

### Átállás a megújuló energiaforrásokra

Éppen úgy, ahogy a 19. század a szén, a 20. század pedig az olaj évszázada volt, a 21. század a nap- és a szélenergiáé és föld mélyéből származó termikus energiáé lesz. Európában 2006-ban az újonnan létrejött elektromos áram termelő kapacitásoknak nagyobb része származott megújuló, mint a hagyományos energiaforrásokból, és ezzel Európa lett az első új energiakorszakba belépő földrész. Ugyanabban az évben az Egyesült Államok szélenergiából nyert elektromos áram termelő kapacitása 27 százalékkal nőtt, míg a széné egy kicsit csökkent.<sup>1</sup>

A B-terv energiagazdaságát sok területen látjuk kialakulni. Texasban, ahol a szövetségi állam kormányzata koordinálja a szélenergiára támaszkodó energiatermelés hatalmas növekedését, feltételezhetően 23000 megawatt új energiatermelő kapacitás jön létre: ez 23 széntüzelésű erőmű teljesítményének felel meg. Kínában 160 millió ember melegvízellátását a tetőkön elhelyezett, napenergiát hasznosító vízmelegítők biztosítják. Izlandon az otthonok közel 90 százalékát geotermikus energiával fűtik. Európában szélfarmok biztosítják 60 millió ember áramellátását. A Fülöp-szigeteken 19 millió ember kapja az elektromos áramot geotermikus erőművekből.<sup>2</sup>

Az előző fejezetben leírtuk, hogy az energiafelhasználás 2020-ig előrejelzett növekedését hogyan lehet ellensúlyozni a hatékonyság növekedésével. Jelen fejezetünk pedig azzal a kihívással foglalkozik, hogy hogyan lehet a megújuló erőforrásokat olyan mértékben hasznosítani, ami elvezet a világ széndioxid-kibocsátásának 80 százalékos csökkenéséhez. A legfontosabb célkitűzés az, hogy az összes szén- és olaj-alapú áramtermelés helyére lépjen megújuló energiából nyert elektromos áram.

A B-Terv 2020-ig megvalósulandó megújuló energiafejlesztési terve nem arra alapoz, hogy a hagyományos elgondolások szerint mit tartanak politikai szempontból megvalósíthatónak, hanem arra, hogy véleményünk szerint mire van szükség ahhoz, hogy megakadályozzuk az éghajlatváltozás visszafordíthatatlanná válását. Ez tehát nem A-Terv, nem az eddig megszokott cselekvési sorok változatlan folytatása. B-Terről van szó: háborús intenzitású erőfeszítésről, egy minden területen erőfeszítést követelő olyan válaszdásról, ami arányban áll azzal a fenyegetéssel, amit a globális felmelegedés jelent jövőnk szempontjából.

Elég gyorsan tudjuk-e fejleszteni a megújuló energiát? Azt gondoljuk, hogy igen. A mobiltelefon- és a számítógép-használat legutóbbi időkben tapasztalt trendjei érzékeltetik, hogy milyen gyorsan képesek az új technológiák elterjedni. Amint a mobiltelefonok értékesítése 1986-ban elérte az egy milliót, minden készen állott a robbanásszerű növekedésre, és a mobiltelefon-előfizetők száma az azt követő három évben minden évben megduplázódott. Az utána következő 12 évben minden második esztendőben több mint duplájára emelkedett a mobiltelefonok tulajdonosainak száma. 2001-re már 995 millió embernek volt mobiltelefonja—ez mindössze 15 év alatt ezerszeres növekedés. 2007-ben 2 milliárd mobiltelefon-előfizető volt szerte a világban.<sup>3</sup>

A személyi számítógépek értékesítése hasonló pályát futott be. 1983-ban még mintegy 1 millió darabot értékesítettek, ám 2003-ban már 160 millióra becsülték az eladott készülékek

számát–tehát 20 esztendő alatt százhatvanszoros növekedés következett be. A megújuló energia területén hasonló növekedési adatokat látunk. Az értékesített napelemek száma minden második évben megduplázódik, és ettől a szélenergia-kapacitás éves növekedése sem marad el. Éppen úgy, ahogy az információs és kommunikációs gazdaságok az utóbbi két évtized során szinte a felismerhetetlenségig megváltoztak, az elkövetkező tíz évben ugyanez fog bekövetkezni az energiagazdaság területén.<sup>4</sup>

Van azonban egy szembeötlő különbség. Míg az információs és kommunikációs szektorok átalakulását a technika haladása és a piaci erők befolyásolták, az energiagazdaság átalakulását az a felismerés hajtja majd, hogy globális civilizációnk sorsa nem pusztán ettől az átalakulástól függ, hanem attól is, hogy képesek vagyunk-e az energiagazdaságot háborús mozgósítás sebességével átalakítani.

### **A szélenergia hasznosítása**

A Stanford Egyetem Christina Archer és Mark Jacobson által vezetett kutatócsoportjának egész világra kiterjedő felmérése a szélenergia hasznosításáról arra a következtetésre jut, hogy a Földön rendelkezésre álló szélenergia egyötödének hasznosításával a világ jelenlegi áramfogyasztásánál hétszer több elektromosságot lehetne előállítani. Például Kína, az ország északi és nyugati régióiban elterülő hatalmas szél fújta síkságain, megszámlálhatatlan hegyláncán és hosszú szélben gazdag tengerpartján annyi könnyen hasznosítható szélenergiával rendelkezik, amellyel az ország jelenlegi szélenergia-kapacitását könnyen meg lehet duplázni.<sup>5</sup>

