EREC) számára.

A három forgatókönyv hatására létrejövő és a megszűnő munkahelyek mennyiségének kiszámítása feltételezések és számítások sorát igényli. Ezen tényezőket az alábbiakban összegezzük.

- A telepített villamosenergia-kapacitás és -termelés technológiáinként, éves lebontásban, a DLR által lemodellezett két Energia[Forradalom]-forgatókönyvből és a referencia forgatókönyvből véve.
- Az úgynevezett foglalkoztatási tényezők mindegyik technológia esetében, amelyek megadják az egy villamosenergia-kapacitási egységre eső munkahelyek számát. Ezek kulcsfontosságú bemeneti adatok az elemzéshez. Ahol helyi adatok nem érhetőek el, az OECD foglalkoztatási adatai kerültek felhasználásra.
- Csökkenési tényező, avagy a tanulási alkalmazkodási arány, amely meghatározza a foglalkoztatási tényezők bizonyos százalékkal való évenkénti csökkentését. A kapacitásegységenkénti munkahelyek száma a technológiák fejlődésével csökken.
- A Magyarországon belüli gyártás aránya mindegyik technológia esetében, illetve az esetleges technológiai export a világ többi részébe.
- A Magyarországról származó szén és földgáz aránya.

A számításokban csak a közvetlen foglalkoztatás szerepel, azaz a villamos energia termeléséhez köthető munkahelyek az építkezésben, a gyártásban, az üzemeltetésben és a karbantartásban, valamint az üzemanyag-ellátásban. A foglalkoztatási adatok csak tájékoztató jellegűek, mivel a számítások elvégzéséhez igen sok feltételezésre volt szükség. Ennek ellenére a rendelkezésre álló adatok határain belül a közzétett számok bemutatják a három forgatókönyv hatására alakuló foglalkoztatási szinteket.

Az energiaellátás munkahelyeire vonatkozó számításokat a 6.2 táblázat összegzi.

6.2 táblázat: A foglalkoztatás kiszámításának módszertana

MUNKAHELYEK = GYÁRTÁSI MUNKAHELYEK + ÉPÍTÉSI MUNKAHELYEK + ÜZEMELTETÉSI ÉS KARBANTARTÁSI (ANGOL RÖVIDÍTÉSSEL O&M) MUNKAHELYEK + ÜZEMANYAG-ELLÁTÁSI MUNKAHELYEK, AHOL:

GYÁRTÁSI MUNKAHELYEK	=	ÉVES TELEPÍTETT VAGY EXPORTÁLT TELJESÍTMÉNY (MW)	×	GYÁRTÁSI FOGLALKOZTATÁSI TÉNYEZŐ	×	HELYI GYÁRTÁS SZÁZALÉKA
ÉPÍTÉSI MUNKAHELYEK	=	ÉVES TELEPÍTETT TELJESÍTMÉNY (MW)	×	ÉPÍTÉSI FOGLALKOZTATÁSI TÉNYEZŐ		
ÜZEMELTETÉSI ÉS KARBANTARTÁSI MUNKAHELYEK	=	HALMOZOTT KAPACITÁS	×	O&M FOGLALKOZTATÁSI TÉNYEZŐ		
ÜZEMANYAG-ELLÁTÁSI MUNKAHELYEK	=	VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS	×	ÜZEMANYAG-ELLÁTÁSI FOGLALKOZTATÁSI TÉNYEZŐ		

MUNKAHELYEK A RÉGIÓBAN 2010-BEN = MUNKAHELYEK (MINT FENT)

MUNKAHELYEK A RÉGIÓBAN 2020-BAN = MUNKAHELYEK (MINT FENT) × TECHNOLÓGIAI CSÖKKENÉSI TÉNYEZŐ² (a kezdet óta eltelt évek)

MUNKAHELYEK A RÉGIÓBAN 2030-BAN = MUNKAHELYEK (MINT FENT) × TECHNOLÓGIAI CSÖKKENÉSI TÉNYEZŐ³ (a kezdet óta eltelt évek)

referencia

² GREENPEACE INTERNATIONAL ÉS EREC, 2009. WORKING FOR THE CLIMATE.

³ RUTOVITZ, J AND USHER, J. 2010. METHODOLOGY FOR CALCULATING ENERGY SECTOR JOBS. PREPARED FOR GREENPEACE INTERNATIONAL BY THE INSTITUTE OF SUSTAINABLE FUTURES, UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, SYDNEY.

6.2.1 Foglalkoztatási tényezők

A villamosenergia-ágazat munkahelyeinek számát foglalkoztatási tényezők segítségével határozták meg, amely megadja az 1 MW-ra vagy 1 GWh-ra eső teremtett munkahelyek számát. A biomasszán kívül az összes megújuló energia esetében az OECD globális elemzésének foglalkoztatási tényezői kerültek felhasználásra. (Részletes magyarázatért lásd: Rutovitz és Usher, 2010.)

A helyi foglalkoztatási tényezőket a jelenlegi magyarországi erőművek alkalmazottainak számáról szóló adatokból vezették le, ahol ez lehetséges volt. Az adatokat a függelék 12.22 táblázata tartalmazza, a levezetett helyi tényezőket pedig a 6.3 táblázatban vetjük össze az OECD-tényezőkkel. A szél- és a napenergia foglalkoztatása kapcsán sajnos nem sikerült adatokhoz jutni.

Ahol helyi tényezők nem állnak rendelkezésre, az OECD-tényezőket igazították ki, figyelembe véve azt a tényt, hogy Magyarországon az egy alkalmazottra eső munkaerő-GDP alacsonyabb, mint az OECD-átlag, következésképpen a munkaerő-intenzitás valószínűleg nagyobb.

A magyarországi munkatermelékenység és az OECD munkatermelékenységének aránya miatt egy 1,9 értékű tényező is szerepelt a számításokban.⁴ A tényező értékét állandóként kezelték, mivel a jelenlegi gazdasági helyzetben a GDP növekedéséről szóló előrejelzések nem tekinthetők megbízhatónak.

A globális tényezők és a frissített csökkenési tényezők részleteiről és levezetéséről lásd: Rutovitz és Usher, 2010.

6.3 táblázat: A helyi foglalkoztatási tényezők és az OECD-tényezők összehasonlítása

	MÉRTÉKEGYSÉG	OECD-TÉNYEZŐ (1)	HELYI TÉNYEZŐ (2)	ARÁNY (3)	AZ ELEMZÉSBEN HASZNÁLT ARÁNY
Atom	Munkahely/MW	0,32	1,40	4,4	1,40 2,3
Lignit és biomassza (4)	Munkahely/MW	0,13 (lignit CHP)	2,3	17,3	0,31
	Munkaév/GWh	0,55 (lignit)	0,31	0,6	0,28
Földgáz és kőolaj	Munkahely/MW	0,07	0,28	4,3	2,3
Kisméretű földgáz CHP	Munkahely/MW	Nincs adat	2,3	Nincs adat	

Jegyzetek

1. A tényezők forrása: Rutovitz, J. és Usher, J., 2010: Az energiaszektor foglalkoztatásának kiszámítására használt módszertan. A Greenpeace International számára készítette az Intézet a Fenntartható Jövőért (ISF), Műszaki Egyetem, Sydney.
2. Ezek az értékek Magyarország 2006-os, 7000 MW-nyi villamosenergia-teljesítményének foglalkoztatásából kerültek levezetésre, a különböző technológiák foglalkoztatási tényezőjének súlyozott átlagával számolva. Az egyes erőművek adatai a függelék 11.22 táblázatában találhatóak. A Magyarországra vonatkozó adatok összegyűjtését Pogány Anikó végezte, különböző forrásokból, szakértők bevonásával (2011. augusztus).
3. Ahol nem volt helyi adat, főleg a megújulóenergia-technológiák esetében, az OECD foglalkoztatási tényezői kerültek felhasználásra 1,9-es szorzóval. Ez a szorzó a magyarországi és az OECD-átlag szerinti munkatermelékenység arányából származik. A lignit alapú tüzelőanyagot kivéve a helyi tényezők magasabbak, mint az 1,9-del szorzott OECD-tényezők, vagyis a megújuló technológiák által teremtett munkahelyek alá lehetnek becsülve.
4. Tartalmazza néhány lignit és biomassza-erőmű adatait. Számos magyarországi széntüzelésű erőmű biomasszát is együtt éget, illetve egy részük kapcsolt energiatermelő erőmű, így ez a tényező került felhasználásra a szén, a biomassza, és a kettő kapcsolt energiatermelése (CHP) esetében.

⁴ A MUNKATERMELÉKENYSÉGI ADATOK FORRÁSA: NEMZETKÖZI MUNKAÜGYI SZERVEZET (ILO), 2009, KEY INDICATORS OF THE LABOUR MARKET ("A LEGFONTOSABB MUNKAERŐ-PIACI MUTATÓK") ADATBÁZISA, 6. KIADÁS.

⁵ A FÖLDGÁZTERMELÉSRŐL SZÓLÓ ADATOK FORRÁSA AZ EGYESÜLT ÁLLAMOK ENERGIAINFORMÁCIÓS HIVATALÁNAK (EIA) STATISZTIKÁI A MAGYARORSZÁGI FÖLDGÁZTERMELÉSRŐL. [HTTP://WWW.EIA.GOV/COUNTRIES/COUNTRY-DATA.CFM?FIPS=HU#NG](http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=HU#NG), 2011. OKTÓBER 3-I ÁLLAPOT.

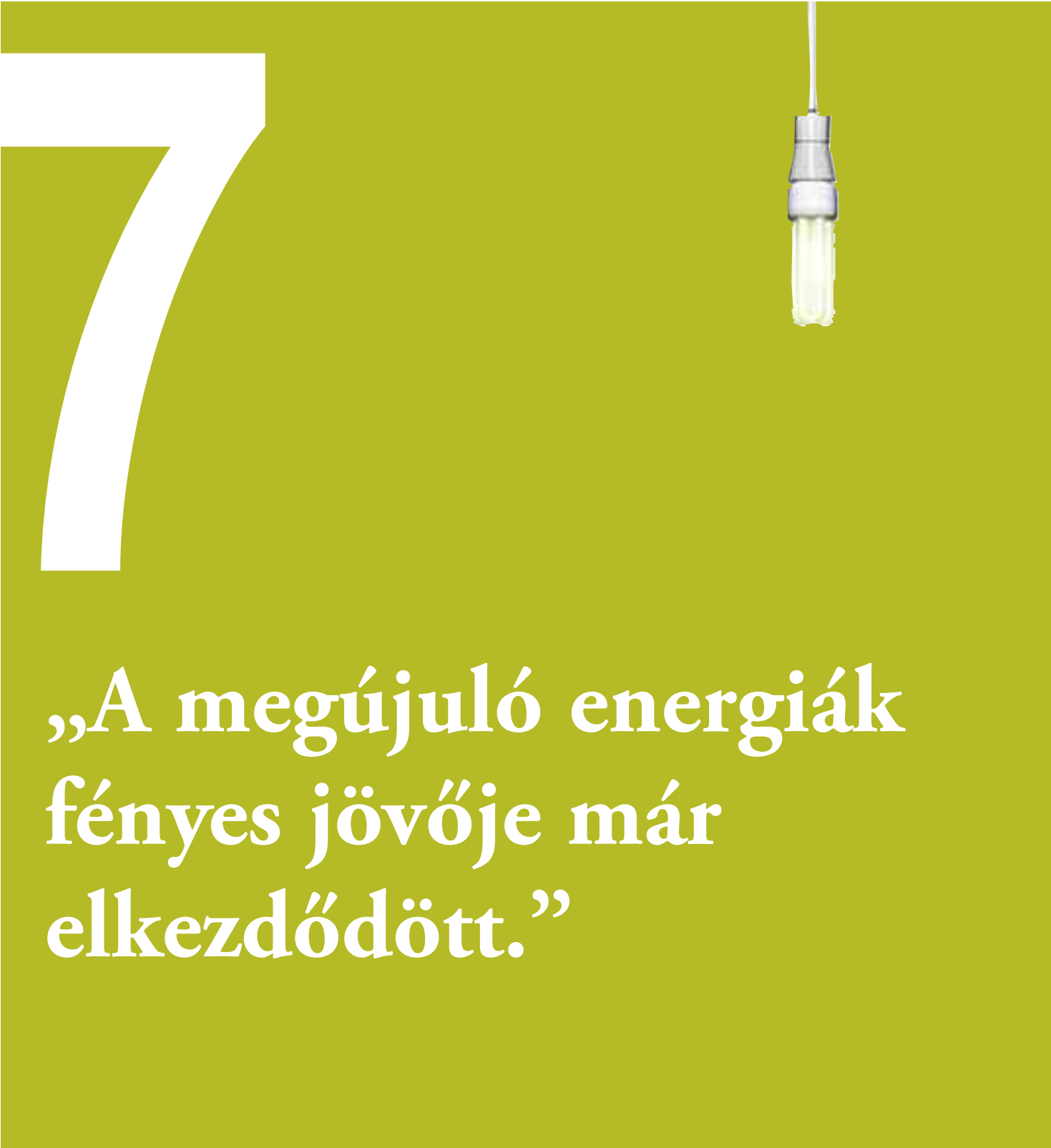
A csendes forradalom – a múlt és a jelen piaci fejlődése

GLOBALIS KÉP ÉS MAGYARORSZÁG

ERŐMŰ PIACOK AZ USA-BAN,
KÍNÁBAN ÉS EURÓPÁBAN

MAGYARORSZÁG ELEMZÉSE

A MEGÚJULÓ ENERGIA GLOBÁLIS PIACA
FOGLALKOZTATÁS A GLOBÁLIS
MEGÚJULÓENERGIA-SZEKTORBAN



„A megújuló energiák
fényes jövője már
elkezdődött.”

A megújuló energia fényes jövője már elkezdődött. A globális erőműpiac ezen elemzése bemutatja, hogy az 1990-es évek végétől a szél- és napenergia-telepítések gyorsabban fejlődtek, mint bármelyik más erőműtípus világszerte. Összesen hozzávetőleg 430 000 MW teljesítmény került beépítésre 2000 és 2010 között. Az előző évtizedben a világ újonnan telepített erőműveinek 26%-a megújuló (főként szél), és 42%-a gázerőmű volt. Korai lenne állítani ugyanakkor, hogy vége a fosszilis energiahordozókon alapuló energia előállításának, mivel mindezekkel párhuzamosan több mint 475 000 MW új széntüzelésű erőművet is telepítettek, amelyek műszaki élettartamuk alatt több mint 55 milliárd tonna kumulált szén-dioxid-kibocsátással „járulnak hozzá” az éghajlatváltozáshoz.

Ugyanakkor csak a megújuló energiák világpiaci volumene 2010-ben akkora volt, mint 1970 és 2000 között az egy évre vonatkozó teljes energiapiaci volumen. Nagy lehetőség előtt áll a szektor; egyrészt, az OECD országokban a mostanában előregedő erőműveket megújuló kapacitásokkal lehetne kiváltani, másrészt a fejlődő országokban zajló növekvő villamosítás következtében jelentkező új kapacitásokra vonatkozó igényt is lehetne megújulókkal fedezni. Ez azonban csak úgy valósítható meg, ha sürgősen jogilag kötelező kibocsátás-csökkentési célok kerülnek meghatározásra, valamint megfelelő energiapolitikai szabályozás születik.

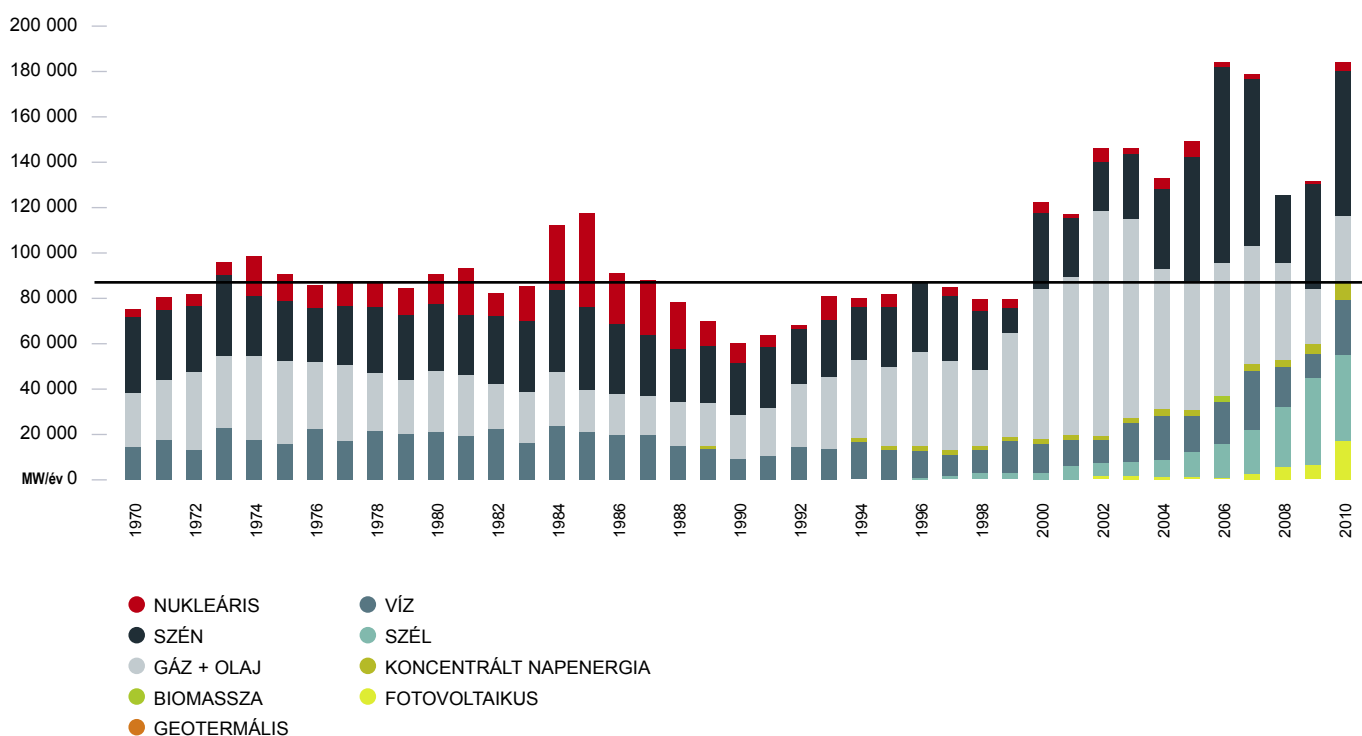
Ez az ismertető áttekintést nyújt a globális erőműpiac alakulásáról az elmúlt 40 év során, és bemutatja a megújulókat által biztosított piaci növekedési lehetőségeket a jövőre nézve.

A globális erőműpiacot 1970 és 1990 között az OECD országok uralták, amelyek főként szén-, gáz- és vízerőművekre alapozták gazdaságukat. Az energiaágazat akkoriban regionális vagy nemzeti ellátási monopóliummal rendelkező, állami tulajdonú közművek kezében volt. Az atomenergia-ipar viszonylag rövid ideig, az 1970-től az 1980-as évek közepéig tartó növekedési periódusa és 1985-ös, a csernobili balesetet egy évvel megelőző tetőpontja után folyamatos csökkenésnek indult, a „nukleáris reneszánszt” emlegető retorika ellenére.

1990 és 2000 között a globális erőműipar egy sor változáson ment keresztül. Míg az OECD országok megkezdték villamosenergia-piacuk liberalizálását, a villamosenergia-szükséglet nem folytatta a korábbi növekedést, így kevesebb új erőmű épült. A hosszú megtérülési idejű, tőkeigényes projektek, például a szén- és atomerőművek, nem tudtak elég anyagi támogatást szerezni. Megkezdődött a gázerőművek évtizede.

A fejlődő országok gazdasága, különösen Ázsiában, az 1990-es években kezdett fejlődni, és az erőműprojektek új hulláma indult el. Az Egyesült Államokhoz és Európához hasonlóan az „ázsiai tigrisek” új piacainak legtöbbje részben liberalizálta az energiaszektort. Az ebben a régióban nagy számban épült új erőművek egy részét független energiatermelők (IPP) építették, amelyek főként az állami tulajdonú közműveknek adnak el villamos energiát. Az új építésű erőművek uralkodó technológiája a liberalizált energiapiacokon a gázerőmű. Kína viszont az elmúlt évtizedben az új szénerőművek fejlesztésére fókuszált. Az 1990-es évek végétől a globális energiapiacra – Kínát nem számítva – a szén kivezetése figyelhető meg; helyettük a gázerőművek és a megújulók, főként a szélerőművek aránya növekedett.

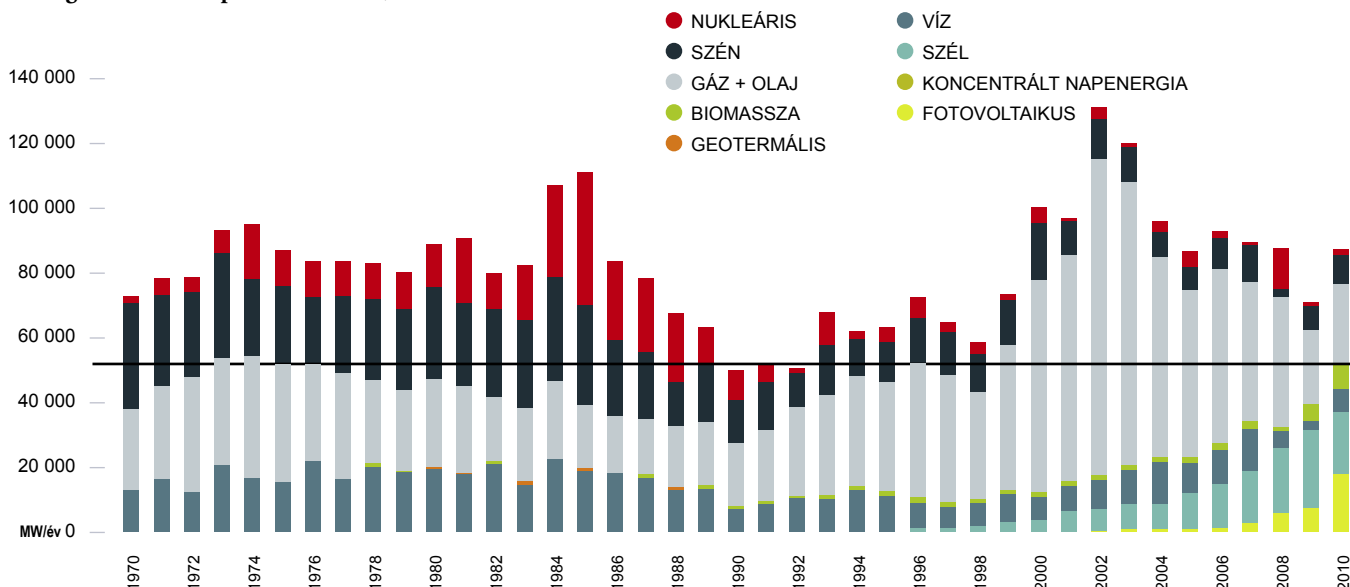
7.1 ábra: globalis erőműpiac 1970-2010



forrás PLATTS, IEA, BREYER, TESKE.



7.2 ábra: globális erőműpiac 1970-2010, kivéve Kínát



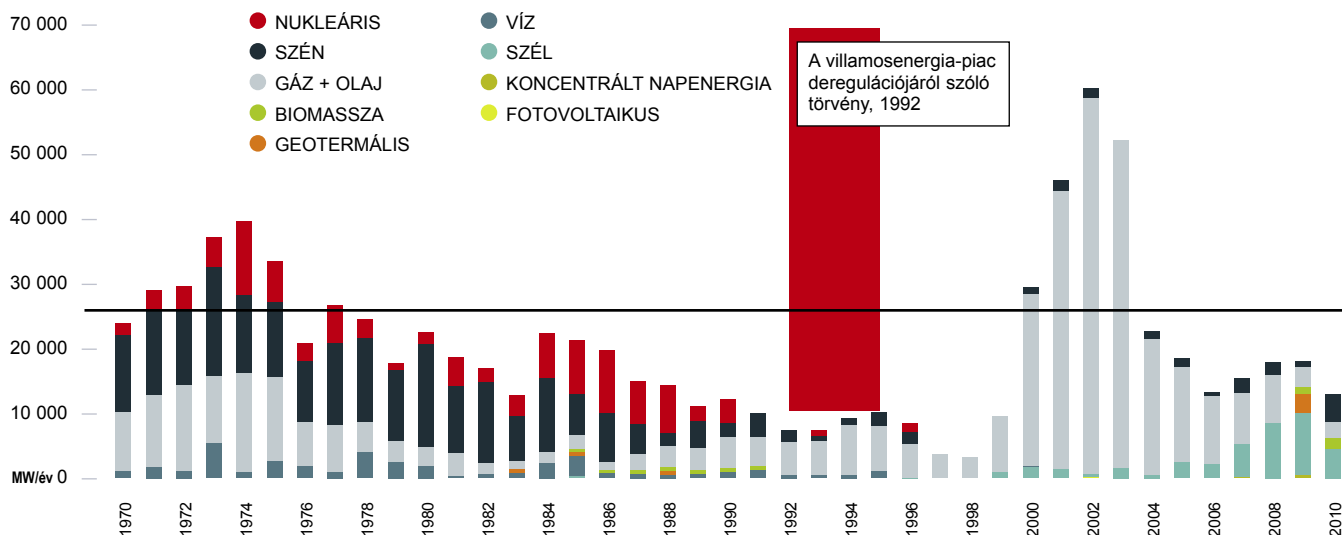
forrás PLATTS, IEA, BREYER, TESKE.

7.1 Erőműpiacok az USA-ban, Európában és Kínában

A villamosenergia-piac liberalizációja nagyban befolyásolta a kiválasztott erőmű-technológiát. Míg az Egyesült Államokban és Európában az energiaágazat a piacok liberalizációja felé fordult, ami leginkább a gáz-erőműveknek kedvez, Kína 2009-ig nagy számban épített szénerőműveket; az első jelek a megújuló energiák előnyben részesítésére csak a 2009–2010-es években mutatkoztak.

USA: Az energiaszektor liberalizációja az Egyesült Államokban az 1992-es energiapolitikai törvénnyel kezdődött, amely nagy fordulópontot jelentett a teljes energiaágazatban. Míg az USA 2010-ben még mindig messze volt a villamosenergia-piac teljes liberalizációjától, az erőmű-technológia kiválasztására gyakorolt hatás megmutatkozik a szén- és atomenergiáról a gáz- és szélerőművekre történő váltásban. 2005 óta a növekvő számú szélerőmű egyre nagyobb részt kap az új beépített teljesítményből, elsősorban az állami megújulóakra vonatkozó támogatási programoknak köszönhetően. Az elmúlt év során a napenergia egyre nagyobb szerepet játszik, 22 000 MW-os összteljesítményről szóló projektellátottsággal¹.

7.3 ábra: USA: az erőműpiac évenkénti fejlődése 1970-2010



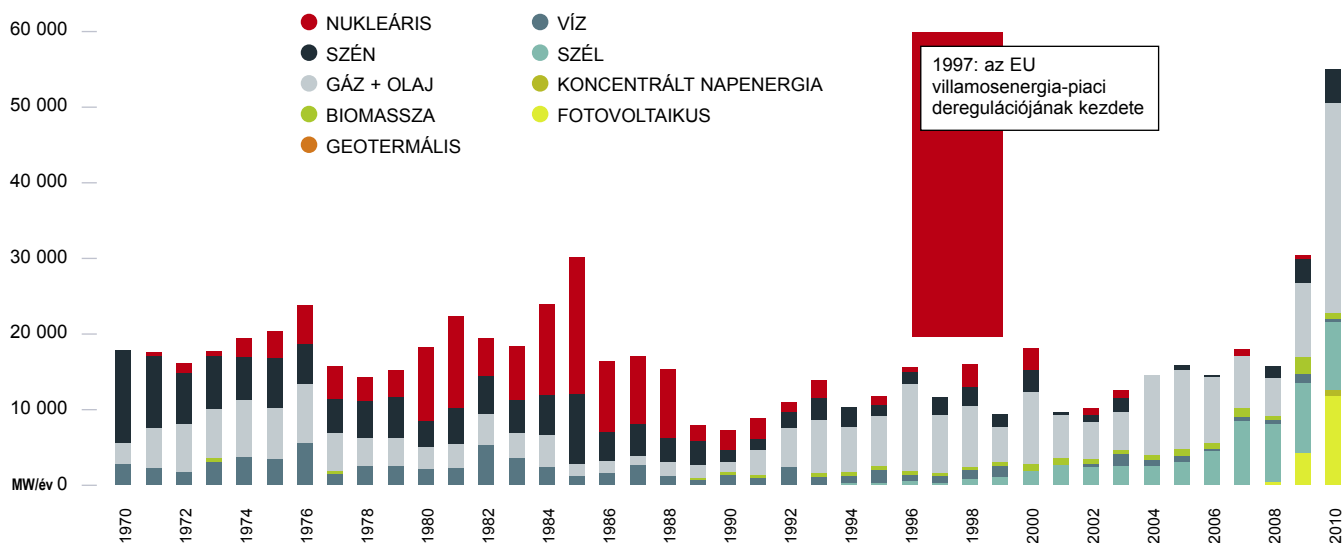
forrás PLATTS, IEA, BREYER, TESKE.

referencia
1 Photon 2011/4, 12. oldal.

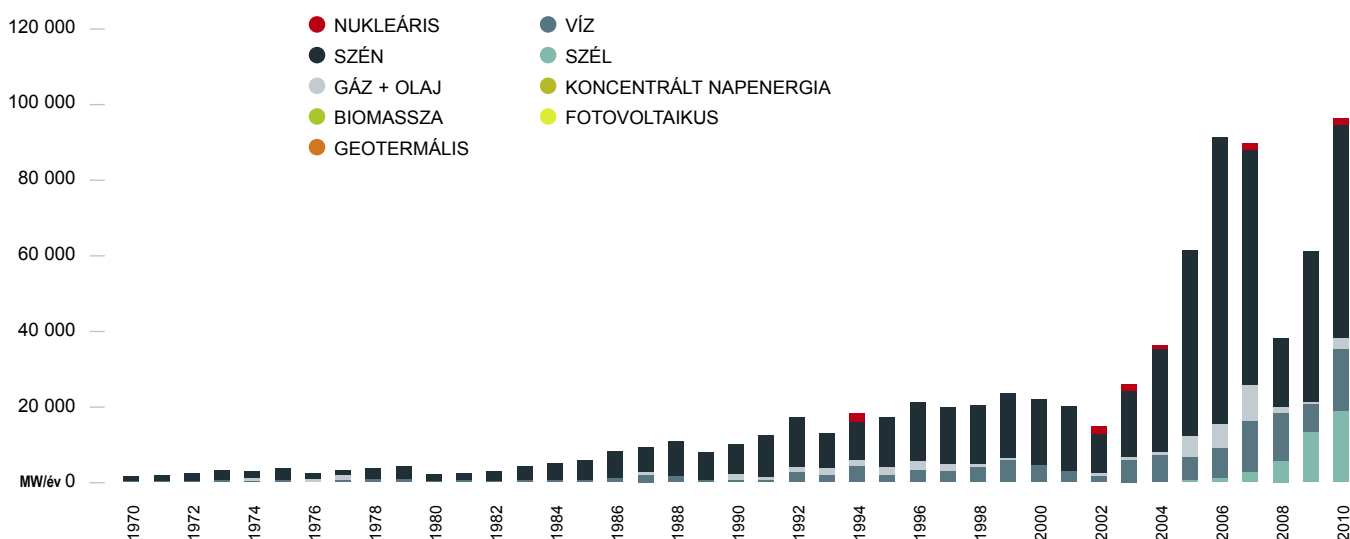
Európa: Körülbelül öt évvel azután, hogy az Egyesült Államok elindította az energiaágazat liberalizációját, az Európai Közösség is hasonló folyamatba kezdett, természetesen ugyanazokat a hatásokat eredményezve ezzel az erőműpiacon. A befektetők kevesebb új erőművet támogattak, és megnövelték a meglévők élettartamát. Azóta az új szén- és atomerőművek piaci részesedése jóval 10% alatt van. A megújuló energiák – ezen belül is

leginkább a szél és a napenergia – növekvő aránya az azokra vonatkozó, jogilag kötelező érvényű célkitűzésnek és az ehhez kapcsolódó kötelező átvételi törvényeknek köszönhető, amely az 1990-es évek vége óta hatályosak az EU számos tagállamában. Mindent összevetve az újonnan telepített erőművi kapacitás rekordmagasságra ugrott, köszönhetően az előregedett erőműállomány talpra állítására vonatkozó igényeknek Európában.

7.4 ábra: Európa: az erőműpiac évenkénti fejlődése 1970-2010



7.5 ábra: Kína: az erőműpiac évenkénti fejlődése 1970-2010



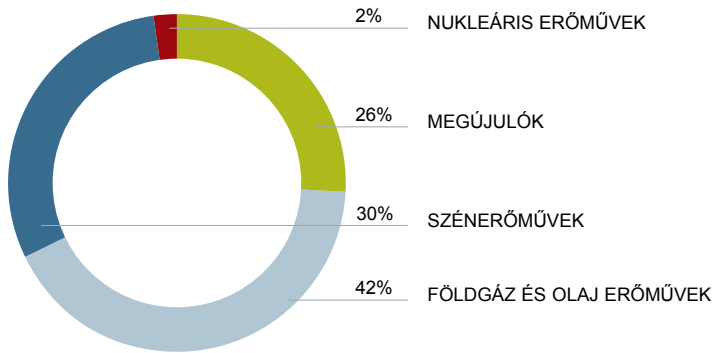


Kína: Az 1990-es évek vége óta folyamatosan tartó gazdasági növekedés és a növekvő energiaigény a szénerőmű-piac robbanásához vezetett, különösen 2002 után. 2006-ban a piac elérte csúcspontját az új szénerőművek tekintetében: a világ összes új szénerőművének 88%-a Kínában épült. Kína ugyanakkor próbálja kiiktatni a leginkább szennyező erőműveit: 2006 és 2010 között 76 825 MW összteljesítményű kisméretű szénerőművet vezettek ki a tizenegyedik ötéves terv alapján. Miközben a szén még mindig uralja az új hozzáadott kapacitást, a szélenergia aránya is gyorsan növekszik. 2003 óta a szélenergia piaca minden évben duplájára nőtt, és 2010-re meghaladta a 18 000 MW-ot, a teljes globális szélenergia-piac 49%-át.

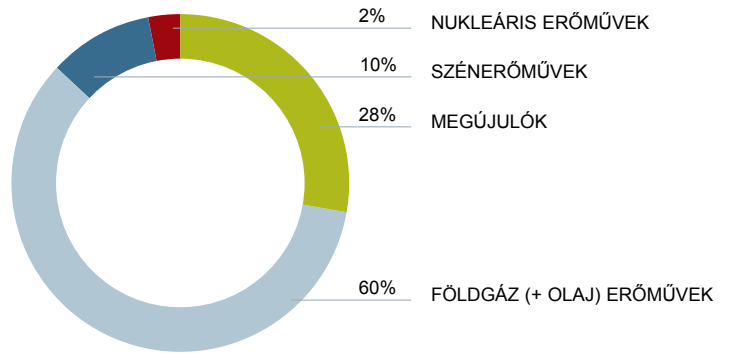
Ennek ellenére is a szén vezeti az energiapiacot, amely csak 2010-ben több mint 55 GW új hozzáadott kapacitással bővült. A kínai kormány a megújuló energiákba való befektetés növelését célozta meg, és 2009 folyamán hozzávetőleg 25,1 milliárd dollár (162,7 milliárd jüan) folyt szél- és vízenergia-erőművekhez, ami az új erőművekre szánt összes befektetés 44%-a – első alkalommal meghaladva a szénerőmű-befektetéseket (149,2 milliárd jüan). 2010-ben a megújuló befektetései elérték a 26 milliárd dollárt (168 milliárd jüan) – ez 4,8%-kal nagyobb részt jelent az összes befektetésből 2009-hez viszonyítva.²

7.6 ábra: Erőműpiacok összetétele

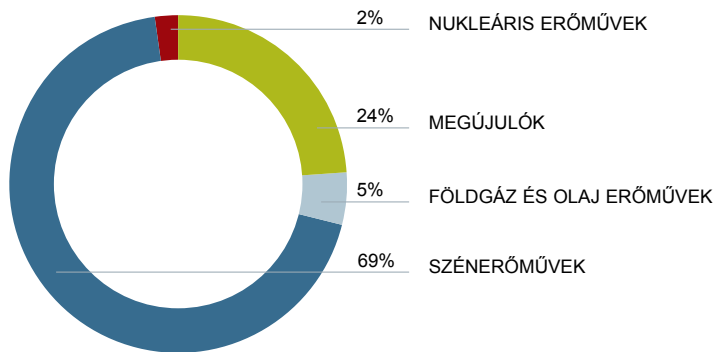
A globális erőműpiac összetétele 2000-2010



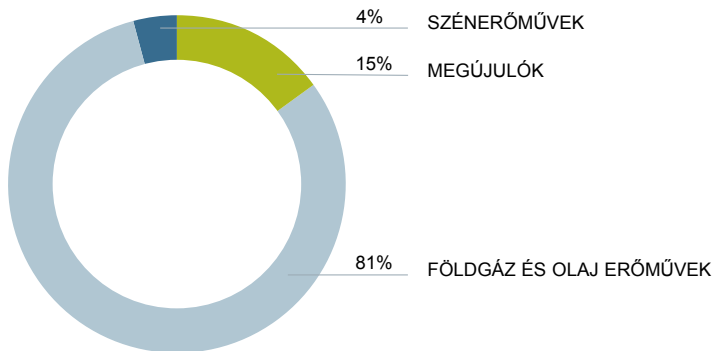
A globális erőműpiac összetétele 2000-2010 – Kína nélkül



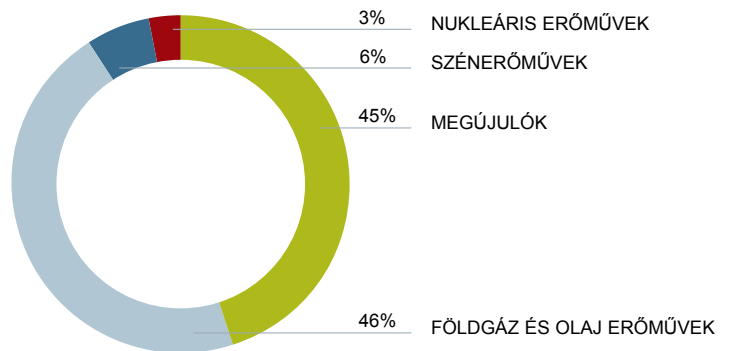
A kínai erőműpiac összetétele 2000-2010



Az amerikai erőműpiac összetétele 2000-2010



Az EU27 erőműpiac összetétele 2000-2010



forrás PLATTS, IEA, BREYER, TESKE, GWAC, EPIA.

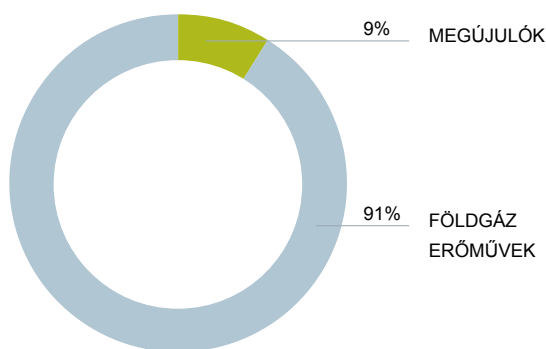
referencia

2 MÍG A GLOBÁLIS ÉS A KÍNAI SZÉLIPARI SZERVEZET (A GWEC ÉS A CREIA) HIVATALOS STATISZTIKÁJA 2010-RE 18 900 MW-RÓL SZÓL. ADDIG A KÍNAI NEMZETI ENERGIAHIVATAL 13 999 MW-OT EMLÍT. A FORRÁSOK KÖZTI ELTÉRÉSEKET A HÁLÓZATRA KAPCSOLÁS IDEJE INDOKOLHATJA, MIVEL NÉHÁNY TURBINÁT A 2010-ES ÉV UTOLSÓ HÓNAPJAIBAN TELEPÍTETTEK, ÁM CSAK 2011-BEN KAPCSOLTÁK ÖKET A HÁLÓZATHOZ.

7.1 Magyarország elemzése

Magyarországon egyetlen atomerőmű (négy reaktorral), és néhány szén- és gázerőmű uralja az energiatermelést. A megújulók aránya gyakorlatilag elhanyagolható, 2010-ben mindössze 7%-ot tett ki. A paksi atomerőmű négy reaktorát az 1970-es években kezdték építeni, és 1982 és 1987 között helyezték üzembe őket; üzemidejük az eredeti tervek szerint 2012 és 2017 között járna le. A szén- és lignittüzelésű erőművek szintén az 1960-as és 1970-es években épültek, ezeket a következő években kell kiváltani – mivel többségük eléri élettartamának végét – lehetőleg az energiahatékonyság növelésével és megújuló energiaforrásokkal.

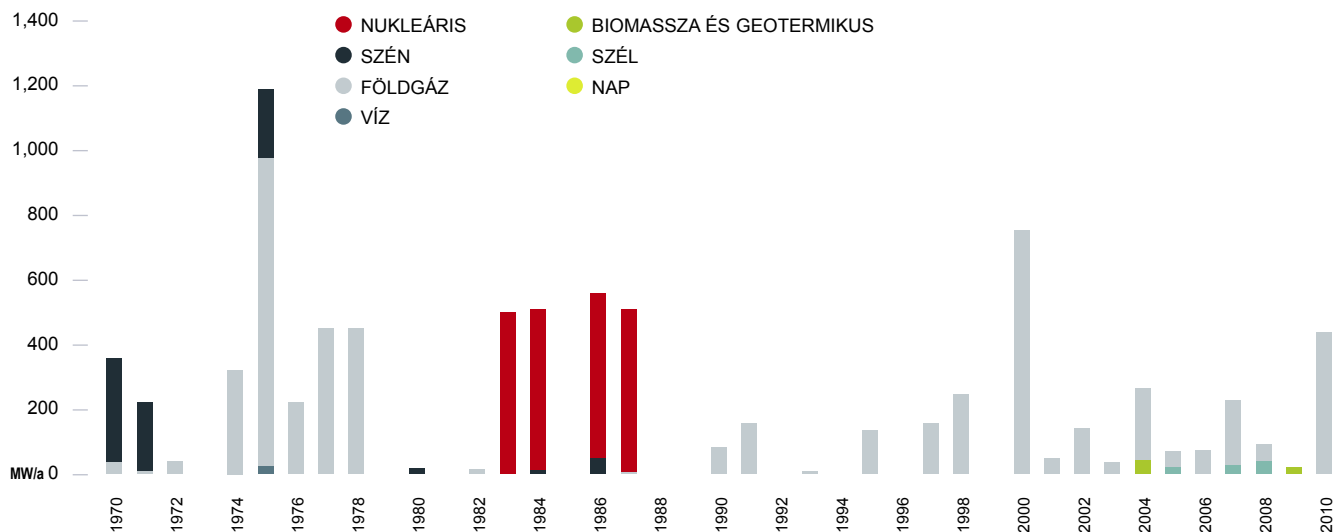
7.7 ábra: Magyarország: az újonnan épült erőművek piaci részesedése 2000-2010



Jelenleg nincsenek határozott tervek új szén-erőművek építésére, bár a kormány időről időre felveti az ország egyik legnagyobb lignittüzelésű erőművének bővítését. A tervek alapján a Mátrai Erőművet egy új, 440 MW-os blokkal egészítenék ki, amely 80%-ban lignitet, 20%-ban pedig biomasszát égetne. A 7.8. ábra bemutatja, hogyan alakult Magyarország erőműi piaca az 1970-es évektől napjainkig. Jól látható, hogy a gázerőművek építése nemcsak az 1970-es években virágzott, hanem az elmúlt két évtizedben is ez volt a legnagyobb arányban rendszerbe állított energiaforrás. A megújulók kapacitása viszont jóval szerényebben, és csak az elmúlt tíz évben bővült kismértékben. (Lásd a 7.7 ábrát.)

Összességében úgy tűnhet, megfelelő az alkalom az ország szén-dioxid-mentes pályára terelésére, ám az Energia[Forradalom] útját egyelőre komoly akadályok állják. A kormány tervezi, hogy mind a négy paksi atomreaktor üzemidejét 20 évvel meghosszabbítja, illetve két újabb reaktor építésével az erőmű teljesítményét is megkétszereznék. Részben emiatt a megújulók kapacitása erősen korlátozott, mivel a nemzeti energiapolitika nem ösztönzi az ágazat növekedését. A jövőbeni tervek között szerepel új földgázerőművek létesítése is. Magyarország jó adottságokkal rendelkezik a nap-, a szél- és a geotermikus energiák terén, valamint óriási kiaknázandó potenciálja van az energiahatékonyság területén is. A szükséges intézkedésekkel a megújulókat és a hatékonyságot kombinálva kialakítható lenne egy főként megújulókon alapuló rendszer az ország ellátására.