1991-ben az amerikai Környezetvédelmi Minisztérium kiadta a nemzeti szélenergia-térképét, és egyben rámutatott arra, hogy három szélben gazdag államnak, Észak-Dakotának, Kansasnak és Texasnak elegendő hasznosítható szélenergiája van ahhoz, hogy abból az egész ország áramszükségletét fedezni lehessen. A turbinák technikai adottságainak azóta bekövetkezett javítása lehetővé teszi, hogy a turbinák alacsonyabb szélesebesség esetében is működjenek, továbbá azt is, hogy nagyobb hatékonysággal alakítsák át a szélenergiát villamos energiává. A jelenleg épített turbinák a korábbi, 40 méter magasságú társaikkal ellentétben, már 100 métereseek: sokkal nagyobb mennyiségű, erősebben és kiszámíthatóbban fújó szélmenyiséget tudnak hasznosítani, és hússzor több energiát tudnak termelni, mint az 1980-as évek elején, az újkori szélhasznosítás kezdetekor üzembe helyezett szélturbinák. Ezekkel az új turbinatechnológiákkal az Energia Minisztérium által kiválasztott három szövetségi állam nemcsak az Egyesült Államok elektromosáram-szükségletét, hanem a nemzet teljes energiaszükségletét is ki tudná elégíteni.<sup>6</sup>

Az Energetikai Minisztérium 2005. évi felmérése a tengerpartok közelében, a partoktól 50 mérföldnyire található szélenergiáról megállapítja, hogy ez a szélenergia önmagában elég ahhoz, hogy fedezze az Egyesült Államok villamosenergia-szükségletének 70 százalékát. Európa már kihasználja a tengerpartok közelében lévő energiát. A Garrand Hassan, egy szélenergia-tanácsadó cég 2004. évi becslése arra a következtetésre jut, hogy ha a kormányok határozottan fejlesztik a hatalmas, a tengerpartok közelében lévő erőforrásokat, akkor 2020-ra a szélenergia szolgáltatná Európa lakossági áramfogyasztásának egészét.<sup>7</sup>

A becslések szerint 2000 és 2007 között a világ szélenergia-kapacitása 18000 megawatttól 92000 megawatttra nőtt. 2008 elején meg fogja haladni a mérföldkőnek számító 100000 megawattot. 2000 óta a szélenergia-kapacitás évi 25 százalékkal nőtt, ami azt jelenti, hogy minden harmadik évben megduplázódik.<sup>8</sup>

Az egyes országok szerinti összkapacitás tekintetében Németország vezet, majd az Egyesült Államok, Spanyolország, India és Dánia következik. Ha azt nézzük, hogy a szélenergia az egyes országok teljes villamosenergia-termelésben milyen arányban képviselteti magát, akkor a maga 20 százalékos arányával Dánia az első. Németország északi tartományainak villamos energia ellátásában a szélenergia részesedése 30 százalékos, míg Németország egészét tekintve 7 százalékos, és folyamatosan nő.<sup>9</sup>

Dánia jelenleg arra törekszik, hogy elektromos energiaellátásának 50 százalékát szélenergiából nyerje oly módon, hogy az új termelési kapacitások zöme a tengerpartok közelében lévő tengeren elhelyezett turbinából származzon. Napjainkban a dán tervezők azt fontolgatják, hogy hogyan lehet a szélenergia a vezető energiaforrás, a dán tervezők tehát feje tetejére állították az energiapolitikát. A szélenergiát tekintik a villamosenergia-termelés fő forrásának, a fosszilis üzemanyagokból nyert energiát pedig csak akkor hasznosítanák, ha a szél ereje lecsökken.<sup>10</sup>

A szélenergia hasznosításában élenjáró öt vezető ország, amelynek részesedése a világ szélenergia termelő kapacitásából durván 70 százalékra tehető, már jó pár éve domináns szerepet játszik az iparág növekedésében, ám most, hogy ez a tevékenység globálisan elterjedt, már 70 ország hasznosít szélenergiát. A szélenergia újonnan megjelent nagyhatalmai: Kína, Franciaország és Kanada. 2006-ban mindhárom ország megduplázta a szélenergia termelését.<sup>11</sup>

A szélenergia hasznosításával kapcsolatos első aggodalmak többek között azzal kapcsolatban merültek fel, hogy a szélkerekek nem jelentenek-e veszélyt a madarak számára, ám ez a kockázat felméréseivel és a turbinák helyének gondos kiválasztásával (a madarak számára kockázatos területek elkerülésével) megszüntethető. A legfrissebb vizsgálatok jelzik: a szélmalomok okozta madárpusztulás elhanyagolható ahhoz a madárpusztuláshoz képest, amelyet a felhőkarcolókba csapódás, a gázolások, illetve az okoz, hogy a madarak a macskák áldozataivá válnak.<sup>12</sup>

Más kritikusokat a szélkerekek látványa aggasztja. Egyesek, ha megpillantanak egy szélfarmot, úgy érzik, mintha egy visszataszító tárgy rontotta volna a táj látványát. Másokat viszont ugyanez a látvány arra emlékezteti, hogy egy, a civilizációt megmentő energiaforrást látnak. Léteznek tehát problémák, amelyek éppen abból fakadnak, hogy az ellenzők nem akarják, hogy saját „hátsó udvarukban” épüljön egy szélerőmű. Mindazonáltal sokkal gyakoribb az a kívánság, hogy a gazdák saját hátsó udvaraiban épüljenek szélkerekek. Az amerikai lakosság körében, pl. Colorado állam farmerei között vagy New York állam északi régióinak termelői között a farmerek vetélkednek egymással, hogy kinek a területén hozzanak létre szélfarmot. Ez nem meglepő, hiszen egy nagy, előre megtervezett szélturbina egynegyed hektár földterületen évente 300000 dollár értékű energiát képes termelni. A gazdálkodók anélkül, hogy részükről bármiféle befektetés történne, általában minden egyes földjükön felállított szélturbina után évi 3-10 ezer dollárt működési díjat kapnak.<sup>13</sup>

A szélenergia egyik vonzereje az, hogy más megújuló energiaforrásokkal összevetve annyira kevés földterületet igényel. Például egy észak-iowai kukoricatermelő gazda negyedhektárnyi földterületen el tud helyezni egy olyan szélturbinát, amely évente 300000 dollár értékű elektromosságot tud előállítani. Ugyanezen a negyedhektáros területen 40 véka kukoricát lehet megtermeszteni, amelyből 120 gallon 300 dollár értékű etanolt lehet előállítani. Mivel maga a turbina egy szélfarm területének kevesebb, mint 1 százalékát

foglalja el, ez a technika lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy ugyanazt a földterületet egyszerre használják energiatermelésre és növénytermesztésre. A szelekben gazdag Nagy Síkságon hamarosan gazdák ezrei fognak nagyobb jövedelemhez jutni a szélenergia-tiszteletíjajkából, mint a szarvasmarhák értékesítéséből.<sup>14</sup>