7.8 ábra: Magyarország: az erőműpiac évenkénti fejlődése 1970-2010



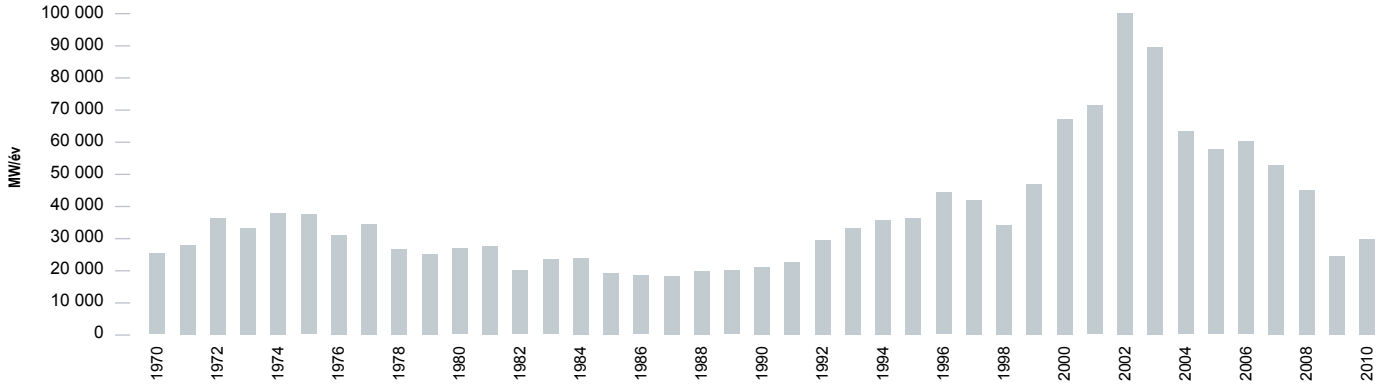
forrás PLATTS, IEA, BREYER, TESKE.

módszertan THE ANALYSIS IS BASED ON DATABASES FROM UDI WEPP PLATTS, THE IEA, GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION, AND RESEARCH PAPER FROM DR. CHRISTIAN BREYER AND MARZELLA AMATA GÖRIG. PLEASE NOTE THAT THE DIFFERENT STATISTICAL DATABASE USE DIFFERENT FUEL CATEGORIES AND SOME POWER PLANTS RUN ON MORE THAN ONE FUEL. IN ORDER TO AVOID DOUBLE COUNTING, DIFFERENT FUEL GROUPS HAVE BEEN ESTABLISHED. NATIONAL DATA MIGHT DIFFER FROM THE INTERNATIONAL DATA BASIS.

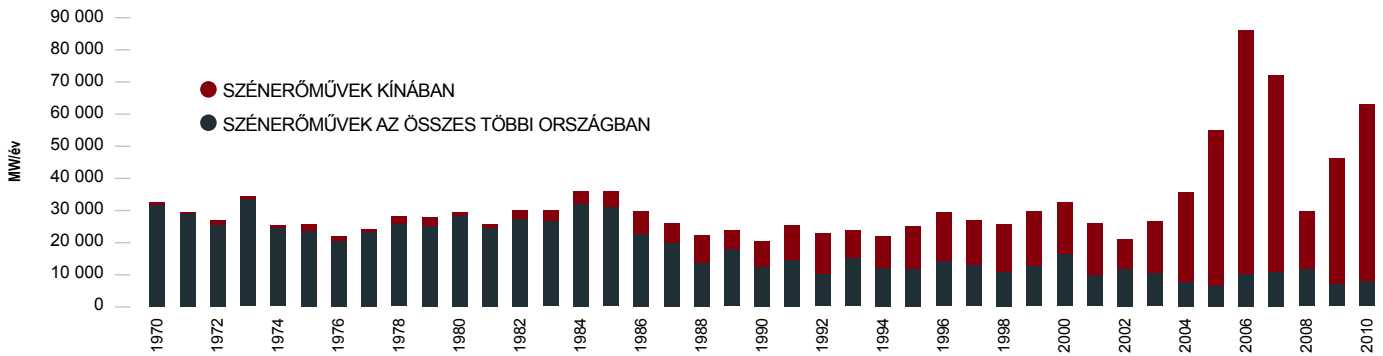


7.9 ábra: A globális erőműpiac történelmi fejlődése technológiánként

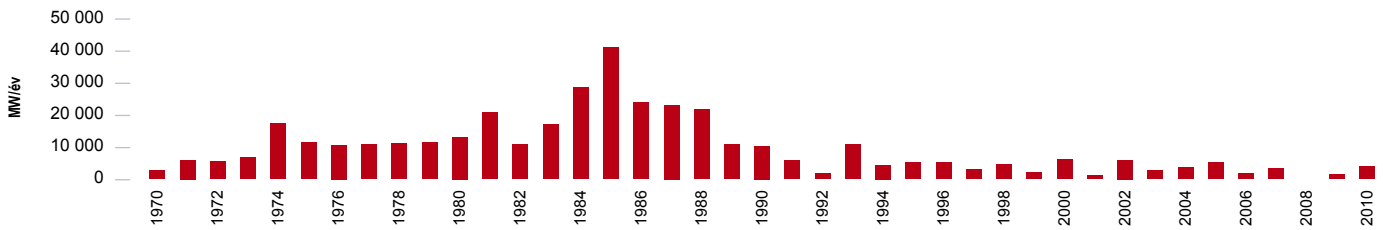
A globális földgáz-erőmű-piac évenkénti fejlődése (az olajjal együtt) 1970-2010



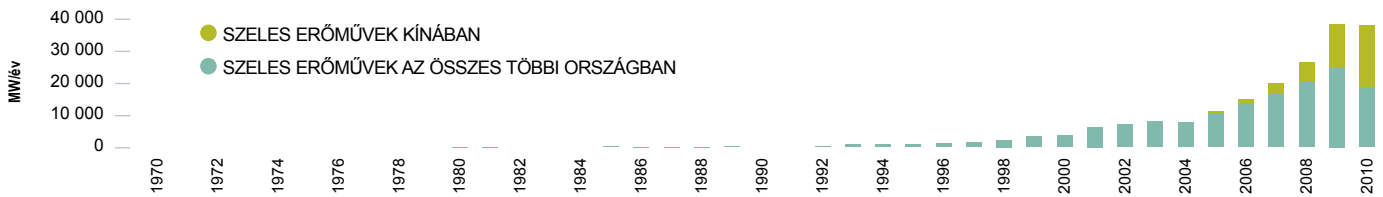
A globális szén-erőműpiac évenkénti fejlődése 1970-2010



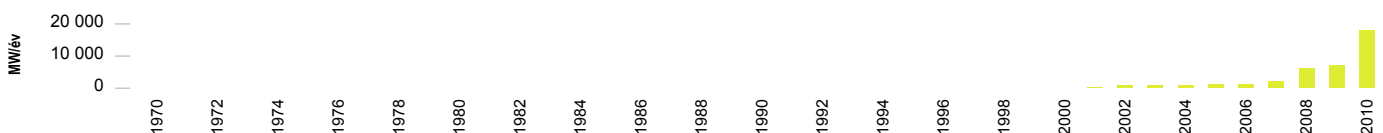
A globális atomerőmű-piac évenkénti fejlődése 1970-2010



A globális széles erőműpiac évenkénti fejlődése 1970-2010



A globális fotovoltaikus erőműpiac évenkénti fejlődése 1970-2010

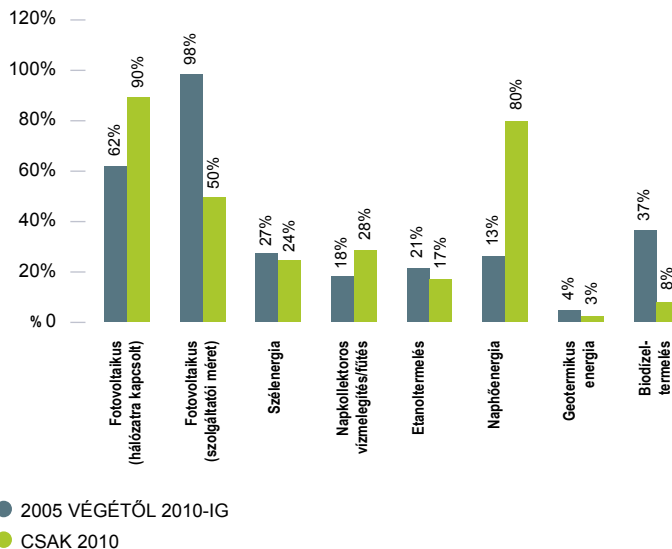


7.3 A megújuló energia globális piaca



Az elmúlt négy évben a megújulóenergia-ágazat jelentősen fejlődött. 2008-ban mind a szél-, mind pedig a napenergia kapacitásnövekedése kiemelkedő volt. A megújuló energiák összes telepítését megbízhatóan követi nyomon a zöld beruházásokat ösztönző REN21 hálózat (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). A legutóbbi, 2011-es globális helyzetjelentésük bemutatja, hogyan növekedtek az egyes technológiák.

A megújuló energiák beépített kapacitása a 2010-es év végén világszinten 310 GW volt (a nagyméretű vízerőművek nélkül), melynek kétharmadát (197 GW-ot) teszi ki a szélenergia és 12%-át (39 GW-ot) a napenergia. Csak 2010-ben mintegy 65 GW új megújuló kapacitást telepítettek (a nagy vízerőműveket nem számítva), a legnagyobb növekedést a szél- és a napenergia produkálta.

7.10 ábra: A megújuló energia kapacitások és a bioüzemanyaggyártás átlagos éves növekedése, 2005-2010



7.1 táblázat: A globális megújuló energia éves növekedése

	szél	29%-os növekedés 2008-ban	255%-os növekedés 2005 óta
	fotovoltaikus (PV)	130%-os növekedés 2010-ben	1063%-os növekedés 2005 óta

7.2 táblázat: Az öt vezető ország

	#1	#2	#3	#4	#5
2010-es éves befektetések					
Befektetések új kapacitásokba	Kína	Németország	Olaszország	USA	Csehország
Hozzáadott szélenergia	Kína	USA	Spanyolország	India	Németország
Hozzáadott napenergia (hálózatra)	Németország	Olaszország	Csehország	Japán	USA
Hozzáadott naphőenergia	Kína	Németország	Törökország	India	Ausztrália
Etanol termelés	USA	Brazília	Kína	Kanada	Franciaország
Biodizel termelés	Németország	Brazília	Argentína	Franciaország	USA
2010 végéig meglévő kapacitások					
Megújulóenergia kapacitás (vízenergia nélkül)	USA	Kína	Németország	Spanyolország	India
Megújulóenergia kapacitás (vízenergiával együtt)	Kína	USA	Kanada	Brazília	Németország
Szélenergia	Kína	USA	Németország	Spanyolország	India
Biomassza	USA	Brazil	Németország	Kína	Svédország
Geotermikus energia	USA	Fülöp-szigetek	Indonézia	Mexikó	Olaszország
Hozzáadott napenergia (hálózatra)	Németország	Spanyolország	Japán	Olaszország	USA
Hozzáadott naphőenergia	Kína	Törökország	Németország	Japán	Görögország



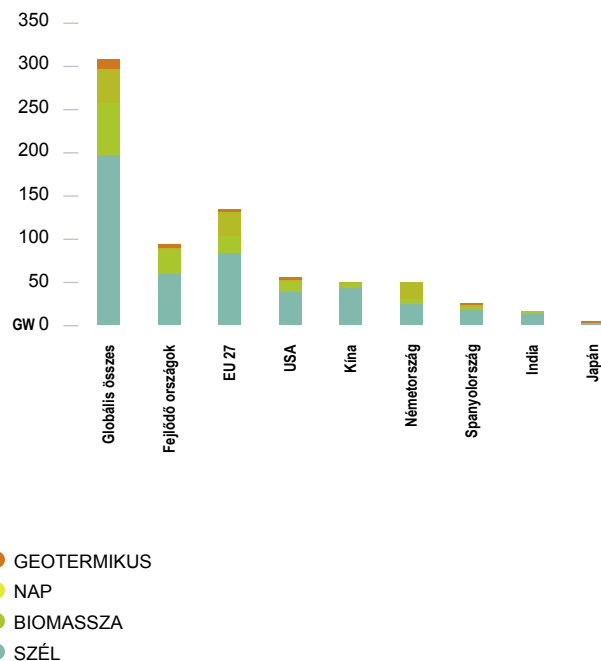
A megújuló energiák bővítésében az öt élenjáró ország Kína, Olaszország, Németország, USA, és Csehország volt 2010-ben. Kína hét éven keresztül minden évben megduplázta szélenergia-kapacitását. Németországban a hálózatra csatlakoztatott napenergia-termelés elérte a 2007-es szint hatszorosát (2007-ben 1,2 GW; 2010-ben 7,4 GW).

7.4 Foglalkoztatás a globális megújulóenergia-szektorban

Jelenleg a globális foglalkoztatás a megújulóenergia-iparban nem kevesebb, mint 3,5 millió embert tesz ki; ez az adat azokon az országokon alapul, ahonnan rendelkezésre állnak a statisztikák. Noha ezidáig inkább a fejlett gazdaságok játszottak vezető szerepet abban, hogy a megújuló energiákat hasznosítsák, ma már a fejlődő országok is egyre nagyobb mértékben fordulnak a tiszta energiák felé. Kína és Brazília például jelentős részesedéssel bír a globális termelésből, elhivatottságot mutatva a naphő- és biomassza-fejlesztések iránt. Munkahelyek főként a telepítés, a működtetés és a fenntartás területén, valamint a szél- és napenergia-berendezések gyártásában jöttek létre. A jövőbeni kilátások alapján egyre több fejlődő ország fog jelentős mennyiségű munkahelyet teremteni ezen a területen.

Annak érdekében, hogy a megújuló iparágában nagy mennyiségben jöjhessenek létre zöld munkahelyek, erőteljes energiapolitikai intézkedésekre volna szükség. Néhány ország már bizonyította, hogy a megújuló energia valóban kiemelkedő szerepet képes játszani a nemzeti gazdasági stratégiákban. Németország például úgy tekint a szél- és napenergia-beruházásaira, mint az export piacaihoz való kiemelkedő hozzájárulásra. A kormány szándéka az, hogy a következő évtizedben meghatározó szeletet kapjon a világszerte részesedésből, lévén, hogy a legtöbb német állás ezekben az iparágokban a szélturbinák és a napelemek külföldi eladásától függ. Noha egyelőre csak kevés ország birtokolja a szükséges tudományos és gyártási szaktudást, a szél- és napenergia-berendezések piaca gyors növekedést mutat.

7.11 ábra: Megújulóenergia kapacitások a fejlődőkben, az EU-ban és a vezető hat országban (kivéve vízenergia)



7.3 táblázat: Foglalkoztatás a megújuló alapú áramtermelésben – néhány kiválasztott országra és a globális összesre vonatkozó becslések

IPAR	GLOBALIS MUNKAHELYEK BECSLÉSE	KIVÁLASZTOTT ORSZÁGOKRA VONATKOZÓ BECSLÉSEK
Bioüzemanyagok	> 1 500 000	Brazília 730 000 a cukornád és etanoltermelésben
Szélenergia	~630 000	Kína 150 000; Németország 100 000; USA 85 000; Spanyolország 40 000; Olaszország 28 000; Dánia 24 000; Brazília 14 000; India 10 000
Napkollektoros melegvíz	~300 000	Kína 250 000; Spanyolország 7 000
Napelem	~350 000	Kína 120 000; Németország 120 000; Japán 26 000; Spanyolország 20 000; USA 17 000
Biomassza	---	Németország 120 000; USA 66 000; Spanyolország 5000
Vízenergia	---	Európa 20 000; USA 8 000; Spanyolország 7000
Geotermikus	---	Németország 13 000; USA 9000
Biogáz	---	Németország 20 000
Naphő	~15 000	Spanyolország 1000; USA 1000
Összesen	~3 500 000	

megjegyzések/források AZ ITT LÁTHATÓ SZÁMOK BECSLÉSEK ÉS EZRES, ILLETVE TÍEZRES KEREKÍTÉSSEL SZEREPELNEK. GWEC/GREENPEACE 2010, GWEC 2010, WWEA 2009, EPIA 2010, BSW 2010, SOLAR PACES 2010, BMU 2010, CREIA 2010, MARTINOT AND LI 2007; NAVIGANT 2009; NIETO 2007; REN 21 2005 AND 2008; SUZION 2007; UNEP 2008; US GEOTHERMAL INDUSTRY ASSOCIATION 2009; US SOLAR ENERGY INDUSTRY ASSOCIATION 2009. AZ ADATOKRA A JELENTÉST KÉSZÍTŐ SZAKÉRTŐK KUTATÁSAI ALAPJÁN KISSÉ MÓDOSULHATTA, A BIOÜZEMANYAGOKRA ÉS A NAPKOLLEKTOROS MELEG VÍZRE VONATKOZÓ ADATOKRA PEDIG ERIC MARTINOT BECSLÉSEIT IS FIGYELEMBE VETTÜK. A KORÁBBI BECSLÉSEK A UNEP-TŐL SZÁRMAZNAK 2008-BÓL (1,7 MILLIÓ GLOBÁLIS ÖSSZES) ÉS SVEN TESKÉTŐL, GREENPEACE INTERNATIONAL, 2009-BŐL (1,9 MILLIÓ GLOBÁLIS ÖSSZES) SZÁRMAZNAK, AMELY NEM TARTALMAZTA A BIOÜZEMANYAGOKRA ÉS A NAPKOLLEKTOROS MELEG VÍZRE VONATKOZÓ BECSLÉST. A BRAZIL ETANOLRA VONATKOZÓ BECSLÉS A LABOR MARKET RESEARCH AND EXTENSION GROUP TŐL SZÁRMAZIK (GEMT, ESALQ/USP). A NAPKOLLEKTOROS MELEG VÍZRE VONATKOZÓ KÍNAI ADATOKNÁL 150 000 EMBERBŐL INDULTUNK KI, AMELY MARTINOT ÉS LI 2007-ES SZÁMÍTÁSÁIT VESZI ALAPUL, AMELYET KIEGÉSZÍT A 2008-2009-ES PIACI NÖVEKEDÉSRE VONATKOZÓ TÉNYEZŐ.

Energiaforrások és ellátásbiztonság

GLOBALIS KÉP

KÓOLAJ
FÖLDGÁZ

SZÉN
ATOMENERGIA

MEGÚJULÓ ENERGIA

8



„Az energiabiztonság ügye mára az energiapolitika napirendjének legfőbb pontjává vált.”

GREENPEACE MAGYARORSZÁG
KLÍMA ÉS ENERGIA KAMPÁNY



Az energiaellátás biztonságának ügye az energiapolitika napirendjének legfőbb kérdésévé vált; az aggodalmak az árak és a fizikai készletek biztonsága köré csoportosulnak. Jelenleg a globális energiaszükséglet 80 százalékát fedezik fosszilis energiahordozók, az energiaszükséglet megállíthatatlannak tűnő növekedésével azonban szemben áll ezen energiaforrások véges rendelkezésre állása. Ugyanakkor a kőolaj- és földgázforrások globális eloszlása nem esik egybe az igények eloszlásával, vannak országok, amelyek a fosszilis energiahordozók terén szinte teljes mértékben behozatalra szorulnak. A következő oldalakon látható térképek áttekintést adnak a különböző energiahordozók lelőhelyéről és regionális eloszlásukról. Az ebben a fejezetben található információk a Plugging the Gap („A rés kitöltése”)¹ című jelentésben, illetve a Nemzetközi Energiaügynökség World Energy Outlook („A világ energetikai helyzetének áttekintése”) 2008-as és 2009-es jelentésében található adatokon alapulnak.

8.1 Kőolaj

A kőolaj a mai modern globális gazdaság éltető eleme – ahogy ezt az 1970-es évek ellátási problémáinak hatásai világossá tették. Ez az első számú energiaforrás: a világ szükségletének harmadát fedezi, és szinte kizárólagosan ezt használják olyan alapvető területeken, mint a közlekedés. A közelmúltban magasba szökő árak viszont felélénkítették a – különben az információk hiánya által elhomályosított – vitát arról, hogy az ellátás képes-e kielégíteni a növekvő igényeket.

8.1.1 A készletek zűrzavara

A nyilvános adatok a kőolaj- és földgáztartalékokról szembetűnően következtetlenné, és jogi, kereskedelmi, történelmi és alkalmanként politikai okok miatt nem feltétlenül megbízhatóak. A legszélesebb körben rendelkezésre álló és legtöbbet idézett adatok az Oil & Gas Journal és a World Oil ipari folyóiratokból származnak, de ezek nem teljes értékűek, mert a készletekről elemzés és ellenőrzés nélkül közlik a cégektől vagy kormányoktól kapott számokat. Mivel a készleteknek nincs elfogadott definíciója, és általánosan alkalmazott beszámolási módszer sem létezik, ezért az értékek általában különböző fizikai nagyságrendeket és fogalmi jellemzőket takarnak. A zavaros terminológia – „bizonyított”, „valószínű”, „lehetséges”, „kitermelhető”, „elfogadható bizonyosság” – csak fokozza a problémát.

A magántulajdonú olajtársaságok a történelem során folyamatosan alulbecsülték készleteiket, hogy kövessék az óvatos részvénykereskedési szabályokat, valamint természetes kereskedelmi elővigyázatosságból is. Ha új felfedezés történt, a geológusok által felbecsült elérhető forrásoknak csak egy hányadát jelentették, aztán sorozatos felülvizsgálatokkal növelték az adott olajmező tartalékairól szóló adatokat. A nemzeti olajtársaságok, melyek többségét az OPEC (a kőolajexportáló országok szervezete) képviseli, teljesen más megközelítést alkalmaztak. Nincsenek semmiféle elszámolhatóságnak alávetve, és jelentési gyakorlatuk sem teljesen tisztázott. Az 1980-as évek vége felé a termelési kvótákért harcoló OPEC-országok erősen túlzó jelentéseket tettek tartalékaikat illetően, mivel a kvótákat ezek arányában osztották el. Noha a cégek államosítása után szükség volt némi korrekcióra, 1985 és 1990 között az OPEC-országok együttesen 82 százalékkal növelték (lejelentett) hivatalos készleteiket. Ezeket a megkérdőjelezhető felülvizsgálatokat nemhogy sosem javították ki, de ráadásul sokan éveken keresztül a tartalékokat érintetlennek

jelentették még akkor is, ha nem volt új mérhető felfedezés, és a termelés az addigi ütemben folytatódott. Ehhez jön továbbá a volt Szovjetunió 30 százalékkal túlbecsült kőolaj- és földgázkészlete, mivel az eredeti felméréseket később félreértelmezték.

Míg a magáncégek egyre inkább valóságghú képet kezdenek adni forrásait illetően, még mindig magasan az OPEC-országok birtokolják a bejelentett készletek nagy részét, és a tőlük érkező információk továbbra is ugyanúgy megkérdőjelezhetőek, mint eddig; így az ő következtetések nagy elővigyázatossággal kezelendők. Ahhoz, hogy reálisan tudjuk megbecsülni a világ kőolajkészletét, a visszamenőleges (azaz „technikai”) feltárások átlagainak régiókra lebontott felmérésére lenne szükség.

8.1.2 Nem hagyományos olajkészletek

A világ megmaradt olajkészletének nagy hányadát sorolják a „nem hagyományos” kategóriába. A potenciális üzemanyagforrások, mint az olajhomok, a nehézolaj és az olajpala feltárása általában költségesebb, és kitermelésük óriási mértékű környezeti károkkal jár. A világszerte fellelhető olajhomok- és nehézolaj-tartalékokat 6000 milliárd hordóra becsülik, amiből 1-2000 milliárd hordó a kitermelhetőnek tartott mennyiség, ha a kőolaj ára elég magas, és ha a környezetvédelmi előírások kellőképpen alacsonyak.

A nem hagyományos olajtartalékok kitermeléséből eredő környeztkárosítás egyik legrosszabb példája a kanadai Alberta tartomány alatti olajhomok kitermelése, ami a világ második legnagyobb bizonyított olajtartaléka Szaúd-Arábia után. Az olajhomokból (a több mint 140 000 négyzetkilométernyi,² Anglia és Wales együttes méretének megfelelő észak-albertai erdőterület alatt talált bitumen, víz, homok és agyag sűrű keverékből) történő nyersolaj-előállítás négyszer annyi szén-dioxidot – a globális felmelegedésért legfőképpen felelős gázt – bocsát ki, mint a hagyományos fűrés. A virágzó olajhomok ipar 2012-ig 100 millió tonna szén-dioxidot termel évente (ami megegyezik az Egyesült Királyság teljes évi kibocsátásának egyötödével), ami miatt Kanada biztosan képtelen lesz tartani a Kiotói jegyzőkönyvben vállalt kibocsátási célkitűzését. Az olajéhség a vad vidéket is veszélyezteti: a nagy kiterjedésű felszíni kitermelések során több millió tonna növényi életet és felszíni talajt távolítanak el, a folyókból pedig több millió liter vizet vezetnek el. Közel 5 hordó vízre van szükség egyetlen hordónyi nyersolaj előállításához, emellett óriási mennyiségű földgázt, valamint két tonna nyers homokot is felhasználnak.

8.2 Földgáz

Az elmúlt két évtizedben a leggyorsabban növekvő fosszilis energiaforrás a földgáz, mivel részaránya a villamosenergia-szerkezetben folyamatosan emelkedik. A földgázra általában nagy mennyiségben előforduló forrásként tekintenek; a közvélemény csak a kőolajkészletek kimerülése miatt aggódik, még ha kevés mélyreható tanulmány is foglalkozik a témával. A földgázforrások a kőolajénál jóval koncentráltabbak, néhány nagy mező teszi ki a tartalékok többségét. A világon fellelhető legnagyobb földgázmező a végső kitermelhető készlet (URR) 15 százalékát adja, míg a kőolajnál ez csak 6 százalék. Sajnos a földgázforrásokról szóló információkat ugyanaz a rossz

referencia

1 PLUGGING THE GAP - A SURVEY OF WORLD FUEL RESOURCES AND THEIR IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF WIND ENERGY, GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL/RENEWABLE ENERGY SYSTEMS, 2006
2 THE INDEPENDENT, 2007. DECEMBER 10.

gyakorlat torzítja, mint a kőolajra vonatkozó adatokat, mivel a földgáz is jórészt ugyanazokból a földrajzi képződményekből ered, és ugyanazon részvényesek érdekeltségi körébe esik.

A források legtöbbje alulbecsült és utólag felfelé korrigált, ami a növekedés optimista reményét kelti. Ezzel ellentétben viszont Oroszország készletéről – ami a világ legnagyobbja – azt tartják, hogy körülbelül 30 százalékkal túl van becslve. Mivel geológiai tulajdonságai hasonlóak, a földgáz kimerülési üteme megegyezik a kőolajéval, így feltárása és kitermelési ciklusai is azonosak. Valójában a földgázról meglévő adatok kevésbé megbízhatóak, mint a kőolajé, és a kitermelt mennyiségre vonatkozóan tele vannak ellentmondással, részben mivel nem mindig tartalmazzák az elfáklázott és lefúvatott földgáz adatait. Ellentétben a nyilvánosságra hozottakkal, a technikai tartalékok 1980 óta szinte állandóak, mivel a feltárások mértéke nagyjából megegyezik a kitermeléssel.

8.2.1 Palagáz³

A földgáztermelést, különösen az Egyesült Államokban, egyre nagyobb mértékben egészítik ki a nem hagyományos források, amilyen például a palagáz is. A hagyományos földgázlelőhelyek földrajzi elhelyezkedése jól meghatározott. A földgáz fúrókúttal könnyen kitermelhető, és általában nem igényel mesterséges stimulációt. A palagáz, illetve a hasonló nem hagyományos források esetében azonban más a helyzet. Ezek lelőhelyei ugyanis szétszórtan helyezkednek el, kitermelésük más technológiát igényel és általában jóval többre is kerül, mint a hagyományos földgázé, nem beszélve az erőteljes környezetromboló hatásokról.

Az elmúlt években a nem hagyományos gázfélék kutatására fordított összegek jelentősen megnövekedtek, ami a hagyományos földgáz árának növekedésével magyarázható. Néhány területen már sikerült bizonyos technológiákat kifejleszteni a gazdaságos kitermelés érdekében, más területeken azonban ez még mindig kutatási stádiumban tart. Ezenfelül úgy tűnik, hogy a palagáz „üvegházgáz-lábnyoma” nagyobb, mint a hagyományos földgázé, sőt egyes kutatók valószínűsítik, hogy a még a szénnél is rosszabb kibocsátása van.

A Greenpeace ellenzi a gázkitermelés nem hagyományos módjait mindaddig, amíg azok hatásait nem vizsgálják ki teljes mértékben, értik meg, kezelik és szabályozzák.

8.1 táblázat: A fosszilis üzemanyagkészletek és források áttekintése

KÉSZLETEK, FORRÁSOK ÉS TOVÁBBI ELŐFORDULÁSOK A FOSSZILIS ENERGIAHORDOZÓKRA VONATKOZÓAN, KÜLÖNBÖZŐ SZAKÉRTŐK SZERINT. H=HAGYOMÁNYOS (MEGHATÁROZOTT SŰRŰSÉGŰ PETRÓLEUM, FÖLDGÁZ, PETRÓLEUMGÁZ), NH=NEM HAGYOMÁNYOS (NEHÉZ FŰTŐOLAJ, NEHÉZOLAJAK, KÁTRÁNYHOMOK ÉS OLAJPALA, AKVIFER GÁZOK, GÁZHIDRÁTOK, STB). A TOVÁBBI ELŐFORDULÁSOKRA VONATKOZÓ BECSLÉSEK A GEOLÓGIAI ADOTTSÁGOKON ALAPULNAK, DE EZEK GAZDASÁGI HASZNOSÍTÁSA JELENLEG RENDKÍVÜL BIZONYTALAN. ÖSSZEHASONLÍTÁSKÉPP: 2008-BAN A GLOBÁLIS PRIMERENERGIA IGÉNY 402 EJ VOLT (UNDP ET AL., 2000)

ENERGIAHORDOZÓ	WEO 2009, WEO 2008, WEO 2007 EJ	BROWN, 2002 EJ	IEA, 2002c EJ	IPCC, 2001a EJ	NAKICENOVIC ET AL., 2000 EJ	UNDP ET AL., 2000 EJ	BGR, 1998 EJ
Gáz készletek	182 tcm ^a	5600	6200 h	5400 h	5900 h	5500 h	5300
			nh	8000 nh	8000 nh	9400 nh	100
források	405 tcm ^a	9400	11 100 h	11 700 h	11 700 h	11 100 h	7800
			nh	10 800 nh	10 800 nh	23 800 nh ^d	111 900
további előfordulások	921 tcm ^a			796 000	799 700	930 000	
Olaj készletek	2,369 bb ^b	5800	5700 h	5900 h	6300 h	6000 h	6700
			nh	6600 nh	8100 nh	5100 nh	5900
források		10 200	13 400 h	7500 h	6100 h	6100 h	3300
			nh	15 500 nh	13 900 nh	15 200 nh	25 200
további előfordulások				61 000	79 500	45 000	
Szén készletek	847 milliárd tonna ^c	23 600	22 500	42 000	25 400	20 700	16 300
források		26 000	165 000	100 000	117 000	179 000	179 000
további előfordulások	921 tcm ^a			121 000	125 600		
Összes forrás (tartalékok + források)		180 600	223 900	212 200	213 200	281 900	361 500
Összes előfordulás				1 204 200	1 218 000	1 256 000	

forrás és jegyzetek A) WEO 2009, B) OIL WEO 2008, 205. OLDAL 9.1 TÁBLÁZAT
C) IEA WEO 2008, PAGE 127 ÉS WEC 2007. D) GÁZHIDRÁTOKKAL EGYÜTT.
AZ ÖSSZES TÖBBI FORRÁST LÁSD A TÁBLÁZATBAN.

referencia

3 AVAILABILITY, ECONOMICS AND PRODUCTION POTENTIAL OF NORTH AMERICAN UNCONVENTIONAL NATURAL GAS SUPPLIES („AZ ÉSZAK-AMERIKAI NEM HAGYOMÁNYOS FÖLDGÁZELLÁTÁS RENDELKEZÉSRE ÁLLÁSI, GAZDASÁGOSÁGI ÉS TERMELÉSI LEHETŐSÉGEI”), INTERSTATE NATURAL GAS ASSOCIATION OF AMERICA (INGAA), 2008. NOVEMBER

kép AZ ÉSZAKI-TENGERI DUNLIN OLAJFÚRÓTORONY ÁLTAL OKOZOTT OLAJSZENNYEZÉS.

kép KÉT FÉRFI FŐZÉSRE HASZNÁLT SZENET ÖNT EGY KISKOCSIBA LINFEN EGYIK UTCÁJÁN. A KÖRÜLBELÜL 4,3 MILLIÓS LAKOSSÁGÚ LINFEN A VILÁG EGYIK LEGSZENNYEZETTEBB VÁROSÁ. KÍNA EGYRE ROSSZABB KÖRNYEZETVÉDELMI ÁLLAPOTÁT JÖRÉSzt AZ ORSZÁG GYORS FEJLŐDÉSE ÉS AZ ABBÓL EREDŐ PRIMERENERGIA-FOGYASZTÁS NAGYMÉRTÉKŰ NŐVEKEDÉSE EREDMÉNYEZI – EZT A FOGYASZTÁST PEDIG SZINTE TELJESEN A SZÉNÉGETÉS ADJA.



8.2 táblázat: A három forgatókönyv szerinti fosszilis energiahordozók használatára vonatkozó feltételezések

Olaj	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Referencia [PJ]	155 920	161 847	170 164	192 431	209 056	224 983
Referencia [millió hordó]	25 477	26 446	27 805	31 443	34 159	36 762
E[F] [PJ]		153 267	143 599	123 756	101 186	81 833
E[F] [millió hordó]		25 044	23 464	20 222	16 534	13 371
Prog. E[F] [PJ]		152 857	142 747	115 002	81 608	51 770
Prog. E[F] [millió hordó]		24 977	23 325	18 791	13 335	8459
Földgáz	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Referencia [PJ]	104 845	112 931	121 148	141 706	155 015	166 487
Referencia [milliárd köbméter = 10E9m ³]	2759	2972	3188	3729	4079	4381
E[F] [PJ]		116 974	121 646	122 337	99 450	71 383
E[F] [milliárd köbméter = 10E9m ³]		3078	3201	3219	2617	1878
Prog. E[F] [PJ]		118 449	119 675	114 122	79 547	34 285
Prog. E[F] [milliárd köbméter = 10E9m ³]		3117	3149	3003	2093	902
Szén	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Referencia [PJ]	135 890	162 859	162 859	204 231	217 356	225 245
Referencia [millió tonna]	7319	8306	8306	9882	10 408	10 751
E[F] [PJ]		140 862	140 862	96 846	64 285	37 563
E[F] [millió tonna]		7217	7217	4407	2810	1631
Prog. E[F] [PJ]		135 005	135 005	69 871	28 652	7501
Prog. E[F] [millió tonna]		6829	6829	3126	1250	326

8.3 Szén

Az 1960-as évekig a szén volt a világ legnagyobb primer energiaforrása, amíg a kőolaj ki nem szorította. Napjainkban a szén a világ energiaellátásának egynegyedét biztosítja. Annak ellenére, hogy ez a legnagyobb mennyiségben előforduló fosszilis üzemanyag, fejlődését környezetvédelmi aggodalmak fenyegetik, így jövőjét az energiabiztonság és a globális felmelegedés együttes kontextusa fogja meghatározni.

A szén nagy mennyiségben fellelhető, és sokkal egyenletesebb arányban oszlik el a világon, mint a kőolaj és a földgáz. A világszerte kitermelhető szénlelőhelyek a legnagyobbak az összes fosszilis energiahordozó közül, és a legtöbb országban található belőlük bizonyos mennyiségben. Ezenkívül a jelen és a jövő nagy energiafogyasztói, mint az USA, Kína és India a szén terén önellátóak, és előreláthatólag azok is maradnak. Mivel a szén nagy mennyiségben került felhasználásra két évszázadon keresztül, így mind a termék, mind a rendelkezésre álló készletek jól ismertek, és érdemben nem várható új lelőhelyek feltárása. Az igényekre vonatkozó előrejelzéseket továbbvetítve azt mondhatjuk, hogy a világ a jelen tartalékainak 20 százalékát használja fel 2030-ig, és 40 százalékát 2050-ig. Ebből következik, hogy ha a jelen tendencia megmarad, a szén még több száz évre elegendő lesz.

8.4 Atomenergia

Az atomerőművekben használt fűtőanyag, az urán véges forrásokkal rendelkezik, mivel korlátozottak a gazdaságosan kitermelhető tartalékai. Eloszlása majdnem annyira koncentrált, mint a kőolajé, és nem esik egybe a globális fogyasztással. Öt ország: Kanada, Ausztrália, Kazahsztán, Oroszország és Niger birtokolja a világ készleteinek háromnegyedét. Oroszország, mint az egyik legjelentősebb uránfelhasználó, 10 éven belül ki fogja meríteni készleteit.

A másodlagos források, mint például a régi lelőhelyek jelenleg a világ uránkészletének közel felét adják, viszont hamarosan kitermelésre kerülnek. Ahhoz, hogy a jelenlegi igényeket ki tudják elégíteni, a bányászati kapacitást az elkövetkező néhány évben közel a duplájára kell növelni.

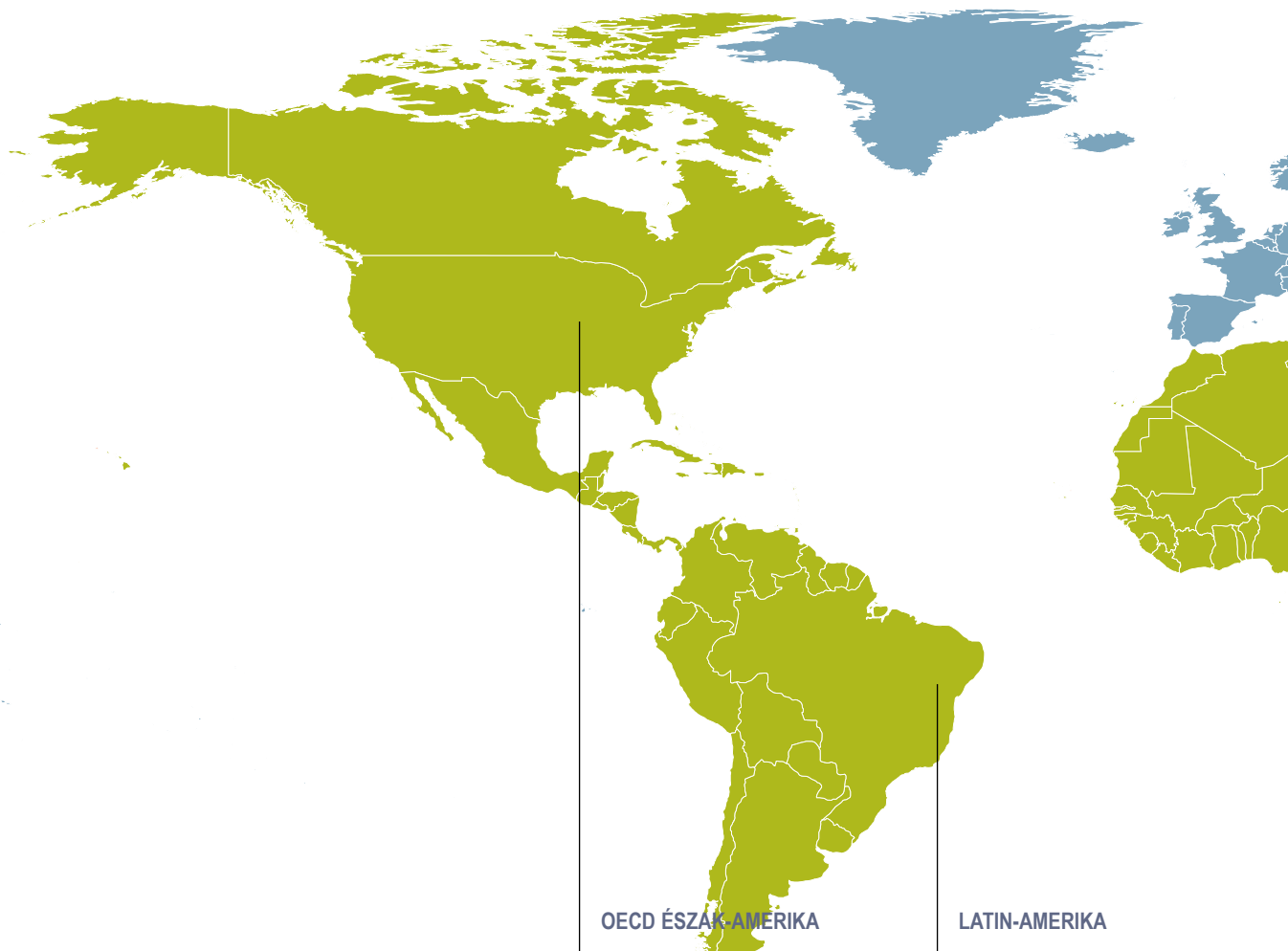
Az OECD Atomenergia-ügynöksége (NEA) és a Nemzetközi Atomenergia-ügynökség (IAEA) közös jelentésében⁴ úgy becsüli, hogy a mai atomerőművek a jelenlegi technológiát alkalmazva kevesebb mint 70 éven belül fel fogják használni a nukleáris fűtőanyagukat. A nukleáris energiára vonatkozó globális fejlesztési elképzelések széles skáláját tekintve az uránkészletek valamikor 2026 és 2070 között merülnek ki. Ez az előrejelzés tartalmazza a kevert oxidos üzemanyag (MOX), azaz az urán és a plutónium keverékének felhasználását is.

referencia

⁴ URANIUM 2003: RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND („ERŐFORRÁS, TERMELÉS ÉS IGÉNY”)

8.1 térkép: Az olajra vonatkozó referencia forgatókönyv és a Progresszív Energia[Forradalom]

GLOBÁLIS FORGATÓKÖNYV



8

NEM MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS

OLAJ

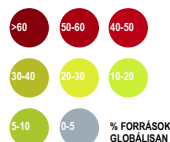
OECD ÉSZAK-AMÉRIKA

	REF		E[F]	
	TMB	%	TMB	%
2007	69,3	5,6%	69,3	5,6%
2050	7429 ^H	45 466 ^H	7429 ^H	45 466 ^H
2007	2707 ^H		2707 ^H	
2050	1816 ^H		337	

LATIN-AMÉRIKA

	REF		E[F]	
	TMB	%	TMB	%
2007	111,2	9,0%	111,2	9,0%
2050	1691	10 349	1691	10 349
2007	598		598	
2050	653		73	

JELMAGYARÁZAT

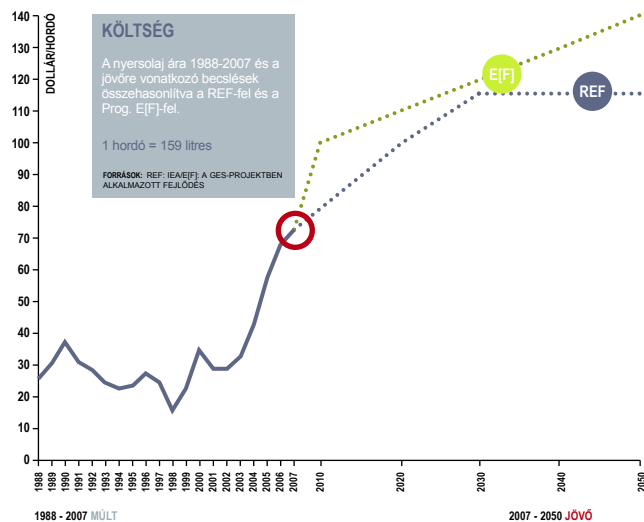


REF REFERENCIA FORGATÓKÖNYV
E[F] PROGRESSZÍV ENERGIA [FORRADALOM]

0 1000 KM

- KÉSZLETEK ÖSSZESEN EZER MILLIÓ HORDÓ [TMB] | GLOBÁLIS RÉSZESÉDÉS %-BAN (2007 VÉGÉN)
- RÉGIÓNKÉNTI FOGYASZTÁS MILLIÓ HORDÓ [MB] | PETA JOULE [PJ]
- FEJENKÉNTI FOGYASZTÁS LITER [L]

H LEGTÖBB | M KÖZEPES | L LEGKEVESEBB



OECD EURÓPA

	REF		E[R]	
	TMB	%	TMB	%
2007	16,9	1,4% ^M	16,9	1,4% ^M
	MB	PJ	MB	PJ
2007	4337	26 541	4337	4418
2050	3,590 ^M	21 970 ^M	722 ^M	9,361 ^M
	L	L	L	L
2007	1,285	1,285		
2050	1,013 ^M	204		

KÖZEL-KELET

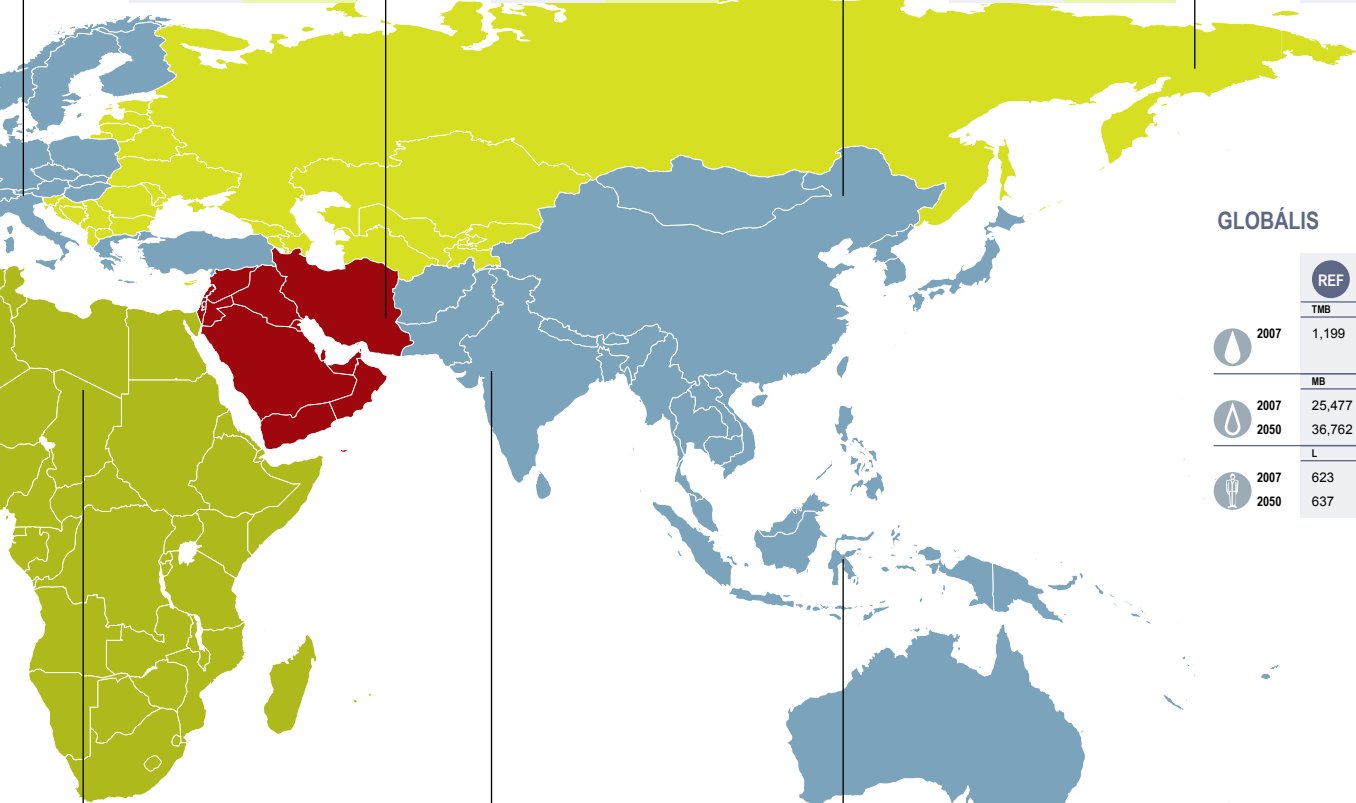
	REF		E[R]	
	TMB	%	TMB	%
2007	755,3 ^H	61,0% ^H	755,3 ^H	61,0% ^H
	MB	PJ	MB	PJ
2007	1913	11 709	1913	11 709
2050	3574	21 871	569	3482
	L	L	L	L
2007	1,617	1,617		
2050	1,638	261		

KÍNA

	REF		E[R]	
	TMB	%	TMB	%
2007	15,5	1,3%	15,5	1,3%
	MB	PJ	MB	PJ
2007	2445	14 966	2445	14 966
2050	7946	48 629	1881 ^H	11 513 ^H
	L	L	L	L
2007	294	294		
2050	891	211 ^M		

ÁTMENETI GAZDASÁGOK

	REF		E[R]	
	TMB	%	TMB	%
2007	87,6	10,1% ^L	87,6	10,1% ^L
	MB	PJ	MB	PJ
2007	1605	9826	1605	9826
2050	1953	11 955	441 ^L	2701 ^L
	L	L	L	L
2007	748 ^M	748 ^M		
2050	1,057	239		



AFRIKA

	REF		E[F]	
	TMB	%	TMB	%
2007	117,5 ^M	9,5%	117,5 ^M	9,5%
	MB	PJ	MB	PJ
2007	924	5654	924	5654
2050	1667	10 202	689	4214
	L	L	L	L
2007	159	159		
2050	133 ^L	55		

INDIA

	REF		E[F]	
	TMB	%	TMB	%
2007	5,5	0,5%	5,5	0,5%
	MB	PJ	MB	PJ
2007	1011 ^L	6187 ^L	1011	6187
2050	3669	22 455	1169	7152
	L	L	L	L
2007	142	142		
2050	352	112		

FEJLŐDŐ ÁZSIA

	REF		E[F]	
	TMB	%	TMB	%
2007	14,8	1,2%	14,8	1,2%
	MB	PJ	MB	PJ
2007	1656	10 136	1656	10 136
2050	3448	21 099	1014	6204
	L	L	L	L
2007	270	270		
2050	365	107		

OECD CSENDES ÓCEÁNI TÉRSÉG

	REF		E[F]	
	TMB	%	TMB	%
2007	5,1 ^L	0,4%	5,1 ^L	0,4%
	MB	PJ	MB	PJ
2007	2465 ^M	15 089 ^M	2465	15 086
2050	1724	10 552	458	2805
	L	L	L	L
2007	1,958	1,958		
2050	1,539	409 ^H		

GLOBÁLIS

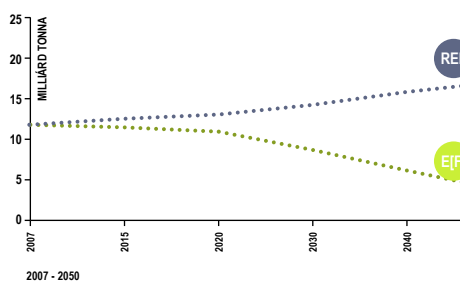
	REF		E[R]	
	TMB	%	TMB	%
2007	1,199	100%	1,199	100%
	MB	PJ	MB	PJ
2007	25,477	155,919	25,477	155,919
2050	36,762	224,981	8,459	51,770
	L	L	L	L
2007	623	623		
2050	637	147		

CO₂ KIBOCSÁTÁSOK AZ OLAJHOZ KAPCSOLÓDÓAN

A REF és a Prog. E[F] összehasonlítása 2007-2050.

milliárd tonna

FORRÁS: GPI/EPCC

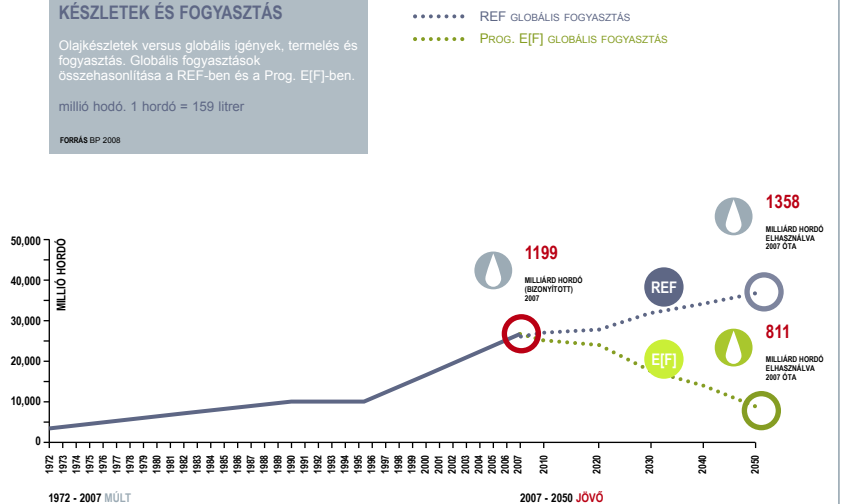


KÉSZLETEK ÉS FOGYASZTÁS

Olajkészletek versus globális igények, termelés és fogyasztás. Globális fogyasztások összehasonlítása a REF-ben és a Prog. E[F]-ben.

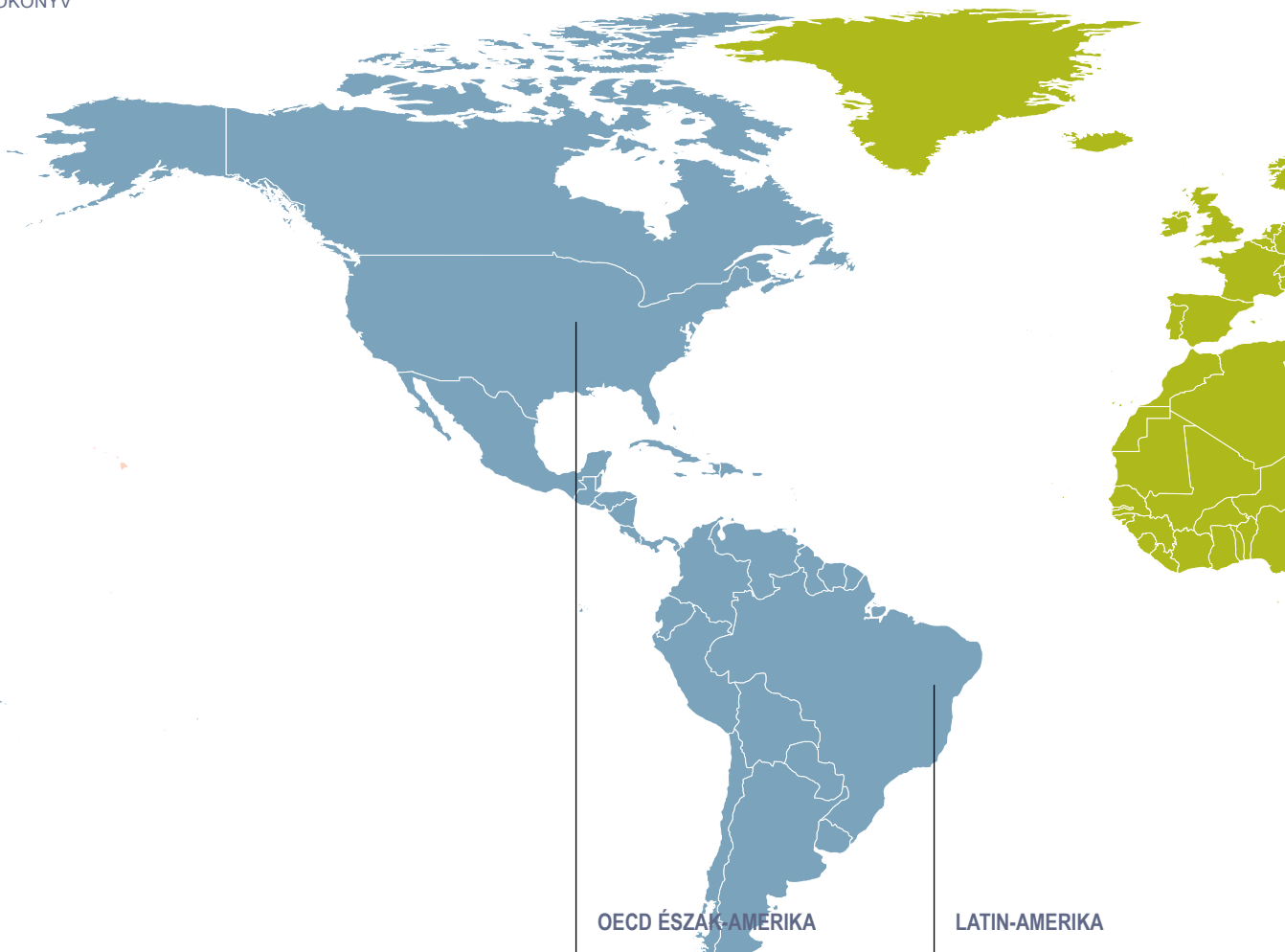
millió hordó. 1 hordó = 159 liter

FORRÁS: BP 2008



8.2 térkép: A földgázra vonatkozó referencia forgatókönyv és a Progresszív Energia[Forradalom]

GLOBÁLIS FORGATÓKÖNYV



NEM MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS FÖLDGÁZ

OECD ÉSZAK-AMERIKA

	REF		E[F]	
	tn m ³	%	tn m ³	%
2007	8,0	4,4%	8,0	4,4%
	bn m ³	PJ	bn m ³	PJ
2007	722 ^H	27,435 ^H	722 ^H	27,435 ^H
2050	767 ^H	29,144 ^H	71 ^H	2,688 ^H
	m ³		m ³	
2007	1608		1608	
2050	1328		123	

LATIN-AMERIKA

	REF		E[F]	
	tn m ³	%	tn m ³	%
2007	7,7	4,3%	7,7	4,3%
	bn m ³	PJ	bn m ³	PJ
2007	117	4,465	117	4,465
2050	246 ^M	9,358 ^M	34	1,303
	m ³		m ³	
2007	254		254	
2050	410		57	

JELMAGYARÁZAT



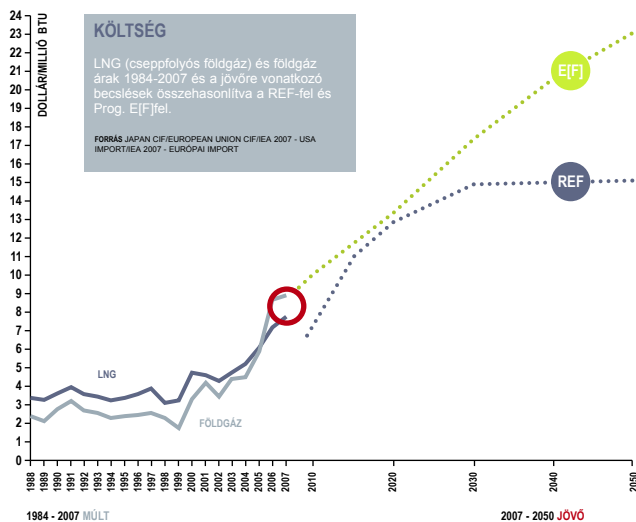
REF REFERENCIA FORGATÓKÖNYV
E[F] PROGRESSZÍV ENERGIA [FORRADALOM]

0-5
% FORRÁSOK
GLOBÁLISAN

0 1000 KM

- KÉSZLETEK ÖSSZESEN EZER MILLIÁRD KÖBMÉTER [tn m³] | GLOBÁLIS RÉSZÉSEDÉS %-BAN (2007 VÉGÉN)
- RÉGIÓNKÉNTI FOGYASZTÁS MILLIÁRD KÖBMÉTER [bn m³] | PETA- JOULE [PJ]
- FEJENKÉNTI FOGYASZTÁS KÖBMÉTER [m³]

H LEGTÖBB | **M** KÖZEPES | **L** LEGKEVESEBB



OECD EURÓPA

	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	9,8	5,4%	9,8	5,4%
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	504	19 170	504	19 170
2050	644	24 469	69	2613
	m ²		m ²	
2007	934		934	
2050	1,120 ^M		120	

KÖZEL-KELET

	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	73,2 ^H	40,4% ^H	73,2 ^H	40,4% ^H
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	238 ^M	9056 ^M	239	9056
2050	685	26 034	74	2805
	m ²		m ²	
2007	1178		1178	
2050	1939		209 ^M	

KÍNA

	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	1,9	1,0%	1,9	1,0%
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	71	2716	71	2716
2050	341	12 953	212	8061
	m ²		m ²	
2007	54		54	
2050	239		149	

ÁTMENETI GAZDASÁGOK

	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	53,3	29,4%	53,3	29,4%
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	638	24 225	638	24 225
2050	776	29 478	138	5248
	m ²		m ²	
2007	1,874 ^H		1,874 ^H	
2050	2,496 ^H		444 ^H	

GLOBÁLIS

	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	181	100%	181	100%
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	2759	104 846	2759	104 846
2050	4381	166 489	902	34 285
	m ²		m ²	
2007	424		424	
2050	478		99	

AFRIKA

	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	14,6 ^M	8,0% ^M	14,6 ^M	8,0% ^M
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	91	3472	91	3472
2050	167	6338	65	2456
	m ²		m ²	
2007	95		95	
2050	83		32	

INDIA

	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	1,1 ^L	0,6% ^L	1,1 ^L	0,6% ^L
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	37 ^L	1397 ^L	37 ^L	1397 ^L
2050	164	6227 ^L	107 ^M	4075 ^M
	m ²		m ²	
2007	32 ^L		32	
2050	102		66	

FEJLŐDŐ ÁZSIA

	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	8,6	4,8%	8,6	4,8%
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	184	6998	184	6998
2050	422	16 020	115	4368
	m ²		m ²	
2007	182		182	
2050	278		76	

OECD CSENDES ÓCEÁNI TÉRSÉG

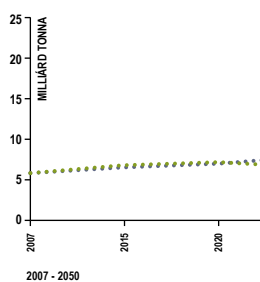
	REF		E[F]	
	tn m ²	%	tn m ²	%
2007	2,9	1,6%	2,9	1,6%
	bn m ²	PJ	bn m ²	PJ
2007	156	5912	156	5912
2050	170	6467	18	667
	m ²		m ²	
2007	776 ^M		776 ^M	
2050	946		98	

CO₂ KIBOCSÁTÁSOK A FÖLDGÁZHOZ KAPCSOLÓDÓAN

A REF és a Prog. E[F] összehasonlítása 2007-2050.

milliárd tonna

FORRÁS: GPI/EPCC

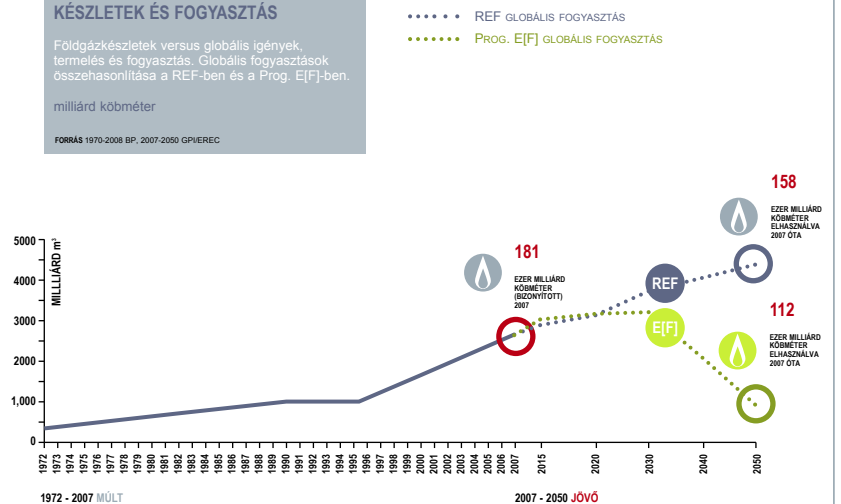


KÉSZLETEK ÉS FOGYASZTÁS

Földgázkészletek versus globális igények, termelés és fogyasztás. Globális fogyasztások összehasonlítása a REF-ben és a Prog. E[F]-ben.

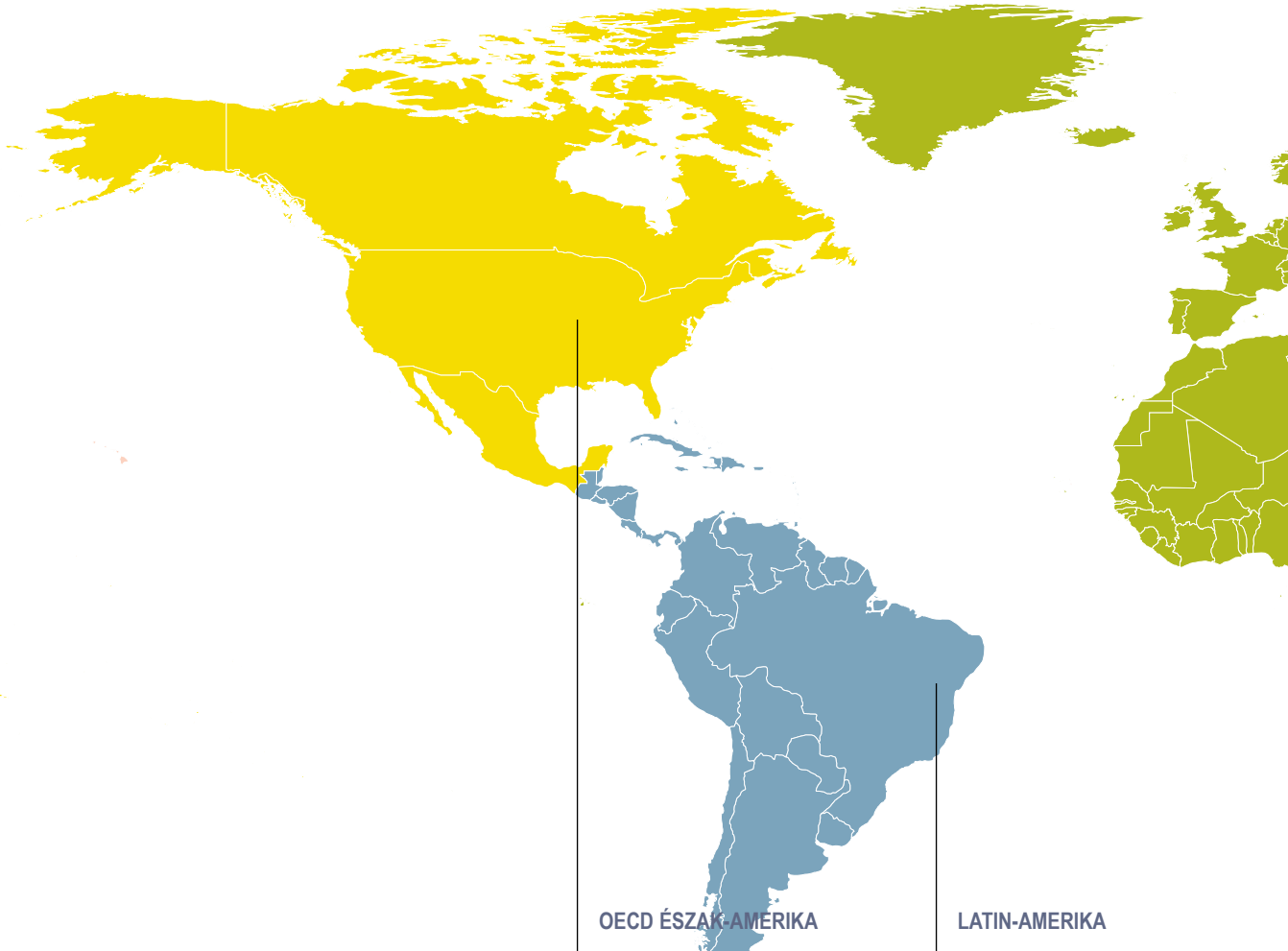
milliárd köbméter

FORRÁS: 1970-2008 BP, 2007-2050 GPI/EPCC



8.3 térkép: A szénre vonatkozó referencia forgatókönyv és a Progresszív Energia[Forradalom]

GLOBÁLIS FORGATÓKÖNYV



NEM MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS

SZÉN

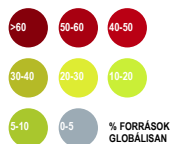
OECD ÉSZAK-AMERIKA

	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	250 510	29,6%	250 510	29,6%
2050	1351	27 255	6	134
2007	2,4		2,4	
2050	2,0		0,0	

LATIN-AMERIKA

	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	16 276	1,9%	16 276	1,9%
2050	165	3122	11	247
2007	0,1		0,1	
2050	0,2		0,0	

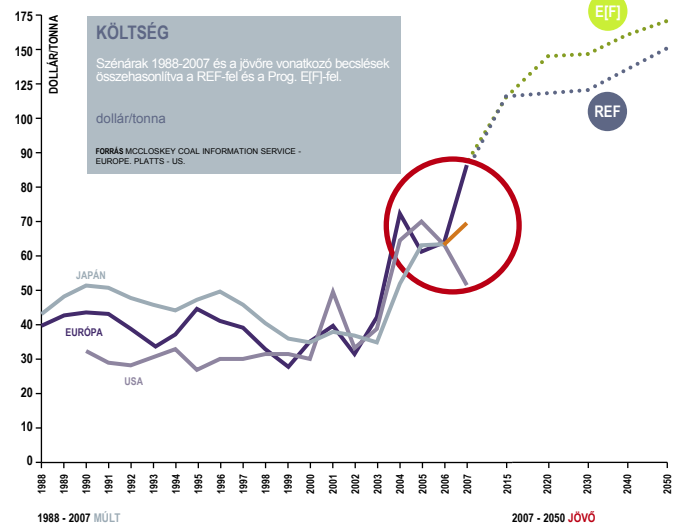
JELMAGYARÁZAT



REF REFERENCIA FORGATÓKÖNYV
E[R] PROGRESSZÍV ENERGIA [FORRADALOM]

- KÉSZLETEK ÖSSZESEN MILLIÓ TONNA [mn t] | GLOBÁLIS RÉSZESÉDÉS %-BAN (2007 VÉGÉN)
- RÉGIÓNKÉNTI FOGYASZTÁS MILLIÓ TONNA [mn t] | PETA JOULE [PJ]
- FEJENKÉNTI FOGYASZTÁS TONNA [t]

H LEGTÖBB | M KÖZEPES | L LEGKEVESEBB



OECD EURÓPA

Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	50 063	5,9%	50 063	5,9%
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	897	14 371	897	14 371
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	710	11 899	10	231
Év	t		t	
	2007	1,2	1,2	2050

KÖZEL-KELET

Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	1386	0,2%	1 386	0,2%
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	19	437	19	437
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	91	2092	1	13
Év	t		t	
	2007	0,0	0,0	2050

KÍNA

Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	114 500	13,5%	114 500	13,5%
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	2403 ^H	55 333 ^H	2403	55 333
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	4148 ^H	95 527 ^H	218 ^H	5027 ^H
Év	t		t	
	2007	1,8	1,8	2050

ÁTMENETI GAZDASÁGOK

Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	222 183	26%	222 183	26%
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	532	9003	532	9003
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	904	13 665	14	327
Év	t		t	
	2007	1,1	1,1	2050

GLOBÁLIS

Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	846 496	100%	846 496	100%
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	7319	135 890	7319	135 890
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	10 751	225 244	326	7501
Év	t		t	
	2007	0,9	0,9	2050

AFRIKA

Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	49 605	5,9%	49 605	5,9%
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	188	4330	188	4330
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	303	6977	19	427
Év	t		t	
	2007	0,2	0,2	2050

INDIA

Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	56 498	6,7% ^M	56 498	6,7% ^M
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	459	10 126	459	10 126
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	1692	36 709	37	851
Év	t		t	
	2007	0,4	0,4	2050

FEJLŐDŐ ÁZSIA

Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	7814	0,9%	7814	0,9%
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	330	5824	330	5824
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	868 ^M	17 902	9	217
Év	t		t	
	2007	0,3	0,3	2050

OECD CSENDES ÓCEÁNI TÉRSÉG

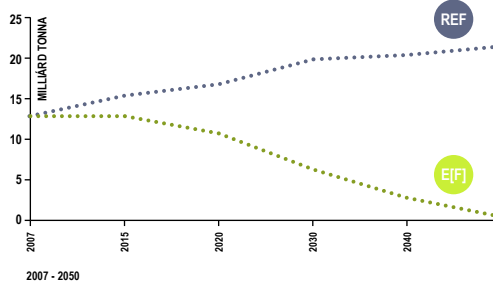
Év	REF		E[F]	
	mn t	%	mn t	%
2007	77 661	9%	77 661	9%
2007	mn t	PJ	mn t	PJ
	565	10 652	565	10 652
2050	mn t	PJ	mn t	PJ
	518	10 097	1	27
Év	t		t	
	2007	2,3	2,3	2050

CO₂ KIBOCSÁTÁSOK A SZÉNHEZ KAPCSOLÓDÓAN

A REF és a Prog. E[F] összehasonlítása 2007-2050.

milliárd tonna

FORRÁS: GP/IEA

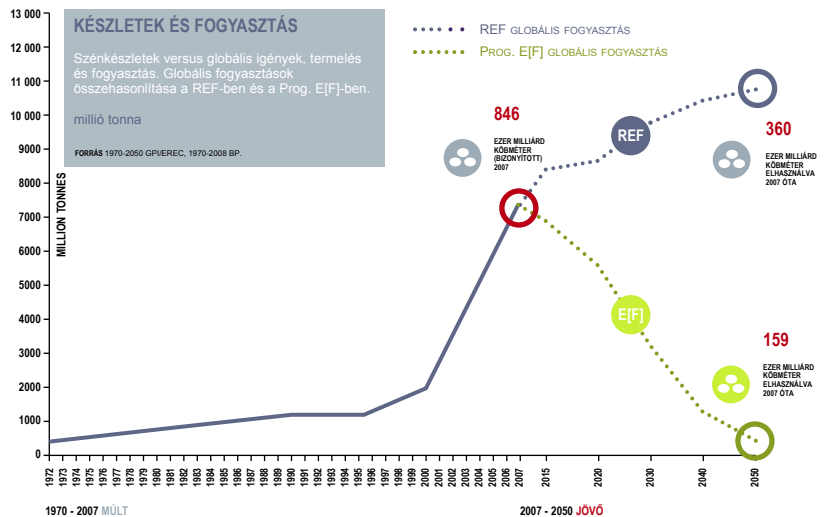


KÉSZLETEK ÉS FOGYASZTÁS

Szénkészletek versus globális igények, termelés és fogyasztás. Globális fogyasztások összehasonlítása a REF-ben és a Prog. E[F]-ben.

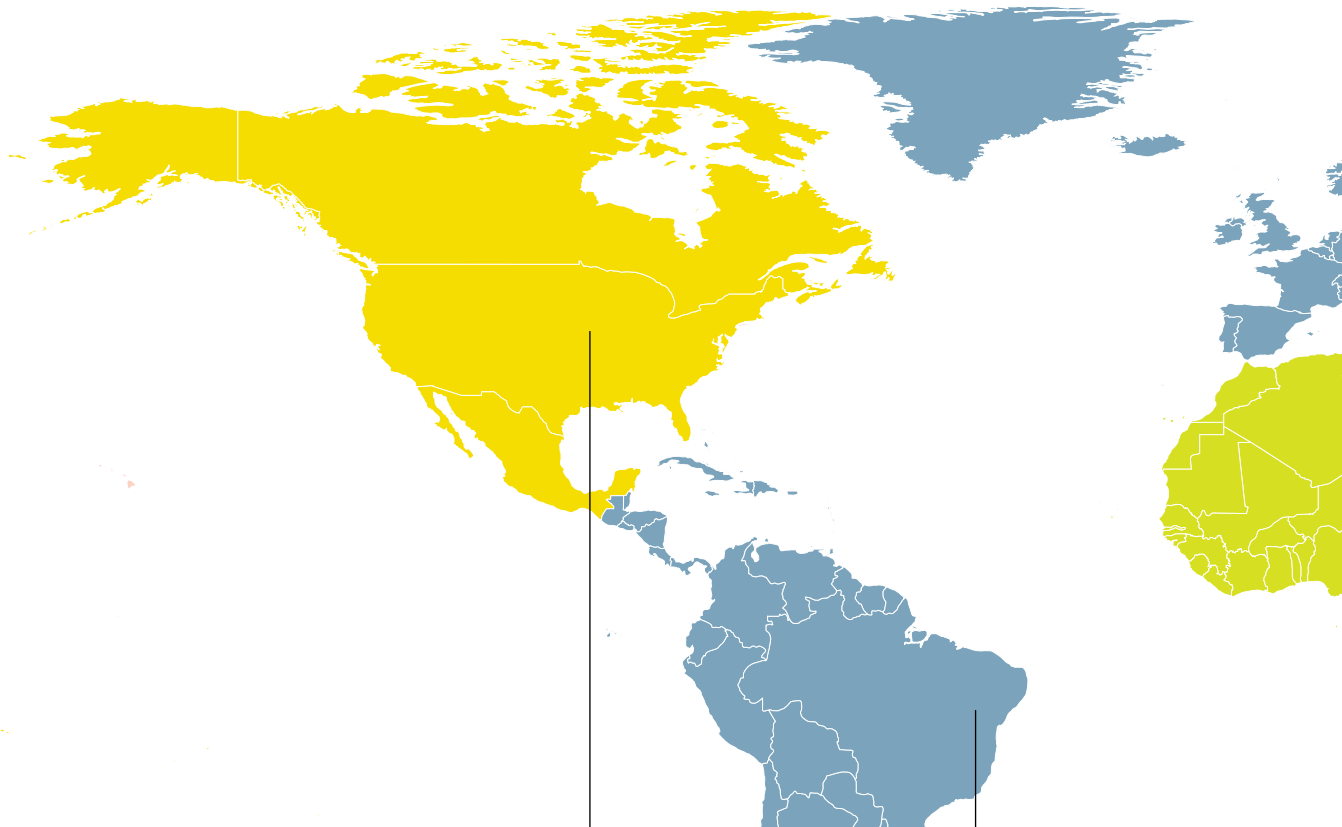
millió tonna

FORRÁS: 1970-2050 GP/IEA, 1970-2006 BP.



8.4 térkép: A nukleáris energiára vonatkozó referencia forgatókönyv és a Progresszív Energia[Forradalom]

GLOBÁLIS FORGATÓKÖNYV



OECD ÉSZAK-AMERIKA

	REF		E[F]			
	t	%	t	%		
2007	680	109	21,5%	680	109	21,5%
	TWh		TWh			
2007	941H		NUCLEAR POWER PHASED OUT BY 2040			
2050	1259H		0			
	PJ		PJ			
2007	10 260H		10 260H			
2050	13 735H		0			
	kWh		kWh			
2007	2094H		2094H			
2050	2181		0			

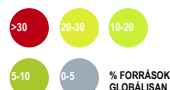
LATIN-AMERIKA

	REF		E[F]			
	t	%	t	%		
2007	95	045	3%	95	045	3%
	TWh		TWh			
2007	20		PHASED OUT BY 2030			
2050	60		0			
	PJ		PJ			
2007	214		214			
2050	655		0			
	kWh		kWh			
2007	42		42			
2050	100		0			

NEM MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS

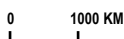
NUKLEÁRIS

JELMAGYARÁZAT



REF REFERENCIA FORGATÓKÖNYV

E[R] PROGRESSZÍV ENERGIA [FORRADALOM]



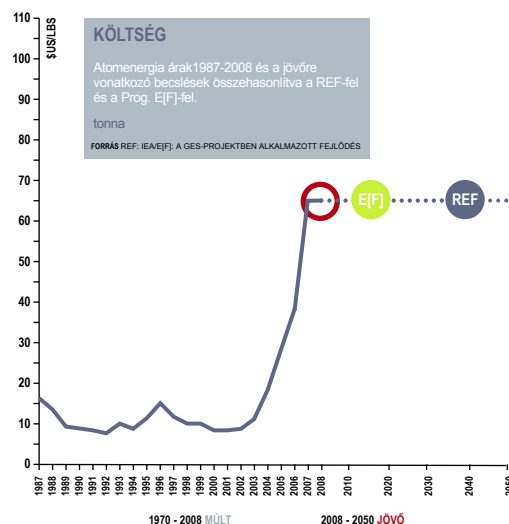
KÉSZLETEK ÖSSZESEN TONNA | GLOBÁLIS RÉSZESEDÉS %-BAN (2007 VÉGÉN)

RÉGIÓNKÉNTI TERMELÉS TERRAWATT ÓRA [TWh]

RÉGIÓNKÉNTI FOGYASZTÁS PETA JOULE [PJ]

FEJENKÉNTI FOGYASZTÁS KILOWATT ÓRA [kWh]

H LEGTÖBB | M KÖZEPES | L LEGKEVESEBB



OECD EURÓPA

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	56 445	1,8%	56 445	1,8%
	TWh		TWh	
2007	925		PHASED OUT BY 2030	
2050	635M			
	PJ		PJ	
2007	10 096		10 096	
2050	6927M		0	
	kWh		kWh	
2007	1714		1714	
2050	1105M		0	

KÖZEL-KELET

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	370L	0%L	370L	0%L
	TWh		TWh	
2007	0L		NO NUCLEAR ENERGY DEVELOPMENT	
2050	14L			
	PJ		PJ	
2007	0L		0L	
2050	153L		0	
	kWh		kWh	
2007	0L		0L	
2050	40		0	

KÍNA

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	35 060	1,1%	35 060	1,1%
	TWh		TWh	
2007	62		NUCLEAR POWER PHASED OUT BY 2045	
2050	817			
	PJ		PJ	
2007	678		678	
2050	8913		0	
	kWh		kWh	
2007	47		47	
2050	573		0	

ÁTMENETI GAZDASÁGOK

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	1 043 687H	32,9% ^H	1 043 687H	32,9% ^H
	TWh		TWh	
2007	293M		NUCLEAR POWER PHASED OUT BY 2045	
2050	463			
	PJ		PJ	
2007	3197M		3197M	
2050	5051		0	
	kWh		kWh	
2007	861M		861M	
2050	1490		0	

GLOBÁLIS

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	3 169 238	100%	3 169 238	100%
	TWh		TWh	
2007	2719		NUCLEAR POWER PHASED OUT BY 2045	
2050	4413			
	PJ		PJ	
2007	29 664		29 664	
2050	48 142		0	
	kWh		kWh	
2007	418		418	
2050	481		0	

AFRIKA

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	470 312M	14,8% ^M	470 312M	14,8% ^M
	TWh		TWh	
2007	11		NUCLEAR POWER PHASED OUT BY 2025	
2050	45			
	PJ		PJ	
2007	123		123	
2050	491		0	
	kWh		kWh	
2007	12		12	
2050	23L		0	

INDIA

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	40 980	1,3%	40 980	1,3%
	TWh		TWh	
2007	17		NUCLEAR POWER PHASED OUT BY 2045	
2050	172			
	PJ		PJ	
2007	183		183	
2050	1876		0	
	kWh		kWh	
2007	17		17	
2050	172		0	

FEJLŐDŐ ÁZSIA

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	5630	0,2%	5630	0,2%
	TWh		TWh	
2007	44		NUCLEAR POWER PHASED OUT BY 2045	
2050	80			
	PJ		PJ	
2007	476		476	
2050	873		0	
	kWh		kWh	
2007	43		43	
2050	53		0	

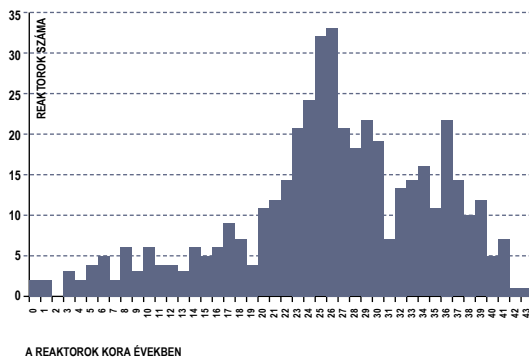
OECD CSENDES ÓCEÁNI TÉRSÉG

	REF		E[F]	
	t	%	t	%
2007	741 600	23,4%	741 600	23,4%
	TWh		TWh	
2007	407		NUCLEAR POWER PHASED OUT BY 2045	
2050	868			
	PJ		PJ	
2007	4437		4437	
2050	9469		0	
	kWh		kWh	
2007	2030		2030	
2050	4827H		0	

REAKTOROK

A reaktorok száma és kora globálisan.

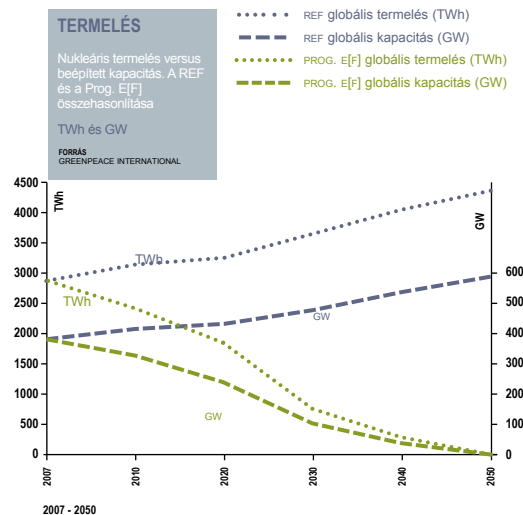
FORRÁS IAEA



TERMELÉS

Nukleáris termelés versus beépített kapacitás. A REF és a Prog. E[F] összehasonlítása

TWh és GW
FORRÁS GREENPEACE INTERNATIONAL



8.5 Megújuló energia

A természetben egy sor szabadon elérhető lehetőség kínálkozik energiatermelésre. Kiaknázásuk főként azon múlik, hogy hogyan tudjuk a napfényt, a szelet, a biomasszát vagy a vizet energiává alakítani a lehető leghatékonyabb, leginkább fenntartható és költségtakarékos módon. Az egy négyzetméterre jutó napenergia, ami a Földünkre jut, átlagosan körülbelül 1 kW. A Research Association for Solar Power (Napenergia-kutatási Társaság) szerint a megújuló forrásokból 2850-szer több energia áramlik, mint amennyire a világnak egyáltalán szüksége van. A Földet érő egy napi napfény elég energiát termel ahhoz, hogy 8 évre kielégítse a világ energiaigényét. Igaz, ennek csak egy kis része érhető el műszakilag, de ez még mindig elegendő arra, hogy majdnem hatszor lefedje a világ jelenlegi energiafelhasználását.

Mielőtt a megújuló energiák által betölthető szerepet vizsgálánk tanulmányunk forgatókönyveiben, meg kell értenünk potenciáljaik felső határait. Kezdve a megújuló energia összes technikai potenciáljával (az a mennyiség, ami az elsődleges forrásokat, a társadalmi-földrajzi korlátozásokat és a konverziós folyamat során fellépő technikai veszteségeket figyelembe véve előállítható), ez az érték óriási mértékű, többszöröse a jelenlegi összes energiaigénynek. A globális technikai potenciálra vonatkozó felmérések jelentősen eltérnek: 2477 exajoule/évtől (Nitsch, 2004) egészen 15 857 EJ/évig (UBA, 2009). A 2007-es (IEA, 2009) 503 EJ/éves globális energiaigénye alapján a megújuló energiaforrások teljes technikai potenciálja 32-szeresen haladná meg a felső határt.

A megújulóenergia-technológiák növekedésének akadályai ugyanakkor eredhetnek gazdasági, politikai és infrastrukturális megszorításokból, ezek miatt soha nem lehet a technikai potenciált teljesen megvalósítani.

A hosszú távú technikai potenciálok vizsgálata számos bizonytalansági tényezőtől függ. Az elméleti források – például a globális szélesebbesség vagy az energianövények termelékenysége – eloszlását nem mindig elemzik elég alaposan. A földrajzi rendelkezésre állás változhat a földhasználat módosulása, az egyes technológiák helyét engedélyező jövőtervezési döntések, illetve az erőforrásokhoz való hozzáférés miatt, például a földalatti geotermikus energia esetében. A technikai teljesítmény elérése a vártnál több időt vehet igénybe. Az adatok következetességét illetően is vannak bizonytalanságok, és gyakran a mögöttes feltételezéseket sem magyarázzák meg részleteikben.

A Német Szövetségi Környezetvédelmi Ügynökség megbízásából, a DLR (Német Űrkutatási Központ), a Wuppertal Intézet és az Ecofys által készített metatanulmány érthető áttekintést ad a megújuló energiák technikai potenciáljáról technológiánként és régióként.⁵ Ez a felmérés a globális és regionális potenciálokat mutatja be, és tíz fontos tanulmányt vizsgált számos tudományos intézettől, illetve olyan szervezetektől, mint az ENSZ Fejlesztési Programja. Mindegyik főbb megújuló energiaforrást megvizsgálták, különös tekintettel az azok teljes potenciáljára kiható környezeti korlátokra. A tanulmány 2020-ra, 2030-ra és 2050-re vonatkozó számításokat tartalmaz. (Lásd a 8.3 táblázatot.)

A megújuló energiák potenciáljának kiszámítása különösen összetett, főleg amiatt, hogy ezek a technológiák viszonylag újak, és kiaknázásuk változásokat hoz mind a termelés, mind az elosztás módjaiban. Míg az elméleti és a földrajzi potenciálok számításában csak néhány dinamikus paraméter van, addig a technikai potenciál egy sor bizonytalansági tényezőtől függ.

Az energiaforrások potenciáltípusainak definíciói⁶

Elméleti potenciál Meghatározza egy adott forrásból nyerhető energiamennyiség fizikai felső határát. A napenergia esetében például a teljes napsugárzás, ami egy adott területet ér.

Konverziós potenciál A megfelelő konverziós technológia éves hatékonyságából származtatjuk. Ez tehát nem szigorúan definiált érték, hiszen egy adott technológia hatékonysága annak fejlődésén múlik.

Technikai potenciál Ez olyan további korlátozásokat is figyelembe vesz, amely az energia előállítására reálisan rendelkezésre álló területre vonatkozik. Figyelembe kell venni a technológiai, strukturális és ökológiai korlátozásokat, valamint a jogi követelményeket.

Gazdasági potenciál A technikai potenciál gazdaságosan felhasználható része. A biomassa esetében például az a mennyiség tartozik ebbe, amelyet gazdaságosan, más termékekkel és földhasználati formákkal összehasonlítva versenyképesen lehet feltárni.

Fenntartható potenciál Ez társadalmi-gazdasági és ökológiai tényezők kiértékelésén alapulva határoolja be egy adott energiaforrás potenciálját.

8.1 ábra: A világ energiaforrásai



forrás WBGU

referencia

5. „A MEGÚJULÓ ENERGIA SZEREPE ÉS LEHETŐSÉGEI ÉS A GLOBÁLIS ENERGIÁ-ELLÁTÁSÁT BEFOLYÁSOLÓ ENERGIÁHATÉKONYSÁG”, DLR (NÉMET ŰRKUTATÁSI ÜGYNÖKSÉG), WUPPERTAL INTÉZET ÉS ECOFYS, A NÉMET SZÖVETSÉGI KÖRNYEZETVÉDELMI ÜGYNÖKSÉG MEGBÍZÁSÁBÓL. FKZ 3707 41 108, 2009. MÁRCIUS. 6 WBGU

kép A SOLON SE FOTOVOLTAIKUS LÉTESÍTMÉNYE ARNSTEINBAN KÖZEL 1500 VÍZSZINTESEN ÉS FÜGGŐLEGESEN MOZGATHATÓ NAPELEMMODULBÓL ÁLL, EZZEL A VILÁG LEGNAGYOBB NAPKÖVETŐ ERŐMŰVE. MINDEGYIK MODULT MAGÁNBEFEKTETÉSKÉNT IS MEG LEHET VÁSÁROLNI A BAJORORSZÁGI S.A.G. SOLARSTROM AG-TÓL.

kép HŐLEPTE SZÉLERŐMŰPARK A NÉMETORSZÁGI DAHME KÖZELÉBEN. A SZÉLTURBINÁKAT A VESTAS ÜZEMELTETI.