Jelenleg a széllal termelt energia növekedését a főleg a szélturbina kapacitások véges volta korlátozza. De a fontos kérdés az, hogy a világ energiaszükségletének hány százalékát lehet szélenergiából fedezni. Ahhoz, hogy érzékelnünk tudjuk a nagyságrendeket, szemügyre vesszük, hogy mit terveznek a kormányok, továbbá megvizsgáljuk a jelenleg épülő és megépíteni javasolt szél erőművek nagyságát és a jelenleg tervezett energiavezetéseket.<sup>15</sup>

Az Egyesült Államok hivatalosan elfogadott célja az, hogy egy napon az áramfogyasztás 20 százalékát szélenergia szolgáltatssa, minimum 300000 megawatt szélenergia kapacitás létrehozását feltételezi. Mivel egy megawatt szélenergia-kapacitás 300 amerikai otthon képes árammal ellátni, a szélenergia ilyen mértékben való kifejlesztése 90 millió háztartás villamosenergia-ellátását képes biztosítani. A szélenergia területén kezdőnek számító Franciaországban a kormány célja az, hogy 2010-ig 14000 megawatt szél erőmű kapacitás jöjjön létre. A 12000 megawatt szél erőmű kapacitással rendelkező Spanyolország 2010-re 20000 megawattos kapacitás elérésére törekszik.<sup>16</sup>

Amerikában az olajtermelésben a helyi szinten hosszú ideig vezető szerepet játszó Texas állam a szélenergia területén is az élre tört. Rick Perry, az állam kormányzója megteremtette a szélfarmok és az elektromos vezeték építőinek kapcsolatát: a cél az, hogy összekössék a szelekben gazdag Nyugat-Texas-t és az állam 26 legészakibb megyéjét Texas állam lakosság központjaival. Ennek az összefogásnak a nyomán 23 megawatt szélenergia-kapacitás jöhet létre, ami elegendő 7 millió otthon lakossági áramszolgáltatásának biztosításához.<sup>17</sup>

Kaliforniában a Dél-Kaliforniai Edison Áramszolgáltató Közműtársaság az állam déli végében 4500 megawattos szélenergia-kapacitás megépítését tervezi. Dél-Dakota állam keleti központi régióiban a Clipper Windpower cég szélenergia jogokat vásárolt akkora nagyságú területen, amely elegendő 3000 megawatt energiatermelő kapacitás kiépítéséhez. Az Egyesült Államok egészét nézve a 2007 végén megépítésre javasolt szélenergia kapacitások becsült nagysága meghaladta 100000 megawattot, azaz majdnem tízszerese volt a jelenlegi kapacitásnak.<sup>18</sup>

Kanadában a Katabatic Power és a Deutsche Bank egy 3000 megawatt kapacitású szélfarm megépítését tervezi British Columbiában, amely 900000 otthon számára szolgáltatna elegendő energiát. Az Egyesült Királyságban jelenleg tervezési szakaszban van a London Array, egy 1000 megawattos, a tengerpart közelében a tengerre épített szélfarm a Severn folyó deltájában, továbbá egy 1500 megawattos szélfarm, az Atlantic Array Devon megye partjainak közelében. Kínában jelenleg több, 1000 megawattos szélfarm tervezési stádiumban van.<sup>19</sup>

A szélfarmok előtt álló jövőt jól érzékeltetik a jelenleg épített, illetve jelenleg tervezés alatt álló villanyvezetékek. Az Egyesült Államokban Texas, Colorado, Új-Mexikó, Kalifornia és Minnesota tagállamok törvényhozása a hatalmas szélfarmok építésének támogatását összekötötte az új vezeték építésével, hogy elkerülhető legyen egy olyan helyzet, amelyben akár a vezeték, akár a termelési kapacitások hiánya akadályozza a szélenergia fejlődését.<sup>20</sup>

Számos, az Egyesült Államok tagállamait összekötő vezeték is épül, illetve számos vezeték megépítéséről jelenleg folynak az egyeztetések. Az Egyesült Államok középső régióinak északi részén található Észak-Dakota állam keleti területein, illetve a Dél-Dakotában található szélfarmokat összekötik a Minnesota és Wisconsin tagállamokban található elosztó központokkal. A szélfarmok működtetőiből alakult csoport egy olyan vonal megépítését javasolja, amely a kiválasztásra javasolt, 13000 megawatt összkapacitással rendelkező szélfarmokról indulva összekötné Kansas és Oklahoma tagállamok hatalmas szélerőforrásait az Egyesült Államok dél-keleti részével. A közép-nyugati régió északi részén egy másik csoport olyan vezeték létrehozását fontolgatja, amelyek össze fogják kötni az Észak- és Dél-Dakotában található szélenergiában gazdag területeket a sűrűn lakott keleti parttal. Nyugaton Kalifornia, Nevada, Utah és Wyoming államok kormányzói megállapodtak abban, hogy egy a „Határvidék Vezetékvonala” névre hallgató vezeték hoznak létre, amely össze fogja kötni Wyoming állam alacsony költségekkel szélenergiát előállítani képes területeit Salt Lake City-vel és az energiaéhes Kaliforniával.<sup>21</sup>

Európában a számos országban szélfarmokkal rendelkező fejlesztési társaság, az Airtricity és az ABB, az energetikai infrastruktúra-ipar egyik vezető társasága azt javasolta, hogy hozzanak létre a tengerpartok közelében egy szuperhálózatot, amely a Balti-tengertől az Északi-tengerig és déli irányban Spanyolország tengerpartjáiig ér. Ez a hálózat nemcsak abban tud segíteni, hogy kiaknázzák Európa, hatalmas, partok melletti szélenergia-potenciálját, hanem összekötné a nemzeti hálózatokat is, így nyújtva segítséget a hatékonyabb energiahasznosításnak szerte a kontinensen. Első lépésként a két társaság azt javasolja, hogy kerüljön megépítésre egy 10000 megawattos szélfarm-projekt az Északi-tengeren Németország, az Egyesült Királyság és Hollandia között, amely 6 millió otthont tudna ellátni elektromossággal.<sup>22</sup>

A B-Terv gazdaságának középpontjában a szélenergia található. Bőségesen áll rendelkezésre, olcsó és kiterjedt területeken hozzáférhető, könnyen bővíthető, és gyorsan fejleszthető. Az olajkutak kiapadhatnak és a szén elfogyhat, de a Föld szélerőforrásai kimeríthetetlenek.