8.3 táblázat: A megújuló energia technikai potenciálja technológiáinként 2020-ban, 2030-ban, és 2050-ben

	A VILLAMOS ÁRAM TECHNIKAI POTENCIÁLJA EJ/ÉV						TECHNIKAI POTENCIÁLHEAT HŐ EJ/ÉV		TECHNIKAI POTENCIÁL PRIMER ENERGIA EJ/ÉV		ÖSSZESEN	
	NAP CSP	NAP PV	VÍZ-ENERGIA	SZ. FÖLDI SZÉL	TENGERI SZÉL	ÓCEÁNI ENERGIA	GEO-TERMIKUS ÁRAM	GEO-TERMIKUS HŐ	NAPHŐ VÍZ- MELEGÍTÉS	BIOMASSZA MARADVÁNY		BIOMASSZA ENERGIA-NÖVÉNY
Világ 2020	1125,9	5156,1	47,5	368,6	25,6	66,2	4,5	498,5	113,1	58,6	43,4	7505
Világ 2030	1351,0	6187,3	48,5	361,7	35,9	165,6	13,4	1486,6	117,3	68,3	61,1	9897
Világ 2050	1688,8	8043,5	50,0	378,9	57,4	331,2	44,8	4955,2	123,4	87,6	96,5	15 857
Globális energiaigény 2007: 502.9 EJ/a*												
A 2050-es technikai potenciál és a 2007-es globális primerenergia-igény.	3,4	16,0	0,1	0,8	0,1	0,7	0,1	9,9	0,2	0,2	0,2	32

forrás ROLE AND POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY FOR GLOBAL ENERGY SUPPLY; A NÉMET SZÖVETSÉGI KÖRNYEZETVÉDELMI ÜGYNÖKSÉG FELKÉRÉSÉRE KÉSZÍTETTE A DLR, A WUPPERTAL INSTITUTE ÉS AZ ECOFYS. FKZ 3707 41 108, 2009. MÁRCIUS; A POTENCIÁL ÉS AZ ENERGIAIGÉNY ÖSSZEVETÉSE: S. TESKE IEA 2009

Egy technológiai áttörés például drámai következménnyel járhat, és nagyon rövid időn belül megváltoztathatja a technikai potenciál vizsgálatát. Figyelembe véve a technológiai fejlődés hatalmas dinamikáját, számtalan meglévő tanulmány elavult információkon alapszik. A DLR tanulmányának becsléseit tehát újabb adatokkal lehetne frissíteni, például a szélturbinák átlagos kapacitásának és teljesítményének számottevő növekedésével, ami a technikai potenciált még tovább növelné.

A jelentős kiaknázatlan erőforrásokból kiindulva még a különféle technológiák végső fejlődési határainak elérése nélkül is kijelenthetjük, hogy a technikai potenciál nem korlátozó tényező a megújulóenergia-termelés bővítésében.

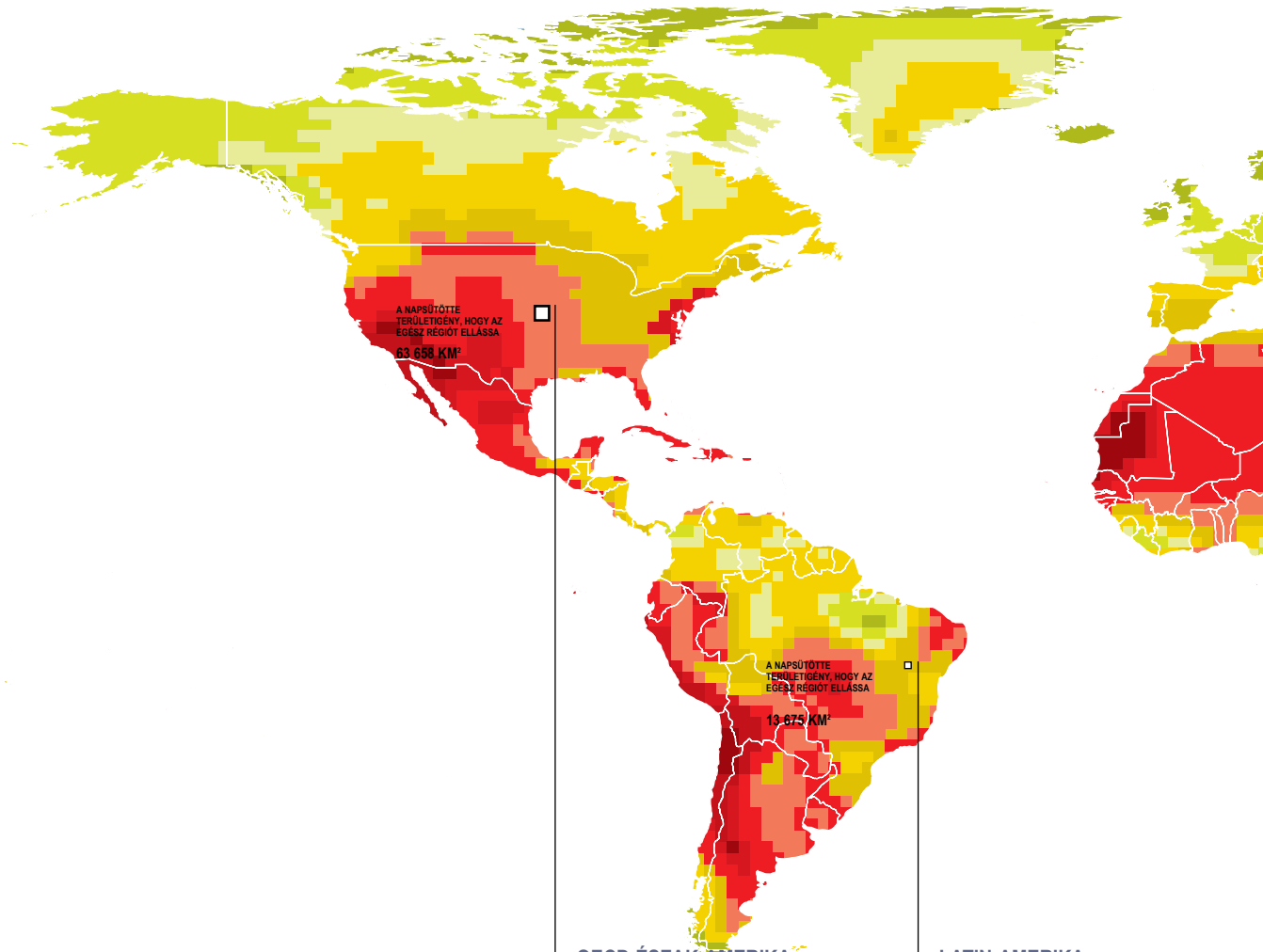
Nem lesz szükség a teljes technikai potenciál kihasználására, de ez nem is lenne problémamentes. A megújuló energiák alkalmazásánál tiszteletben kell tartani a fenntarthatósági feltételeket ahhoz, hogy azok megbízható energiaellátást biztosítsanak. Elengedhetetlen a társadalmi elfogadottság, főként azt szem előtt tartva, hogy decentralizált jellegük miatt sok megújulóenergia-technológia egyre közelebb üzemel a fogyasztókhoz. A társadalmi elfogadottság nélküli piacbővítés nehézkes vagy akár lehetetlen is lehet. A biomassza felhasználása például az utóbbi években

ellentmondásossá vált, mivel a termőföld egyéb felhasználásainak, az élelmiszer-termelésnek vagy a természet megóvásának ellenfeleként tekintenek rá. A fenntarthatósági kritériumok óriási jelentőséget kapnak annak eldöntésében, hogy a bioenergia milyen szerepet tölthet majd be a jövő energiaellátásában.

A megújulók piaci potenciálja épp olyan fontos, mint a világszerte elérhető technikai potenciáljuk. Az általános értelmezés szerint a piaci potenciál a megújuló energia piacra bevezethető teljes mennyiségét jelenti, figyelembe véve az energiaigényt, a konkurens technológiákat és az elérhető támogatásokat, illetve a megújuló energiaforrások jelenlegi és jövőbeli költségeit. A piaci potenciál elméletben így nagyobb lehet, mint a gazdasági potenciál. Hogy realizitkusak maradjanak, a piaci potenciál elemzéseinek figyelembe kell venniük a gazdasági magánszereplők viselkedését az uralkodó konkrét körülmények között, amelyeket természetesen részben az állami hatóságok alakítanak ki. Az egyes országok és régiók energiapolitikai keretrendszerei nagy hatást gyakorolnak majd a megújuló energiák bővülésére.

8.5 térkép: A napenergiára vonatkozó referencia forgatókönyv és a Progresszív Energia[Forradalom]

GLOBÁLIS FORGATÓKÖNYV



OECD ÉSZAK-AMERIKA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,06	64		
2050	1,04	1343	25	17 683
	kWh		kWh	
2007	40			
2050	646		8 508	

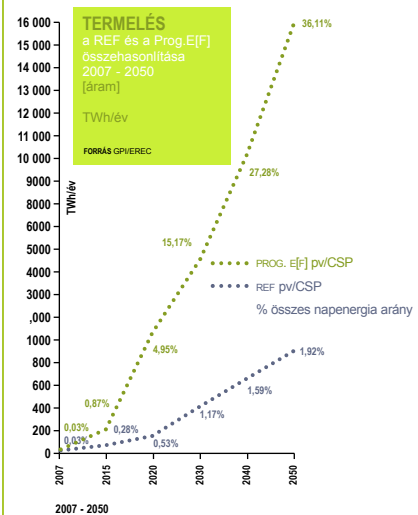
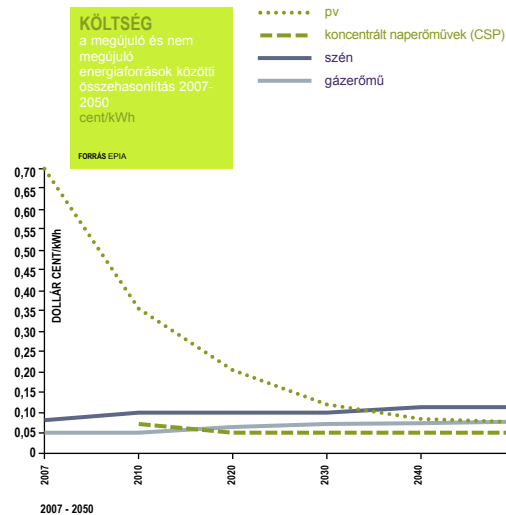
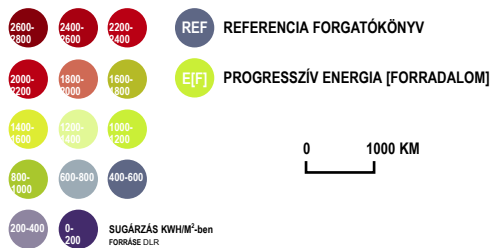
LATIN-AMERIKA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,03	6		
2050	0,52	214	14	3799
	kWh		kWh	
2007	4			
2050	99		1758	

MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS

NAPENERGIA

JELMAGYARÁZAT



OECD EURÓPA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,09 _M	70		
☀️ 2050	1,42 _H	1173	23	10 680
	kWh		kWh	
👤 2007	36 _M			
👤 2050	567		5160 _M	

KÖZEL-KELET

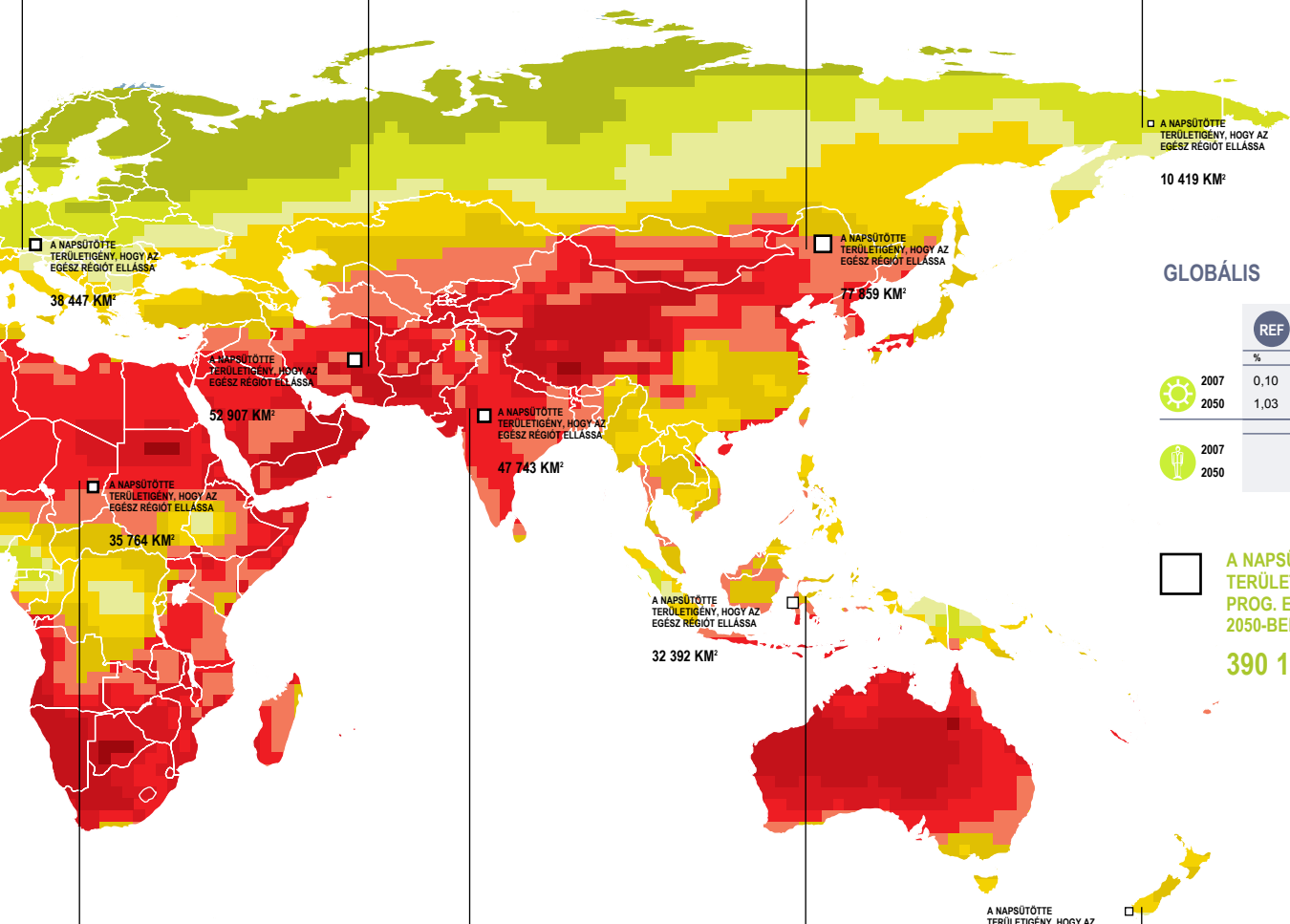
	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,17 _H	36		
☀️ 2050	0,62	319	53 _H	14 696
	kWh		kWh	
👤 2007	50 _H			
👤 2050	251		11 552 _H	

KÍNA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,22 _L	182 _L		
☀️ 2050	0,95	1754 _H	20	21 628 _H
	kWh		kWh	
👤 2007	38			
👤 2050	342 _M		4 213	

ÁTMENETI GAZDASÁGOK

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,01 _L	2		
☀️ 2050	0,10 _L	63 _L	8,34	2894
	kWh		kWh	
👤 2007	2			
👤 2050	56		2586	



10 419 KM²

GLOBÁLIS

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,10	402		
☀️ 2050	1,03	6322	23,26	108 367
	kWh		kWh	
👤 2007	17			
👤 2050	192		2468	

A NAPSÜTÖTTE TERÜLETIGÉNY, AMELY A PROG. E[F]-HEZ SZÜKSÉGES 2050-BEN
390 122 KM²

AFRIKA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,00	1		
☀️ 2050	0,94	405	28	9934
	kWh		kWh	
👤 2007	0,2			
👤 2050	56 _L		1380	

INDIA

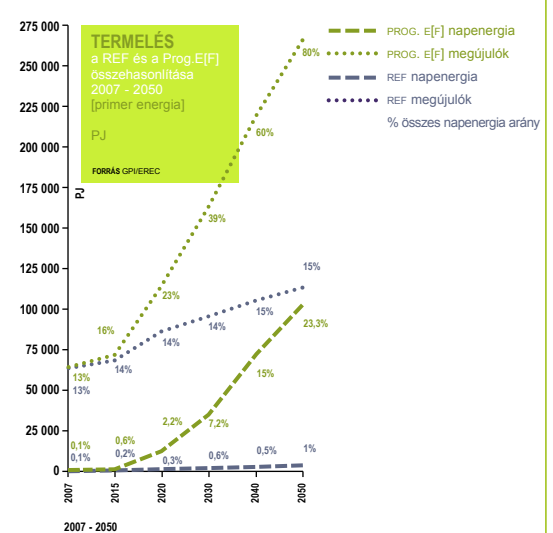
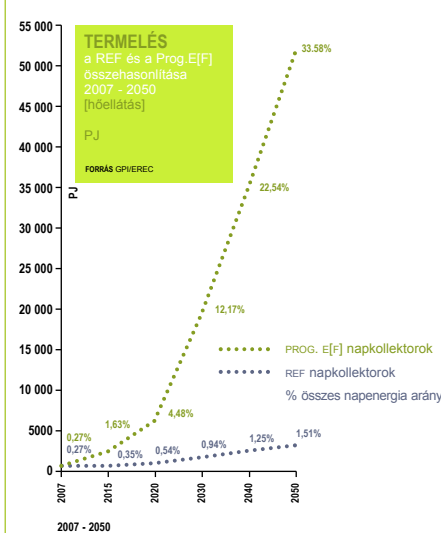
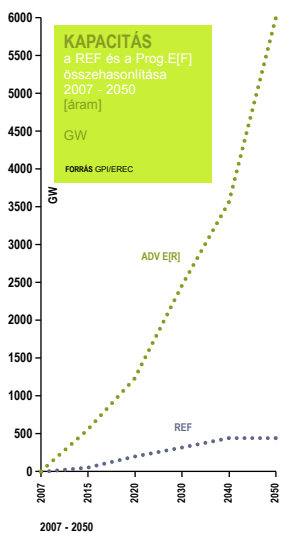
	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,02 _L	6 _L		
☀️ 2050	0,23	182	24	13 262 _M
	kWh		kWh	
👤 2007	1			
👤 2050	31		2282	

FEJLŐDŐ ÁZSIA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,01 _L	4 _L		
☀️ 2050	0,58	405	22	8998
	kWh		kWh	
👤 2007	1 _L			
👤 2050	74		1649 _L	

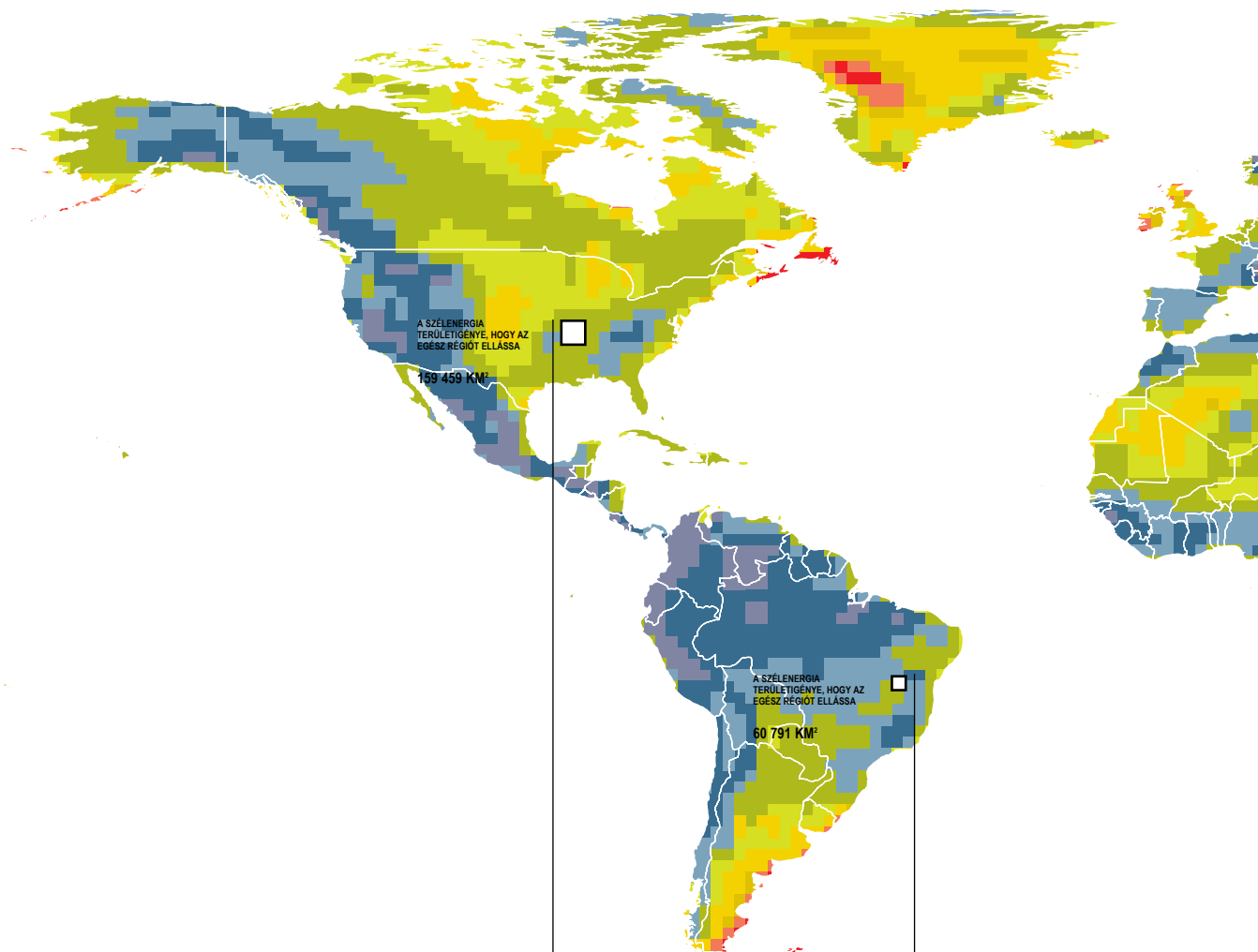
OECD CSENDES ÓCEÁNI TÉRSÉG

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
☀️ 2007	0,08	30 _M		
☀️ 2050	1,14	466 _M	23	4794
	kWh		kWh	
👤 2007	42			
👤 2050	719 _H		7405	



8.6 térkép: A szélenergiára vonatkozó referencia forgatókönyv és a Progresszív Energia[Forradalom]

GLOBÁLIS FORGATÓKÖNYV



OECD ÉSZAK-AMERIKA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,12 ^M	136		
2050	1,71	2210	11,11	7805 ^H
	kWh		kWh	
2007	84			
2050	1064		3755	

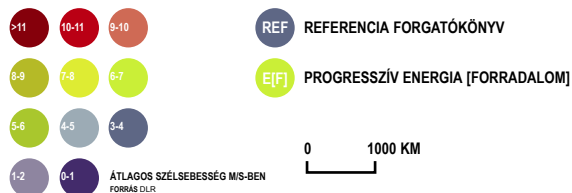
LATIN-AMERIKA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,02	3		
2050	0,65	266	10,54	2878
	kWh		kWh	
2007	2			
2050	123		1332	

MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS

SZÉLENERGIA

JELMAGYARÁZAT



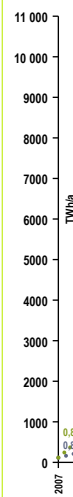
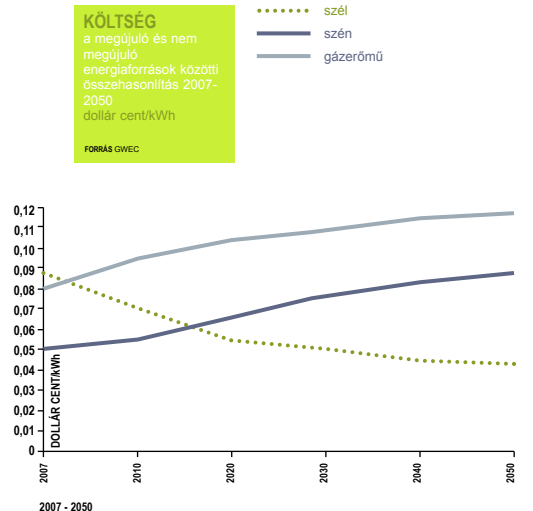
RÉGIÓNKENTI FOGYASZTÁS PETA JOULE [PJ]
FEJENKENTI FOGYASZTÁS KILOWATT ÓRA [kWh]

H LEGTÖBB | M KÖZEPES | L LEGKEVESEBB

KÖLTSÉG

a megújuló és nem megújuló energiaforrások közötti összehasonlítás 2007-2050
dollár cent/kWh

FORRÁS GWEC



OECD EURÓPA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,49H	379H		
2050	4,14H	3420H	10,41	4867
	kWh		kWh	
2007	195H			
2050	1652H		2352M	

KÖZEL-KELET

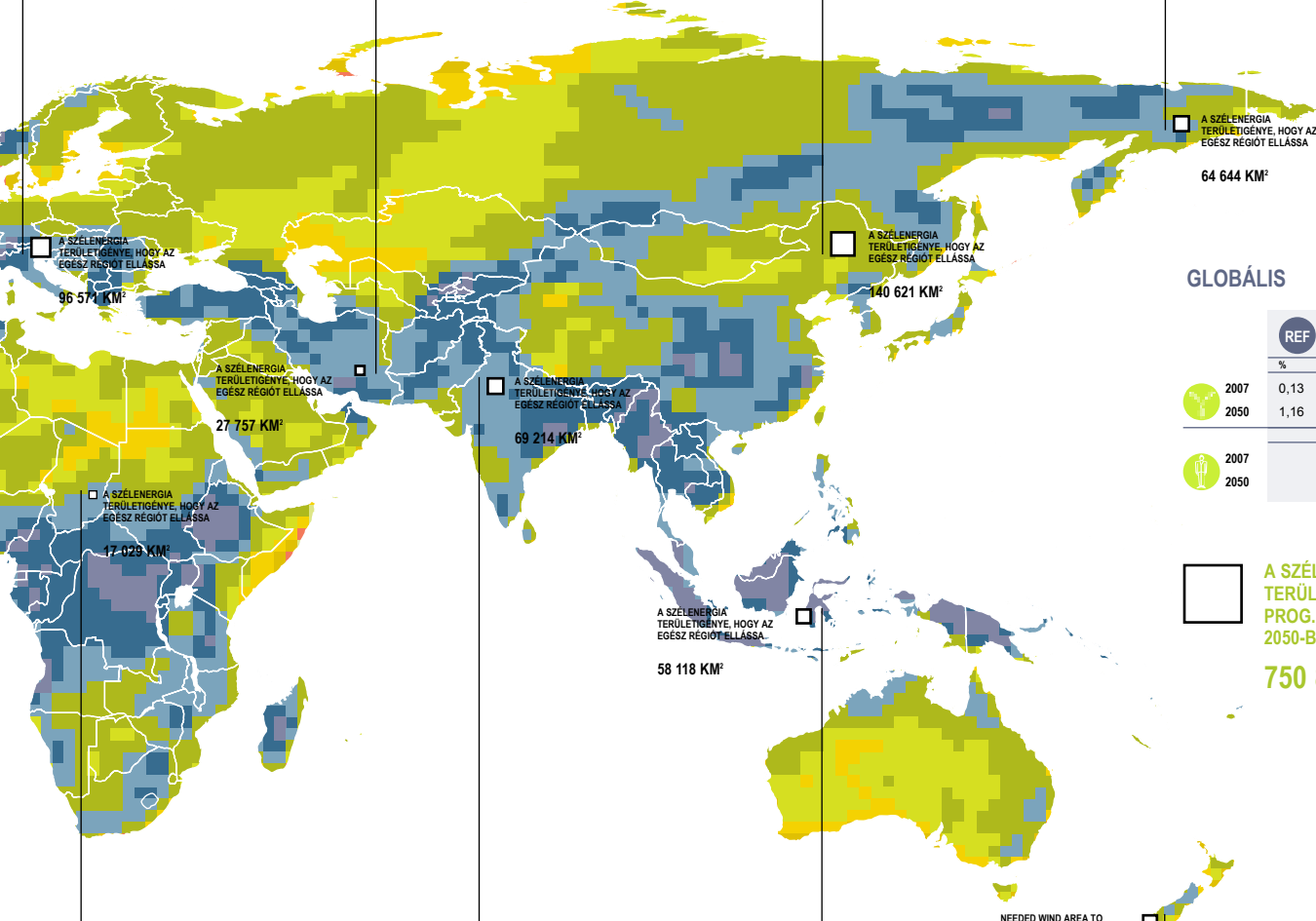
	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,00L	1L		
2050	0,26L	133L	4,78	1314
	kWh		kWh	
2007	1			
2050	105		1033	

KÍNA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,04	32		
2050	0,66	1220M	6,85M	7340
	kWh		kWh	
2007	7			
2050	238		1430	

ÁTMENETI GAZDASÁGOK

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,00	1		
2050	0,56	360	9,83	3413
	kWh		kWh	
2007	1			
2050	322M		3050	



A SZÉLENERGIA TERÜLETIGÉNYE, HOGY AZ EGÉSZ RÉGIÓT ELLÁSSA
64 644 KM²

A SZÉLENERGIA TERÜLETIGÉNYE, HOGY AZ EGÉSZ RÉGIÓT ELLÁSSA
140 621 KM²

A SZÉLENERGIA TERÜLETIGÉNYE, HOGY AZ EGÉSZ RÉGIÓT ELLÁSSA
27 757 KM²

A SZÉLENERGIA TERÜLETIGÉNYE, HOGY AZ EGÉSZ RÉGIÓT ELLÁSSA
69 214 KM²

A SZÉLENERGIA TERÜLETIGÉNYE, HOGY AZ EGÉSZ RÉGIÓT ELLÁSSA
17 028 KM²

A SZÉLENERGIA TERÜLETIGÉNYE, HOGY AZ EGÉSZ RÉGIÓT ELLÁSSA
58 118 KM²

NEEDED WIND AREA TO SUPPORT ENTIRE REGION
56 656 KM²

GLOBÁLIS

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,13	624		
2050	1,16	9058	8,38	39029
	kWh		kWh	
2007	26			
2050	275		1182	

A SZÉLENERGIA TERÜLETIGÉNYE, AMELY A PROG. E[F]-HEZ SZÜKSÉGES 2050-BEN
750 859 KM²

AFRIKA

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,02	4		
2050	0,47	202	3,00L	1073L
	kWh		kWh	
2007	1			
2050	28L		149L	

INDIA

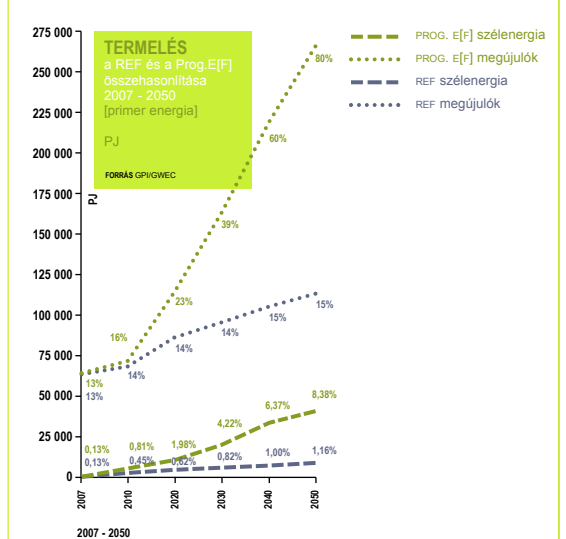
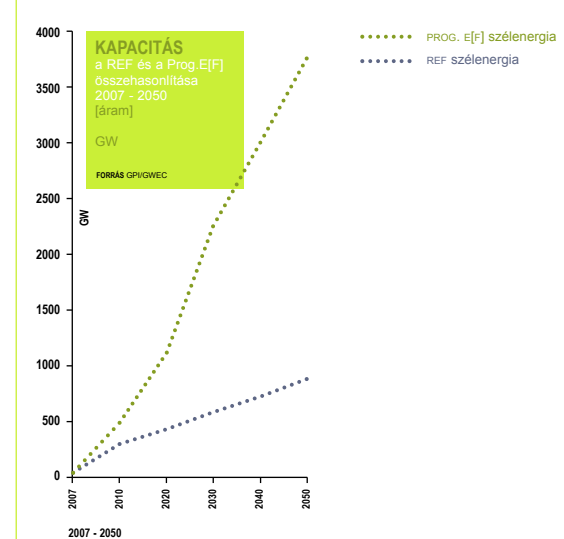
	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,17	42M		
2050	0,48	374	6,38	3488
	kWh		kWh	
2007	10			
2050	64		600	

ÁZSIA

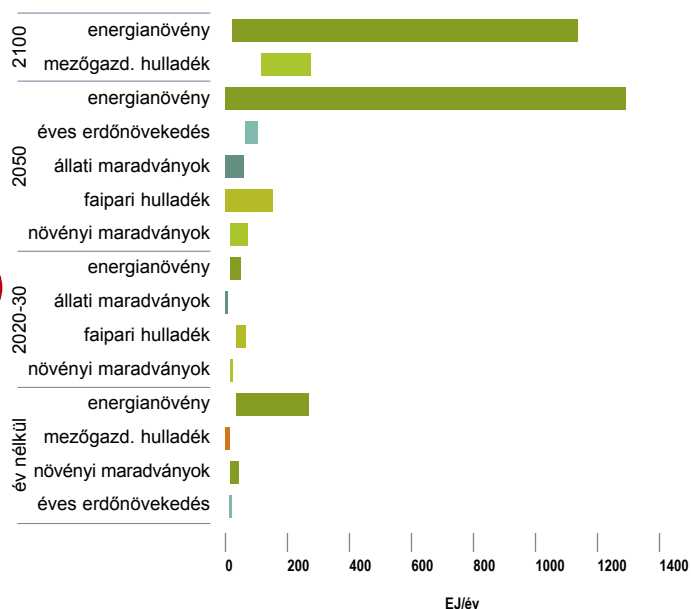
	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,01	2L		
2050	0,69	475	8,75	3557
	kWh		kWh	
2007	0L			
2050	87		652	

OECD CSENDES ÓCEÁNI TÉRSÉG

	REF		E[F]	
	%	PJ	%	PJ
2007	0,06	24		
2050	0,97M	396	15,47H	3294M
	kWh		kWh	
2007	33M			
2050	611		5089H	



8.2 ábra: a különböző biomasszátípusok potenciája



forrás NÉMET BIOMASSZA-KUTATÓ KÖZPONT (DBFZ)

8.5.1 A fenntartható biomassza globális potenciálja

Az Energia[forradalom] háttérkutatásának részeként a Greenpeace megbízta a Német Biomassza-kutató Központot (korábbi nevén Energetikai és Környezetvédelmi Intézetet), hogy világviszonylatban tárja fel az energianövények potenciálját 2050-ig. Ez a globális potenciálokról szóló szakmai tanulmányokból, illetve csúcstechnológiájú távérzékelési módszerekből, például műholdfelvételekből származó adatokkal lett kiegészítve. A jelentés megállapításainak összefoglalása alább olvasható; a referenciákat pedig a teljes jelentés tartalmazza.

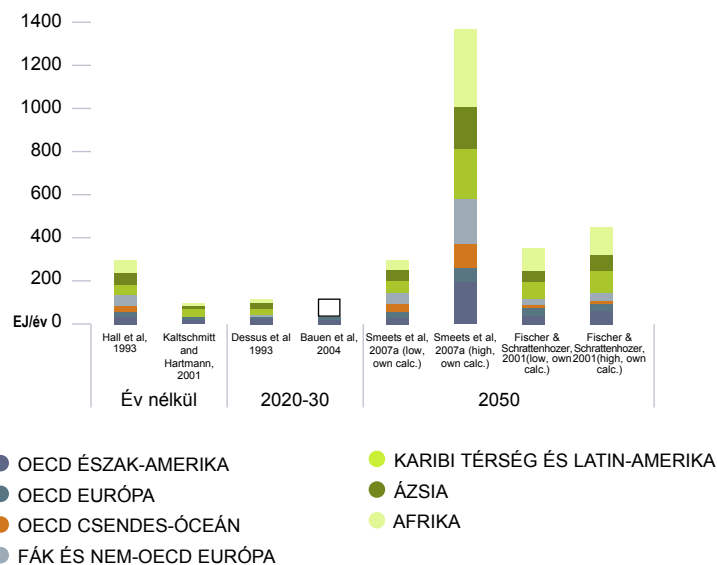
8.5.2 A biomassza-potenciálról szóló tanulmányok értékelése

Számos tanulmány vizsgálta a bioenergia-potenciál alakulását az idők során, és rendkívül eltérő eredményekre jutottak. Ezek összehasonlítása nem könnyű, mert a különböző biomassza-források besorolására eltérő meghatározásokat használnak. Ez a probléma különösen az erdőkből származó biomassza kapcsán jelentős. A legtöbb kutatás szinte kizárólag az energianövényekre összpontosít, mivel ezek fejlődése számottevőbb a bioenergia-igény kielégítésében. A konklúzió az, hogy az erdőgazdasági melléktermékekben (azaz a betakarítás után maradó fahulladékban) rejlő lehetőségeket gyakran alulértékelik.

18 tanulmány adatai kerültek górcső alá, kiemelt figyelemmel a biomassza-maradványok potenciáljáról szóló jelentésekre. Ezek közül tíz ad átfogó értékelést, a módszertan többé-kevésbé részletes dokumentációjával. Legtöbbjük a hosszú távú potenciálokra összpontosít 2050-ig és 2100-ig; a 2020-ig és 2030-ig tartó időszakról kevés információ érhető el. A tanulmányok többsége az elmúlt tíz évben jelent meg. A 8.3 ábra bemutatja a különböző tanulmányok eltérő biomassza-potenciáljait, típusonkénti lebontásban.

8.3 ábra: Bioenergiára vonatkozó potenciálbecslés különböző szakértőktől

(HATÉKONYSÁG = CSÖKKENÉS A REFERENCIA FORGATÓKÖNYVHÖZ KÉPEST)



forrás NÉMET BIOMASSZA-KUTATÓ KÖZPONT (DBFZ)

Megvizsgálva a különböző anyagok hozzájárulását a teljes biomassza-potenciálhoz, a tanulmányok többsége egyetért abban, hogy a legígéretesebb forrást az arra kijelölt ültetvényekről származó energianövények jelentik. Csak hat tanulmány ad régiókra történő lebontást, ám még kevesebb számszerűsíti a maradványok típusait külön-külön. A kisebb részt kitevő állati maradványok és szerves hulladékok potenciáljának mennyiségi meghatározása nehéz, mert az adatok viszonylag szegényesek.

8.5.3 Az energianövények potenciálja

A maradványokból származó biomassza felhasználása mellett az energianövényeket termeszto mezőgazdasági rendszerek jelentősége a legnagyobb. Az energianövény-termesztés technikai potenciáljának számítása abból indul ki, hogy az elsőbbséget az élelmiszerigények kiszolgálása kapja. Első lépésként az élelmiszertermelés szántó- és kaszálóterület-igénye került kiszámításra a különböző forgatókönyvek szerint 133 országot érintve. Ezek a forgatókönyvek a következők:

- A szokásos üzletmenet (BAU) forgatókönyve: A jelenlegi mezőgazdasági tevékenység a belátható jövőben tovább folytatódik.
- Alap forgatókönyv: Nincs erdőirtás; csökken a parlagon hagyott területek mezőgazdasági célra történő felhasználása.
- 1. aleset: Az alap forgatókönyv kiegészítése az ökológiai területek védelmével és a terméshozam csökkenésével.
- 2. aleset: Az alap forgatókönyv kiegészítése az iparosodott országok élelmiszer-fogyasztásának csökkenésével.
- 3. aleset: Az 1. és 2. aleset kombinációja.

kép A JÜNDE BIOENERGIA-FALU VOLT AZ ELSŐ KÖZÖSSÉG NÉMETORSZÁGBAN, AMELYIK ÖNÁLLÓAN BIZTOSÍTOTTA A TELJES FŰTÉSI ÉS VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁSÁT, SZÉN-DIOXID-SEMLEGES BIOMASSZA ALKALMAZÁSÁVAL.

kép A MEZŐGAZDASÁGI TERJESZKEDÉS MIATT FRISSEN KIIRTOTT ERDŐTERÜLET AZ AMAZÓNIAI-ESŐERDŐBEN, BRAZÍLIÁBAN.



A következő lépésben a fennmaradó mezőgazdasági területeket szántónak vagy kaszálónak sorolták be. A kaszálókon széna- és fűszilázs termelhető, a szántóföldeken takarmánysilót és rövid vetésforgójú cserjést (például gyors növekedésű fűzet vagy nyárfát) nevelnek.

A zöldtakarmány- és fűszilázt a biogáztermeléshez használják, a cserjésből származó fát és a kaszálóról származó szénát pedig hő, villamos energia és szintetikus üzemanyagok előállítására. Az országok egyedi hozamváltozásai szintén szerepeltek a számításokban.

A kutatás arra az eredményre jutott, hogy az energianövényekből származó biomassza-potenciál 2050-re 6 és 9 EJ közé esik, a szélsőértékeket az 1. esetet, illetve a szokásos üzletmenet szerinti forgatókönyv adja.

Brazília a legjobb példa egy olyan országra, amely 2050-re merőben eltérő jövőképekkel rendelkezik a különböző forgatókönyvek szerint.

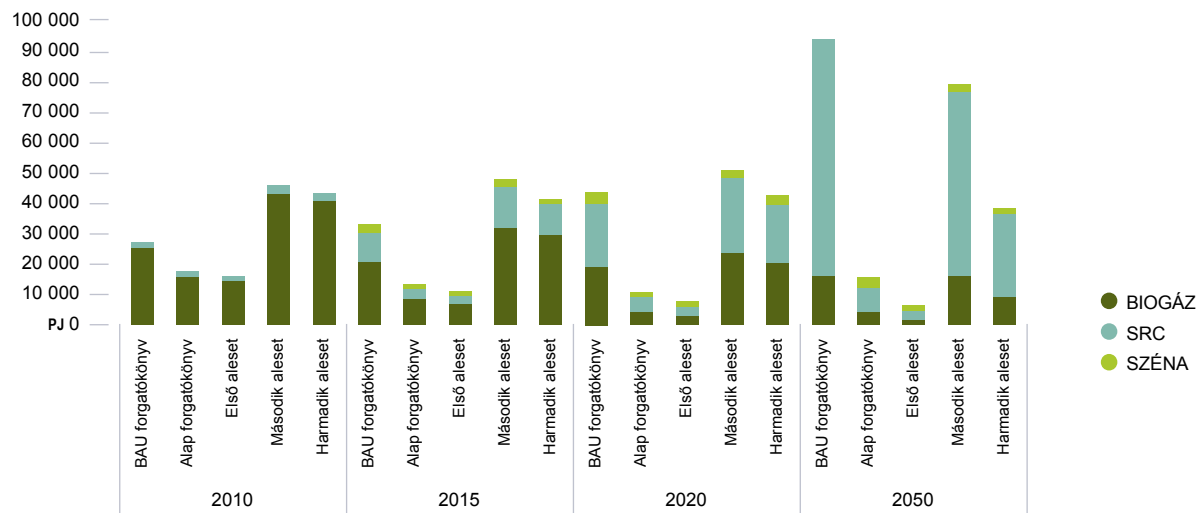
A BAU-forgatókönyv alapján az erdőirtások nagy kiterjedésű mezőgazdasági területeket szabadítanak fel, amely az alap forgatókönyv és az 1. eset esetében betiltásra kerülne, így nem állnának rendelkezésre mezőgazdasági területek az energianövények számára. Ezzel ellentétben magas potenciál lenne elérhető a 2. esetben, a hűs fogyasztás csökkentésének következményeként.

A magas népesség és az aránylag kis mezőgazdasági területek miatt az energianövények termesztésére már nem jut szabad földterület Közép-Amerikában, Ázsiában és Afrikában. Az EU, Észak-Amerika és Ausztrália ugyanakkor viszonylag stabil lehetőségeket tudhat magáénak.

A vizsgálat eredménye rámutat, hogy a biomassza-források rendelkezésre állását nemcsak a globális élelmiszer-ellátásra gyakorolt hatás, hanem a természetes erdők és a többi bioszféra megőrzése is befolyásolja. Így tehát a jövő biomassza-potenciáljának felmérése csak kiindulási pontként szolgálhat a bioenergia megújulókon alapuló energiarendszerbe történő beépítéséről szóló vitákban. A teljes biomassza-potenciál (azaz az energianövények és a maradványok) tehát 2020-ban 66 EJ-től (1. esetet) 110 EJ-ig (2. esetet), 2050-ben 94 EJ-től (1. esetet) 184 EJ-ig (BAU-forgatókönyv) terjed. Ezek a számok óvatos becslések, és tartalmaznak valamilyen szintű bizonytalanságot, főként 2050-re vonatkozóan.

A bizonytalanság okai közé tartoznak az éghajlatváltozás lehetséges hatásai, a politikai és gazdasági helyzetben világszerte várható változások, továbbá a megváltozott mezőgazdasági technikák magasabb hozama és/vagy a növénynevelés gyorsabb fejlődése.

8.4 ábra: Az energianövényekre vonatkozó globális potenciálok a különböző forgatókönyvek szerint



Az Energia[Forradalom] az elővigyázatosság elve szerinti megközelítést alkalmazza a biomassza jövőbeli használatát illetően. Ezt tükrözi a számos biomasszával összefüggő aggodalom, mint az üvegházgáz-kibocsátási egyenleg, illetve a bioüzemanyagok egyre nagyobb mértékű előállításának hatása az élelmiszer-biztonságra és a biológiai sokféleségre. Hangsúlyozandó ugyanakkor, hogy ez az óvatos megközelítés a mai technológiák és az azokhoz kapcsolódó kockázatok ismeretén alapul. Támogatandó azonban a biomassza olyan további formáinak fejlesztése, amelyeknek nem lesz számottevő földterületigénye, hatásai a széles környezetre nézve bizonyítottan fenntarthatóak, és egyértelműen hasznosak lesznek az üvegházhatású gázok kibocsátása szempontjából is; ez további rugalmasságot biztosítana a megújulóenergia-szerkezetben.

Kétségek merültek fel a bioüzemanyagok termeléséhez és fogyasztásához kötődő kibocsátások elkönyvelésében is - a Kiotói jegyzőkönyv szabályozása szerint az országoknak számos esetben nem kell elszámolniuk a földhasználat változásához vagy a kezeléshez kapcsolódó kibocsátásokkal, a bioüzemanyagok mégis "szén-dioxid-mentesnek" számítanak a Kiotói jegyzőkönyvben és a hasonló szerződésekből, például a kibocsátási kvóták uniós kereskedelmi rendszerében. A bioüzemanyagok kibocsátás-csökkentési lehetőségeinek a lehető legteljesebb kiaknázása érdekében ezeket az elszámolási problémákat orvosolni kell a jövőben.