A B-Terv megvalósítása érdekében 2020-ig villámsebessen 3 millió megawatt szélenergia-kapacitást kell létrehoznunk. Ez szükségessé teszi, hogy minden két évben majdnem megkétszerezzük a szélenergia kapacitást, és ez a korábbi évtizedhez képest, amikor még csak háromévente duplázódott meg a kapacitás, a szélenergia elterjedésének gyorsulását jelenti. Így a Föld 2020-ra előre jelzett 7,5 milliárdos lakosságszámához viszonyítva minden 2500 főre 1 megawatt szélenergia-kapacitás jut majd. Dánia, ahol minden 1700 lakosra jut 1 megawatt szélenergia, már jóval túlszárnyalta ezt a célt. Valószínűsíthető, hogy a fent jelzett célt Spanyolország 2010-re fogja elérni, Németország pedig nem sokkal később.<sup>23</sup>

Az éghajlatot stabilizáló kezdeményezés 1,5 millió darab 2 megawattos szélturbina üzembe helyezését igényelné. Ilyen hatalmas mennyiségű szélturbina legyártása az elkövetkező 12 évben szinte lehetetlen feladatnak tűnik egészen addig, amíg ezt a kezdeményezést nem vetjük össze a világon évente előállított évi 65 millió darab gépkocsival. A költségek felállított turbinánként 3 millió dollárt tesznek ki, ez tehát azt jelentené, hogy az elkövetkező 12 évben 4,5 billió dollárt, azaz évente 375 milliárd dollárt kellene befektetni. Ezeket az adatokat össze lehet hasonlítani a világ olajjal és földgázzal kapcsolatos befektetéseivel, amelyek az előrejelzések szerint 2016-ra elérik az évi 1 billió dollárt.<sup>24</sup>

A szélturbinák előállítása futószalagon, sorozatgyártásban is lehetséges. Sőt elmondható, hogy az amerikai autóipar jelenleg kihasználatlan termelő kapacitásai elégségesek ahhoz, hogy le lehessen gyártani a B-Terv globális célkitűzéseit teljesítő darabszámot.<sup>25</sup>

Nemcsak a leállított termelő berendezések léteznek, hanem az érintett területeken rendelkezésre állnak azok a szakmunkások, akik alig várják, hogy újra dolgozhassanak. A szélben gazdag Nagy-tavak régiójának szívében található Michigan állam aránytalanul nagymértékben rendelkezik nem termelő gépjárműipari kapacitásokkal. Az egyik vezető, szélturbinákat előállító cég, a spanyol Gamesa nemrég indította el a gyártást Pennsylvania állam egyik elhagyott acélipari gyártelepén.<sup>26</sup>

### **Szélenergiából származó elektromos árammal meghajtott hibrid gépkocsik**

A 10. fejezetben foglalkoztunk azokkal az intézkedésekkel, amelyekkel a városok elérik, hogy kevésbé függjenek a gépkocsiktól. De még ha csökken is a személygépkocsik száma, a világnak óriási nagy szüksége van az újfajta gépkocsikat használó energiagazdagságra és egy új energiaforrásra. Szerencsére két technikai újdonsággal már lefektették ennek az új energiagazdaságnak az alapjait: egyfelől léteznek már a Toyota által elsőként kifejlesztett vegyes meghajtású, benzinnel és villamossággal működő gépkocsik, másfelől már vannak korszerű tervezésű szélturbinák is.

A Toyota Prius egy olyan nagy mennyiségben értékesített, közepes méretű gépkocsi, amely az új, gallononként 20 mérföldes távolságot megtevő (100 kilométeren 11,7 litert fogyasztó) amerikai gépkocsikkal ellentétben vegyes forgalomban gallononként 46 mérföld távolság megtételére képes, azaz 100 kilométeren 5,1 litert fogyaszt. Az Egyesült Államok könnyedén felére tudná csökkenteni a benzinfogyasztását, ha az amerikai gépkocsikat lecserélnék a magas energiahatékonyságú, vegyes meghajtású gépkocsikra. Mindez pedig úgy lenne lehetséges, hogy sem a gépkocsik száma, sem az általuk megtett út hossza nem változna. Mindössze arra lenne szükség, hogy a piacon elérhető leghatékonyabb technológiát alkalmazzák.<sup>27</sup>

Most hogy a hibrid meghajtású gépkocsik már nagyon is elfogadottak, viszonylag kis lépést kell megtenni a nagyrészt elektromossággal üzemeltetett, hálózatról feltölthető akkumulátorral rendelkező, hibrid meghajtású gépkocsik gyártásához. Ha egy benzinnel és elektromossággal meghajtott gépkocsiba annak érdekében, hogy több elektromos energiát tudjon tárolni egy nagyobb kapacitású akkumulátort helyezünk el és (biztosítandó, hogy az akkumulátor a hálózatról feltölthető legyen) a gépkocsit elektromos csatlakozóval látjuk el, a gépkocsivezetők képesek lesznek az ingázást, élelmiszervásárlást és az egyéb rövid távolságú útjaikat majdnem teljes egészében elektromos áram felhasználásával megtenni, és így benzint tudnak megtakarítani az alkalomadtán adódó hosszabb utazásaikra. Az egészét még vonzóbbá teszi, ha az akkumulátor feltöltése a csúcsidőn kívül, továbbá szélenergiával előállított elektromossággal történik: ebben az esetben az elektromosság ára olyan olcsó, mintha egy gallon benzinnél kevesebb, mint 1 dollárt kellene fizetni. Ha tehát egy kettős meghajtású gépkocsit úgy alakítunk át, hogy nagyrészt elektromossággal lehessen üzemeltetni, akkor a még fennmaradó benzinfogyasztást további 60 százalékkal lehetne csökkenteni, és a teljes csökkenés a benzinfogyasztásban elérné a 80 százalékot.<sup>28</sup>

De ez még nem minden. Amory Lovins, az energiahatékonyság javításának egyik kiemelkedő újítója, megállapítja: ha a gépkocsik karosszériájának acélelemeit korszerű

polimer anyagokkal helyettesítenénk, akkor „ez durván meg tudná duplázni a normális súlyú hibrid gépkocsik hatékonyságát anélkül, hogy a gépkocsik teljes előállítási költsége jelentősen növekedne.” Benzinnel és elektromossággal működő autók építésével, amelyek olyan korszerű polimer kompozitokat tartalmaznak, mint a Boeing 787 Dreamliner névre elkeresztelt óriás utasszállító repülőgépe, a még fennmaradó, 20 százalékra csökkentett üzemanyag fogyasztást meg lehet felezni, és így az üzemanyag fogyasztás csökkenésének mértéke 90 százalékos lehet.<sup>29</sup>

A hálózatról szélenergiával termelt elektromossággal feltölthető hibrid gépkocsikra építő modell nem igényel drága infrastruktúrát, mivel a benzinkutak hálózata és az elektromos hálózat már megvan. Az Egyesült Államok Kormánya Pacific Northwest Nemzeti Laboratóriumának 2006. évi becslése szerint az elektromos hálózatról feltölthető személygépkocsik, kisteherautók, és terepjárók által használt elektromosságnak 84 százalékát a már létező vezetékhalozaton lehetne szállítani, mivel a járművek újratöltése éjszaka történne, amikor egyébként is a keresletet meghaladó kapacitások állnak rendelkezésre.<sup>30</sup>

Sok elemző amiatt aggódik, hogy a megtermelt szélenergia mennyisége állandóan változik, de ezt nagymértékben ellensúlyozza a helyi és regionális hálózatok egy nemzeti hálózatba történő beintegrálása, amire viszont amúgy is szükség van ahhoz, hogy növelni lehessen a hálózati terhelés kezelésének hatékonyságát. Mivel nem létezik két olyan szélfarm, amely azonos mennyiségű szelet hasznosít, ha minden szélfarm rá van kötve egy nagy hálózatra, akkor ezzel jelentős mértékben csökkenthető a megterhelt elektromosság mennyiségének ingadozása. Ha pedig a nagyszámú szélfarm van rákötve egy hatalmas hálózatra, a termelési volumen változásai nagymértékben eltűnnek.<sup>31</sup>

A stabilitás másik jelentős forrása a hálózatról feltölthető hibridautókra való átállásból fakadhat, mivel a gépjárművek akkumulátora elraktározhatja a szélenergia által megtermelt elektromosságot. Egy korszerű vezetékhalozat lehetővé teszi, hogy a gépkocsivezetők saját maguknak jövedelmet termelve a csúcsidőkben a hálózat számára elektromosságot értékesíthessenek. Tehát az elektromos hálózatról feltölthető hibrid gépjárművekre történő átállás, mivel ezek a járművek képesek az energiaraktározásra és a hiányzó energiát saját benzintartályukból fedezik, tompítja a rendelkezésre álló szélenergia változásából adódó energia termelési fluktuációkat, és egyúttal lehetővé teszi, hogy a szélenergia legyen a B-Terv energiagazdaságának központi eleme.<sup>32</sup>

Az üzemanyag hatékony, hálózatról energiával feltölthető hibrid gépkocsira történő átállás több ezer szélfarm megépítésével együtt szerte az Egyesült Államokban új lendületet biztosít majd az amerikai farmereknek, állattenyésztőknek, és drámai mértékben javítja majd az Egyesült Államok kereskedelmi mérlegét. De ami még ennél is fontosabb: lehetővé teszi a széndioxid-kibocsátás mintegy 90 százalékos csökkentését, és ezzel az Egyesült Államok a többi ország számára követendő példává válna.<sup>33</sup>

Az üzemanyag hatékony, hálózatra csatlakoztatható hibridjárművek támogatottságának növekedése egy lakossági szintről kiinduló kezdeményezés kialakulásához vezetett el, mely Összefogás a Hálózatról Feltölthető Gépkocsikért névre hallgat. 2007 végén a kezdeményezésnek 617 tagszervezete van, beleértve 169 áramszolgáltató közműtársaságot, 168 vállalatot, 71 városi önkormányzatot és 67 környezetvédelmi csoportot. A szervezet számos tagja, ideértve New York állam kormányzatát, a Dél-Kaliforniai Közműszolgáltatót, valamint a Pacific Gáz és Áramszolgáltató társaságot, bejelentette, hogy előzetes megrendeléseket adtak le hálózatról feltölthető gépkocsikra és kisteherautókra. Ezekre a még

nem legyártott modellekre leadott rendelések már összesen 11000 járműre vonatkoznak, és a megrendelést tulajdonképp az a cég kapja majd, amelyik legelőször dobja majd piacra a hálózatról feltölthető hibrid gépkocsikat.<sup>34</sup>

Az ilyen járművek gyártását tervező cégek között van a Nissan, a Toyota, a General Motors (a Chevrolet Volt nevű típusával) és a Ford Motor Company (az Airstream névre hallgató típusával). A Crystler társaság Dodge Sprinter nevű, hálózatról feltölthető hibrid teherautóját már jelenleg is számos cég teszteli, többek között a Pacific Gáz- és Elektromosság-szolgáltató. Könnyen meglehet, hogy az első hálózatról feltölthető hibridjárműveket forgalmazó cégek számára nehéz lesz majd lépést tartani a növekvő kereslettel.<sup>35</sup>

A Chevrolet Volt, amelyet 2010-ben fognak piacra dobni, egy elektromos feltöltéssel 40 mérföld távolságot lesz képes megtenni. Ezen távolság felett egy kicsi benzinnel üzemeltetett motor termeli meg az akkumulátor újratöltéséhez szükséges elektromosságot. Az amerikai alkalmazottak azon 78 százaléka számára, akik 20 mérföldre vagy ennél kisebb távolságra laknak a munkahelyüktől, benzin felhasználása nélkül válik majd lehetségessé az ingázás. Az ennél nagyobb távolságra ingázók körében az is lehetséges lesz, hogy a munkahelyükön töltsék fel a gépkocsijukat. A GM az amerikai autózási szokások alapján elemzést készített: a Chevrolet Volt egy gallon benzinnel 150 mérföldet lesz képes megtenni, mivel a benzinnel üzemeltetett újratöltő motort csak esetenként kellene bekapcsolni. Az egy gallonra jutó csak százasokban kifejezhető mérföldteljesítmény győzi meg a fogyasztókat arról, hogy érdemes megvenniük a hálózatról feltölthető hibrid gépkocsikat.<sup>36</sup>