A jövőbeli energiaellátás forgatókönyvei és költségei

GLOBÁLIS KÉP

A FORGATÓKÖNYVEK HÁTTERE
AZ OLAJ- ÉS GÁZÁRAKKAL
KAPCSOLATOS ELŐREJELZÉSEK

A SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁS KÖLTSÉGEI
A FOSSZILIS ÜZEMANYAGOK HATÉKONY
TERMELÉSÉVEL, VALAMINT A CCS-SEL
KAPCSOLATOS KÖLTSÉGEK
ELŐREJELZÉSE

A MEGÚJULÓENERGIA-
TECHNOLÓGIÁK KÖLTSÉGEIVEL
KAPCSOLATOS ELŐREJELZÉSEK



kép A SPANYOLORSZÁGI
GUADALAJARÁBAN TALÁLHATÓ
MARANCHÓN SZÉLFARM EURÓPA
LEGNAGYOBB SZÉLFARMJA. 104
GENERÁTORA EGYÜTTESEN
208 MEGAWATTNYI ÁRAMOT TERMEL,
AMELY ÉVENTE 590 000 EMBER
ELLÁTÁSÁRA ELEGENDŐ.



Azért, hogy az energiaellátással és a klímaváltozás mérséklésével kapcsolatos elvek a gyakorlatban is megvalósulhassanak, hosszú távon kell gondolkodnunk. Az energiaellátáshoz szükséges infrastruktúra kialakítása és az új energiategológiák kifejlesztéséhez idő kell. Gyakran az is évekre telik, mire a megváltozott politikai irányvonal hatásai valóban érezhetővé válnak. Éppen ezért bármiféle elemzésnek, amely az energia és környezetvédelem kérdéseit próbálja megvizsgálni, legalább egy fél évszázadra előre kell tekintenie.

A forgatókönyvek azért fontosak, mert lehetséges fejlődési utakat vázolnak fel, amelyek a döntéshozók számára megmutatják a jövőbeli perspektívákat és azt is, mennyire tartják kezükben a jövő energiarendszerének kialakítását. Két különböző megközelítést használunk itt, amelyek a jövő energiaellátó-rendszeréhez vezető utakat képviselik: a referencia forgatókönyvet, amely a jelenlegi trendeket viszi tovább, és az Energia[Forradalom] forgatókönyveit, amelyeket azért jöttek létre, hogy számos fontos környezetvédelem-politikai cél megvalósulását segítsék. A globális Energia[Forradalom] forgatókönyvei az alábbiak alapján épülnek fel.

A **referencia forgatókönyv** a Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) által kiadott referencia forgatókönyvön alapul, amely a World Energy Outlook 2009 (WEO 2009)¹ című kiadványban jelent meg. Ez csak a létező nemzetközi energia- és környezetpolitikát veszi számításba. Előfeltevései között szerepel például, hogy a villamosenergia- és földgázpiaci reformok folytatódnak, a határ menti energiakereskedelem liberalizálódik, valamint a környezetszennyezés ellen küzdő jelenlegi politika változatlanul folytatódik tovább. A referencia forgatókönyv nem számol az üvegházgáz-kibocsátás csökkentésével kapcsolatban tett kiegészítő politikai lépésekkel. Mivel az IEA előrejelzése csupán a 2030-ig terjedő időhorizontot veszi figyelembe, ezért a legfőbb makrogazdasági és energiával összefüggő mutatóit kiterjesztettük 2050-ig. Ennek köszönhetően a két forgatókönyv összehasonlíthatóvá válik.

Fontos megjegyezni, hogy a kifejezetten Magyarországra vonatkozó elemzés esetében a referencia forgatókönyvet a fentiekől eltérően alakítottuk ki, hiszen a globális trendeket illetően megfelelőek az IEA adatai, egy országra vonatkozóan azonban pontosabb számokra és a nemzeti szabályozásra vonatkozó elemzésre van szükség. Magyarországon tehát figyelembe vettük a közelmúltban elkészült Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervet (NCST), valamint az ugyancsak 2011 őszén a magyar kormány által elfogadott Nemzeti Energiastratégiát is. Így a referencia forgatókönyv megfelelően mutatja a jelenlegi politikai törekvéseket, azontúl pedig azt, hogy a mai döntések merre vezetnének az elkövetkezendő évtizedekben az energia szektor fejlődését tekintve. Mivel az NCST csak 2020-ig, a stratégia pedig 2030-ig tartalmaz részletes terveket, a 2030-as adatokat extrapoláltuk 2050-ig, hogy összehasonlítható legyen az Energia[Forradalom] forgatókönyveivel.

Az **Energia[Forradalom] forgatókönyv** egyik legfőbb célja, hogy 2050-re a széndioxid-kibocsátás hozzávetőlegesen évi 10 gigatonna szintre csökkenjen, és így lehetővé váljon a globális hőmérséklet-emelkedés 2°C fok alatt tartása. A második nagy cél, hogy az atomenergiát világszinten fokozatosan kivezesse az energiarendszerből. Az először 2007-ben publikált, majd 2008-ban kibővített kiadvány forgatókönyve szintén egy nagyratörőbb progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyvhöz szolgáltat alapokat. Hogy a benne foglalt célokat meg lehessen valósítani, a forgatókönyv olyan utakat mutat be, amelyekkel az energiahatékonyságban rejlő óriási lehetőségeket – a már bevált

megoldások alkalmazása mellett – ki lehet aknázni. Ugyanakkor valamennyi költséghatékony megújuló energiaforrást hő- és villamosenergia-termelésre és bioüzemanyag-termelésre használnak. A népességre és GDP-re vonatkozó általános paraméterek változatlanok a referencia forgatókönyvhöz képest.

A **Progresszív Energia[Forradalom]** forgatókönyv a szén-dioxid még nagyobb mértékű csökkentését célozza meg, különös tekintettel arra, hogy még a 10 gigatonna szint is túl soknak bizonyulhat, ha a globális hőmérséklet-emelkedést a megfelelő szint alatt szeretnénk tartani. Az általános paraméterek, mint pl. a népesség és a gazdasági növekedés, változatlanok. Az ipar és az egyéb szektorok számára kijelölt fejlődési út is megegyezik az eredeti Energia[Forradalom] forgatókönyvben foglaltakkal. A különbség annyi, hogy a progresszív forgatókönyv még erősebben törekszik a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére jobb technológiák kifejlesztésével. Így például a közlekedési szektorban alacsonyabb kereslettel számol (az eredeti forgatókönyvhöz képest), ami annak köszönhető, hogy – a feltevések szerint – a vezetési szokások megváltoznak, és a hatékony égésű járművek gyorsabban elterjednek, továbbá, hogy 2025 után nagyobb lesz az elektromos és hibrid járművek aránya.

Mivel a megújuló energia területén sok és sokféle lehetőség áll rendelkezésre, a progresszív forgatókönyv előrejelzése szerint eltolódás várható a megújuló használatában a villamos energiától a hőenergia-termelés felé. A hőszektorral kapcsolatos feltevések szerint gyorsabban fog elterjedni a távfűtés és a hidrogén, valamint az ipari folyamathő is nagyobb mértékben fog elektromos áramon alapulni. Több geotermikus hőszivattyút fognak majd használni, és emiatt – továbbá mert a közlekedési szektorban megnövekszik az elektromos autók aránya – az összes elektromos energiakereslet nagyobb lesz. Ráadásul a naphő és geotermikus fűtőrendszerek gyorsabb terjedésével is számolni kell.

Valamennyi szektor esetében a megújulóenergia-ipar legújabb piaci előrejelzéseit.² Főleg a fejlődő országoknál számoltunk az erőművek rövidebb életciklusával – 40 év helyett 20 évvel – a megújuló gyorsabb elterjedése érdekében. Az elektromos autók gyorsabb terjedése, az intelligens és a szuperhálózatok bevezetése és gyorsabb bővülése eredeti Energia[forradalom] forgatókönyv szerintiekkel kb. 10 évvel megelőzve) együttesen azt eredményezik, hogy az ingadozó megújuló energiákra (fotovoltaikus és szélenergiára) épülő termelést magasabb arányban lehet majd alkalmazni. A globális energiaellátásban a megújuló 30%-os arányát tehát már 2030 előtt (szintén 10 évvel korábban) el lehet érni.

referencia

1 IEA, WORLD ENERGY OUTLOOK 2007, 2007.

2 LÁSD EREC, RE-THINKING 2050, GWEC, EPIA ET AL.

A biomassza és a nagy vízerőművek mennyisége – fenntarthatósági okokból – mindkét Energia[Forradalom] forgatókönyv szerint ugyanannyi marad. A Magyarországra vonatkozó elemzésben a progresszív forgatókönyvben csökkentettük a biomassza részarányt az alap forgatókönyvhöz képest.

Ezek a forgatókönyvek nem a jövőt akarják megjósolni; egyszerűen három elképzelhető fejlődési utat vázolnak fel a sokféle jövőbeli lehetőség közül. Az Energia[Forradalom] forgatókönyvek azért készültek, hogy megmutassák, milyen irányban kell elindulni ahhoz, hogy a megfogalmazott nagyratörő célokat el lehessen érni, és szemléltessék, micsoda lehetőségek állnak rendelkezésünkre az energiaellátó-rendszer fenntarthatóvá formálásához.

9.1 A forgatókönyvek háttere

Az ebben a jelentésben bemutatott forgatókönyveket a Greenpeace és az Európai Megújuló Energia Tanács (EREC) közösen rendelte meg a Német Űrkutatási Központ (DLR) Műszaki Termodinamikai Intézetétől. Az energiaellátásról szóló forgatókönyvekben leírtakat a MESAP/PlaNet szimulációs modell alapján számolták ki – ezen alapultak a korábbi Energia[Forradalom] forgatókönyvek is.³ A 2008-as Energia[Forradalom] tanulmány előkészítő fázisában megírt részletes elemzések közül néhány szintén felhasználásra került a mostani verziónál. A 2008-as verzióhoz az energiakeresleti előrejelzéseket az Ecofys Netherlands készítette, az energiahatékonysági intézkedések jövőbeli potenciáljának elemzése alapján. A német fenntarthatósági kritériumok szerint megállapított biomassza potenciált kimondottan ehhez a forgatókönyvhöz készítette el a Német Biomassza Kutatási Központ. Az autóiipari technológiák jövőbeli fejlődési útját egy olyan jelentés alapján vázoltuk fel, amelyet 2008-ban a Greenpeace International számára készített a DLR-hez tartozó Institute of Vehicle Concepts. Ezeket a tanulmányokat a következőkben röviden ismertetjük.

• **Az energiahatékonysági tanulmány** Az Ecofys által készített tanulmány célja egy alacsony energiakereslettel számoló forgatókönyv elkészítése a 2005-től 2050-ig terjedő időszakra, amely felöleli a föld különböző régióit – az IEA World Energy Outlook jelentéssorozat meghatározása szerint. A számításokat a 2010-es évtől kezdve készítették több évtizedre vonatkozóan. Az energiakeresletet a villamos energia és az üzemanyag tekintetében kettébonították. A következő szektorokkal számoltak: ipar, közlekedés és az egyéb fogyasztók, beleértve a háztartásokat és a szolgáltatásokat.

Az alacsony kereslettel számoló forgatókönyv szerint a végső energiakereslet világszerte 38%-kal kevesebb lesz a referencia forgatókönyvhöz képest, és ez 376 EJ (ExaJoule) végső energiakeresletet eredményez. Az energiamegtakarításokat egyenlően osztják el a három szektor – az ipar, a közlekedés és az egyéb felhasználók – között. A legfontosabb energiamegtakarítási opciókat az épülettervezés (épületek hatékonysága), valamint a személy- és teherszállítás nyújtja. A tanulmány kereslettel kapcsolatos előrejelzéseit az IEA World Energy Outlook 2009 jelentésének referencia forgatókönyve alapján frissítették.

• **Az autók jövője** A stuttgarteri székhelyű Institute for Vehicle Concepts olyan globális forgatókönyvet készített a könnyű járművekkel kapcsolatban, amely a világ 10 régióját lefedi. A cél az volt, hogy olyan ambiciózus, ámde megvalósítható forgatókönyv szülessen, amelyben a könnyű járművek szén-dioxid-kibocsátása csökkenthető az ebben a jelentésben megfogalmazott célokat betartva. A forgatókönyv számol a rendkívül szerteágazó technológiai intézkedésekkel, amelyek a járművek energiafogyasztását csökkentik, de figyelembe veszi azt is, hogy a fejlődő világban a járművek száma, és így az egy év alatt megtett kilométerek száma várhatóan drasztikusan növekedni fog. A legfontosabb számításba vett paraméterek: járműtechnológia, alternatív üzemanyagok, a különböző méretű járművek eladásában bekövetkező változások (szegmensek szerinti felosztás) és a járművek által megtett kilométerek számában beállt változás (modális felosztás). A forgatókönyv szerint nagy arányban áll majd rendelkezésre a megújuló villamos energia.

Ha komoly erőfeszítéseket teszünk a járműtechnológia hatékonyabbá tételére, továbbá áttérés következik be az elektromos járművek elterjedése terén, és a járműhasználók is törekednek a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére, akkor 2050-re megvalósulhat a könnyű járművek well-to-wheel (az olajkúttól az üzemanyagot felhasználó jármű kibocsátásáig valamennyi tényezőt magába foglaló) szénkibocsátásának 25%-os csökkentése⁴ There is no reliable number available for global LDV emissions in 1990, so a rough estimate has been made az 1990-es, és 40%-os csökkentése a 2005-ös szinthez képest. E forgatókönyv szerint 2050-re a közúti szállítás végső energiafelhasználása 60%-ban még mindig a fosszilis üzemanyagokból, főként gáz- és dízelolajból fog származni. A megújuló energia aránya 25%, a bioüzemanyagoké 13%, a hidrogéné pedig 2% lesz. Ugyanakkor 2050-re az összes energiafogyasztás 17%-kal kevesebb lesz a 2005-ös szintnél, annak ellenére, hogy a világ néhány régiójában rendkívüli mértékben megnő az üzemanyag-fogyasztás. A szállításból származó széndioxid-kibocsátás globális szinten 2010 és 2015 között fog tetőzni. Az USA-ban és Európában hozott új törvényeknek köszönhetően 2010-től kezdve a növekedő trendek megtorpanását észlelhetjük majd. A hálózatra csatlakoztatható elektromos autók bevezetésének hatása 2020-tól kezdődően egyértelműen érezhető lesz. Ez a tanulmány jelenti az alapját annak a résznek, amit az új Energia[Forradalom] forgatókönyvek a könnyű járművek fejlődési útjáról megfogalmaztak – ám a tanulmányt a 2007-es új referenciaév megváltozott statisztikai adatait és az IEA World Energy Outlook 2009-es jelentés referencia forgatókönyvének változtatásait figyelembe véve átdolgozták.

• **A fenntartható bioenergia potenciálja globális szinten**

Az Energia[Forradalom] forgatókönyvhöz kapcsolódóan a Greenpeace megbízta a Német Biomassza Kutatási Központot, hogy 2050-ig előrevetítve vizsgálja meg az energianövényekben rejlő potenciált világszinten. (A bioenergiáról és az ezzel kapcsolatos feltevésekről, számításokról többet olvashat a 8. fejezetben.)

referencia

³ ENERGY [R]EVOLUTION: A SUSTAINABLE WORLD ENERGY OUTLOOK', GREENPEACE INTERNATIONAL, 2007 ÉS 2008

⁴ THERE IS NO RELIABLE NUMBER AVAILABLE FOR GLOBAL LDV EMISSIONS IN 1990, SO A ROUGH ESTIMATE HAS BEEN MADE



9.2 Az olaj- és gázakkal kapcsolatos előrejelzések

Az olajárak manapság tapasztalt drámai ingadozása miatt a fosszilis üzemanyagok árával kapcsolatos előrejelzések még magasabbra szöktek. Az Európai Bizottság 2004-es olaj- és gázár forgatókönyvének előrejelzése szerint pl. 2030-ban egy hordó olaj 28,1 euróba kerülne. Az IEA WEO 2009 jelentésének legutóbbi előrejelzései viszont 2030-ra 66 euró/hordó árat jósolnak alacsonyabb, és 124 euró/hordó árat magasabb árérzékenység esetén. A WEO 2009-es jelentés referencia forgatókönyve az olaj hordónkénti árat 95 euróra becsüli. Az első Energia[Forradalom] forgatókönyv 2007-es megjelenése óta az olaj hordónkénti ára – először a történelemben – 82,7 euró fölé emelkedett, majd 2008 júliusában elérte a hordónkénti 116 eurós rekord árat. És bár az olaj hordónkénti ára 2008 szeptemberében 82,7 euróra, 2010 áprilisában pedig 66 euróra esett vissza, az IEA referencia forgatókönyvében megfogalmazott értékek még így is túl konzervatívnak mondhatók.

Az olaj iránti globális kereslet növekedését figyelembe véve olyan árfejlődési úttal számoltunk, amely az IEA WEO 2009-es jelentésben foglalt nagyobb árérzékenységű verzió alapján, az eredményeket pedig 2050-ig kiterjesztettük (lásd 9.1 táblázat). Mivel a földgázellátás esetében korlátot szab a rendelkezésre álló vezetékek infrastruktúrája, a földgáznak nincs világszertei ára. A földgáz ára a világ legtöbb régiójában közvetlenül az olaj árához kapcsolódik. A gázárak tehát a várakozások szerint 19,8–24 euró/GJ-ra nőnek 2050-re.

9.3 A széndioxid-kibocsátás költségei

Ha a szén-dioxid-kibocsátás kereskedelmi rendszere hosszú távon az egész világon megvalósul, a karbon krediteket bele kell majd számítani a villamosenergia-termelés költségeibe. Ám a kibocsátás költségeinek előrejelzése még az energiaárak előrejelzésénél is bizonytalanabb, így a jelenleg rendelkezésre álló tanulmányokban szereplő becslések széles területet fednek le. Mint a korábbi Energia[Forradalom] tanulmányban is, feltételezzük, hogy a széndioxid tonnánkénti ára – amely 2010-ben 10 dollár volt – 2050-re 50 dollárra emelkedik. A szén-dioxid-kibocsátás egyéb költségei a Kiotói egyezmény Nem Annex B országaiban (a fejlődő országokban) csak 2020-tól kerülnek bevezetésre.

9.2 táblázat: A szén-dioxid-kibocsátás költségfejlődésével kapcsolatos előrejelzések (\$/tCO₂)

ORSZÁGOK	2015	2020	2030	2040	2050
Kiotói Egyezmény					
Fejlett országok	10	20	30	40	50
Fejlődő országok		20	30	40	50

9.1 táblázat: A fosszilis üzemanyagákkal kapcsolatos előrejelzések euróban megadva, 2005

	EGYSÉG	2000	2005	2007	2008	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Nyersolajimport												
IEA WEO 2009 Referencia	hordó	28,39	41,38	62,07	80,43		71,73	82,76	88,96	95,17		
IEA WEO 2007/ETP 2008	hordó			57,20			55,50			60,10		
USA EIA 2008 Referencia	hordó							57,90		68,30		
USA EIA 2008 Magas ár	hordó							99,10		115,00		
Energia[Forradalom] 2008	hordó						105,00	110,00		120,00		
Energia[Forradalom] 2010	hordó						91,50	107,58	115,86	124,13		
Földgázimport												
IEA WEO 2009 Referencia												
Egyesült Államok	GJ	4,14	1,92	2,68	7,20		6,36	7,74	8,76	9,92		
Európa	GJ	3,06	3,72	5,21	9,01		9,13	10,56	11,43	12,24		
Japán LNG	GJ	5,05	3,74	5,24	11,03		10,40	12,00	12,95	13,85		
Energia[Forradalom] 2010												
Egyesült Államok	GJ		1,92	2,68	7,20		6,93	8,85	10,26	11,90	14,98	19,64
Európa	GJ		3,72	5,21	9,01		11,62	13,71	14,89	15,96	18,21	21,54
Japán LNG	GJ		3,74	5,24	11,04		13,25	15,59	16,86	18,07	20,52	24,25
Kőszénimport												
OECD energetikai szénimport												
Energia[Forradalom] 2010	tonna						96,12	112,06	115,45	118,09	132,41	142,59
IEA WEO 2009 Referencia	tonna	34,11	41,05	57,47		99,80	75,35	86,20	88,65	90,54		
Biomassza (szilárd)												
OECD Európa	GJ			6,2		6,4	6,8	7,6		8,3	8,5	8,7
OECD Csendes-óceáni térség és Észak-Amerika	GJ			2,7		2,8	3,1	3,1		3,6	3,9	4,3
Egyéb régiók	GJ			2,2		2,3	2,9	2,9		3,3	3,8	4,1

forrás 2000-2030, IEA WEO 2009 NAGYOBB ÁRÉRZÉKENYSÉG JELLEMZŐ A NYERSOLAJ, A FÖLDGÁZ ÉS A KAZÁNSZÉN ESETÉBEN; 2040-2050 ÉS MÁS ÜZEMANYAGOK, SAJÁT FELTÉTELEZÉSEK.

9.4 A fosszilis üzemanyagok hatékony termelésével, valamint a szénmegkötéssel és -tárolással (CCS) kapcsolatos költségek előrejelzése

Bár a ma használatban lévő fosszilis (szén, gáz, lignit és olaj) üzemanyagok technológiái már beváltak, és a piaci fejlődés érett szintjén állnak, a jövőben további költségcsökkenés várható. Ám ennek mértéke korlátozott, és nagyrészt a költséghatékonyság növelésével lehet elérni.⁵

Noha ez a technológia még mindig fejlesztés alatt áll, sokat vitatkoznak arról, hogy a szénmegkötés és -tárolás (CCS) mekkora szerepet játszhat majd a fosszilisüzemanyag-fogyasztás hatásainak csökkentésében és a klímaváltozás mérséklésében.

Fejlesztése még gyerekcipőben jár, és a CCS-technológiát a legjobb esetben sem vezetik be 2020 előtt, így 2030-ra várhatóan nem lesz kereskedelmileg is életképes eszköze a kibocsátás hatékony mérséklésének.

A CCS-re vonatkozó költségbecslések jelentős eltéréseket mutatnak attól függően, hogy milyen az erőmű konfigurációja és az alkalmazott technológia, mekkorák az üzemanyagköltségek, mekkora a projekt, és az hol fut. Egy dolog azonban biztos: a CCS drága technológia. Jelentős támogatást igényel a szén-dioxid szállításához és tárolásához szükséges erőművek és az infrastruktúra kialakítása. Az IPCC becslései szerint⁶ a szén-dioxid megkötése tonnánként 12–62 euróba kerül majd, míg az Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériumának nemrégiben kiadott jelentése szerint a szénmegkötő rendszerek beépítése a legmodernebb erőművekbe csaknem megkétszerezi a költségeket.⁷ Ez pedig a becslések szerint 19–20%-kal növeli meg a villamos energia árát.⁸

Hogy a szén-dioxidot a tárhelyekre lehessen szállítani, csővezetékes rendszerekre is szükség van. Ez valószínűleg óriási tőkebefektetést igényel.⁹ A költségek egy sor tényezőtől függenek: például a vezetékek hossza, átmérője, illetve (rozsdamentes acélból készült) anyaga, továbbá a szállított szén-dioxid mennyisége. A sűrűbben lakott központok közelében, illetve a nehéz terepen – például a mocsaras vagy sziklás talajon – kiépített vezetékek drágábbak.¹⁰

Az IPCC becslései szerint a széndioxid-szállítás tonnánkénti költsége várhatóan 1–7 euró lesz.¹¹ A tárolás és a további monitorozás, illetve az ellenőrzés költségeire az IPCC a következő becsléseket adta: tonnánként 0,4–7 euró a szén-dioxid tárolására, és tonnánként 0,1–0,25 euró a széndioxid monitorozására. Tehát a CCS-technológia összköltsége jelentheti majd a bevezetésének legfőbb akadályát.¹²

A fenti okok miatt a CCS-erőműveket kihagytuk a finanszírozásra vonatkozó elemzésből

A 9.3 táblázat összefoglalja feltevéseinket a jövőbeli fosszilis tüzelésű erőművekhez kapcsolódó technológiák műszaki és gazdasági paramétereiről. A nyersanyagárak növekedése ellenére azt feltételezzük, hogy a jövőben – az újabb műszaki innovációknak köszönhetően – mérsékelten csökkennek a befektetési költségek, és javul az erőművek hatékonysága. Ezt az előrelépést azonban rontja a fosszilis üzemanyagok árának növekedése, ez pedig a villamosenergia-termelés költségeinek jelentős növekedéséhez vezet.

9.3 táblázat: A hatékonyság fejlődése és a befektetési költségek alakulása új technológiával rendelkező erőművekre vonatkozóan

		2007	2015	2020	2030	2040	2050
Széntüzelésű kondenzációs erőmű	Hatékonyság (%)	45	46	48	50	52	53
	Befektetési költségek (\$/kW)	1320	1230	1190	1160	1130	1100
	A villamosenergia-termelés költségei, beleértve a széndioxid-kibocsátás költségeit (\$cent/kWh) CO ₂ emissions ^{a)} (g/kWh)	6,6	9,0	10,8	12,5	14,2	15,7
	CO ₂ -kibocsátás költségei ⇒ (g/kWh)	744	728	697	670	644	632
Lignittüzelésű kondenzációs erőmű	Hatékonyság (%)	41	43	44	44,5	45	45
	Befektetési költségek (\$/kW)	1570	1440	1380	1350	1320	1290
	A villamosenergia-termelés költségei, beleértve a széndioxid-kibocsátás költségeit (\$cent/kWh) CO ₂ emissions ^{a)} (g/kWh)	5,9	6,5	7,5	8,4	9,3	10,3
	CO ₂ -kibocsátás költségei ⇒ (g/kWh)	975	929	908	898	888	888
Kombinált ciklusú gázerőmű	Hatékonyság (%)	57	59	61	62	63	64
	Befektetési költségek (\$/kW)	690	675	645	610	580	550
	A villamosenergia-termelés költségei, beleértve a széndioxid-kibocsátás költségeit (\$cent/kWh) CO ₂ emissions ^{a)} (g/kWh)	7,5	10,5	12,7	15,3		18,9
	CO ₂ -kibocsátás költségei ⇒ (g/kWh)	354	342	330	325	320	315

forrás DLR 2010 ⇒ A SZÉNDIOXID-KIBOCSÁTÁS CSAK AZ ERŐMŰVEK TERMELÉSÉRE VONATKOZIK; A TÜZELŐANYAGOK TELJES ÉLETCIKLUSA SORÁN KELETKEZŐ KIBOCSÁTÁST NEM VETTÜK SZÁMÍTÁSBA

referencia

5 GREENPEACE INTERNATIONAL BRIEFING: CARBON CAPTURE AND STORAGE', GOERNE, 2007

6 ABANADES, J. C. ET AL., 2005, 10. OLDAL.

7 NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORIES, 2007

8 RUBIN ET AL., 2005A, 40. OLDAL.

9 RAGDEN, P. ET AL., 2006, 18. OLDAL.

10 HEDDLE, G. ET AL., 2003, 17. OLDAL.

referencia

11 PARFOMAK, P. & FOLGER, P. 2008, 5. ÉS 12. OLDAL

12 RUBIN ET AL., 2005B, 4444. OLDAL

kép TŰZOLTÓHAJÓK KATASZTRÓFAELHÁRÍTÓ CSAPATAI VIASKODNAK A DEEPWATER HORIZON TENGERI OLAJFŰRŐTORONY LÁNGOLÓ MARADVÁNYAIVAL 2010. ÁPRILIS 21-ÉN. A PARTI ŐRSÉG SZÁMOS HELIKOPTERREL, REPÜLŐVEL ÉS MOTORCSÓNAKKAL SIETETT A FŰRŐTORONY 126 FŐS LEGÉNYSÉGÉNEK MEGMENTÉSÉRE.



9.5 A megújulóenergia-technológiák költségeivel kapcsolatos előrejelzések

A jelenleg rendelkezésre álló megújulóenergia-technológiák nagyon széles skálán helyezkednek el a technológiai érettség, az ár és a fejlesztési potenciál tekintetében. Míg a vízerőműveket már évtizedek óta széles körben használják, az egyéb technológiák, mint pl. a biomassza gázosítása, még nem jutottak el a piaci érettség szakaszába. Néhány megújuló erőforrás – pl. a szél- vagy a napenergia – természeténél fogva ingadozó energiaellátást nyújt, ami a hálózati rendszer koordinációjának ami újragondolását igényli. És bár sok esetben ezek szétszóró technológiák – azt jelenti, hogy teljesítményük helyben, a fogyasztás helyszínéhez közel realizálódik és hasznosul –, a jövőben széles körben alkalmazzák majd őket tengeri (offshore) szélparkokban és napenergia erőművekben (CSP) is.

Az egyes technológiák egyedi előnyeinek kihasználásával, illetve ezen előnyök összekapcsolásával sok rendelkezésre álló lehetőséget tovább lehet vinni a piaci érettség szintjéig, és lépésről lépésre integrálni a már működő ellátási struktúrákba. Így végül hő- és villamosenergia-termelő, valamint a közlekedéshez üzemanyagot biztosító és a jelenlegi kínálatot kiegészítő környezetbarát technológiák arzenálja jön majd létre.

A jelenleg alkalmazott megújuló technológiák közül sok még a piaci fejlődés kezdeti szakaszában van. Emiatt a villamosenergia-, valamint a hő- és üzemanyag-termelés költsége magasabb, mint a versenyben részt vevő hagyományos rendszerek esetében – viszont nem szabad elfelednünk, hogy a hagyományos villamosenergia-termelés externális (környezeti és társadalmi) költségei nincsenek beépítve a piaci árba. Ugyanakkor – a hagyományos technológiákkal ellentétben – a jövőben várhatóan nagyarányú költségcsökkentést lehet elérni a műszaki fejlesztések, a gyártás tökéletesítése és a nagyarányú termelés következtében.

Hogy a költségek alakulását hosszú távon előre tudjuk jelezni, tanulási görbéket alkalmaztunk, amelyek megmutatják, mekkora a korreláció egy adott technológiával történő termelés kumulatív nagysága és ugyanazon technológia költségcsökkenése között. Sok technológia esetében a tanulási tényező a 0,75-ös értéktől a 0,95-ös és annál magasabb értékig tartó tartományba esik attól függően, hogy kevésbé érett rendszerekről, vagy érettebb, régen bevált technológiákról van szó. A tanulási tényező esetében egy 0,9-es érték azt jelenti, hogy valahányszor egy adott technológia kumulatív teljesítmény megduplázódik, a költségek 10%-os csökkenése várható. Empirikus adatok bizonyítják például, hogy a tanulási tényező a napenergiával működő PV-rendszereknél egy 30 éves periódus alatt viszonylag állandó (0,8) volt, míg a szél esetében az eredmény az Egyesült Királyságban tapasztalt alacsonyabb (0,75-ös) érték és a fejlettebb német piacon mért (0,94-es) érték közti tartományba esett.

Az Energia[Forradalom] forgatókönyv előfeltevései a megújuló villamosenergia-technológiák jövőbeli költségeiről a következőkön alapulnak: tanulási görbéket vizsgáló tanulmányok (mint pl. Lena Neij és tsa. munkája¹³, a jelenlegi technológiákon alapuló előrejelzések elemzése, előrejelzési dokumentumok, beleértve az Európai Bizottság által is támogatott NEEDS-projektet (New Energy Externalities Developments for Sustainability)¹⁴, illetve az IEA 2008-as Energy Technology Perspectives című tanulmányát, az Európai Megújuló Energia Tanács 2010 áprilisában kiadott előrejelzéseit („Re-Thinking 2050” címmel), valamint a megújuló energiaipar különböző szektorainak szakértőivel folytatott eszmecsere.

9.5.1 Fotovoltaikus energia

A világ fotovoltaikus, vagy napenergia (PV) piaca az elmúlt években kb. 35%-os növekedést produkált, és a technológia egyre jelentősebb évi mértékben képes hozzájárulni a villamosenergia-termeléshez. A napenergia jelentősége abból fakad, hogy mind decentralizált, mind centralizált rendszerekben alkalmazható, továbbá hogy városi környezetben is nagyon rugalmasan lehet használni, és nagy költségcsökkentési lehetőségeket rejt. E technológia fejlesztésében a már kifejlesztett modulok és rendszerlemek tökéletesítésére helyezik a hangsúlyt, mégpedig az energiahatékonyság növelése és az anyaghasználat csökkentése révén. Az olyan technológiák, mint pl. az (alternatív félvezetőket használó) vékonyfilmes napelemek vagy a színérzékeny napelemek, gyorsan fejlődnek, és óriási költségcsökkentési lehetőségeket rejtenek magukban. Az éretnek tekinthető – és bizonyítottan 30 éves életciklusú – kristályoszilícium-technológián belül folyamatosan (évi 0,5%-kal) növelik a cellák és a modulok hatékonyságát, miközben a cellavastagság is nagyon gyorsan csökken (csak az elmúlt 5 évben 230-ról 180 mikronra). A kereskedelmi forgalomba hozott modulok hatékonysága 14–21%-os attól függően, hogy milyen minőségű szilikonnal és milyen gyártási folyamat során készülnek a cellák.

A napelemek esetében a tanulási tényező az elmúlt 30 évben viszonylag állandó volt: valahányszor az üzembe helyezett kapacitások mennyisége megduplázódott, 20%-os költségcsökkenés következett be, amely magas szintű műszaki fejlődésről tanúskodik. Ha az alap Energia[Forradalom] forgatókönyvnek megfelelően azt feltételezzük, hogy 2030 és 2040 között globálisan 1600 GW kapacitás lesz üzemben, és 2600 TWh lesz a termelt villamos energia mennyisége, akkor (attól függően, hogy mely területről van szó) a villamosenergia-termelés költsége várhatóan 5–10 eurocent/kWh-ra csökken. Az elkövetkező 5–10 évben a napenergia ára a világ számos pontján versenybe fog szállni a villamos energia kiskereskedelmi árával, 2030-ra pedig a fosszilis üzemanyagok költségével is. A Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyv szerint gyorsabb lesz a növekedés üteme, mivel a napenergia-kapacitás 2020-ra eléri a 439 GW-ot – ami tíz évvel megelőzi az alap forgatókönyvet.

9.4 táblázat: A napenergia költség-előrejelzése

Energia[Forradalom]	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Globális beépített kapacitások (GW)	6	98	335	1036	1915	2968
Befektetési költségek (\$/kWp)	3746	2610	1776	1027	785	761
Üzemeltetési és fenntartási költségek (\$/kW/év)	66	38	16	13	11	10
Progresszív Energia[Forradalom]						
Globális beépített kapacitások (GW)	6	108	439	1330	2959	4318
Befektetési költségek (\$/kWp)	3746	2610	1776	1027	761	738
Üzemeltetési és fenntartási költségek (\$/kW/év)	66	38	16	13	11	10

referencia

¹³ NEIJ, L. 'COST DEVELOPMENT OF FUTURE TECHNOLOGIES FOR POWER GENERATION - A STUDY BASED ON EXPERIENCE CURVES AND COMPLEMENTARY BOTTOM-UP ASSESSMENTS', ENERGY POLICY 36 (2008), 2200-2211

¹⁴ WWW.NEEDS-PROJECT.ORG

9.5.2 Koncentrált naperóművek

A termikus naperóművek (CSP) csak a közvetlen napfényt tudják hasznosítani, ezért nagyban kötődnek azokhoz a helyekhez, ahol a besugárzás szintje magas. Észak-Afrika technikai potenciálja például jóval túlszárnyalja a helyi igényeket. A különféle termikus napenergia-technológiák (parabolavályúk, napenergia-tornyok és parabolatükrök) jó kilátásokkal kecsegtetnek a további fejlesztések és a költségcsökkentés területén. Egyszerűbb kivitelezésük miatt a „Fresnel” kollektorokat a további költségcsökkentés kiváló eszközeinek tekintik. A központi gyűjtők hatékonysága növelhető, ha 1000°C-on előállított sűrített levegővel működtetik a kombinált erőmű gáz-gőz turbináját.

A termikusenergia-tároló rendszereknek kulcsszerepe van a CSP-k villamosenergia-termelési költségeinek csökkentésében. Például a spanyol Andasol 1 naperómű egy olvasztott sóval működő hőtároló rendszerrel van ellátva, amelynek 7,5 órányi a kapacitása. A rendszer hosszabb ideig képes teljes kapacitáson termelni, ha egy hőtároló rendszert és egy nagy kollektormező is üzemeltet. Ezek az elemek növelik ugyan a befektetés kezdeti költségeit, de összességében csökkentik az áramtermelés költségeit.

A besugárzás mértékétől és a működés módjától függően a jövőbeli villamosenergia-termelés költségei hosszú távon várhatóan 6–10 eurocent/kWh-ra csökkenthetők. Ehhez az szükséges, hogy a következő években gyorsan elterjedjenek ezek a technológiák.

9.5 táblázat: Koncentrált naperóművek (CSP) költség-előrejelzése

	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Energia[Forradalom]						
Globálisan üzembe helyezett kapacitások (GW)	1	25	105	324	647	1002
Befektetési költségek (\$/kWp) *	7250	5576	5044	4263	4200	4160
Üzemeltetési és fenntartási költségek (\$/kW/év)	300	250	210	180	160	155
Progresszív Energia[Forradalom]						
Globálisan üzembe helyezett kapacitások (GW)	1	28	225	605	1173	1643
Befektetési költségek (\$/kWp) *	7250	5576	5044	4200	4160	4121
Üzemeltetési és fenntartási költségek (\$/kW/év)	300	250	210	180	160	155

* BELEÉRTVE A MAGAS HŐMÉRSÉKLETEN TÖRTÉNŐ HŐTÁROLÁST

9.5.3 Szélenergia

A szélenergia dinamikus fejlődése rövid idő alatt virágzó globális piac kialakulásához vezetett. Bár a kedvező politikai ösztönzőknek köszönhetően Európa a globális szélenergia-piac legfőbb vezetőjévé vált, 2009-ben az egy év alatt üzembe helyezett kapacitások több mint háromnegyede Európán kívül került bevezetésre. És ez a trend valószínűleg folytatódik. Mindemellett oly mértékben megnövekedett a szélenergia-technológiák iránti kereslet, hogy az ellátás komoly kihívások elé néz. Ezért az újonnan bevezetett rendszerek költsége megnövekedett. Ugyanakkor úgy tűnik, hogy a termelési kapacitások állandó bővítésével az ipar ki tudja küszöbölni az ellátási lánc legszűkebb keresztmetszetében előforduló fennakadásokat. A piacfejlődéssel kapcsolatos előrejelzéseket, a tanulási görbék elemzését és az ipar várakozásait figyelembe véve úgy gondoljuk, hogy 2050-ig a szélturbinák befektetési költségei a szárazföldi (onshore) technológiák esetében 30%-kal, a tengeri (offshore) technológiák esetében pedig 50%-kal csökkennek.

9.6 táblázat: A szélenergiával kapcsolatos költség-előrejelzések

	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Energia[Forradalom]						
Beépített kapacitás	95	407	878	1733	2409	2943
Szárazföldi szél						
Beruházási költségek (\$/kWp)	1510	1255	998	952	906	894
O+M költségek (\$/kW/év)	58	51	45	43	41	41
Tengeri szél						
Beruházási költségek (\$/kWp)	2900	2,200	1,540	1460	1330	1305
O+M költségek (\$/kW/év)	166	153	114	97	88	83
Progresszív Energia[Forradalom]						
Beépített kapacitás	95	494	1140	2241	3054	3754
Szárazföldi szél						
Beruházási költségek (\$/kWp)	1510	1255	998	906	894	882
O+M költségek (\$/kW/év)	58	51	45	43	41	41
Tengeri szél						
Beruházási költségek (\$/kWp)	2900	2200	1540	1460	1330	1305
O+M költségek (\$/kW/év)	166	153	114	97	88	83



9.5.4 Biomassza

A biomassza hasznosításánál gazdasági szempontból alapvetően fontos tényező a nyersanyag ára, amely jelenleg nagyon széles skálán mozog: a negatív költségű hulladékfától kezdve (mivel a hulladéklerakás költségei így elkerülhetők) az alacsony árú maradék anyagokon keresztül a drágább energianövényekig. Így értelem szerűen az energiatermelés költsége is széles skálán mozog. Az egyik leggazdaságosabb opció a hulladékfa használata a gőzturbinás kombinált erőművekben (CHP). Ugyanakkor a biomassza-gázosítás, amely számos alkalmazási lehetőség előtt nyithat utat, még mindig viszonylag drága megoldás. Hosszú távon arra számíthatunk, hogy a villamosenergia-termelés költségei csökkennek, ha mind a CHP-mikroegységeket (motorok, üzemyagcellák), mind a kombinált ciklusú erőműveket fagázzal működtetik. Lehetőségek rejlenek abban is, ha a szilárd biomasszát hőtermelésre használjuk mind a kisebb rendszerekben, mind a helyi fűtési hálózatokhoz kapcsolt nagyobb hőközpontokban. A növények átalakítása etanollá és a repceolajból gyártott biodízel (RME) az elmúlt években egyre fontosabbá vált például Brazíliában, az USA-ban és Európában. A jövőben azok a folyamatok is egyre nagyobb hangsúlyt kapnak, amelyek során biogénikus szintézisgázokból szintetikus üzemyag nyerhető.

Latin- és Észak-Amerikában, Európában és az átmeneti gazdaságokban nagy lehetőségeket nyújt a modern technológiák kiaknázása a helyhez kötött berendezéseknél vagy a közlekedési szektorban. Európa és az átmeneti gazdaságok országai az energianövényekből származó biomassza-potenciált 20–50%-ban fogják valóra váltani hosszú távon, míg a világ más régióiban a biomassza-használat alapját továbbra is a maradékfa, az ipari fahulladék és a szalma jelenti majd. Különösen Latin-Amerikában, Észak-Amerikában és Afrikában áll majd rendelkezésre egyre nagyobb mennyiségű hulladékpotenciál.

9.7 táblázat: A biomasszával kapcsolatos költség-előrejelzések

Energia[Forradalom]	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Biomassza (csak áram)						
Globális beépített kap. (GW)	28	48	62	75	87	107
Beruházási költségek (\$/kW)	2818	2452	2435	2377	2349	2326
O+M költségek (\$/kW/év)	183	166	152	148	147	146
Biomassza (CHP)						
Globális beépített kap. (GW)	18	67	150	261	413	545
Beruházási költségek (\$/kW)	5250	4255	3722	3250	2996	2846
O+M költségek (\$/kW/év)	404	348	271	236	218	207
Progresszív Energia[Forradalom]						
Biomassza (csak áram)						
Globális beépített kap. (GW)	28	50	64	78	83	81
Beruházási költségek (\$/kW)	2818	2452	2435	2377	2349	2326
O+M költségek (\$/kW/év)	183	166	152	148	147	146
Biomassza (CHP)						
Globális beépített kap. (GW)	18	65	150	265	418	540
Beruházási költségek (\$/kW)	5250	4255	3722	3250	2996	2846
O+M költségek (\$/kW/év)	404	348	271	236	218	207

Más területeken, mint pl. a Közel-Keleten vagy az ázsiai régiókban a biomassza-használatot korlátozni fogják; vagy azért, mert általában kevés nyersanyag áll rendelkezésre, vagy azért, mivel már hagyományosan is nagyon elterjedt a használatuk. Az utóbbi esetben a modern, hatékonyabb technológiák javítják majd a mostani használat fenntarthatóságát, és egyéb jótékony hatásai is lesznek: például a beltéri szennyezést csökkenti, amely jelenleg a tradicionális biomassza-használattal jár.

9.5.5 Geotermikus energia

A geotermikus energiát az egész világon régóta használják a hőellátásban, a múlt század kezdete óta pedig a villamosenergia-termelésben is. A geotermikus villamosenergia-termelés korábban speciális földtani jellegzetességekkel rendelkező helyszínekhez volt kötve, ám az intenzív kutatásoknak és a fejlesztési munkáknak köszönhetően a lehetséges kiaknázható területek kínálata kiszélesedett. Különösen a nagy föld alatti hőcserélő felületek (új generációs geotermikus rendszerek vagy EGS) kialakítása és az alacsony hőmérsékleten történő energiaátalakítás (például az ORC-technológia) tökéletesítése újabb lehetőségeket nyit ahhoz, hogy bárhol lehessen végezni geotermikus villamosenergia-termelést. Mivel a geotermikus erőművek villamosenergia-termelésének nagy része a földalatti mélyfúrásokra épül, az innovatív fúrási technikák terén további fejlesztések várhatók. Feltéve, hogy a geotermikus villamosenergia-kapacitások 2020-ig évi 9%-os piaci növekedést produkálnak, és hogy 2030 után egy 4%-os növekedés marad meg, akkor 2050-ig 50%-os csökkentési potenciál megvalósulásával számolhatunk.

9.8 táblázat: A geotermikus energiával kapcsolatos költség-előrejelzések

Energia[Forradalom]	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Geotermikus (csak áram)						
Globális beépített kap. (GW)	10	19	36	71	114	144
Beruházási költségek (\$/kW)	12 446	10 875	9184	7250	6042	5196
O+M költségek (\$/kW/év)	645	557	428	375	351	332
Geotermikus (CHP)						
Globális beépített kap. (GW)	1	3	13	37	83	134
Beruházási költségek (\$/kW)	12 688	11 117	9425	7492	6283	5438
O+M költségek (\$/kW/év)	647	483	351	294	256	233
Progresszív Energia[Forradalom]						
Geotermikus (csak áram)						
Globális beépített kap. (GW)	10	21	57	191	337	459
Beruházási költségek (\$/kW)	12 446	10 875	9184	5196	4469	3843
O+M költségek (\$/kW/év)	645	557	428	375	351	332
Geotermikus (CHP)						
Globális beépített kap. (GW)	0	3	13	47	132	234
Beruházási költségek (\$/kW)	12 688	11 117	9425	7492	6283	5438
O+M költségek (\$/kW/év)	647	483	351	294	256	233

- A hagyományos geotermikus energia 5,8 eurocent/kWh-ról 1,6 eurocent/kWh-ra csökken.
- Az EGS-rendszerek esetében a jelenlegi magas (kb. 17 eurocent/kWh-os) ár ellenére a villamosenergia-termelés költsége – attól függően, hogy milyen lesz a hőellátás díja – várhatóan 4 eurocent/kWh-ra csökken hosszú távon.

Mivel az általa nyújtott ellátás nem ingadozó, és a hálózati terhelés az idő csaknem 100%-ában működik, a geotermikus energia a megújulókon alapuló jövő energiaellátási struktúrájának kulcseleme. Mostanáig csupán töredékét hasznosítottuk a benne rejlő lehetőségeknek. A felszín közeli geotermikus fúrás pl. lehetővé teszi a fűtés- és hűtésszolgáltatást bárhol és bármikor, továbbá hőenergia-tárolásra is használható.

9.5.6 Óceáni energia

Az óceán energája, különösen a tengeri hullámenergia nagyon jelentős erőforrás, és potenciálisan biztosítani tudja a világ villamosenergia-ellátásának igen nagy hányadát. Az óceánenergia-potenciált globális szinten évi 90 000 TWh-ra becsülik. Az erőforrás legfontosabb előnye, hogy nagyon sok helyen rendelkezésre áll, és nagymértékben kiszámítható, továbbá hogy a technológia vizuálisan nem sok „vizet zavar”, és nem jár szén-dioxid-kibocsátással.

Eddig már sok különböző koncepciót és eszközt fejlesztettek ki az árapálymozgások, a hullámok és az áramlatok energiájának, valamint a termikus és az ozmózisos energiaforrások hasznosítására. Ezek közül sok már a kutatás és fejlesztés előrehaladott fázisában van; nagyszabású prototípusok kerültek kipróbálásra valódi tengeri körülmények között, és némelyikük már a piacosítás előtti fázisba került. Már létezik néhány hálózatra csatlakozó, teljesen működőképes, kereskedelmileg hasznosított tengeri villamos erőmű.

9.9 táblázat: Az óceáni energiával kapcsolatos költség-előrejelzések

Energia[Forradalom]	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Globális beépített kap. (GW)	0	9	29	73	168	303
Beruházási költségek (\$/kW)	7216	3892	2806	2158	1802	1605
O+M költségek (\$/kW/év)	360	207	117	89	75	66

Progresszív Energia[Forradalom]

Globális beépített kap. (GW)	0	9	58	180	425	748
Beruházási költségek (\$/kW)	7216	3892	2806	1802	1605	1429
O+M költségek (\$/kW/év)	360	207	117	89	75	66

A kezdeti árapály- és hullám-energiafarmokban termelt energia előállítás költsége a becslések szerint 15–55 eurocent/kWh lesz, a kezdeti árapály-parkokban pedig 11–22 cent/kWh. 2020-ra 10–25 eurocent/kWh-s termelési költségek várhatók. A jövőbeni fejlesztési területek között kulcsfontosságú a tervezési koncepció újragondolása, a berendezések beállításainak optimalizálása és a tőkeköltségek csökkentése – ezt azzal lehet elérni, hogy megvizsgálják az alternatív építőanyagok használatának lehetőségeit, a méretgazdaságosságot, és elemzik a működtetés tanulságait. A legújabb kutatási eredmények szerint a tanulási tényező 10–15%-ra becsülhető a nyílt tengeri hullámenergia, és 5–10%-ra az árapály-energia esetében. Középtávon az óceáni energia jó eséllyel az energiatermelés legversenyképesebb és legköltséghatékonyabb formája lesz. A következő pár évben a szélenergia görbéjéhez hasonló ívet követő dinamikus piaci terjeszkedése várható.

Mivel ez a technológia még a fejlődés nagyon korai szakaszában van, bármiféle erre vonatkozó jövőbeli költségbecslés bizonytalan.

A költségekre vonatkozó jelenlegi becslések az európai NEEDS programban szereplő elemzéseken alapulnak.¹⁵

9.5.7 Vízenergia

A vízenergia hasznosítása olyan érett technológia, amellyel a globálisan rendelkezésre álló erőforrások jelentős részét már kiaknázták. Am még mindig van valamennyi tere a maradék potenciál kihasználásának az új rendszerek (különösen a kisebb, átfolyós technológiára épülő, kevés vagy nulla tárolási kapacitást igénylő projektek) révén, illetve a már meglévő berendezések feljavításával, kicserélésével is elérhető további bővülés. A vízenergia-hasznosítás fontosságának valószínűleg kedvezni fog, hogy egyre nagyobb szükség van az áradások megfékezésére, illetve szárazabb időszakokban a vízellátás fenntartására. A jövőt az olyan fenntartható vízenergia-termelés jelenti, amelynek során egyértelműen törekednek arra, hogy az erőműveket harmonikusan integrálják a folyók ökoszisztémáiba, elsimítva az ökológiai szempontok és a gazdaságilag kifizetődő villamosenergia-termelés közt húzóó ellentéteket.

9. 10 táblázat: Vízennergiával kapcsolatos költség-előrejelzések

Energia[Forradalom]	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Globális beépített kap. (GW)	922	1043	1206	1307	1387	1438
Beruházási költségek (\$/kW)	2705	2864	2952	3085	3196	3294
O+M költségek (\$/kW/év)	110	115	123	128	133	137

Progresszív Energia[Forradalom]

Globális beépített kap. (GW)	922	1111	1212	1316	1406	1451
Beruházási költségek (\$/kW)	2705	2864	2952	3085	3196	3294
O+M költségek (\$/kW/év)	110	115	123	128	133	137

referencia
15 WWW.NEEDS-PROJECT.ORG.

kép TEHÉN JÜHNDE BIOENERGIA-FALU BIOREAKTORA ELŐTT. A FALU NÉMETSZÁG ELSŐ KÖZÖSSÉGE, AMELY SZÉN-DIOXID-SEMLEGES BIOMASSZÁVAL BIZTOSÍTJA TELJES FŰTÉSI ÉS VILLAMOSENERGIA-IGÉNYÉT.

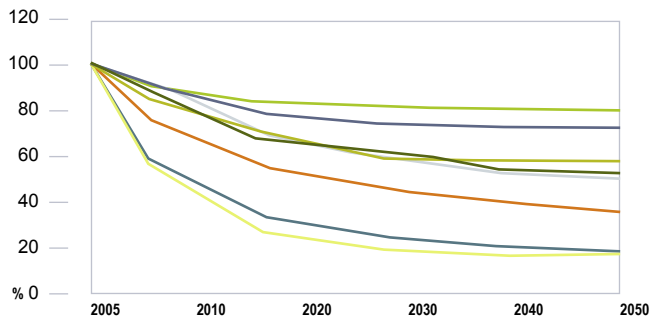


5.5.8 Összefoglalás a megújulóenergia-termelés költségfejlődéséről

A 9.1 ábra a megújulóenergia-technológiák költségrendjeit foglalja össze adott tanulási görbék alapján. Fontos hangsúlyoznunk, hogy a várható költségcsökkenés alapvetően nem az eltelt időtől függ, hanem a kumulatív kapacitástól, tehát dinamikus piaci fejlődésre van szükség. A technológiák legtöbbjénél 2020-ig megvalósítható a fajlagos befektetési költségeknek a jelenlegi szint 30–70%-ára való csökkentése, és ha a teljes érettséget elérték (2040 után), a 20–60%-ára való csökkentése is lehetséges.

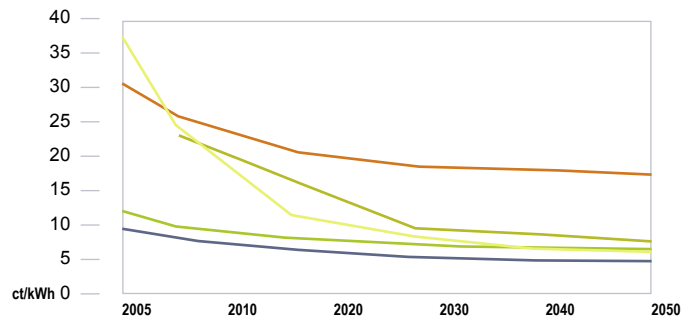
A megújulóenergia-technológiák befektetési költségeinek csökkenése közvetlenül a hő- és villamosenergia-termelés költségeinek a csökkenéséhez vezet. A termelési költség jelenleg 8–25 cent kWh között mozog a legfontosabb technológiák esetében, a fotovoltaikusokat kivéve. Hosszú távon a költségek kb. 4–10 cent/kWh-n állapodnak meg. Ezeknek a becsléseknek az értéke a helyi adottságoktól is függ, pl. hogy milyen a helyi széljárás vagy a napsugárzás mennyisége, van-e kedvező áron biomassza, vagy lehetséges-e a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés adott területen.

9.1 ábra: A megújulóenergia-technológiák befektetési költségeinek alakulása a jövőben (A KÖLTSÉGEK A JELENLEGI KÖLTSÉGEK SZINTJÉHEZ KÉPEST NORMALIZÁLTAK)



- NAPENERGIA
- SZÁRAZFÖLDI SZÉL
- TENGERI SZÉL
- BIOMASSZA ERŐMŰ
- BIOMASSZA CHP
- GEOTERMIKUS CHP
- KONCENTRÁLT NAPERŐMŰ
- ÓCEÁNI ENERGIA

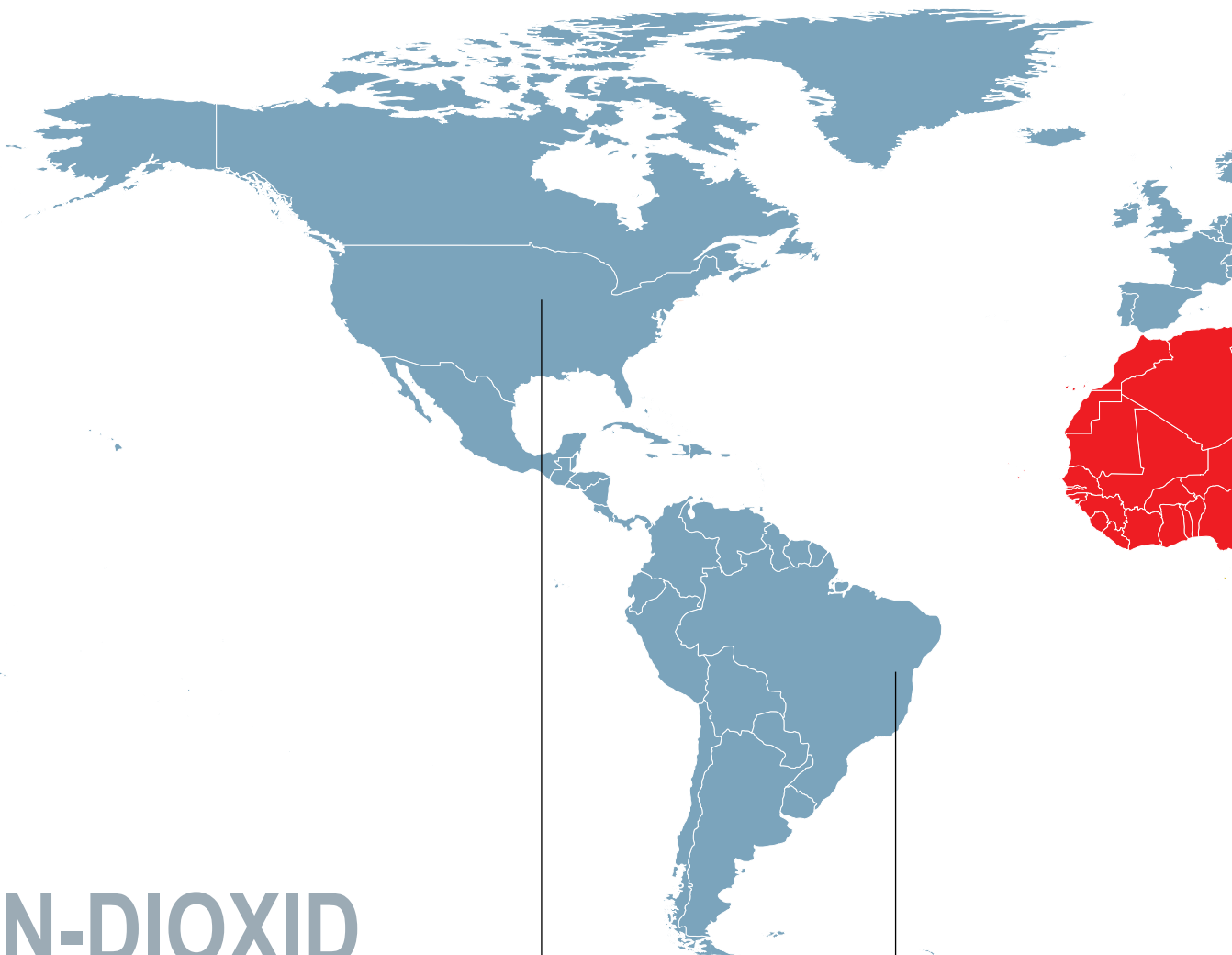
9.2 ábra: A fosszilis és megújuló opciókon alapuló villamosenergia-termelés költségeinek alakulása



- NAPENERGIA
- SZÉL
- BIOMASSZA CHP
- GEOTERMIKUS CHP
- KONCENTRÁLT NAPERŐMŰVEK

9.1 térkép: CO₂ kibocsátások referencia forgatókönyve és a Progresszív Energia[Forradalom]

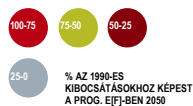
GLOBÁLIS FORGATÓKÖNYV



SZÉN-DIOXID

KIBOCSÁTÁSOK

LEGEND



REF REFERENCIA FORGATÓKÖNYV

E[R] PROGRESSZÍV ENERGIA[FORRADALOM]

0 1000 KM

CO₂ KIBOCSÁTÁSOK ÖSSZESEN
MILLIÓ TONNA [mio t] | %-A AZ 1990-ES KIBOCSÁTÁSOKNAK

FEJENKÉNTI KIBOCSÁTÁSOK TONNA [t]

H LEGNAGYOBB | M KÖZEPES | L LEGKISEBB

OECD ÉSZAK-AMÉRIKA

CO ₂	Év	REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	6686 ^H	165	6686	165
	2050	6822	169	215 ^L	5
Fejenkénti	2007	14,89 ^H		14,89	
	2050	11,82 ^H		0,37	

LATIN-AMÉRIKA

CO ₂	Év	REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	1010	167 ^M	1010	167
	2050	2006	332 ^M	119	20
Fejenkénti	2007	2,18		2,18	
	2050	3,34		0,20	

OECD EURÓPA

		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	4017 ^M	100	4017	100
	2050	3798	94	215	5
		t		t	
☺	2007	7,44		7,44	
	2050	6,61 ^M		0,36	

KÖZEL-KELET

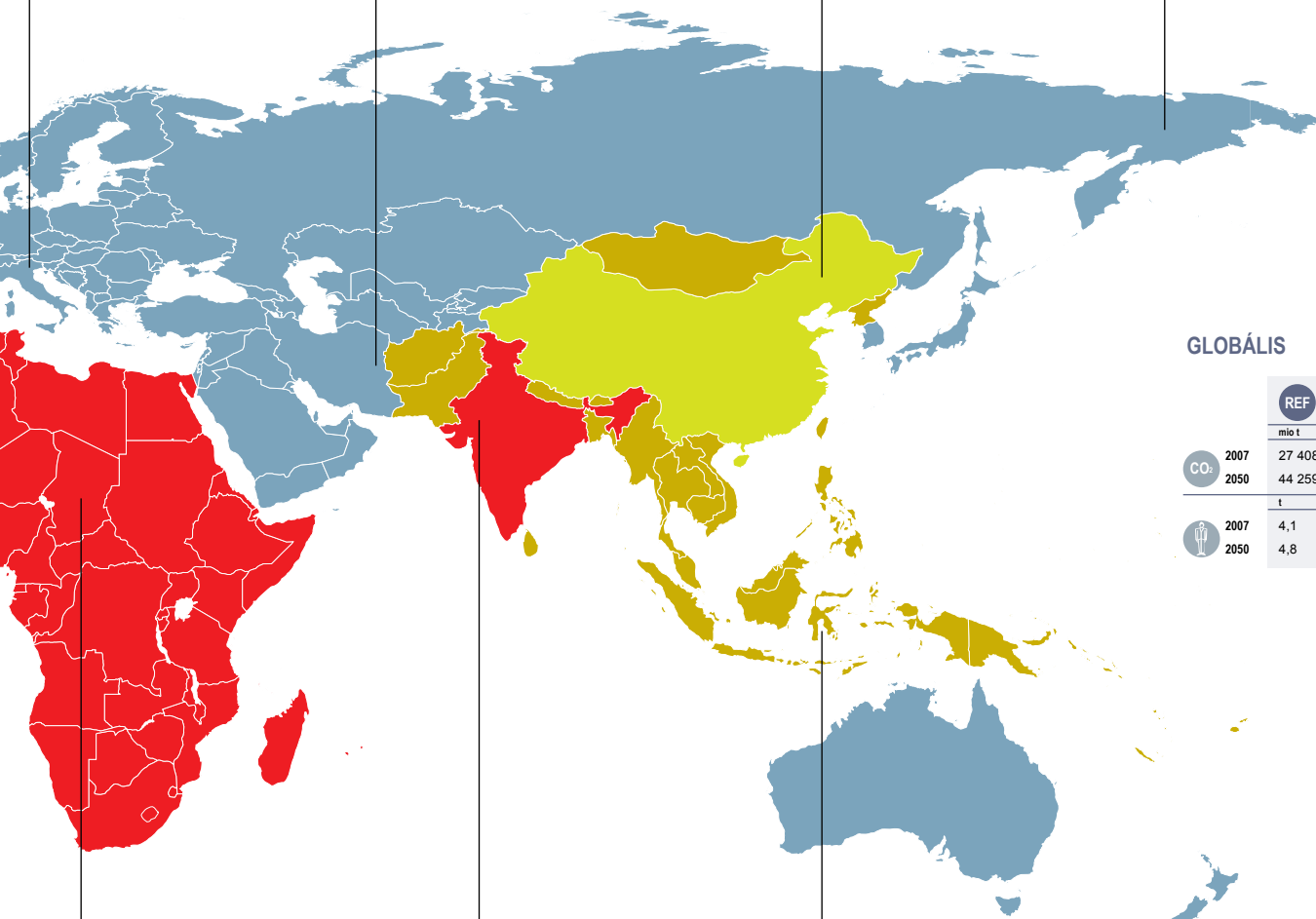
		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	1374	234	1374	234
	2050	3208	546	122	21
		t		t	
☺	2007	6,79 ^M		6,79	
	2050	9,08		0,35	

KÍNA

		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	5852	261	5852	261
	2050	12 460 ^H	555	925 ^H	41
		t		t	
☺	2007	4,38		4,38	
	2050	8,74		0,65	

ÁTMENETI GAZDASÁGOK

		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	2650	66	2650	66
	2050	3564	88	258	6
		t		t	
☺	2007	7,79		7,79	
	2050	11,47		0,83 ^H	



GLOBÁLIS

		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	27 408	131	27 408	131
	2050	44 259	211	3267	16
		t		t	
☺	2007	4,1		4,1	
	2050	4,8		0,4	

AFRIKA

		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	881 ^L	161	881	161
	2050	1622	297	423	77
		t		t	
☺	2007	0,91 ^L		0,91	
	2050	0,81 ^L		0,21	

INDIA

		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	1307	222	1307	222
	2050	5110	868	449	85
		t		t	
☺	2007	1,12		1,12	
	2050	3,17		0,31	

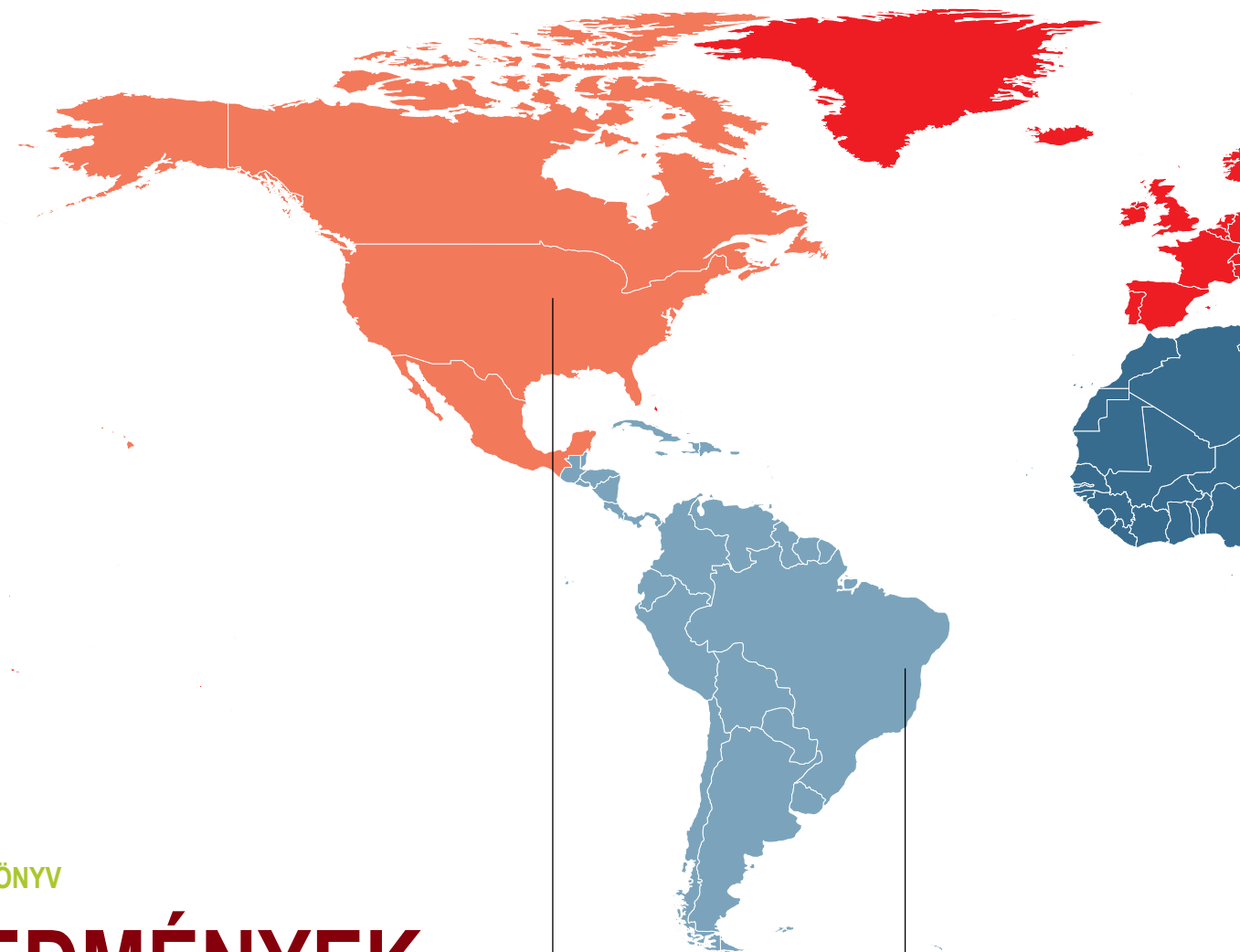
FEJLŐDŐ ÁZSIA

		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	1488	216	1488	216
	2050	3846 ^M	557	428	62
		t		t	
☺	2007	1,47		1,47	
	2050	2,54		0,28	

OECD CSENDES-ÓCEÁNI TÉRSÉG

		REF		E[F]	
		mio t	%	mio t	%
CO ₂	2007	2144	136	2144	136
	2050	1822	116	74	5
		t		t	
☺	2007	10,70		10,70	
	2050	10,14		0,41 ^M	

9. 2 térkép: a referencia forgatókönyv és a Progresszív Energia[Forradalom]eredményei GLOBÁLIS FORGATÓKÖNYV



FORGATÓKÖNYV

EREDMÉNYEK

JELMAGYARÁZAT

> -50 > -40 > -30

> -20 > -10 > 0

> +10 > +20 > +30

> +40 > +50

REF REFERENCIA FORGATÓKÖNYV

E[F] PROGRESSZÍV ENERGIA[FORRADALOM]

AZ ENERGIAFOGYASZTÁS VÁLTOZÁSA
%-BAN A PROG. E[F] 2050-BEN A
JELENLEGI (2007-ES) FOGYASZTÁSHOZ
KÉPEST.

0 1000 KM

MEGÚJULÓK ARÁNYA %

FOSSZILISOK ARÁNYA %

NUKLEÁRIS ENERGIA ARÁNYA %

H LEGNAGYOBB | M KÖZEPES | L LEGKISEBB

PE PRIMER ENERGIA TERMELÉS/IGÉNYPETA JOULE [PJ]-BAN
EL ELEKTROMOSÁRAM-TERMELÉS TERAWATT ÓRÁBAN [TWh]

OECD ÉSZAK-AMÉRIKA

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	115 758 ^H	5221 ^H	115 758 ^H	5221
2050	129 374	7917	70 227	7925
	%		%	
2007	7	15	7	15
2050	15	25	85	98
	%		%	
2007	85	67 ^M	85	67 ^M
2050	75	59 ^M	9	2
	%		%	
2007	8	18	NUKLEÁRIS ENERGIA 2040-IG KIVÉZETVE	
2050	10	16	KIVÉZETVE	

LATIN-AMÉRIKA

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	22 513	998	22 513	998
2050	40 874	2,480	27 311	2927
	%		%	
2007	29	70 ^H	29	70 ^H
2050	28	57 ^H	88 ^H	98
	%		%	
2007	70	28	70	28
2050	69	40	12	2
	%		%	
2007	1	2	NUKLEÁRIS ENERGIA 2030-IG KIVÉZETVE	
2050	3	2	KIVÉZETVE	

OECD EURÓPA

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	79 599	3576	79 599	3576
2050	82 634	5351	46 754	4233
	%		%	
☀️ 2007	10	20	10	20
☀️ 2050	21	42	85	97
	%		%	
🔥 2007	77	54	77	54
🔥 2050	71	46	16	2
	%		%	
☢️ 2007	13	26 ^H	NUKLEÁRIS ENERGIA 2030-IG KIVEZETVE	
☢️ 2050	8	12		

KÖZEL-KELET

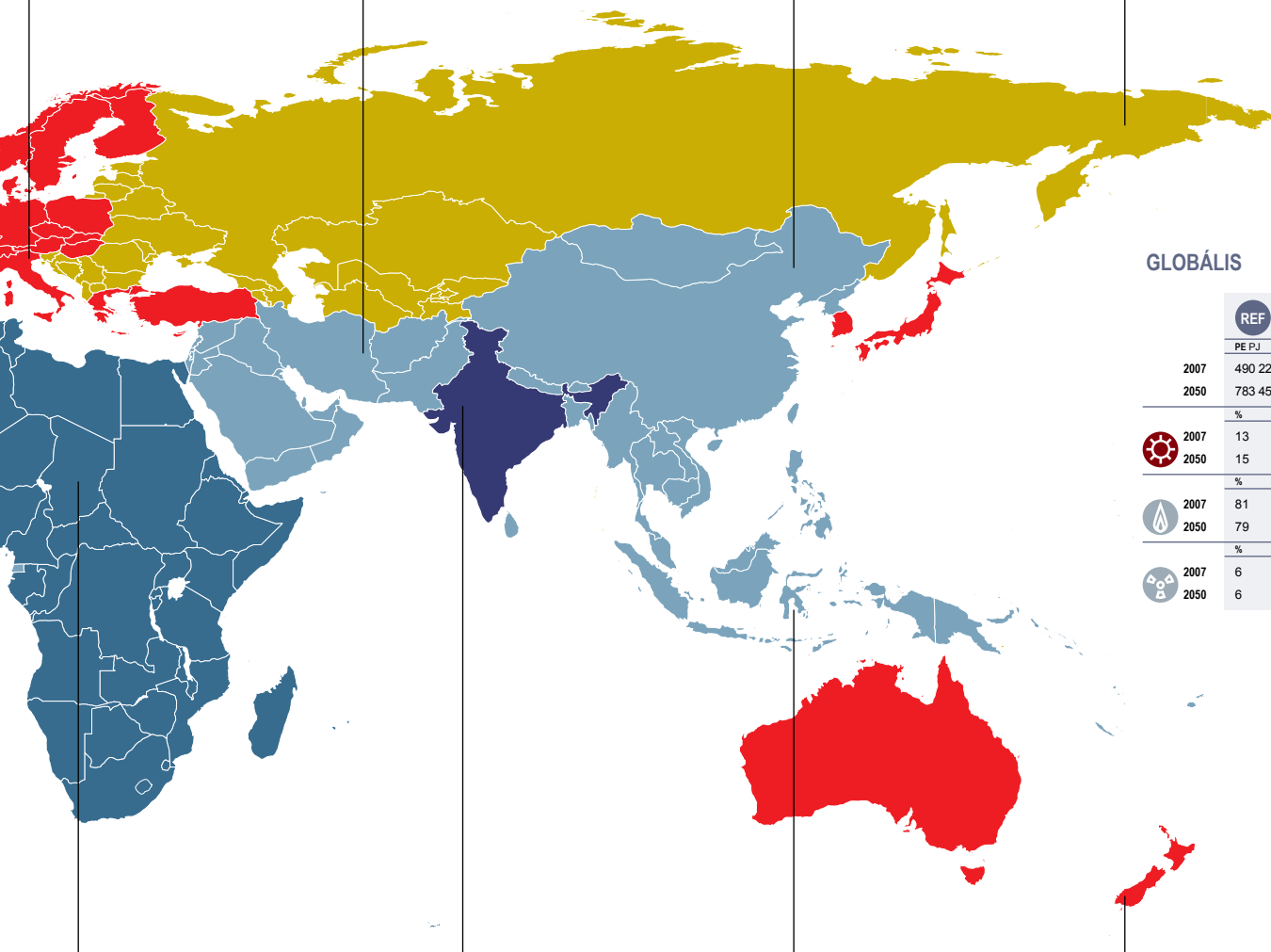
	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	21 372	715	21 372	715
2050	51 281	2404	27 475	2786
	%		%	
☀️ 2007	1 ^L	3	1	3
☀️ 2050	2 ^L	7	76	99 ^H
	%		%	
🔥 2007	99 ^H	97	99 ^H	97 ^H
🔥 2050	97 ^H	92	23	1
	%		%	
☢️ 2007	0 ^L	0	NINCS NUKLEÁRIS FEJLESZTÉS	
☢️ 2050	0 ^L	0		

KÍNA

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	83 922	3319	83 922	3319
2050	183 886 ^H	12 188 ^H	107 104 ^H	10 190 ^H
	%		%	
☀️ 2007	12 ^M	15	12 ^M	15
☀️ 2050	10	18	77	90
	%		%	
🔥 2007	87	83	87	83
🔥 2050	85	75	23 ^H	10 ^H
	%		%	
☢️ 2007	1	2	NUKLEÁRIS ENERGIA 2045-IG KIVEZETVE	
☢️ 2050	5	7		

ÁTMENETI GAZDASÁGOK

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	48 111 ^M	1685	48 111 ^M	1685
2050	64 449	3110	34 710	2438
	%		%	
☀️ 2007	4	17 ^M	4	17 ^M
☀️ 2050	7	22 ^M	76	93
	%		%	
🔥 2007	89	65	89	65
🔥 2050	85	63	24	7
	%		%	
☢️ 2007	7 ^M	17	NUKLEÁRIS ENERGIA 2045-IG KIVEZETVE	
☢️ 2050	8	15		



GLOBÁLIS

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	490 229	19 773	490 229	19 773
2050	783 458	46 542	480 861	43 922
	%		%	
☀️ 2007	13	18	13	18
☀️ 2050	15	24	80	95
	%		%	
🔥 2007	81	68	81	68
🔥 2050	79	67	20	5
	%		%	
☢️ 2007	6	14	NUKLEÁRIS ENERGIA 2045-IG KIVEZETVE	
☢️ 2050	6	10		

AFRIKA

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	26 355	615	26 355	615
2050	43 173	1826	35 805	2490
	%		%	
☀️ 2007	48 ^H	16	48 ^H	16
☀️ 2050	45 ^H	36	79 ^M	94
	%		%	
🔥 2007	51	82	51	82
🔥 2050	54 ^L	62	20 ^M	6
	%		%	
☢️ 2007	0 ^L	2	NUKLEÁRIS ENERGIA 2025-IG KIVEZETVE	
☢️ 2050	0 ^L	2		

INDIA

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	25 159	814	25 159	814
2050	77 761 ^M	4,918	52 120	5062
	%		%	
☀️ 2007	29	17	29	17
☀️ 2050	13	12	78	93
	%		%	
🔥 2007	70	81	70	81
🔥 2050	84	85	22	7
	%		%	
☢️ 2007	1	2	NUKLEÁRIS ENERGIA 2045-IG KIVEZETVE	
☢️ 2050	3	3		

FEJLŐDŐ ÁZSIA

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	31 903	978	31 903	978
2050	69 233	3721	40 639	3548
	%		%	
☀️ 2007	27	16	27	16
☀️ 2050	19	21	73	94
	%		%	
🔥 2007	72	79	72	79
🔥 2050	79	77	27	6
	%		%	
☢️ 2007	1	5 ^M	NUKLEÁRIS ENERGIA 2045-IG KIVEZETVE	
☢️ 2050	2	2		

OECD CSENDES-ÓCEÁNI TÉRSÉG

	REF		E[F]	
	PE PJ	EL TWh	PE PJ	EL TWh
2007	37 588	1851 ^M	37 588	1851 ^M
2050	40 793	2626	21 299	322
	%		%	
☀️ 2007	4	8	4	8
☀️ 2050	10	16	84	98 ^M
	%		%	
🔥 2007	84	70	84	70
🔥 2050	66	51	16	2 ^M
	%		%	
☢️ 2007	12 ^H	22	NUKLEÁRIS ENERGIA 2045-IG KIVEZETVE	
☢️ 2050	24 ^H	33 ^H		

Megújulóenergia-technológiák

GLOBALIS KÉP

NAPENERGIA

KONCENTRÁLT NAPENERGIA (CSP)

NAPKOLLEKTOROK

SZÉLENERGIA

BIOMASSZA

BIOÜZEMANYAGOK

GEOTERMIKUS ENERGIA

VÍZENERGIA

ÓCEÁNI ENERGIA

10

„A technológia adott,
mindössze a politikai akarat
hiányzik.”

CHRIS
AUSZTRÁL GREENPEACE TÁMOGATÓ

kép: A SCHRADENBIOGAS BIOGÁZERŐMŰVE A DREZDA KÖZELEBEN FEKVŐ GRÖDENNÉL, NÉMETORSZÁGBAN.
© LANGROCKZENTIGP



A megújuló energia a természetes források széles skáláját fedi le, amelyek folyamatosan újratermelődnek, ezáltal a fosszilis energiahordozókkal és az uránnal szemben sosem merülnek ki. Többségük a napnak és a holdnak a Föld időjárására gyakorolt hatásából ered. A megújuló energiák nem bocsátanak ki a hagyományos tüzelőanyagokra jellemző káros és szennyező anyagokat. Noha a vízenergiát az elmúlt évszázad közepe óta ipari méretekben használják, a többi megújuló energiaforrás komoly feltárása rövidebb történelemmel rendelkezik.

10.1 Napenergia (fotovoltaikus energia)

Több mint elegendő napsugárzás éri az egész világot ahhoz, hogy kielégítse az igényeket. A földfelszín elért napfényt 2850-szer annyi energiát biztosít, mint amennyit jelenleg használunk. A világon átlagosan minden négyzetméterért évente annyi napenergia ér, amennyivel 1700 kWh-nyi energiát lehet előállítani. Az átlagos napsugárzás mennyisége Európában ugyanakkor csak 1000 kWh négyzetméterként, szemben a Közel-Kelet 1800 kWh-s értékével.

A fotovoltaikus (PV) technológia a fényből villamos energiát állít elő. A folyamat lényege, hogy megfelelő félvezető anyagokban fény hatására elektronok szabadulnak fel; ezen negatív töltésű elemi részecskék mozgása adja tulajdonképpen az elektromos áramot. A fotovoltaikus cellákban – magyarul napelemekben – a leggyakrabban használt félvezető anyag a szilícium, amely leginkább a homokban található meg. Minden napelemben van legalább két ilyen félvezető réteg, az egyik pozitív, a másik negatív töltésű. Amikor fény esik a félvezetőre, a két réteg határán elektromos tér alakul ki, amelynek hatására a zárt áramkörben megindul az egyenáram folyása. Minél nagyobb a fény intenzitása, annál nagyobb az áramerősség. Egy fotovoltaikus rendszer működéséhez tehát nem feltétlenül szükséges ragyogó napsugárzás; a rendszer felhős napokon is termel áramot. A napenergia fotovoltaikus hasznosítása eltér a nap hőenergiáját összegyűjtő rendszerektől (ezeket hívjuk napkollektornak): utóbbi esetben a napsugarak hőjét használják fel, például a lakások és a medencék meleg vízének biztosítására.

A fotovoltaikus rendszerek legfontosabb elemei az alapvető építőköveket jelentő cellák, a nagyszámú cellát egységbe szervező modulok, illetve néhány esetben az inverterek, amelyek a megtermelt villamos energiát a hétköznapi használatra alkalmassá alakítják át. Ha egy fotovoltaikus berendezésre azt mondják, 3 kWp-os (p: peak – csúcs), az a rendszer szabványos tesztkörülmények közötti teljesítményére utal, amely lehetővé teszi a különböző modulok összehasonlítását. Közép-Európában egy 3 kWp-os értékelést kapott fotovoltaikus rendszer körülbelül 27 négyzetméteres felszínnel elegendő villamos energiát állítana elő egy energiatudatos háztartás áramigényének fedezésére.

Számos különböző fotovoltaikus technológia és telepített rendszer létezik.

Technológiák

- **Szilíciumkristályos technológia:** A szilíciumkristályos cellákat egyetlen szilíciumkristályból (monokristályos) vagy egy szilíciumkristály-tömbből (polikristályos vagy multikristályos) vágott vékony szeletekből készítik. Ez a legelterjedtebb technológia, amely ma a piac 80%-át adja. Ez a technológia ezenfelül szilíciumszalagok alkotta lapok formájában is létezik.
- **Vékony rétegű (vékonyfilmes) technológia:** A vékonyfilmes modulok esetében rendkívül vékony fényérzékeny anyagot visznek fel egy

hordozórétegre, például üvegre, rozsdamentes acélra vagy rugalmas műanyagra. Utóbbi széleskörű alkalmazási lehetőségeket tár fel, főleg az épületek (tetőcserepek) és a végfelhasználói célok terén. Jelenleg négyféle vékonyfilmes modul kapható kereskedelmi forgalomban: az amorf szilíciumos, a kadmium-telluridos, a réz-indium/gallium-diszelenid/diszulfidos és a többrétegű cellás.

- **További, kialakulóban levő cellatechnológiák** (fejlesztési vagy korai kereskedelmi fázisban): Ezek közé tartozik a koncentrált fotovoltaikus technológia, amelyben a cellák koncentrált gyűjtőket alkotnak; a gyűjtők lencsékkel fókuszálják a koncentrált napfényt a cellákra. Egy másik technológia a szerves napcella, ahol az aktív anyagot legalább részben szerves festék, kicsi, illékony szerves molekulák vagy polimer alkotja.

Rendszerek

- **Hálózatra visszatápláló** A legnépszerűbb fotovoltaikus rendszer az iparosodott országok otthonaiban és irodaépületeiben. A helyi elektromos hálózatra csatlakozás lehetővé teszi az áramfelesleg eladását a szolgáltatónak. A napsütéses órákon kívüli időben pedig a hálózatról importálják a villamos energiát a rendszerbe. A rendszer által megtermelt egyenáramot egy inverter alakítja a hagyományos elektronikai eszközök által felhasználható váltóárammá.
- **Hálózati ráségités** A rendszert tartalék akkumulátorként is lehet a helyi elektromos hálózatra csatlakoztatni. Az akkumulátor feltöltése után a felesleges napenergia eladható a hálózatnak. Ez a rendszer azokon a területeken ideális, ahol nem megbízható az áramellátás.
- **Hálózaton kívüli** A hálózattól teljesen független rendszert egy töltésszabályozó kapcsolja össze az akkumulátorral, amely eltárolja a megtermelt villamos energiát, és a fő áramforrás szerepét tölti be. Egy inverterrel váltóáram állítható elő a hagyományos készülékek számára. Tipikus példa a hálózaton kívüli rendszerekre a mobiltelefonok átváltóállomásai, illetve a vidék villamosítása. A vidék villamosítása vagy a napenergián alapuló, az alapvető áramigényeket kielégítő kis, házi rendszereket jelenti, vagy az olyan minihálózatokat, amelyek segítségével számos háztartás áramellátását biztosítják.
- **Hibrid rendszer** A napenergián alapuló rendszerek más energiaforrásokkal is kombinálhatók – biomassza-üzemű generátorral,

10.1 ábra: Fotovoltaikus technológia



1. FÉNY (FOTONOK)
2. ELŐLDALI KONTAKTUSRÁCS
3. TÜKRÖZŐDÉSGÁTLÓ (ANTIREFLEXIÓS) RÉTEG
4. N TÍPUSÚ FÉLVEZETŐ
5. P-N ÁTMENET
6. P TÍPUSÚ FÉLVEZETŐ
7. HÁTOLDALI KONTAKTUS

szélturbinával vagy dízelgenerátorral – az áramellátás folyamatosságának biztosításáért. A hibrid rendszerek visszatáplálhatnak a hálózatra, lehetnek függetlenek a hálózattól, vagy hálózati ráségitéssel is működhetnek.

10.2 Koncentrált napenergia (CSP)

A koncentrált naperőművek, más néven naphőerőművek a hagyományos erőművekhez egészen hasonló módon termelnek villamos energiát. A bemeneti energiát a napsugárzás összpontosításával és magas hőmérsékletű gőzzé vagy gázzá alakításával szerzik meg, amellyel egy turbinát vagy egy motort hajtanak meg. A nagy tükrök a napfényt egyetlen vonalra vagy pontra összpontosítják; az ott keletkező hő termeli a gőzt. Ez a forró, magas nyomású gőz látja el a villamos energiát termelő turbinákat. A napsütésben gazdag területeken a CSP-erőművek az áramtermelés nagy hányadát képesek ellátni.

Négy fő összetevőre van szükség: egy koncentrátorra, egy gyűjtőre, valamilyen közegátvivőre vagy tárolóra és az energia átalakítására. Számos különböző rendszer összeállítása lehetséges, beleértve a további megújuló vagy nem megújuló energián alapuló technológiákkal való összekapcsolásokat – de a naphő technológiáját négy fő csoportba oszthatjuk:

- **Napteknő (parabolavályú)** A napteknős erőművek parabolavályús gyűjtőkől kialakított sorokból állnak, amelyek a napsugárzást egy elnyelő csőbe tükrözik. A csőekben szintetikus olaj kering, amely körülbelül 400 fokra hevül fel. Ezt a hőt használják fel a villamos energia előállítására. A jelenleg épülő erőművek egy részét úgy tervezték, hogy ne csak a napsütéses órákban termeljen áramot, hanem raktározza is el az energiát, amellyel névleges teljesítményét napnyugta után is további 7,5 órán át képes leadni, ezzel drámaian megnövelve a hálózatba való beépíthetőséget. A hideg-meleg kéttartályos rendszerben általában sóolvadékot használnak hőtároló folyadékként. Az Európában jelenleg üzemelő erőművek: az Andasol 1 és 2 (mindkettő 50 MW-os, plusz 7,5 órás raktározással); a Puertollan (50 MW); az Alvarado (50 MW) és az Extresol 1 (50 MW, plusz 7,5 órás raktározás).
- **Központi gyűjtő vagy naptorony** A napfényt körkörös elhelyezett heliosztátok (nagy méretű, önállóan mozgatható tükrök) koncentrárlják

egy központi gyűjtőre egy torony tetején. Egy hőtároló közeg elnyeli az erősen koncentrált sugárzást, és hőenergiává alakítja azt a turbina által hasznosítható túlhevített gőz előállítására. Hőtároló közegként eddig alkalmaztak már vizet vagy gőzt, sóolvadékot, folyékony nátriumot és levegőt. Ha nagyon magas hőmérsékletű, legalább 1000 fokos túlnyomásos gázt vagy levegőt használnak, az egy gázturbinában közvetlenül is használható a földgáz kiváltására, kiaknázva a korszerű, kombinált ciklusú gáz- és gőzerőművek kiváló (60% fölötti) hatékonyságát.