## **Napelemek és napkollektorok**

Napjainkban számos technológia létezik a nap energiájának hasznosítására ideértve a napenergiával működő hő kollektorokat és a fotovoltaikus napelemeket is. A napenergiával működő hő kollektorokat széles körben alkalmazzák vízmelegítésre, de napjainkban már fűtésre is. Mind a nap fényét összegyűjtő, vizet felforraló és gőzzel termelt elektromosságot előállító kollektorokat, mind a fotovoltaikus cellák összeszerelt alakzatait erőművi mértékben és nyereségesen használják fel, oly módon, hogy egy-egy létesítmény otthonok ezreit képes energiával ellátni.

A világ napenergia-iparának minden bizonnyal egyik legizgalmasabb, új keletű fejleményének Kína 40 millió, tetőre szerelt napenergiás vízmelegítője számít. Mivel 2000 vállalat állítja elő a tetőre szerelhető napenergiás hő kollektorokat, ezt a viszonylag egyszerű és meglehetősen olcsó technikát nemcsak a városokban használják széles körben, hanem – az infrastruktúra szokásos fejlődési szakaszait átugorva – olyan falvakban is, amelyekbe eddig még nem vezették be a villanyt. A falvakók mindössze 200 dollárért fel tudnak szereltetni egy napkollektort a tetőikre, és életükben először le tudnak zuhanyozni meleg vízben. Ez a technika futótűzként söpör végig Kínán, és a tetőre szerelhető napkollektorok piaca egyes településeken szinte már telítettnek számít. Ami még ennél is izgalmasabb: Peking arra készül, hogy a napkollektorok jelenlegi, melegvíz-készítést szolgáló 124 millió négyzetméteres felületét 2020-ig több mint megduplázza 300 millió négyzetméterre.<sup>37</sup>

Az ilyen módon hasznosított energia Kínában 54 széntüzelésű erőmű teljesítményével egyenlő. Más fejlődő országokban, pl. Indiában és Brazíliában is bekövetkezhet, hogy a háztartások milliói veszik majd igénybe ezt az olcsó, vízmelegítéssel működő technikát. Az ahogyan ez a technika egyszer csak hirtelen olyan vidéki területeken is megjelenik, amelyek

nem rendelkeznek elektromos hálózattal, hasonlít arra, ahogy a mobiltelefonok fittyet hánytak a hagyományos vezetékes rendszerre, és olyan milliók számára nyújtottak szolgáltatásokat, akik még mindig a várólistán lennének, ha csak a hagyományos telefonvezeték-hálózat kiépülésére vártak volna. A tetőkre szerelt napenergiás vízmelegítőknek az a nagy vonzereje, hogy ha egyszer az indító beszerzési költségeket kifizették, akkor a melegvízszolgáltatás ingyenessé válik.<sup>38</sup>

Európában, ahol az energiaköltségek viszonylag magasak, a tetőre szerelt napenergiás vízmelegítők gyorsan terjednek. A terület vezető országában, Ausztriában a háztartások 15 százaléka nyeri a melegvíz-szolgáltatását ily módon. Kínához hasonlóan egyes ausztriai falvakban majdnem minden háztartás rendelkezik tetőre szerelhető, napenergiás vízmelegítő rendszerekkel. Németországban is gyors előrelépés látható. A Worldwatch Institute munkatársa, Janet Sawin megjegyzi, hogy napjainkban mintegy 2 millió német él olyan otthonban, ahol a tetőre szerelt napenergiás rendszerek mind a vízmelegítéshez, mind a belső terek fűtéséhez hozzájárulnak.<sup>39</sup>

A tetőre szerelt vízmelegítők és fűtőberendezések elfogadását lelkesedéssel vette tudomásul az Európai Napenergia Szövetség (ETIP), amely nagyra törő célt fogalmazott meg: 2020-ig 500 millió négyzetméter összefüggő területen kell napkollektorokat építeni, ami lakosonként 1 négyzetméternyi, tetőre szerelt napkollektort jelent, és ez az érték még a világszerte Izrael 0,74 négyzetméteres értékénél is magasabb. A legtöbb berendezés az ún. solar-kombi termékcsaládba tartozik, amely technikai adottságainál fogva vízmelegítésre és fűtésre egyaránt alkalmas.<sup>40</sup>

2007-ben Európa napkollektorainak zöme Ausztriában, Németországban és Görögországban volt, miközben Franciaországban és Spanyolországban is gyors fellendülés következett be. A spanyol erőfeszítéseknek lendületet adott, hogy 2006 márciusában egy rendelet előírta, hogy az összes új és felújított épületre napenergia-kollektorokat kell szerelni. Az Európai Napenergia Szövetség (ETIP) becslése szerint az EU hosszú távon 1200 gigawatt napenergiával működő vízmelegítő- és fűtőkapacitás kialakítására képes, ami azt jelenti, hogy az alacsony hőfokok tekintetében a napenergia szolgáltathatja Európa fűtésre fordított energiaszükségletének legnagyobb részét.<sup>41</sup>

A tetőre szerepelt napkollektorok amerikai piaca eddig egyetlen piaci szegmensre koncentrált: 1995 és 2005 között 10 millió négyzetméter felülettel rendelkező, és uszodák melegvízellátását biztosító napkollektorral működő vízmelegítőt adott el. Ezen alapokra támaszkodva a napkollektoros melegítők piaca jó helyzetben van ahhoz, hogy lakóépületek vízmelegítőit és fűtési rendszereit értékesítse.<sup>42</sup>