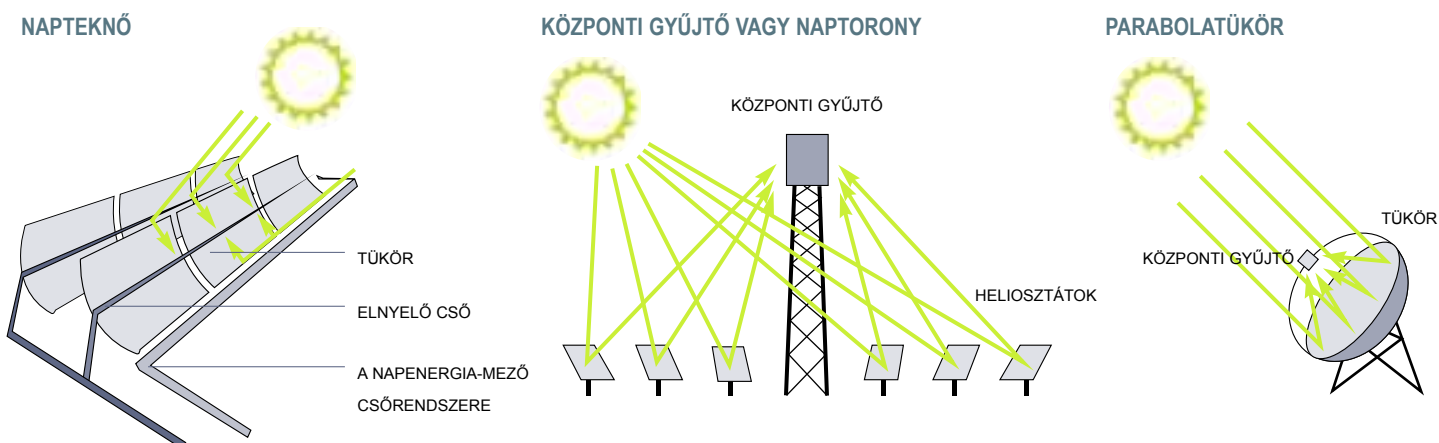
Egy köztes, 30 MW-os maximális méretezési időszakot követően a naptornyok fejlesztői már biztosak abban, hogy a hálózatra visszatápláló tornyos erőművek akár 200 MWe kapacitásúra is megépíthetők, kizárólag napenergián alapuló egységekkel. A hőtárolás javítja az erőművek rugalmasságát. Noha a naptornyok kereskedelmi bevezetését időben még távolabbra teszik a parabolavályúknál, az energiaátalakítás hatékonysága terén jók a hosszú távú kilátásaik. Naptornyos projektek kezdődtek Spanyolországban, Dél-Afrikában és Ausztráliában.

- **Parabolatükör** Egy tányér formájú tükröt használva a napfényt a fókuszpontba helyezett gyűjtőre összpontosítják. A koncentrált sugárzás a gyűjtőben egy folyadékot vagy gázt melegít fel körülbelül 750 fokra, ezt felhasználva végül villamos energiát állítanak elő egy kis dugattyúval, Stirling-motorral vagy a gyűjtőhöz kapcsolt mikroturbinával. A parabolatükrökben rejülő lehetőségeket leginkább a decentralizált áramellátás és a távoli, független villamosenergia-rendszerek tudják kihasználni. Jelenleg az Egyesült Államokban, Ausztráliában és Európában terveznek ilyen projekteket.
- **Lineáris Fresnel-rendszerek** A gyűjtők a napteknőket idézik, és az energiatermelési technika is hasonló: vízszintesen elhelyezett síktükrök sorai követik együttesen vagy önállóan a nap járását. Jelenleg egy ilyen erőmű üzemel Európában: a Puerto Errado (2 MW).

10.3 Napkollektorok

A napkollektorok egy több évszázados elven alapulnak: a nap felmelegíti a sötét edényben lévő vizet. A jelenleg piacon található napkollektoros technológiák hatékonyak és magas megbízhatósággal rendelkeznek, és számos alkalmazási területen bevetethők: a háztartási meleg víztől, a lakó- és középületek fűtésétől kezdve a medencefűtésen és a napenergiával segített hűtésen át az ipari folyamathoz és az ivóvízzé alakítandó víz sóatlanításáig.

10.2 ábra: Koncentrált napenergia-erőmű (CSP)



kép NAPENERGIA-PROJEKT A THAIFÖLDI PHITSZANULOKBAN. A MEGÚJULÓ ENERGIÁK NEMZETKÖZI INTÉZETÉNEK ÉS ISKOLÁJÁNAK NAPENERGIÁT HASZNOSÍTÓ LÉTESÍTMÉNYE.

kép A CONISTON ERŐMŰ NAPELEMEI, ÉSZAKKELETRE AZ AUSZTRÁLIAI ALICE SPRINGS-TŐL.



Noha fejlett termékek léteznek a háztartási meleg víz és fűtés napenergiával való biztosítására, alkalmazásuk a legtöbb országban még mindig nem vált megszokottá. A napkollektoros technológiák telepítési költségeinek csökkentése érdekében kulcsfontosságú azokat már a tervezési fázisban vagy a fűtési (és hűtési) rendszer cseréjekor beépíteni az épületekbe. A nem lakossági szektor kiaknázatlan lehetőségei is hamarosan feltárulnak, ahogyan a friss fejlesztésű technológiák kereskedelmi életképesekké válnak.

Háztartási meleg víz és fűtés napenergiával A háztartási meleg víz előállítása a leggyakoribb alkalmazási mód. A körülményektől és a rendszer összeállításától függően az épületek melegvíz-igényének nagy részét le lehet fedni napenergiával. A nagyobb rendszerek emellett a fűtési energia biztosításából is számottevő részt képesek vállalni. A technológiának két fő típusa van:

- **Vákuumcsöves:** A vákuumcsőben levő abszorber elnyeli a napsugárzást, és felmelegíti a benne keringő folyadékot. A csövek mögötti tükrökről további sugárzás kerül felhasználásra. A vákuumcső kerek formája a napsugarak beesési szögétől függetlenül biztosítja az utat az abszorberhez. A vákuumcsöves kollektorok még felhős időben is hatékonyak tudnak maradni, amikor a fény egyszerre több szögből érkezik.
- **Síkkollektor:** Alapvetően egy üvegorítású dobozról van szó, amely a tetőablakhoz hasonlóan kerül el a háztetőn. A kollektorban rézcsövek helyezkednek el, amelyekre rézlemezek kapcsolódnak. Az egész szerkezetet egy fekete anyag borítja, amelynek feladata a napsugarak elnyelése. A sugarak felmelegítik a kollektorból az épület bojlerébe áramló, víz és fagyálló alkotta keveréket.

Napenergiával segített hűtés A naphűtők hőenergiát használnak a hűtésre és/vagy csökkentik a levegő páratartalmát, a hűtőkhöz és a hagyományos légkondicionáló berendezésekhez hasonlóan. Ez az alkalmazási mód jól illeszkedik a nap hőenergiájához, hiszen a legnagyobb igény a hűtésre gyakran egybeesik a legnaposabb időszakokkal. A naphűtés bemutatkozása sikeres volt, a jövőben pedig annak széleskörű elterjedése várható.

10.4 Szélenergia

Az elmúlt húsz évben a szélenergia vált a világ leggyorsabban gyarapodó energiaforrásává. A mai szél turbinákat részletesen kialakított tömegtermelési ipar állítja elő eredményes, költséghatékony és gyorsan telepíthető technológiát alkalmazva. A turbinák mérete néhány kW-tól több

10.3 ábra: Síkkollektoros technológia



mint 5000 kW-ig terjed, a legnagyobb turbinák magassága pedig meghaladja a 100 métert. Egyetlen nagy szél turbina elegendő villamos energiát képes termelni 5000 háztartás számára. A legfejlettebb szél erőműparkok állhatnak mindössze néhány turbinából is, de akár több száz MW-os nagyságúak is lehetnek.

A világ szélkapacitása hatalmas, a globális villamosenergia-igénynél is több áram előállítására képes, emellett megfelelően oszlik el az öt földrész között. A szél turbinák nemcsak a legszelesebb tengerparti területeken, hanem a tengerparttal nem rendelkező országokban is működtethetők, például Közép-Kelet-Európában, Közép-Észak- és Dél-Amerikában és Közép-Ázsiában. A tengeri szél a szárazföldinél is termelékenyebb, ez ösztönzi a tengeri, a tengerfenékre ágyazott alakra épített szél erőműparkok létesítését. Dániában egy 2002-ben épített szél erőműpark 80 turbinája elegendő elektromos áramot termel egy 150 000 fős város számára.

A kisebb szél turbinák hatékonyan képesek villamos energiát előállítani olyan területeken, ahol nincs más hozzáférés az elektromossághoz. Ez az energia közvetlenül is felhasználható, illetve akkumulátorokban is tárolható. Új technológiák fejlesztése is zajlik a szélenergia hasznosítására a sűrűn lakott városok szélnek kitett épületei számára.

A szél turbinák tervezése Az 1980-as évek óta a szél turbinák tervezése számottevően egységesült. A mai kereskedelmi turbinák többsége függőleges tengellyel és három, egyenlő szögben álló lapáttal üzemel. Ezek egy rotorra vannak erősítve, amelyből az áram egy váltón keresztül jut el a generátorhoz. A váltó és a generátor az úgynevezett gondolában helyezkednek el. Egyes szél turbinatervek kihagyják a váltót, és közvetlen meghajtással működnek. A megtermelt villamos energiát a tornyon keresztül vezetik a transzformátorhoz, végül pedig a helyi villamosenergia-hálózathoz.

A szél turbinák 3-4 méter per másodperces szélességtől körülbelül 25 m/s-ig működnek. Nagyobb szél erősség esetén a teljesítmény korlátozható a kimenetnél, illetve a lapátszög vezérlésével, hogy a lapátok ne álljanak ellen a szélnek. A lapátszögek állítása vált a leggyakoribb módszerré. A lapátok emellett állandó vagy változó sebességgel is képesek forogni, utóbbi esetben a turbina szorosabban képes követni a szélesség változásait.

A szél technológia jelenlegi fő tervezési szempontjai:

- magas termelékenység gyengén és erősen szeles helyszíneken is;
- illeszkedés a hálózat működéséhez;
- akusztikus teljesítmény;
- aerodinamikai teljesítmény;
- vizuális hatás;
- tengeri bővítés.

Noha a jelenlegi tengeri szél piac mindössze 1 százaléka a világ szárazföldi szélkapacitásának, a szél technológia legújabb fejlesztéseit elsősorban ez a növekvő lehetőség vezérli. Ez azt jelenti, hogy a hangsúly a nagyon nagy méretű turbinák hatékony előállítására tevődik.

A korszerű szél technológia számos helyszínen alkalmazható: gyengén és erősen szeles területeken, sivatagban és sarki éghajlaton. Az európai szél erőműparkok magas rendelkezésre állási idővel üzemelnek, általánosan jól illeszkednek a környezetbe, és elfogadják őket a lakosság.

Az optimális, közepes nagyságrendű méretekről szóló ismétlődő jóslatok és annak ellenére, hogy a szélturbinák nem növekedhetnek a végtelenségig, a turbinák mérete évről évre nőtt – az 1980-as évek Kaliforniájának 20–60 kW-jától a legújabb, több megawattos, száz méter fölötti rotorátmérőjű szerkezetig. A telepített turbinák átlagos mérete 2009-ben 1599 kW volt, a legnagyobb üzemelő szerkezet, az Enercon E126 pedig 126 méteres rotorátmérővel és 6 MW-os összteljesítménnyel rendelkezett.

A piacok és a gyártók bővülése is a turbinák méretéhez hasonló ütemben növekedett. Ma már 150 000-nél több szélturbina üzemel a világ több mint 50 országában. Jelenleg az Egyesült Államok piaca a legnagyobb, de Németországban, Spanyolországban, Dániában, Indiában és Kínában is figyelemreméltó növekedés zajlik.

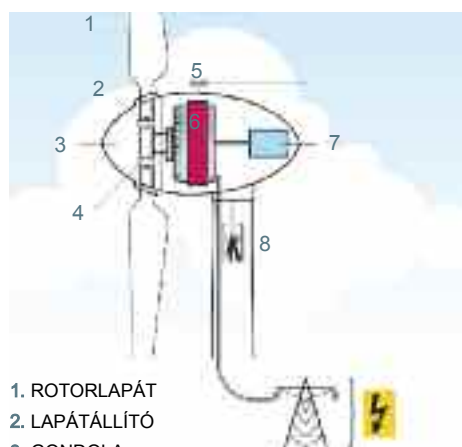
10.5 Biomassza

A biomassza gyűjtőfogalom, amely az energiaforrásként felhasználható, friss biológiai eredetű anyagokat foglalja magában. Ide tartozik a fa, a gabonafélék, az algák és egyéb növények vagy a mezőgazdasági és erdőhulladékok. A biomasszának számos különböző végső felhasználási célja lehet: fűtés, villamos energia termelése vagy üzemanyag közlekedéshez. A „bioenergia” kifejezést a biomasszával működő energiarendszerekre használják, amelyek hőt és/vagy villamos energiát állítanak elő; a „bioüzemanyagot” pedig a közlekedésben használt folyékony üzemanyagokra alkalmazzák. A különféle gabonákból előállított biodízel egyre nagyobb teret hódít a járművek üzemanyagaként, különösen a kőolaj árának emelkedése miatt.

A biológiai erőforrások megújulnak, könnyen tárolhatók, és – amennyiben fenntartható módon kerülnek betakarításra – szén-dioxid-semlegesek. Ez azért lehetséges, mert a hasznosítható energiává alakítás során kibocsátott gázokat ellensúlyozza a növény növekedése során elnyelt szén-dioxid mennyisége.

A villamos energiát termelő biomassza-erőművek pontosan úgy működnek,

10.4 ábra: Szélturbina-technológia



1. ROTORLAPÁT
2. LAPÁTÁLLÍTÓ
3. GONDOLA
4. ROTORTENGELY
5. SZÉLMÉRŐ
6. GENERÁTOR
7. RENDSZERVEZÉRLŐ
8. LIFT

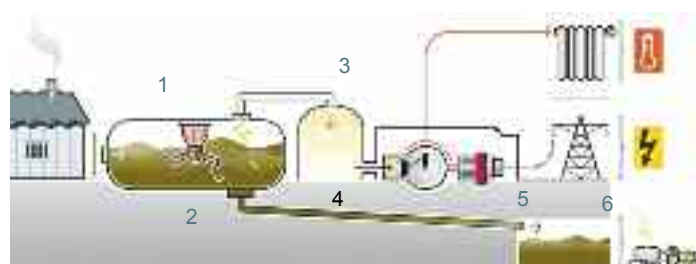
mint a földgáz- és szén-erőművek, azt leszámítva, hogy a fűtőanyagot elégetés előtt fel kell dolgozni. Ezek az erőművek általánosságban nem olyan nagyméretűek, mint a szén-erőművek, mivel a fűtőanyagként használt növényeket a lehető legközelebb kell termesztetni az erőműhöz. A biomassza-erőműveket kombinált hő- és villamosenergia-rendszer (CHP) alkalmazásával (a hőt a közeli házakba vagy gyárakba szállítva) vagy külön erre a célra kialakított fűtési rendszerekkel lehet hőtermelésre használni. A kisméretű fűtési rendszerek speciálisan elkészített, hulladékfából származó pelletet használnak, amellyel önálló családi házakban is ki lehet váltani a földgázt és a kőolajat.

Biomassza-technológia Az energia biomasszából történő előállítására számos módszer használható. Ezeket két csoportra lehet osztani: hőrendszerekre, amelyek közvetlenül égetnek el szilárd, folyékony vagy gáz halmazállapotú anyagokat pirolízissel vagy gázosítással; illetve biológiai rendszerekre, amelyek a szilárd biomasszát folyadékká vagy gáznemű fűtőanyaggá alakítják anaerob lebontással és fermentációval.

• **Hőrendszerek Közvetlen elégetés** A biomassza energiává alakításának leggyakoribb módja a közvetlen elégetés, mind a hő, mind a villamos energia termelését illetően. A biomassza-termelés 90%-át ez a technika teszi ki. Megkülönböztethetünk fixágyas, fluidágyas és áthordásos áramlásos égetési technológiákat. A fixágyas égetésnél – például rostélyos kemencében – az elsődleges levegő egy rögzített ágyon halad keresztül, amelyben szárítás, gázosítás és a faszén égetése zajlik. A létrejövő gyúlékony gázokat a másodlagos levegő hozzáadása után égetik el, általában a fűtőanyagágytól elválasztott zónában. A fluidágyas égetés során az elsődleges égéslevegőt a kemence aljából fújják be akkora sebességgel, hogy a kemencében lévő anyag részecskék és buborékok fortyogó masszájává válik. Az áthordásos áramlásos égetés a kis részecskékből álló fűtőanyagok, például a fűrészpor vagy a finom forgács számára ideális, amelyeket pneumatikusan fújják be a kemencébe.

Gázosítás A fejlett átalakító technológiák a biomassza-üzemanyagok egyre nagyobb részét használják fel; ilyenek a gázosító rendszerek, amelyek a hagyományos energiatermelésnél jóval magasabb hatékonyságot

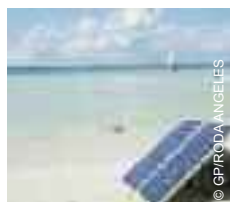
10.5 ábra: Biomassza-technológia



1. FÜTŐT KEVERŐ
2. FERMENTÁCIÓS TARTÁLY
3. BIOGÁZTARTÁLY
4. BELSŐÉGÉSŰ MOTOR
5. GENERÁTOR
6. SZENNYVÍZTÁROLÓ

kép NAPELEMEK EGY MEGÚJULÓ ENERGIÁKRÓL SZÓLÓ KIÁLLÍTÁSON A BORACAY-SZIGETEN, A FÜLÖP-SZIGETEK LEGFŐBB TURISZTIKAI CÉLPONTJÁBAN.

kép VESTAS VM 80 SZÉLTURBINÁK EGY TENGERI SZÉLERŐMŰPARKBAN DANIÁTÓL NYUGATRA.



nyújtanak. A gázosítás egy termokémiai folyamat, amelynek során a biomasszát kevés oxigénnel vagy oxigén nélkül melegítik, hogy alacsony energiájú gázt állítsanak elő. A gáz aztán egy gázturbinában vagy belsőégésű motorban használható villamos energia előállítására. Emellett gázosítással a kibocsátások is csökkenthetők a közvetlen égetéses és gőzciklusos energiatermeléshez képest.

Pirolízis A pirolízis (hőbontás) folyamatában a biomassza magas hőmérsékletnek van kitéve levegőmentes környezetben, melynek hatására a biomassza bomlásnak indul. A pirolízis végtermékei között mindig szerepel gáz (biogáz), folyadék (bioolaj) és szilárd anyag (faszén); ezek aránya függ a fűtőanyag jellemzőitől, a pirolízis módszerétől és a reakció paramétereitől, például a hőmérséklettől és a nyomástól. Alacsonyabb hőmérsékleten több szilárd és folyékony termék alakul ki, magasabb hőmérsékleten pedig több biogáz fejlődik.

• **Biológiai rendszerek** Ezek a folyamatok nagyon nedves biomasszaanyagok, például élelmiszer- vagy mezőgazdasági hulladékok (beleértve a haszonállatok hígtrágyáját is) esetében alkalmazhatók.

Anaerob lebontás Az anaerob lebontás azt jelenti, hogy a baktériumok a szerves hulladékot oxigénmentes környezetben bontják le. Az így keletkező biogáz többnyire 65%-ban tartalmaz metánt és 35%-ban szén-dioxidot. A megtisztított biogáz végül fűtésre és villamos energia termelésére is használható.

Fermentáció A fermentáció az a folyamat, amelyben a magas cukor- és keményítőtartalmú fejlődő növényeket mikroorganizmusok segítségével bontják le, hogy etanolt és metanolt állítsanak elő. A végtermék egy éghető üzemanyag, amelyet járművekben is fel lehet használni.

A biomassza-erőművek általában 15 MW-os teljesítményűek, de a nagyobb erőművek akár 400 MW teljesítmény leadására is képesek. A fűtőanyag részben tartalmazhat fosszilis anyagokat, például szénport. A világ legnagyobb biomassza-erőműve a finnországi Pietarsaari-ban található. A 2001-ben épült erőmű kombinált ciklusú ipari erőmű gőzt (100 MWt) és villamos energiát (240 MWe) állít elő a helyi erdőipar és a közeli város távhője számára. A rendszer része egy fluidágyas bojler, amely fakéregből, fűrészporból, fahulladékból, kereskedelmi bioüzemanyagból és tőzegeből állít elő gőzt.

10.6 Bioüzemanyagok

A gabonák etanollá alakítása és a biodízel repce metilészterből (RME) való készítése jelenleg elsősorban Brazíliában, az Egyesült Államokban és Európában zajlik. A szintetikus üzemanyagok „bioszintézises” gázokból való kinyerése szintén nagyobb szerepet kap a jövőben.

A bioüzemanyagok elméletileg bármilyen biológiai szénforrásból előállíthatók, bár a fotoszintetizáló növények a legelterjedtebbek.

A bioüzemanyag termelésére számos különböző növényt és növény származékot használnak.

Világszinten a bioüzemanyagokat leginkább járművek meghajtására használják, de más alkalmazási módok is léteznek. A bioüzemanyagok termelésének és használatának a szén-dioxid-kibocsátások nettó csökkentését kell eredményeznie a hagyományos fosszilis üzemanyagok használatához képest, hogy enyhítsék az éghajlatváltozást. A fenntartható módon előállított bioüzemanyagok csökkentik az emberiség köoolajfüggőségét, ezáltal javítják az energiabiztonságot.

A bioetanolt cukrok fermentálásával állítják elő. A cukrot ehhez vagy közvetlenül szerzik be (cukornádból vagy cukorrépából), vagy a gabonákban – búzában, rozsbán, árpában, kukoricában – található keményítő lebontásával kapják. Az Európai Unióban a bioetanolt főleg gabonából, elsősorban búzából készítik. Brazíliában a cukornád a legkedveltebb alapanyag, az Egyesült Államokban pedig a kukorica. A gabonából készített bioetanol mellékterméke egy fehérjében gazdag állati takarmány, a szárított gabonatorkőly (DDGS). Az etanol előállítására használt minden egyes tonna gabona egyharmada lép be torkőlyként a takarmányozási rendszerbe – magas fehérjetartalma miatt jelenleg a szójapogácsa pótlására használják. A bioetanolt vagy közvetlenül darálják a gázolajba (benzinbe), vagy etil-tercier-butil-éter formájában (ETBE) alkalmazzák.

A biodízel repceből, napraforgómagból vagy szójababból készítik, emellett sőtőolajból vagy állati zsírból is származhat. Ha a használt növényi olajat a biodízel-termelés alapanyagaként újrahasznosítják, ezzel csökkenthető az elhasznált olaj okozta szennyezés, és újabb módszert jelent a hulladékok szállítási energiává alakítására. A biodízel és a hagyományos szénhidrogén alapú gázolaj keverékei a kiskereskedelmi közlekedési üzemanyag piacának legelterjedtebb termékei.

A legtöbb ország az üzemanyag-keverékekben címkézési rendszert használ a biodízel arányának feltüntetésére. A 20% biodízel tartalmazó üzemanyagot B20 jelöléssel látják el, míg a tiszta biodízel B100-nak nevezik. A biodízel és a dízelgázolaj 20/80%-os arányú keverékének használata (B20) általában nem igényli a dízelmotorok átalakítását, a tiszta biodízel (B100) esetében ugyanakkor szükség lehet a motor bizonyos szintű módosítására. A biodízel ezenkívül háztartási és kereskedelmi kazánok fűtőanyagaként is fel lehet használni. A régebbi kazánok gumi alkatrészeket tartalmazhatnak, amelyekre hatással lehetnek a biodízel oldó jellemzői, ezt leszámítva viszont nincs szükség más átalakításra.

10.7 Geotermikus energia

A geotermikus energia a földkéreg mélyéről származó hő. A legtöbb helyen a hő rendkívül diffúz állapotban éri el a földfelszínt, ugyanakkor különböző geológiai folyamatok eredményeképpen bizonyos területeken – például az Egyesült Államok nyugati partján, Kelet-Európa nyugati és középső részén, Izlandon, Ázsiában és Új-Zélandon – a geotermikus erőforrások a felszínhez viszonylag közel rejlenek. Ezeket alacsony (90 fok alatti), közepes (90–150 fok) és magas (150 fok fölötti) hőmérsékletű kategóriákba sorolhatjuk. Az egyes erőforrások felhasználási módjai a hőmérséklettől függenek. A legmagasabb hőmérsékletű forrásokat kizárólag villamos energia termelésére használják. A jelenlegi geotermikus termelési kapacitás világszinten körülbelül 10 700 MW-nyit; a legtöbbet, több mint 3000 MW-ot az Egyesült Államok termeli, őket a Fülöp-szigetek (1900 MW) és Indonézia (1200 MW) követi. Az alacsony és a közepes hőmérsékletű forrásokat közvetlenül vagy hőszivattyúk segítségével lehet felhasználni.

A geotermikus erőművek a föld természetes hőjét használják fel a víz vagy egy szerves közeg gőzzé alakítására. A gőzt aztán egy villamos energiát termelő turbina meghajtására használják. Az Egyesült Államokban,

referencia

I OPPORTUNITIES FOR 1,000 MWE BIOMASS-FIRED POWER PLANT IN THE NETHERLANDS, GREENPEACE HOLLANDIA, 2005

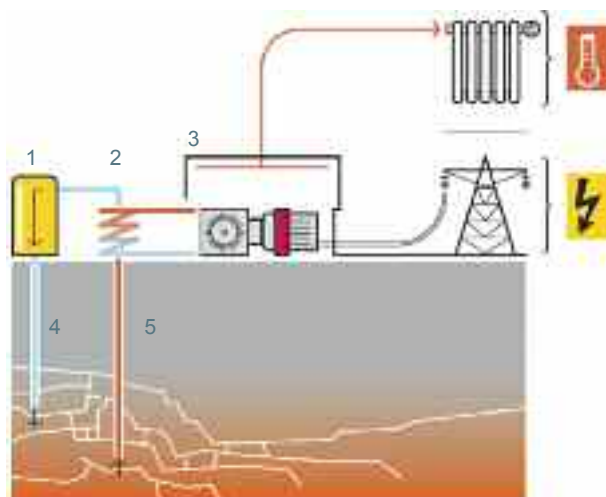
Új-Zélandon és Izlandon évtizedek óta használják ezt a technikát; Németországban több kilométert kell lefűrni a szükséges hőmérséklet eléréséhez, így ott még csak a kísérleti fázisban tartanak. A geotermikus hőerőművek alacsonyabb hőmérsékletet igényelnek, és a felmelegített vizet közvetlenül használják fel.

10.8 Vízenergia

A vizet nagyjából egy évszázada használják elektromosság előállítására. Ma a világ villamos energiájának körülbelül egyötöde származik vízenergiából. A beton duzzasztógáttal és hatalmas méretű víztározóval rendelkező nagy vízerőművek ugyanakkor többnyire rendkívül káros hatással vannak a környezetre, a lakható területek elárasztását okozva. A kisebb, duzzasztás nélküli folyami erőművek – melyek turbináit a folyó áramlásának egy része hajtja meg – környezetbarát módon képesek villamos energiát előállítani.

A vízenergia termelésének legfőbb eleme egy mesterséges vízoszlop létrehozása, hogy a bevezető csatornán vagy csövön keresztül egy turbinába terelt víz lejjebb visszafolyjon a folyóba. A kisméretű vízerőművek többnyire duzzasztás nélküliek, és nem halmoznak fel számottevő mennyiségű tárolt vizet, amely nagy gátak és víztározók építését igényelné. A turbináknak két nagy fajtájuk van. A szabadsugaras turbinában (leg híresebb példája a Pelton-kerék) a víz sugár egy járókereket hajt meg, amelynek feladata az áramlás irányának megfordítása, ezáltal lendületet gyűjt a vízből. Ez a turbina magas vízoszlophoz

10.6 ábra: Geotermikus technológia



1. SZIVATTYÚ
2. HŐCSERÉLŐ (GŐZT ÁLLÍT ELŐ)
3. GÁZTURBINA
4. MELEG VÍZ BEFECSKENDEZÉSÉRE SZOLGÁLÓ FÚRÓLYUK
5. GENERÁTOR

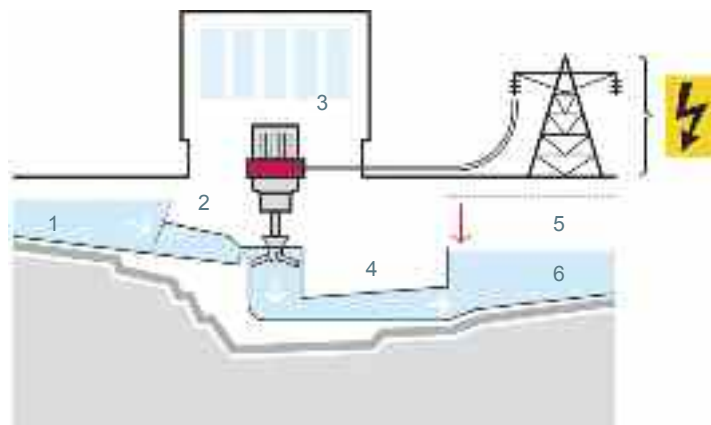
és kis vízhozamhoz ideális. A reakciós turbinák (a legismertebb a Francis- és a Kaplan-turbina) vízzel teltlen működnek, és gyakorlatilag hidrodinamikai felhajtóerőt termelnek a keréklapátok meghajtására. Alacsony és közepes vízoszlophoz és közepes vagy magas vízhozamhoz illenek.

10.9 Óceáni energia

Árapály-energia Az árapály-energia begyűjtéséhez egy torkolaton vagy öblön átívelő gát építésére van szükség egy olyan helyen, ahol legalább ötméteres az árapály változása. A gát kapui átengedik a dagállyal érkező vizet a gát mögött levő medencébe. A kapuk ezután bezárnak, így mikor a dagály elvonul, a vizet turbinákon vezethetik keresztül az elektromos áram termeléséhez. Ilyen gátakat építettek Franciaországban, Kanadában és Kínában is, de a magas költség-előrejelzések és a torkolat élővilágára kifejtett hatások miatti környezetvédelmi kifogások korlátozzák a technológia terjedését.

Hullám- és árapály-energia A hullámenergia-termelésben egy szerkezet lép kölcsönhatásba a beérkező hullámokkal, azok energiáját egy hidraulikus, mechanikus vagy pneumatikus teljesítmény-leadó rendszerrel alakítva villamos energiává. A szerkezetet egy horgonyrendszer vagy a tengerfenékhez, vagy a tengerparthoz való közvetlen rögzítés tartja a helyén. Az energiát egy rugalmas víz alatti elektromos vezeték szállítja a tengerfenékig, ahonnan egy tenger alatti vezetéken keresztül jut el a partra.

10.7 ábra: Vízenergia-technológia



1. VÍZBEVEZETŐ
2. SZŰRŐ
3. GENERÁTOR
4. TURBINA
5. VÍZOSZLOP
6. KIÖMLŐ

kép AZ ERŐMŰ FAAPRÍTÉKOT ÉGETVE TERMEL VILLAMOS ENERGIÁT VAGY HŐT. AZ ITT LÁTHATÓ 1000 KÖBMÉTERNYI APRÍTÉKKAL AZ ERŐMŰ MINTEGY NÉGY NAPIG TUD ÜZEMELNI FELÜGYELET NÉLKÜL. LELYSTAD, HOLLANDIA.



Az árapálytermelésben egy szélturbinatorhoz hasonló gépet szerelnek fel a víz felszíne alatt egy tengerfenékhez rögzített oszlopra. A rotor ezután a gyorsan mozgó áramlatokból termel villamos energiát. Az Egyesült Királyságban jelenleg 300 kW-os prototípusok működnek.

A hullámenergia-átalakítók kisebb, 100–500 kW-os generátoregységek összekapcsolásából alakíthatók ki, de egyetlen nagyobb, 2–20 MW-os turbinagenerátort is elláthat sok mechanikusan vagy hidraulikusan összekötött modul. A technológia költséghatékonyvá válásához szükséges nagy hullámok többnyire a parttól távol találhatók, így drága tenger alatti vezetékek kellene az energia átviteléhez. Maguk az átalakítók nagy helyet foglalnak. A hullámenergiának ugyanakkor megvan az az előnye, hogy kiszámíthatóbb áramellátást biztosít, mint a szélenergia, és az óceánon elhelyezve kevésbé zavaró vizuális hatást kelt.

A hullámenergia átalakításában jelenleg nincs piacvezető technológia. Számos különböző rendszert fejlesztenek a tengereken a prototípusok kipróbálására. Az eddigi legnagyobb hálózatra kötött rendszer a 2,25 MW-os Pelamis volt, amely összekapcsolódó, félig elmerülő, henger alakú részekből állt, és Portugália tengerpartjától 5 kilométerre helyezkedett el. A fejlesztési munkák nagy része az Egyesült Királyságban történt.

A hullámenergia-rendszerek három csoportra oszthatók.

- **A tengerparti** készülékeket a parthoz rögzítik vagy abba ágyazzák, ennek előnye az egyszerűbb telepítés és karbantartás. Nincs szükségük továbbá mélyvízi horgonyzásra vagy hosszú víz alatti villamos vezetékekre sem. Hátrányuk, hogy sokkal kisebb intenzitású hullámoknak vannak kitéve. A legfejlettebb tengerparti eszköz az oszcilláló vízoszlopos rendszer (OWC). Egy példa erre az 1990-es években épült Pico erőmű, egy 400 kW mért teljesítményű tengerparti OWC, amelyet egy Wells-turbinával szereltek fel. Egy másik, a hullámtörőkkel egyesíthető rendszer az úgynevezett Seawave Slot-Cone generátor (SSG).
- **A partközeli** eszközöket közepes (körülbelül 20-25 méteres) vízmélységben alkalmazzák, a parttól legfeljebb 500 méteres távolságban. Ezek a rendszerek ugyanazokkal az előnyökkel bírnak, mint a tengerparti eszközök, de erősebb, termelékenyebb hullámoknak vannak kitéve. Ezek közé tartoznak a „pontelnyelő” rendszerek.
- **A nyílt tengeri** eszközök még erősebb hullámokat használnak fel a mély (25 méternél mélyebb) vízben. A legújabb tervezésű tengeri eszközök kisebb, moduláris részekre összpontosítanak, amelyek tömbösítve biztosítanak magas teljesítményt. Ilyen például az AquaBuOY, egy szabadon lebegő hullámpont-elnyelő rendszer, amely egy vízzel teli, elsüllyesztett cső ellen feszül. Egy másik példa a Wave Dragon („Hullámsárkány”), amelynek hullám-visszaverői egy rámpa felé terelik a hullámokat, egy magasabban elhelyezett tározót megtöltve velük.



kép 1. ENERGIANÖVÉNYEK. 2. ÓCEÁNI ENERGIA. 3. KONCENTRÁLT NAPENERGIA (CSP).

Szabályozási javaslatok európai uniós kontextusban

EURÓPAI KÉP



kép A KÉSZENLÉTI ENERGIA ELPAZAROLT ENERGIA. VILÁGSZINTEN 50 SZENNYEZŐ ERŐMŰ ÜZEMEL CSAK AZÉRT, HOGY MEGTERMELJÉK AZ ELVESZTEGETETT KÉSZENLÉTI ENERGIÁNKAT. MÁSKÉPPEN: HA EGYETLEN WATTRA CSÖKKENTENÉNK A KÉSZENLÉTI FOGYASZTÁSUNKAT, 50 ÚJ SZENNYEZŐ ERŐMŰ MEGÉPÍTÉSÉT KERÜLJÜK EL.

© M. DIETRICH/DREAMSTIME

„A piszkos energiákhoz ragaszkodó Magyarország egyre furcsábbban fest a megújulókat mind jobban kihasználó Európában.”

VAY MÁRTON
GREENPEACE MAGYARORSZÁG



Az Energia[Forradalom] költséghatékony és fenntartható gazdasági útvonalat mutat be az európai döntéshozók számára, amely egyúttal az éghajlatváltozás és az energiabiztonság kihívásaira is megoldást nyújt.

A teljesen megújulókon alapuló és hatékony energiarendszer lehetővé tenné Európa számára egy szilárd energiagazdaság kialakítását, magas színvonalú munkahelyeket teremtene, gyorsítaná a technológiai fejlődést, biztosítaná a globális versenyképességet és piacvezető pozícióba helyezné az Uniót.

Ezzel párhuzamosan a megújulók szerepének növekedése és az intelligens energiahasználat 2050-re a szén-dioxid-kibocsátások kellő mértékű, 95 százalékos csökkenését eredményezné az 1990-es szinthez képest, amelyet Európának meg kell valósítania az éghajlatváltozás elleni küzdelemben. Az Energia[Forradalom] viszont nem fog megtörténni az igencsak szükséges politikai szemléletváltás és akarat nélkül: az Európai Uniónak és a tagországoknak fel kell állítania egy keretet a fenntartható energiarendszer útján történő haladáshoz. Jelenleg az energiapiac kiegyensúlyozatlanságai visszatartják az átállást egy tiszta energiájú rendszerre – legfőbb ideje tehát megszüntetni az akadályokat az energiatakarékosság növelése előtt és megszervezni a fosszilis üzemanyagok lecserélését a tiszta és bőséges megújuló energiaforrásokra.

Az európai döntéshozóknak ki kell nyilvánítaniuk elköteleződésüket a tiszta energiájú jövő mellett, meg kell alkotniuk a hatékony és megújuló energiarendszer szabályozási feltételeit, valamint ösztönözniük kell a kormányokat, a vállalkozásokat, az ipart és a lakosságot arra, hogy a megújulók és azok intelligens alkalmazása mellett tegyék le voksukat. A Greenpeace öt lépést javasol az Európai Unió tagországai számára az Energia[forradalom] megvalósítása érdekében.

1. Egy valóban fenntartható energiagazdaság 2050-es jövőképe kialakítása, amely irányt szab Európa éghajlat- és energiapolitikai törekvéseinek

Az Európai Unió szerepvállalása a globális kibocsátások csökkentésében 2050-ig

Az EU vezetői 2005-ben elkötelezték magukat a globális átlaghőmérséklet növekedésének 2°C alatt tartása mellett az iparosodás előtti szinthez képest. Ezen szint fölött az ökoszisztémákban okozott károk, illetve az éghajlati rendszer zavarai drámai módon megnőnek. 2009 októberében az uniós vezetők vállalták az EU kibocsátásainak az 1990-es szinthez viszonyított 80-95 százalékos csökkentését. Az EU-nak hiteles kibocsátás-csökkentési utat kell kialakítania a 95 százalékos csökkentés elérése érdekében, hogy ténylegesen kivegye a részét a globális felmelegedés 2°C alatt tartásából.

Az energiarendszer 100%-ban megújuló energia felé mozdítása, illetve magas energiahatékonyság elérése az összes ágazatban

Európa energiarendszere idejétmúlt. A következő évtized során jelentős befektetésekre van szükség az energiatermelési kapacitás és infrastruktúra, valamint az épületek és a közlekedés terén. Ezek a befektetési döntések 2050-ig és azután határozzák meg az energiarendszer szerkezetét. Európa versenyképességének és jólétének alapfeltétele az energiahatékony gazdaság. A villamos energia, a közlekedési és a fűtési igények biztosítására a megújuló energiaforrások valóban fenntartható, költséghatékony

és jelenleg is elérhető megoldást nyújtanak. Jelenleg a nem hatékony járművek és épületek továbbra is túl sok energiát pazarolnak el. A szénkitermelésbe és az atomenergiába történő befektetések megakadályozzák az átállást a tiszta energiájú gazdaságra; elveszik a pénzügyi forrásokat, emellett a megújuló energia és az energiahatékonyság terjesztésével ütköző gazdasági és műszaki kötöttséget eredményeznek. Európának ezért stratégiai megközelítést kell alkalmaznia, és egy valóban fenntartható jövőkép mellett kell elköteleznie magát a teljesen megújuló és energiahatékony áram- és hőtermelés, valamint a tiszta közlekedés 2050-ig történő elérése érdekében.

2. Ambiciózus és jogilag kötelező érvényű kibocsátás-csökkentési, energiahatékonysági és megújuló energiákra vonatkozó célok elfogadása

Jogilag kötelező érvényű 30%-os kibocsátáscsökkentési cél vállalása következő lépésként, valamint példamutatás

Az uniós jogszabályokban az EU mindössze 20 százalékos kibocsátás-csökkentési célt tűzött ki 2020-ra, emellett egy feltételekhez kötött 30 százalékos ajánlattal is előhozakodott a nemzetközi éghajlatvédelmi tárgyalásokon.

A Greenpeace arra ösztönzi az EU vezetőit, hogy mutassanak példát, és amilyen hamar csak lehet, feltételek nélkül vállalják az Unió kibocsátásainak 30 százalékos csökkentését. Ez az első lépés a 40 százalékos csökkentés felé 2020-ra, amelyet minden iparosodott országnak vállalnia kell egy világméretű éghajlatvédelmi egyezményben. A 30 százalékos célra az EU szén-dioxid-árainak megerősítése miatt is szükség van az uniós kibocsátáskereskedelmi rendszerben (EU ETS), hiszen a 2008–2009-es gazdasági válság hatására az EU ETS szén-dioxid-ára összeomlott, amivel a zöld és erőforrás-hatékony technológiák befektetései fontos mozgatórugója veszett el.

Nemzetközi szinten az Európai Uniónak jelentős további támogatást kell nyújtania az iparosodó országok számára, hogy tiszta energiájú technológiákkal és az erdők védelmével segítse alkalmazkodásukat az éghajlatváltozáshoz.

Jogilag kötelező érvényű energiahatékonysági cél kitzése 2020-ig

Az EU energiafelhasználásának a szokásos üzletmenethez képest 20 százalékos csökkentését tűzte ki maga elé 2020-ra. Ez a cél azonban nem lesz elérhető további intézkedések nélkül, valamint az is szükséges lenne, hogy kötelező érvényűvé váljon az összes tagország számára (a megfelelő rugalmasság biztosítása mellett), különösen az energiahatékonyságról szóló irányelv jelenlegi alakításának kapcsán. A kötelező hatékonysági célt legkésőbb 2013-ig el kellene fogadnia a 27 tagállamnak.

A megújuló energia 20%-os részarányának megvalósítása 2020-ra, és újabb cél kitzése 2030-ra

A megújuló energiaforrásokról szóló irányelv elfogadásával az európai tagországok jogilag kötelező érvényű célokat vállaltak a megújulók legalább 20 százalékos – EU-szintű – összarányának elérése érdekében. Az Energia[Forradalom] forgatókönyvei megmutatják, hogy ennél több is lehetséges. A gazdaságot, az energiabiztonságot, a technológiai vezető

szerepet és a kibocsátás-csökkentést érintő jótékony hatások teljes kiaknázása érdekében a kormányoknak a megújuló energiára vonatkozó célkitűzések mihamarabbi elérésére, valamint annak túlszárnyalására kell törekedniük. Mindemellett ki kell tűzniük egy 2030-as célt is, amely a megújuló energia legalább 40%-os részarányát írja elő, biztosítva ezzel a stabil befektetői környezetet, valamint a hálózat és technológia fejlesztésekhez szükséges alapot.

3. A megújuló energián alapuló és hatékony energiarendszer korlátainak megszüntetése

A villamosenergia-piac megreformálása és a hálózatirányítás átalakítása

A hagyományos energiaforrások állami támogatásának évtizedei után a teljes villamosenergia-piaci struktúra és a hálózati rendszer a központosított nukleáris és fosszilis energiatermelési módszerek köré épült. A jelenlegi tulajdonosi struktúra, az árképzési mechanizmusok, az átviteli és szűk hálózati keresztmetszeti kezelési gyakorlatok, valamint a technikai követelmények hátráltatják a változó teljesítményű és decentralizált megújulóenergia-technológiák optimális beépítését. A villamosenergia-piac újjászervezésében fontos lépés, hogy az összes európai kormány szétválassa az átviteli rendszer üzemeltetését a villamosenergia-termeléstől és az elosztási-ellátási tevékenységektől. Ez a hatékony módszer az igazságos piaci hozzáférés biztosítására, valamint a piacra újonnan belépők – mint például a megújuló energiaforrások – hátrányos megkülönböztetésének megszüntetésére szolgál.

Sürgősen korszerűsíteni kell a villamosenergia-hálózati rendszert a megújuló energiaforrások költséghatékony csatlakoztatása és beépítése érdekében. Az Európai Uniónak és kormányainak meg kell alkotnia egy olyan megfelelő keretrendszert és ösztönzőket, amellyel lehetőség nyílik a megújulóenergia-ellátás hálózatra csatlakozásának fejlesztésére és célzott rendszer-összeköttetések létrehozására. Ezek teszik lehetővé a variábilis teljesítménnyel rendelkező, decentralizált megújuló források beépítését, megfelelő átvitelét és kiegyenlítését a különböző régiók között, az intelligens hálózatirányítást, valamint az aktív keresletoldali szabályozás biztosítását.

A korszerűsítés irányítása érdekében meg kell erősíteni az Energiaszabályozók Együttműködési Ügynökségét (ACER), illetve felül kell vizsgálni a nemzeti energiaszabályozók meghatalmazásait. Mind az ACER-nek, mind a villamosenergia-piaci átvitelrendszer-üzemeltetők hálózatának (ENTSO-E) ki kell alakítania egy 2050-ig szóló stratégiai rendszer-összeköttetési tervet, amely lehetővé teszi a teljesen megújuló villamosenergia-ellátás fejlesztését. Ezzel párhuzamosan a villamosenergia-piaci szabályozásnak lehetővé kell tennie, hogy a kiegyensúlyozási kapacitásba és a rugalmas energiatermelésbe történő befektetések segítsék a megújuló energiaforrások beépítését, miközben a rugalmatlan alapterheléses energiatermelés kivezetésre kerül.

A nem hatékony erőművek, készülékek, járművek és épületek, valamint a fosszilis energiahordozók és az atomenergia anyagi és egyéb (állami) támogatásainak megszüntetése

Miközben az EU a villamosenergia-piac liberalizációjáért küzd, a kormányzati támogatások továbbra is a hagyományos energiotechnológiák pozícióját erősítik, akadályozva a megújuló energiaforrások és az energiatakarékosság bevezetését. Az európai nukleáris ágazat például továbbra is közvetlen támogatásokban, kormányzati hitelgaranciákban, exporthitel-garanciákban, kormányzati tőkeinjekciókban és jóváírt természetbeni támogatásokban

részesül. Ezenfelül az ágazat profitál az Euratom-hitelkeret garantált olcsó hiteleiből és az Európai Fejlesztési Bank kapcsolódó hiteleiből is.

Ezen pénzügyi előnyök mellett a nukleáris szektor hasznot húz az erőművek leszereléséhez és a radioaktív hulladékkezeléshez kapcsolódó költségek korlátozottságából (például Szlovákiában és az Egyesült Királyságban), a kormányzati megmentésekből a leszerelés és a hulladékkezelés elvégzéséhez nem elegendő erőforrások esetén (az Egyesült Királyságban), valamint a kutatás-fejlesztés és az oktatási infrastruktúra kormányzati támogatásából (nemzeti szinten és az Euratomon keresztül). Az atomenergia-ipar létesítményeinek felelősségbiztosítása annyira alacsony, hogy bármilyen nagyobb baleset okozta kárt állami forrásokból kell felszámolni. A becslések szerint ezen pénzügyi előnyök összegezve a többszörösét teszik ki a megújulóenergia-szektor támogatásának.