Napjainkban rendelkezésre állnak azok az adatok, amelyek alapján globális előrejelzések lehetségesek. Mivel Kína kitűzte az a célt, hogy 2020-ig 300 millió négyzetméteres, vízmelegítést szolgáló napkollektoros felülettel rendelkezzen, az Európai Napenergia Szövetség (ETIP) pedig 2020-ig 500 millió négyzetméteres cél elérésére törekszik, ez valószínűsíti, hogy az Egyesült Államok 200 millió négyzetméteres célkitűzése a fennálló adókedvezmények mellett 2020-ig tényleg elérhető. Japán jelenleg 11 millió négyzetméter vízmelegítést szolgáló, tetőn elhelyezett napkollektoros felülettel rendelkezik, és majdnem az összes fosszilis fűtőanyag-szükségletét importból fedezi, 2020-ig pedig minden nagyobb nehézség nélkül 80 millió négyzetméter napkollektoros felületre emelheti kapacitását. Ha Kína, az Egyesült Államok, Japán és az Európai Unió eléri célját, 2020-ra összesen 1080 millió négyzetméter, vízmelegítést és fűtést szolgáló napkollektor-kapacitással

fognak rendelkezni. Ez azt jelenti, hogy az ezekben az országokban élő 2,4 milliárd lakosra vetítve az egy főre jutó napkollektoros kapacitás 0,45 négyzetméter személyenként jóval elmarad Izrael jelenlegi adata mögött.<sup>43</sup>

Ha a fejlődő világban élő 5 milliárd embernek 2020-ban fejenként átlagosan 0,1 négyzetméter (vízmelegítésre és légtér fűtésre használható) tetőre szerelhető napkollektora lesz, ez durván akkora egy főre jutó kapacitást jelent majd, mint amivel Kína vagy Törökország napjainkban rendelkezik, és 500 millió négyzetméterrel növeli meg a világ teljes kapacitását, mely így meghaladja az 1,5 milliárd négyzetmétert. Feltételezve, hogy minden egyes négyzetméteren 0,7 kilowattnyi hőenergiát lehet termelni, a világ 2020-ra 1100 termikus gigawatt kollektor kapacitással fog rendelkezni, ami 690 széntüzelésű erőmű teljesítményének felel meg.<sup>44</sup>

A vízmelegítésre és légtér fűtésre használt, napenergiával működő kollektorok számának előrejelzett növekedése elevezethet néhány meglévő hőerőmű bezárásához, illetve a földgáz használatának csökkenéséhez, mivel a napenergiás vízmelegítővel lehet majd felcserélni az elektromos árammal, illetve földgázzal működtetett vízmelegítőket. Kínában és Indiában azonban a napenergia-kollektorok egyszerűen csökkenteni fogják az új szénfűtésű hőerőművek megépítésének szükségességét.

A napenergiával működtetett vízmelegítők és légtér fűtő-berendezések számának Európában és Kínában bekövetkező robbanásszerű növekedését gazdasági vonzerejük magyarázza. Az ipari országokban a szoláris melegvíz-termelő rendszerek költségének árammegtakarításból eredő megtérülési ideje kevesebb, mint 10 év.<sup>45</sup>

Mivel a tetőre szerelt fűtési rendszerek költsége csökken, valószínűsíthető, hogy más országok is csatlakoznak Izraelhez és Spanyolországhoz, és ezek az országok is kötelezővé teszik, hogy az újonnan elkészülő épületnek rendelkeznie kell tetőre szerelt vízmelegítő és légtér fűtő kollektorokkal. Ezek a berendezések napjainkban már távolról sem jelentenek múltó divatot, és – a fosszilis üzemanyagok árnövekedésével párhuzamosan – gyors ütemben széles körben elfogadott energiaforrássá válnak.<sup>46</sup>

Igaz ugyan, hogy eddig a napsugarak közvetlen felhasználása jelentette a napenergia hasznosításának legfőbb forrását, de a világ leggyorsabban növekvő energiaforrásának mégis a napfényt elektromos árammá átalakító fotovoltaiikus cellák tekinthetők. Jelenleg szerte a világban 8600 megawatt fotovoltaiikus napenergia-kapacitás működik. Bár a napenergia cellák még mindig csekély jelentőségű forrásai az áramtermelésnek, teljesítményük évi 40 százalékkal nő, és így minden második évben megduplázódik. Németország 2006-ban 1150 megawatt kapacitással rendelkező fotovoltaiikus cellát helyezett üzembe, és ezzel az első ország lett, amely egy esztendő leforgása alatt több mint 1 gigawatt (1000 megawatt) teljesítményt helyezett üzembe.<sup>47</sup>

Egészen a legutóbbi időkig a napelemek gyártása Japánra, Németországra és az Egyesült Államokra koncentrált, ám 2006-ban számos új piaci szereplő jelent meg ebben az iparágban: szerepelnek közöttük kínai, tajvani, fülöp-szigeti, dél-koreai és egyesült arab emirátusbeli cégek. Kína 2006-ban hagyta le az Egyesült Államokat a fotovoltaiikus elemek gyártásában, míg 2007 végére valószínűleg Tajvan is maga mögött hagyja az Egyesült Államokat. Napjainkban több tucat társaság versenyez a világpiacokon ezzel is lendületet adva a kutatásba és a gyártásba történő befektetéseknek.<sup>48</sup>

A villamosvezetékekkel még nem rendelkező területeken élő majdnem 1,6 milliárd ember számára napjainkban gyakran olcsóbb tetőről-tetőre haladva fotovoltaikus elemeket telepíteni, mint egy központi erőművet és vezetékrendszert megépítve eljuttatni az elektromosságot a potenciális fogyasztókhoz. Például az Andok hegyláncán élők számára, akik fagyúból készült gyertyát használtak világítás céljából, egy napenergia-berendezés 30 hónapig fizetett törlesztő részlete kisebb összeget jelent, mint a havonta gyertyavásárlásra elköltött összeg.<sup>49</sup>