A fosszilis energiahordozók továbbra is magas pénzügyi támogatásban részesülnek, amely ellentmond a tiszta energiájú piac fejlődésének. Mi több, a fosszilis energiahordozókra alapuló technológiák számára az elmúlt években új EU-alapokat hoztak létre a széndioxid-leválasztás és tárolás (CCS) népszerűsítésére. A CCS-re költött pénz a megújuló energiától és az energiatakarékosságtól vonja el a forrásokat. Még ha a széndioxid-leválasztás és tárolás műszakilag kivitelezhetővé is válik, és képes lesz hosszú távú tárolásra, akkor is csekély hatást fog csak tudni kifejteni a kibocsátások csökkentése terén – ráadásul igen magas áron.

A közlekedési ágazatban a leginkább energiaigényes szállítási módok, a közúti és a légi szállítás körülbelül 150 milliárd eurót kap támogatások és adómentesség formájában. Az EU strukturális és kohéziós alapjainak körülbelül 7 százalékát fordítják a közúti és légi infrastruktúrára. Az Európai Fejlesztési Bank emellett régóta előnyben részesítette ezeket a közlekedési módokat, különösen Közép- és Kelet-Európában, bebetonozva ezzel egy magas széndioxid-kibocsátású szállítási rendszert.

Az atomhulladék kiskapuinak bezárása

Az Európai Uniónak és tagországainak összhangba kell hozniuk az atomhulladék kezelését az EU-s hulladékkezelési politikáival, hogy a szennyező fizet” elv maradéktalanul érvényesülhessen. Ez azt jelenti, hogy ki kell küszöbölni azokat a hézagokat, amelyek lehetővé teszik a radioaktív hulladékok bizonyos fajtáinak kivonását a hulladékkezelési szabályok alól. Ide tartozik a szegényített urán, az újrafeldolgozás során keletkező hulladék, a plutónium és az újrafeldolgozott urán készletei, az uránbányászat hulladékai, valamint az urándúsítás, a fűtőanyag-termelés és a használt fűtőelemek újrafeldolgozásának folyékony és légszennyező anyagai. Szintén fontos olyan egyértelmű rendelkezések létrehozása, amely a radioaktív hulladék termelésének megszüntetéséről szól az olyan folyamatok eredményeképpen, amelyeknek vannak gazdaságos és környezetvédelmi szempontból is járható alternatívái. A radioaktív hulladék több mint 90 százalékát az atomenergia-ipar termeli – így az Energia[Forradalomban] javasolt forgatókönyv az atomenergia kivezetésére logikus lépés a koherens és következetes uniós hulladékpolitika megalkotásában.

4. Hatékony rendelkezések életbe léptetése a tiszta energiájú gazdaság létrehozásáért

Az EU kibocsátáskereskedelmi rendszerének felülvizsgálata

Az EU-nak felül kell vizsgálnia kibocsátáskereskedelmi rendszerét (EU ETS), hogy gyorsan megszabaduljon a kibocsátási egységek ingyenes kiosztásának gyakorlatától. Az energiarendszer teljes termelési és fogyasztási láncát érintő

kép EGY NŐ ÁLL ELÖNTÖTT HÁZA ELŐTT A SATJELLIA-SZIGETEN. A SUNDARBANS SZIGETEINEK TÁVOLISÁGA MIATT SZÁMOS FALUBELI NAPELEMEKET HASZNÁL, HOGY ENERGIÁJÁT MEGTERMELJE. AMIKOR A DAGÁLY ELÖNTI A SZIGETET, AZ ÁRADÁS ÁLTAL KÖRBEZÁRT EMBEREK MINDEN KAPCSOLATOT ELVESY TENEK.



átalakítása szempontjából megfelelő piaci jelzések és gazdasági ösztönzők biztosítása érdekében a kibocsátáskereskedelmi rendszer minden kibocsátási egységét árverezésre („auctioning”) kell bocsátani az ingyenes rendelkezésre állás helyett. Az árverezés csökkenti az európai éghajlatvédelmi intézkedések összköltségét, mivel ez a gazdaságilag leghatékonyabb elosztási módszer, egyúttal kizárja az ingyenes kiosztásból eredő nem várt nyereségek felbukkanását. Az EU ETS-nek továbbá az Unión belüli kibocsátások csökkentését kell ösztönöznie. A szükséges Unión belüli csökkentéseket nem szabad kiváltani a harmadik világ országaiban véghezvitt megkérdőjelezhető projektekkel (ez a kibocsátások ellentételezése, angolul „offsetting”). Az ellentételezés kapcsán szigorú mennyiségi korlátoknak és minőségi feltételeknek kellene garantálniuk a kibocsátások valódi csökkenését, illetve a zöldtechnológiába és munkahelyekbe történő befektetéseket.

A megújuló energia stabil támogatásának kialakítása és a megújuló energiaforrásokról szóló irányelv sikeres betartatása

A megújuló energiaforrásokról szóló irányelv elfogadásával az EU tagországai a tiszta energiát támogató keretrendszer mellett köteleződtek el. A 20 százalékos megújuló energiás célkitűzés megvalósítása érdekében, valamint erős 2030-as célkitűzésekre való előkészületek okán a kormányoknak hatékony támogatási politikát kell kialakítaniuk, hogy ellensúlyozzák a jelenlegi piaci hiányosságokat, illetve segítsék a megújuló energián alapuló technológiák fejlődését, azok teljes gazdasági potenciáljának elérését. A villamosenergia-ágazatban a – megfelelően megtervezett – kötelező átvételi tarifák vagy a felárrendszerek bizonyultak a legsikeresebb és leginkább költséghatékony eszközöknek a megújulóenergia-technológiák széleskörű beépítésének népszerűsítésére. A kötelező átvétel egy bizonyos árat garantál a különböző megújuló források által termelt áramért a felárrendszer pedig bizonyos felárat biztosít a piaci áron felül.

A fűtési ágazat számára a megújuló energiaforrásokról szóló irányelv építési kötelezettséget vetít előre, amely megalapozza, hogy az új és felújított épületek fűtését és hűtését egy megadott arányban megújuló energiaforrások fedezzék. Ezenfelül a befektetési támogatások és az adókedvezmények is a megújuló fűtés és hűtés támogatására alkalmas eszközök között szerepelnek.

A közlekedési szektorban a megújuló energiák támogatásának a megújuló villamos energia felhasználására kell összpontosítania az elektromos járművekben és vonatokban, miközben segítik a további fenntartható energiatermelési lehetőségek fejlesztését a többi közlekedési mód számára is. A fenntartható bioüzemanyagok elérhetősége korlátozott. Az Európai Uniónak és a kormányoknak biztosítaniuk kell a fenntarthatósági előírások hatékony megvalósítását és javítását a bioüzemanyagokra és biomasszára vonatkozóan. A megújuló energiaforrások közvetlen támogatása mellett meg kell szüntetni a bonyolult engedélyezési eljárásokat és a bürokratikus akadályokat, ehelyett egyszerű és átlátható szabályozásra van szükség. Ezzel párhuzamosan elsőséget kell biztosítani a megújuló energia számára a hálózatra csatlakozásban és az elektromos hálózathoz való hozzáférésben.

Mindezek mellett szintén fontos a helyi és regionális hatóságok, területrendezők, építésszek és szerelők, valamint a lakosság szemléletformálása és képzése a megújuló energiaforrások sikeres beépítése érdekében.

Energiahatékonysági szabványok megállapítása a járművekre, a fogyasztói berendezésekre, az épületekre és az villamos energiatermelésre vonatkozóan

Az energia megtakarítások nagy része a járműveket, fogyasztói termékeket és épületeket érintő energiahatékonysági előírásokkal érhető

el. A terület jelenlegi EU-s szabályozása ugyanakkor az intézkedések összefüggéstelen fércmunkájaként írható le, amely nem eredményezi a felelőségek egyértelmű és következetes felosztását, és nem segíti az EU energiatakarékosági lehetőségeinek kiaknázását. Mindkét témában fokozni kell az erőfeszítéseket.

Az Energiahatékonyságról szóló készülő EU-s irányelvben szigorú előírásokkal kell segíteni a 20%-os hatékonysági cél megvalósulását.

Ami a járműveket illeti, az EU-nak a könnyű haszongépjárművek kibocsátásának átlagaként 125 g CO₂/km-t kell meghatároznia 2020-ra, a személyautók esetében pedig 80 g CO₂/km-re kell csökkentenie a célkitűzést.

Erős és összehangolt zöldadózás az Európai Unióban

Szükség van a szén-dioxid-kibocsátásokra és az energiahasználatra kivetett adók összehangolására és megerősítésére az összes EU-tagországban, különösen az EU ETS által nem lefedett ágazatok esetében (mint a közúti közlekedés és a mezőgazdaság).

Az energiahasználat megadóztatása alapvető az energiabiztonság elérésében és a természeti erőforrások fogyasztásának csökkentésében. A zöldadózás több munkahely teremtésével is járna, mivel a munkaigényes termelés versenyelőnyhöz jutna. Ez a hatás még erősebb lenne, ha a tagországok a zöldadóból származó bevételeket a munkaerőköltségek kiváltására használnák azt fel (például a jövedelemadók csökkentésére).

5. Az átalakulás pénzügyi hátterének biztosítása

Az EU strukturális és kohéziós alapjának felhasználása a tiszta energiájú jövő biztosítására

Az Európai Unió kibocsátásának ambíciózus csökkentése technikailag és gazdaságilag is megvalósítható, sőt számottevő nettó előnyökkel járhat az európai energiagazdaság számára. Ugyanakkor nagymértékű befektetésekre van szükség, mielőtt az Energia[Forradalom] kifizetődövé válik. Különösen az átmeneti gazdasággal rendelkező tagországok számára (elsősorban Közép- és Kelet-Európában) lehet nehéz a szükséges állami és magánberuházások mozgósítása. Az EU költségvetésének 2011-es felülvizsgálata során – melynek része az EU strukturális és kohéziós alapja is – a döntéshozóknak tehát biztosítaniuk kell a forrásokat az energiarendszerek korszerűsítésére, az energetikai infrastruktúrára és az energiahatékony technológiákra.

Az energiahatékonysággal összefüggő innováció és kutatás-fejlesztés támogatása

Az innováció fontos szerepet fog játszani az Energia[forradalom] vonzóbbá tételében. Gyakran szükség van közvetlen állami támogatásra az új technológiák megjelenéséhez. Az Európai Uniónak, a nemzeti kormányoknak és az államháztartási intézményeknek előnyben kell részesíteniük a befektetéseket az olyan kutatás-fejlesztésekre, mint a hatékonyabb berendezések és építési technikák, a megújuló energiák új fajtái (például az árapály- és hullámenergia), az okos hálózatok, valamint az alacsony kibocsátású közlekedési módok. Utóbbihoz tartozik az elektromos járművek akkumulátorainak, az áruszállítás kezelési programjainak és a távmunkának a fejlesztése. Az újításokra a légi közlekedési- és a hajózási ágazatban, illetve a közúti teherszállításban is szükség van.

Szójegyzék és függelék

GYAKRAN HASZNÁLT KIFEJEZÉSEK
ÉS RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

ÁGAZATOK MEGHATÁROZÁSA

12

„Annyira pazarló a világítási rendszer, hogy 80 széntüzelésű erőmű üzemel éjjel-nappal, hogy megtermelje az elvesztegetett energiát.”



kép: SZÉNTÜZELÉSŰ ERŐMŰ.
© F. FUKA/DREAMSTIME

kép AZ AILA CIKLON UTÁN ELÁRASZTOTT GARNÉLATENYÉSZTŐ TELEP AZ INDIAI SUNDARBANSBEN. A CIKLON SÓS VÍZZEL ÁRASZTOTTA EL ÉS ROMBOLTA LE A KÖRNYÉKBELI UTAKAT ÉS HÁZAKAT.



12.1 A gyakran használt kifejezések és rövidítések szójegyzéke

CHP	Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés
CO2	Szén-dioxid, a leggyakoribb üvegházhatású gáz
GDP	Bruttó hazai termék (az országok vagyoni helyzetének értékelésére használt eszköz)
PPP	Vásárlóerő-paritás (a GDP értékelésének módosítása az életszínvonalak összehasonlíthatóságáért)
IEA	Nemzetközi Energiaügynökség
J	Joule, az energia mértékegysége;
kJ	= 1000 joule,
MJ	= 1 millió joule,
GJ	= 1 milliárd joule,
PJ	= 10 ¹⁵ joule,
EJ	= 10 ¹⁸ joule
W	Watt, a teljesítmény mértékegysége;
kW	= 1000 watt,
MW	= 1 millió watt,
GW	= 1 milliárd watt
kWh	Kilowattóra, a villamos energia mértékegysége;
TWh	=1012 wattóra
t	Tonna, súlymérték;
Gt	= 1 milliárd tonna

12.1 táblázat: Átváltási tényezők – fosszilis energiahordozók

ENERGIAHORDOZÓ

Szén	23,03	MJ/t	1 köbláb	0,0283 m ³
Lignit	8,45	MJ/t	1 hordó	159 liter
Olaj	6,12	GJ/hordó	1 amerikai gallon	3,785 liter
Gáz	38 000,00	KJ/m ³	1 brit gallon	4,546 liter

12.2 táblázat: Átváltási tényezők – különböző energiaegységek

ÁTVÁLTOTT ÉRTÉK: ALAPÉRTÉK	TJ SZORZÓ	Gcal	Mtoe	Mbtu	GWh
TJ	1	238,8	2,388 x 10 ⁻⁵	947,8	0,2778
Gcal	4,1868 x 10 ⁻³	1	10 ⁽⁻⁷⁾	3,968	1,163 x 10 ⁻³
Mtoe	4,1868 x 10 ⁴	10 ⁷	1	3968 x 10 ⁷	11630
Mbtu	1,0551 x 10 ⁻³	0,252	2,52 x 10 ⁻⁸	1	2,931 x 10 ⁻⁴
GWh	3,6	860	8,6 x 10 ⁻⁵	3412	1

12.2 Az ágazatok meghatározása

A különböző szektorok itt szereplő meghatározása megegyezik az IEA World Energy Outlook („A világ energetikai helyzetének áttekintése”) sorozatának ágazati lebontásával.

Az alábbi meghatározások mindegyike az IEA Key World Energy Statistics című kiadványából származik.

Ipari ágazat: Az ipari ágazat fogyasztásába a következő alágazatok tartoznak (az ipar által szállításra használt energia nélkül → lásd „Közlekedés”):

- Vas- és acélipar
- Vegyipar
- Nemfém ásványi termékek gyártása (üveg, kerámia, cement stb.)
- Közlekedési eszközök gyártása
- Gépgyártás
- Bányászat
- Élelmiszer- és dohányipar
- Papír-, cellulóz- és nyomdaipari termékek gyártása
- Fa- és fatermékek ipara (a papíron és a cellulózon kívül)
- Építőipar
- Textil- és bőripar

Közlekedési ágazat: A közlekedési ágazathoz tartoznak az összes közlekedési mód által felhasznált üzemanyagok, így a közút, a vasút, a belföldi légi és vízi közlekedés. Az óceáni, parti és belföldi halászatot az „Egyéb ágazatoknál” kerültek elköltyvelésre.

Egyéb ágazatok: Ez lefedi a mezőgazdaságot, az erdőipart, a halászatot, valamint a lakossági, üzleti és közszolgáltatásokat.

Nem energiacélú felhasználás: A kőolajból származó egyéb termékeket gyűjti össze, például a paraffinvaszt, kenőanyagokat, a bitument stb.



Magyarország: referencia forgatókönyv

12.3 táblázat: Magyarország: villamosenergia-termelés

TWh/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Erőművek	35,5	39	42	58	61	74
Szén	1,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,0	6,0	4,5	0,0	0,0	0,0
Földgáz	11,2	14,5	19,3	22,1	36,7	46,0
Olaj	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	14,7	14,7	14,7	29,4	14,7	14,7
Biomassza	0,5	1,4	0,7	2,1	3,7	5,0
Víz	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Szél	0,0	1,3	1,5	1,8	2,8	3,8
Nap	0,0	0,0	0,1	0,7	1,1	1,5
Geotermikus	0,0	0,0	0,4	1,2	1,8	2,6
Naphőerőmű	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	4,4	5,3	7,0	8,1	8,6	8,7
Szén	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	3,9	4,3	4,5	4,6	4,3	4,2
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,0	0,8	2,5	3,5	4,3	4,5
Geotermikus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fő tevékenységű termelők	4	5	7	8	8	8
Saját célú termelők	0	0	1	1	1	1
Össztermelés	39,9	44,3	49,0	66,0	70,0	82,8
Fosszilis	23,4	25,8	28,8	27,0	41,3	50,5
Szén	1,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,0	6,0	4,5	0,0	0,0	0,0
Földgáz	15,1	18,8	23,8	26,7	41,0	50,2
Olaj	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	14,7	14,7	14,7	29,4	14,7	14,7
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Megújulók	1,8	3,8	5,4	9,5	14,0	17,7
Víz	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Szél	0,1	1,3	1,5	1,8	2,8	3,8
Nap	0,0	0,0	0,1	0,7	1,1	1,5
Biomassza	1,5	2,2	3,2	5,6	8,0	9,5
Geotermikus	0,0	0,0	0,4	1,2	1,8	2,6
Naphő	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elosztási veszteségek	4,0	4,1	4,2	4,3	4,7	5,7
Saját áramfogyasztás	2,3	2,0	1,8	2,0	2,2	2,4
Hidrogéntermelésre használt áram	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Végő energiafogyasztás (villamos energia)	37,6	42,3	46,5	54,9	65,7	77,9
Változó megújulók (nap, szél, óceán)	0,1	1,3	1,6	2,5	3,9	5,4
A változó megújulók aránya	0,3%	3,0%	3,3%	3,8%	5,6%	6,5%
Megújulók aránya	4,5%	8,6%	11,1%	14,5%	20,0%	21,3%

12.4 táblázat: Magyarország: hőellátás

PJ/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Távfitőművek	10,8	25,7	15,7	9,0	6,5	6,8
Fosszilis energiahordozók	10,5	25,0	15,3	8,8	6,3	6,6
Biomassza	0	0	0	0	0	0
Napkollektorok	0	0	0	0	0	0
Geotermikus	0	0	0	0	0	0
Kapcsolt erőmű hőtermelése	46,7	31,5	34,1	33,8	32,8	29,4
Fosszilis energiahordozók	46,5	27,3	23,2	21,8	18,8	16,3
Biomassza	0,2	4,2	10,8	12,1	14,0	13,1
Geotermikus	0	0	0	0	0	0
Uzemanycella (hidrogén)	0	0	0	0	0	0
Közvetlen fűtés¹⁾	294	331	322	312	320	325
Fosszilis energiahordozók	263	291	264	248	248	246
Biomassza	27	33	46	46	48	51
Napkollektorok	0	6	6	8	10	11
Geotermikus ²⁾	3	1	7	9	14	17
Összes hőellátás¹⁾	351	388	372	355	359	362
Fosszilis energiahordozók	320	344	302	279	274	269
Biomassza	28	38	57	58	63	64
Napkollektorok	0	1	6	8	10	11
Geotermikus ²⁾	3	6	7	10	14	17
Uzemanycella (hidrogén)	0	0	0	0	0	0
Megújulók aránya	8,9%	11,5%	18,8%	21,4%	23,9%	25,6%
(a megújuló alapú áramot beleértve)						

1) beleértve a hűtést 2) beleértve a hőszivattyúkat

12.5 táblázat: Magyarország: CO₂-kibocsátások

MILL t/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Kondenzációs erőmű	13	13	13	9	14	17
Szén	1,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,3	6,1	4,4	0,0	0,0	0,0
Földgáz	5,5	6,6	8,5	9,1	14,2	16,6
Olaj	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	4,3	2,8	2,4	2,4	2,1	1,8
Szén	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	3,4	2,5	2,4	2,4	2,1	1,8
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO₂ kibocsátások: áramtermelés (beleértve a közhasználati CHP-t)	17,8	16,2	15,7	11,7	16,5	18,6
Szén	2,2	0,5	0,1	0,01	0,01	0,00
Lignit	6,3	6,1	4,4	0,00	0,00	0,00
Földgáz	8,9	9,2	10,9	11,4	16,3	18,4
Olaj és gázolaj	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2
CO₂ kibocsátások szektoronként % az 1990-es szinthez képest	57,8	58	54	46	50	52
Ipar	80%	79%	75%	63%	69%	71%
Egyéb ágazatok	1	5	4	4	4	4
Közlekedés	13	14	14	12	11	11
Energiatermelés (közhasználati CHP-ve)	18	16	16	12	16	18
Egyéb átalakítások	9	9	7	6	7	7
Lakosság (millió fő)	10,0	9,9	9,8	9,5	9,2	8,9
Fejenkénti CO ₂ -kibocsátások (t/fő)	5,8	5,8	5,6	4,8	5,4	5,8

12.6 táblázat: Magyarország: beépített kapacitás

GW	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Erőművek	8,5	10,6	10,7	13,9	18,1	18,6
Szén	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	1,0	1,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Földgáz	4,0	5,8	6,2	7,0	11,8	11,0
Olaj	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	2,1	2,1	2,1	4,2	2,1	2,1
Biomassza	0,4	0,3	0,1	0,1	0,7	1,0
Víz	0,1	0,8	1,0	1,1	1,8	2,4
Nap	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4
Geotermikus	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5
Naphőerőmű	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	1,9
Szén	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,0	0,2	0,5	0,6	0,8	0,8
Geotermikus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fő tevékenységű termelők	0,9	1,1	1,4	1,6	1,7	1,8
Saját célú termelők	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Össztermelés	9,5	11,8	12,2	15,7	19,9	20,5
Fosszilis	6,9	8,3	8,3	8,4	13,1	12,2
Szén	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	1,0	1,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Földgáz	4,9	6,8	7,3	8,1	12,9	12,1
Olaj	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	2,1	2,1	2,1	4,2	2,1	2,1
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Megújulók	0,5	1,4	1,8	3,1	4,7	6,2
Víz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Szél	0,1	0,8	1,0	1,1	1,8	2,4
Nap	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4
Biomassza	0,4	0,5	0,6	1,1	1,5	1,8
Geotermikus	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5
Naphő	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Változó megújulók (nap, szél, óceán)	0,7%	1	1	2	3	4
A változó megújulók aránya	0,7%	7,2%	8,5%	11,2%	13,8%	18,5%
Megújulók aránya	5,1%	11,6%	14,6%	19,9%	23,5%	30,1%

12.7 táblázat: Magyarország: primerenergia-igény

PJ/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Összesen	1125	1167	1186	1297	1241	1288
Fosszilis	913	919	884	784	849	870
Szén	83	48	34	29	27	27
Lignit	64	62	45	0	0	0
Földgáz	448	503	491	477	563	599
Nyersolaj	318	306	315	278	259	245
Nukleáris	160	160	160	321	160	160
Megújulók	52	88	141	192	231	258
Víz	1	5	6	1	10	14
Szél	0	1	6	6	14	17
Nap	0	0	0	0	0	0
Biomassza	48	76	114	146	171	183
Geotermikus	3	6	15	28	36	44
Oceáni energia	0	0	0	0	0	0
RES share	5,2%	7,9%	12,1%	15,3%	18,3%	19,5%

12.8 táblázat: Magyarország: végső energiaigény

PJ/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Összesen (beleértve a nem en.célú felhasznál.)	808	865	877	864	897	938
Összesen (energiahasználat)	712	774	789	779	814	857
Közlekedés	192	210	230	235	238	240
Olajtermékek	186	194	201	167	159	153
Földgáz	0	0	0	1	1	1
Biüzemanyagok	0	0	22	35	37	41
Villamos áram	4	10	7	32	41	46
Megújuló alapú áram	0	0	1	5	8	10
Hidrogén	0	0	0	0	0	0
Megújuló aránya a közlekedésben	0,7%	5,2%	10,1%	16,7%	19,0%	21,3%
Ipar	135	141	137	135	137	141
Villamos áram	39	41	44	44	48	54
Megújuló alapú áram	2	4				

Magyarország: Energia[Forradalom] forgatókönyv

12.9 táblázat: Magyarország: villamosenergia-termelés

TWh/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Erőművek	35,5	39,0	38,1	36,4	41,6	50,8
Szén	1,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,0	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	11,2	17,0	18,1	21,7	17,7	16,6
Olaj	0,5	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	14,7	11,0	7,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	1,5	2,7	4,7	4,8	4,6	4,9
Víz	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Szél	0,1	1,0	2,5	9,0	9,5	14,0
Nap	0,0	0,2	0,7	2,5	6,5	9,0
Geotermikus	0,0	0,1	0,4	2,0	2,9	6,0
Naphőerőmű	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	4,4	5,4	8,3	9,1	10,3	10,9
Szén	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	3,9	4,6	6,4	6,2	6,2	5,2
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,0	0,0	1,7	2,4	3,1	3,8
Geotermikus	0,0	0,1	0,2	0,4	0,0	1,8
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fő tevékenységű termelők	4	4,8	7,5	8,0	9,0	9,5
Saját célú termelők	0	0,6	0,8	1,1	1,3	1,4
Össztermelés	39,9	44,4	46,4	45,4	51,9	61,7
Fosszilis	23,4	28,5	29,0	28,0	24,0	21,9
Szén	1,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,0	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	15,1	21,5	24,0	27,8	23,0	21,9
Olaj	0,6	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	14,7	11,0	7,0	0,0	0,0	0,0
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Megújuló	1,8	4,9	10,5	17,4	27,9	39,8
Víz	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Szél	0,1	1,0	2,5	5,0	9,5	14,0
Nap	0,0	0,2	0,7	2,5	6,5	9,0
Biomassza	1,5	3,4	6,4	7,2	7,7	8,7
Geotermikus	0,0	0,2	0,6	2,4	3,9	7,8
Naphő	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elosztási veszteségek	4,0	4,1	3,9	3,4	3,3	3,5
Saját áramfogyasztás	2,3	2,0	1,8	1,9	2,1	2,2
Hidrogéntermelésre használt áram	0,0	0,0	0,7	1,1	1,7	1,8
Végso energiafogyasztás (villamos áram)	37,6	42,4	43,3	40,8	46,6	56,2
Változó megújuló (nap, szél, óceán)	0,1	1	3	8	16	23
A változó megújuló aránya	0,3%	2,7%	6,9%	16,5%	30,8%	37,3%
Megújuló aránya	4,5%	11,1%	22,6%	38,3%	53,8%	64,5%
Hatékonyági megtakarítások (REF-hez képest)	0	0	4	9	16	24

12.10 táblázat: Magyarország: hőellátás

PJ/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Távfűtőművek	10,8	31	19	25	18	19
Fosszilis energiahordozók	10,5	26	14	13	4	0
Biomassza	0	2	1	3	7	9
Napkollektorok	0	1	2	4	3	5
Geotermikus	0	3	2	3	3	5
Kapcsolt erőmű hőtermelése	46,7	32	42	33	46	48
Fosszilis energiahordozók	46,5	28	33	22	27	21
Biomassza	0,2	3	7	7	10	11
Geotermikus	0	1	2	4	9	16
Uzemanycella (hidrogén)	0	0	0	0	0	0
Közvetlen fűtés¹⁾	294	323	300	279	254	242
Fosszilis energiahordozók	263	279	244	195	142	83
Biomassza	27	34	39	47	52	67
Napkollektorok	0	4	4	24	36	51
Geotermikus ²⁾	3	6	8	12	25	41
Összes hőellátás³⁾	351	387	362	338	317	309
Fosszilis energiahordozók	320	333	290	230	173	104
Biomassza	28	38	48	61	69	88
Napkollektorok	0	5	11	28	39	55
Geotermikus ²⁾	3	10	12	19	36	62
Uzemanycella (hidrogén)	0	0	0	0	0	0
Megújuló aránya (a megújuló alapú áramot beleértve)	8,9%	13,8%	19,8%	31,9%	45,5%	66,5%
1) including cooling. 2) including heat pumps	0	2	10	17	42	52

12.11 táblázat: Magyarország: CO₂ kibocsátások

MILL t/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Kondenzációs erőmű	13	14,5	12,3	9,1	6,9	6,0
Szén	1,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,3	6,1	3,9	0,0	0,0	0,0
Földgáz	5,5	7,7	8,0	8,9	6,9	6,0
Olaj	0,4	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	4,3	2,9	3,4	2,4	3,0	2,3
Szén	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	3,4	2,7	3,4	2,4	3,0	2,3
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO₂ kibocsátások: áramtermelés (beleértve a közhasználati CHP-t)	17,8	17,4	15,7	11,5	9,9	8,3
Szén	2,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,3	6,1	3,9	0,0	0,0	0,0
Földgáz	8,9	10,5	11,4	11,3	9,9	8,3
Olaj és gázolaj	0,5	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0
CO₂ kibocsátások szektoronként	57,8	58	51	39	29	19
% az 1990-es szinthez képest	80%	80%	70%	54%	40%	26%
Ipar	5	4	4	3	7	1
Egyéb ágazatok	13	14	12	9	6	4
Közlekedés	13	14	13	10	6	3
Energiatermelés (közhasználati CHP-vel)	13	17	15	11	10	8
Egyéb átalakítások	9	9	7	6	4	3
Lakosság (millió fő)	10,0	10	10	10	9	9
Fejenkénti CO ₂ -kibocsátások (t/fő)	5,8	5,9	5,2	4,1	3,1	2,1

12.12 táblázat: Magyarország: beépített kapacitás

GW	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Erőművek	8,5	11,3	11,9	14,3	19,4	24,8
Szén	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	1,0	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Földgáz	4,0	6,8	6,7	6,8	5,9	5,5
Olaj	0,4	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	2,1	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,4	0,6	0,9	1,5	0,9	1,1
Víz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Szél	0,1	0,6	1,6	3,1	5,9	8,8
Nap	0,0	0,2	0,6	2,3	5,9	8,2
Geotermikus	0,0	0,0	0,1	0,4	0,6	1,2
Naphőerőmű	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	1,0	1,2	1,9	2,0	2,3	2,5
Szén	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	0,9	1,1	1,5	1,5	1,4	1,4
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7
Geotermikus	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fő tevékenységű termelők	0,9	1,1	1,7	1,8	2,0	2,2
Saját célú termelők	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Össztermelés	9,5	12,5	13,8	16,3	21,7	27,2
Fosszilis	6,9	9,3	9,1	8,4	7,5	7,0
Szén	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	1,0	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Földgáz	4,9	7,8	8,2	8,3	7,4	6,9
Olaj	0,4	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	2,1	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Megújuló	0,5	1,6	3,6	7,9	14,3	20,3
Víz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Szél	0,1	0,6	1,6	3,1	5,9	8,8
Nap	0,0	0,2	0,6	2,3	5,9	8,2
Biomassza	0,4	0,7	1,3	1,9	1,5	1,6
Geotermikus	0,0	0,0	0,1	0,5	0,8	1,6
Naphő	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Változó megújuló (nap, szél, óceán)	0	0,8	2,2	5,4	11,8	16,9
A változó megújuló aránya	0,7%	6,5%	15,9%	33,1%	54,5%	62,2%
Megújuló aránya	5,1%	12,8%	26,4%	48,5%	65,6%	74,4%

12.13 táblázat: Magyarország: primerenergia-igény

PJ/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Összesen	1,125	1,156	1,094	958	880	867
Fosszilis	913	926	833	685	517	365
Köszén	83	43	25	17	10	6
Lignit	64	62	40	0	0	0
Földgáz	448	517	487	440	349	255
Nyersolaj	318	305	281	228	158	104
Nukleáris	160	120	76	0	0	0
Megújuló	52	110	184	274	363	502
Víz	1	4	9	16	34	50
Nap	0	6	14	37	63	88
Biomassza	48	87	135	158	172	200
Geotermikus	3	13	26	60	93	163
Oceáni energia	0	0	0	0	0	0
Megújuló aránya	5,2%	10,4%	17,4%	28,9%	41,6%	58,2%
Hatékonyági megtakarítások (REF						



Magyarország: Progresszív Energia[Forradalom] forgatókönyv

12.15 táblázat: Magyarország: villamosenergia-termelés

TWh/a	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Erőművek	35,5	39,0	38,2	34,0	37,7	50,4
Szén	1,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,0	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	11,2	16,4	15,2	13,1	12,7	12,5
Olaj	0,5	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	14,7	11,0	7,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,5	2,7	4,8	3,6	4,3	4,2
Víz	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Szél	0,1	1,3	3,9	7,3	9,5	15,5
Nap	0,0	0,5	2,0	5,5	8,0	11,4
Geotermikus	0,0	0,1	0,6	4,0	3,0	6,4
Naphőerőmű	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	4,4	5,4	8,3	9,1	10,3	10,9
Szén	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	3,9	4,6	6,5	5,1	4,0	0,9
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,0	0,6	1,6	3,4	5,0	6,8
Geotermikus	0,0	0,1	0,2	0,4	1,3	3,1
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Fő tevékenységű termelők	4	4,8	7,5	8,0	9,0	9,5
Saját célú termelők	0	0,6	0,8	1,1	1,3	1,4
Össztermelés	39,9	44,4	46,5	43,0	48,1	61,3
Fosszilis	23,4	27,9	26,1	18,5	16,7	13,4
Szén	1,6	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0
Lignit	6,0	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	15,1	20,9	21,6	18,2	16,6	13,4
Olaj	0,6	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	14,7	11,0	7,0	0,0	0,0	0,0
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Megújuló	1,8	5,5	13,4	24,6	31,4	47,8
Víz	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Szél	0,1	1,3	3,9	7,3	9,5	15,5
Nap	0,0	0,5	2,0	5,5	8,0	11,4
Biomassza	1,5	3,4	6,4	7,0	9,3	11,0
Geotermikus	0,0	0,2	0,9	4,5	4,3	9,5
Naphő	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elosztási veszteségek	4,0	4,1	3,9	3,4	3,3	3,5
Saját áramfogyasztás	2,3	2,0	1,8	1,9	2,0	1,9
Hidrogéntermelésre használt áram	0,0	0,0	0,7	1,0	2,9	5,8
Végso energiagyártás (villamos energia)	37,6	42,4	43,4	46,5	51,7	63,9
Változó megújuló (nap, szél, óceán)	0,1	2	6	13	18	27
A változó megújuló aránya	0,3%	4,1%	12,7%	29,7%	36,4%	43,9%
Megújuló aránya	4,5%	12,5%	28,8%	57,1%	65,3%	77,9%

12.16 táblázat: Magyarország: hőellátás

PJ/a	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Távfitőművek	10,8	31	18	17	22	18
Fosszilis energiahordozók	10,5	26	13	9	6	0
Biomassza	0	2	2	3	6	7
Napkollektorok	0	1	2	4	5	5
Geotermikus	0	3	2	2	3	5
Kapcsolt erőmű hőtermelése	46,7	32	42	40	45	51
Fosszilis energiahordozók	46,5	28	33	24	17	4
Biomassza	0,2	3	7	12	16	20
Geotermikus	0	1	2	4	10	27
Uzemanycella (hidrogén)	0	0	0	0	0	0
Közvetlen fűtés¹⁾	294	323	294	273	243	222
Fosszilis energiahordozók	263	279	238	169	106	16
Biomassza	27	34	38	46	57	64
Napkollektorok	0	4	9	38	51	69
Geotermikus ²⁾	3	6	8	19	28	73
Uzemanycella (hidrogén)	0	0	0	0	1	5
Megújuló aránya (a megújuló alapú áramot beleértve)	8,9%	13,8%	19,7%	38,8%	58,5%	93,0%
1) beleértve a hűtést 2) beleértve a hőszivattyúkat	0	2	18	24	48	66

12.17 táblázat: Magyarország: CO₂ kibocsátás

MILL t/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Kondenzációs erőmű	13	14,2	11,0	5,5	4,9	4,5
Szén	1,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	6,3	6,1	3,9	0,0	0,0	0,0
Földgáz	5,5	7,5	6,7	5,4	4,9	4,5
Olaj	0,4	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	4,3	2,9	3,4	2,7	1,9	0,4
Szén	0,9	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	3,4	2,7	3,4	2,6	1,9	0,4
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO₂ kibocsátások: áramtermelés (beleértve a közhasználati CHP-t)	17,8	17,1	14,5	8,2	6,8	4,9
Szén	2,2	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0
Lignit	6,3	6,1	3,9	0,0	0,0	0,0
Földgáz	8,9	10,2	10,1	8,0	6,8	4,9
Olaj és gázolaj	0,5	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0
CO₂ kibocsátások szektoronként	57,8	57,6	49,5	33,3	21,5	9,0
% az 1990-es szinthez képest	80%	79%	68%	46%	30%	12%
Ipar	5	4,2	3,6	2,6	1,7	0,4
Egyéb ágazatok	13	13,9	12,1	9,2	7,1	1,0
Közlekedés	13	13,8	12,8	9,0	4,5	1,4
Energiatermelés (közhasználati CHP-ve)	8	8,8	8,8	6,8	4,6	1,3
Egyéb átalakítások	8	8,8	6,8	4,6	3,1	1,3
Lakosság (millió fő)	10,0	9,9	9,8	9,5	9,2	8,9
Fejenkénti CO ₂ -kibocsátások (t/fő)	5,8	5,8	5,1	3,5	2,3	1,0

12.18 táblázat: Magyarország: beépített kapacitás

GW	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Erőművek	8,5	11,5	13,1	17,4	21,8	29,4
Szén	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	1,0	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Földgáz	4,0	6,5	5,6	5,7	6,3	6,3
Olaj	0,4	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	2,1	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,4	0,6	1,1	1,1	1,2	1,4
Víz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Szél	0,1	0,8	2,4	4,6	5,9	9,7
Nap	0,0	0,5	1,8	5,0	7,3	10,4
Geotermikus	0,0	0,0	0,1	0,8	0,9	1,6
Naphőerőmű	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kapcsolt hő- és energiatermelés	1,0	1,2	1,9	2,0	2,2	2,1
Szén	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Földgáz	0,9	1,1	1,5	1,2	1,0	0,2
Olaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomassza	0,0	0,1	0,3	0,6	0,9	1,3
Geotermikus	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fő tevékenységű termelők	0,9	1,1	1,7	1,7	1,9	1,9
Saját célú termelők	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Össztermelés	9,5	12,7	14,9	19,4	24,0	31,6
Fosszilis	6,9	9,1	8,1	7,1	7,3	6,5
Szén	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Lignit	1,0	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Földgáz	4,9	7,6	7,1	6,9	7,3	6,5
Olaj	0,4	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0
Gázolaj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nukleáris	2,1	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0
Hidrogén	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Megújuló	0,5	2,1	5,8	12,3	16,6	25,0
Víz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Szél	0,1	0,8	2,4	4,6	5,9	9,7
Nap	0,0	0,5	1,8	5,0	7,3	10,4
Biomassza	0,4	0,7	1,4	1,8	2,1	2,7
Geotermikus	0,0	0,0	0,2	0,9	0,9	1,6
Naphő	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oceáni energia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Változó megújuló (nap, szél, óceán)	0	1	4	10	13	20
A változó megújuló aránya	0,7%	10,0%	28,5%	49,3%	55,1%	63,5%
Megújuló aránya	5,1%	16,2%	39,2%	63,5%	69,4%	79,3%

12.19 táblázat: Magyarország: primerenergia-igény

PJ/év	2007	2015	2020	2030	2040	2050
Összesen	1125	1154	1085	914	807	796
Fosszilis	913	921	811	584	404	211
Szén	83	43	25	22	14	6
Lignit	64	62	40	0	0	0
Földgáz	448	512	460	329	251	123
Nyersolaj	318	304	287	233	139	82
Nukleáris	160	120	76	0	0	0
Megújuló	52	114	197	330	403	584
Víz	1	1	1	1	1	1
Szél	0	5	14	26	34	56
Nap	0	7	18	60	84	115
Biomassza	48	87	134	142	176	178
Geotermikus	3	14	31	100	108	234
Oceáni energia	0	0	0	0	0	0
RES share	5,2%	10,6%	18,8%	37,8%	52,0%	74,7%
'Efficiency' savings (compared to Ref.)	0	23	111	294	414	474

12.20 táblázat: Magyarország: végso energiaigény

PJ/a	2007	2015	2020
------	------	------	------

Magyarország: összes új befektetés technológiánként

12.21 táblázat: Magyarország: összes befektetés

MILLIÓ EURÓ	2011-2020	2021-2030	2011-2050	2011-2050 EVES ÁTLAG
Referencia forgatókönyv				
Hagyományos (fosszilis + nukleáris)	7263	13 451	25 926	648
Megújuló	2664	3241	14 744	369
Biomassza	1455	1371	6702	168
Víz	0	51	51	1
Szél	576	521	3172	79
PV	136	627	1720	43
Geotermikus	497	672	3099	77
Naphőerőmű	0	0	0	0
Oceáni energia	0	0	0	0
Energia[Forradalom]				
Hagyományos (fosszilis + nukleáris)	2599	661	6226	156
Megújuló	5817	7877	37 241	931
Biomassza	2352	1945	7833	196
Víz	0	76	76	2
Szél	1117	1745	10 387	260
PV	1159	1895	8662	217
Geotermikus	1189	2216	10 282	257
Naphőerőmű	0	0	0	0
Oceáni energia	0	0	0	0
Prog. Energia[Forradalom]				
Hagyományos (fosszilis + nukleáris)	2305	449	6756	169
Megújuló	9443	11 588	51 840	1296
Biomassza	2538	1129	9907	248
Víz	0	51	51	1
Szél	1926	2173	12 445	311
PV	3318	3585	13 912	348
Geotermikus	1661	4650	15 525	388
Naphőerőmű	0	0	0	0
Oceáni energia	0	0	0	0

Magyarország: jövőbeli foglalkoztatás

12

12.22 táblázat: Az erőművekhez kapcsolódó foglalkoztatás és a helyi tényezők kalkulációja

TECHNOLÓGIA ÉS ERŐMŰ	MUNKAVÁLLALÓK SZÁMA		KAPACITÁS MW	TERMELÉS GWH	HELYI TÉNYEZŐK			
	O+M	ÜZEMANYAG			Egyedi erőművek		Súlyozott átlag	
					MHELY/MW	MHELY/GWh	MUNKAHELYI ÉVEK/MW	MUNKAHELYI ÉVEK/GWH
Nukleáris								
Paksi Atomerőmű	2650		1895		14,0		1,40	
Lignit/Biomassza							2,25	0,31
Mátrai	2200	260	836	5614	2,63	0,05		
Oroszlányi	600	1900	240	1421	2,50	1,34		
Tiszapalkonyai és Borsodi	280	n.i.	337		0,83			
Ajkai Erőmű	330	n.i.	102		3,24			
Földgáz and Olaj							0,28	
Dunamenti	410	n.i.	1736		0,24			
Tisza II.	180	n.i.	900		0,20			
Csepeli	55	n.i.	396		0,14			
Kelenföldi, Kisperősi, és Újpesti	380	n.i.	409		0,93			
Lőrinci, Litéri, és Sajószögedi	55	n.i.	410		0,13			
Debreceni	17	n.i.	95		0,18			
Kis Földgáz CHP							2,33	
ISD Power	210	n.i.	69		3,04			
Pannon	260	n.i.	132,5		1,96			

n.i. = nincs rendelkezésre álló adat

A magyar erőművi foglalkoztatáshoz kapcsolódó adatok összegyűjtése Pogány Anikó munkája (személyes kommunikáció, augusztus, 2011).

Progresszív Energia [Forradalom]

GREENPEACE

A Greenpeace független, energikus és konfrontációra kész környezetvédő szervezet, mely a világ több mint 45 országában kész arra, hogy fellépjen a Föld értékeinek védelmében. Radikális, de teljes mértékben erőszakmentes, a legjobb tudományos kutatóintézetekkel működik együtt, tárgyal és lobbizik, ha kell autópályákat, kormányépületeket zár le. Az egyik kezével tiltakozik, a másikkal az alternatív megoldásokat mutatja fel. Minden NEM! mellé mond egy IGEN!-t is.

Függetlenségét és szabadságát az biztosítja, hogy önfenntartó, kizárólag magánszemélyek támogatásából végzi munkáját.

A Greenpeace 2002 júniusában nyitotta meg magyarországi irodáját. A magyar munkatársak tevékenységét közel 30 000 adományozó és 400-500 aktivista segíti.

Greenpeace Magyarország Egyesület

Zászlós utca 54.
1143 Budapest
t +36 1 392 7663 f +36 1 200 8484
info@greenpeace.hu
http://greenpeace.hu/



Európai Megújuló Energia Tanács - [EREC]

Az Európai Megújuló Energia Tanács 2000. április 13-án jött létre, és eseményszervezetként a bioenergia, geotermikus energia, óceáni energia, kis vízerőművek napenergia, és a szélenergia területén működő ipari, kereskedelmi és kutató szervezeteket fogja össze. Az EREC 70 milliárd eurós költségvetéssel dolgozik, és mintegy 550 ezer embernek ad munkát.

Az EREC részét képezik az alábbi non-profit szervezetek és szövetségek: AEBIOM (Európai Biomassza Szövetség); eBIO (Európai Bioetanol Üzemanyag Szövetség); EGEC (Európai Geotermikus Energia Tanács); ESHA (Európai Kis Vízi Erőmű Szövetség); ESTIF (Európai Termális Napenergia Ipari Szövetség); EUBIA (Európai Biomassza Ipari Szövetség); EWEA (Európai Szélenergia Szövetség); EURWC (Európai Megújuló Energia Szövetség); EU-OEA (Európai Óceáni Energia Szövetség); ESTELA (Európai Termális Napenergia Szövetség); és további tag: EBB (Európai Biodízel Tanács).

EREC Európai Megújuló Energia Tanács

Renewable Energy House, 63-67 rue d'Arlon,
B-1040, Brüsszel, Belgium
T: +32 2 546 1933 F: +32 2 546 1934
erec@erec.org
www.erec.org