Az indiai falulakók, akik még nem férnek hozzá az elektromos hálózathoz és akik petróleumlámpa használatára kényszerülnek, hasonló költségkalkulációval szembesülnek. Indiában egy otthoni napenergiás elektromosságtermelő készülék beszerelése durván 400 dollárba kerül. Az ilyen rendszerek kettő, három vagy négy készülék vagy égő ellátását tudják biztosítani, és már széles körben alkalmazzák őket az otthonokban és boltokban a szennyező és egyre költségesebbé váló petróleumlámpák helyett. Egy petróleumlámpa egy esztendő leforgása alatt közel 20 gallon petróleumot éget, ami gallononkénti 3 dolláros ár mellett 60 dollár költséget jelent lámpánként. Egy mindössze két lámpát helyettesítő fotovoltaikus világítási rendszer ára négy éven belül megtérül.<sup>50</sup>

Indiában a becslések szerint 1,5 milliárd petróleumlámpát használnak, és ezek az otthoni világítás mindössze 0,5 százalékát szolgáltatják, miközben az otthonok világításából származó széndioxid-kibocsátás 29 százalékát adják. Ezek a lámpák 1,3 millió hordónyi olajnak megfelelő energiát fogyasztanak naponta, és ez durván Kuvait olajtermelésének a fele. Ha ezeket a petróleumlámpákat fotovoltaikus elemekkel váltanánk fel, ez 1,5 százalékkal csökkentené a világ olajfogyasztását, és a széndioxid-kibocsátást 52 millió tonnával csökkentené.<sup>51</sup>

Michael Rogol és a Photon tanácsadó cég becslése szerint 2010-ig azok a teljesen integrált társaságok, amelyek a napcellák előállításának minden szakaszával foglalkoznak, olyan rendszereket fognak felszerelni, amelyek a napégette Spanyolországban egy kilowattnyi elektromosságot 12 centes költségen képesek előállítani, míg Dél-Németországban 18 centes áron. Igaz ugyan, hogy sok helyen a fotovoltaikus cellákkal termelt elektromosság ára a hagyományos módon termelt elektromosság ára alá süllyed, ebből azonban nem fog automatikusan következni a napenergiás cellákra való általános átállás. De ahogy a társaság vezérigazgatója megjegyzi, készülöben van a „nagy robbanás”.<sup>52</sup>

Napjainkban a napelemek értékesítése két évente megduplázódik, és ez a növekedés valószínűleg legalább 2020-ig tart, ami azt jelenti, hogy a 2008-ban több mint 5000 megawattba becsült eladások 2020-ra elérhetik a 320000 megawattot. Ekkorra az összesített felszerelt áramfejlesztő kapacitás meghaladja az 1 millió megawattot (1000 gigawattot). Bár ez az előrejelzés becsvágyónak tűnik, valójában kiderülhet, hogy túlságosan is óvatos. Egyet azonban látni kell: ha az a majdnem 1,6 milliárd ember, aki napjainkban nem jut elektromossághoz, hozzájut az áramhoz, erre minden bizonnyal azért kerül sor, mert otthoni napelemes áramtermelő berendezéseket szerelnek fel.<sup>53</sup>

Amikor egy falusi lakos egy napenergiával működő áramtermelő berendezést szerez be, valójában 25 évnyi áramszolgáltatást vásárol. Mivel nincsen üzemanyagköltség, és a karbantartás kiadásai sem magasak, ezért csak a vásárláskor előre kifizetett összeg számít, ami jellemzően finanszírozást igényel. A Világbank és az ENSZ Környezetvédelmi Programja felismerte ezt, és olyan programokat készített, amelyek a helybeli hitelezőket segítik azon törekvésükben, hogy hitelezési rendszereket hozzanak létre ezen olcsó áramforrás

finanszírozására. A Világbank induló hitele 50000 otthon tulajdonosának segített Bangladesben napenergiás rendszerek beszerzésében. Egy második, sokkal nagyobb hitelkeret további 200000 család számára teszi lehetővé, hogy ugyanezt megtegye.<sup>54</sup>

A beruházók figyelme egyre inkább a nagy, fotovoltaikus cellákkal működő erőművek felé fordul. Dél-Koreában jelenleg egy 20 megawattos létesítmény épül, és előreláthatólag 2008 végére készül el: ez lesz a világ legnagyobb naperőműve. Németországban Lipcse közelében hamarosan egy még nagyobb, 40 megawattos erőmű épül, amely a tervek szerint 2009-ben kezdi meg az áramszolgáltatást. Spanyolországban a BP Solar 278 kisebb, napenergiával működő erőmű megépítésére adott megbízást, amelyeknek összesített kapacitása 25 megawatt lesz. A Google, az egyike azon nagyszámú társaságnak, amelyik fotovoltaikus cellákba fektetett be. A kaliforniai Mountain View városában levő központjában 1,6 megawattos, a napfény energiáját elektromossággá alakító kapacitás felszerelésére került sor.<sup>55</sup>

Egyre több ország, állam és tartomány tűz ki a napenergia cellákkal kapcsolatos célokat. Japán pl. 2010-ig a tervek szerint 4800 megawattnyi energiát fog nyerni fotovoltaikus cellákból, bár valószínű, hogy ezt a célt is túl fogja szárnyalni. Kalifornia állam 2017-re 3000 megawattos célt tűzött ki. Az Egyesült Államok keleti partvidékén található Maryland állam 2022-ig 1500 megawatt termelési kapacitást akar létrehozni. Kínában Shanghai városa arra törekszik, hogy 100000 háztetőn legyen napelemekkel működő áramtermelő berendezés, bár egy hatmillió háztetővel rendelkező város esetében ez csak a kezdet. A B-Terv gazdasága az előrejelzések szerint 2020-ig 1190 gigawatt fotovoltaikus napenergia-kapacitással fog rendelkezni.<sup>56</sup>

A napenergia hasznosításának másik fontos módja, hogy a nap sugaraival a vizet felforraltassuk, és az így keletkezett gőzzel termelünk elektromosságot. A nap-hőerőművek technikáját gyakran koncentrált napenergiaként emlegetik: a napfényt automata követő rendszerrel vezérelt optikai tükrök segítségével egy zárt, vizet vagy valami másféle folyadékot tartalmazó tartályra irányítják, amelyben a hőmérséklet a gőz előállítására érkezően eléri a 398,8 Celsius fokot. Kalifornia majdnem 20 esztendeje 354 megawattos nap-hőerőmű kapacitást hozott létre, de mivel akkor olcsó fosszilis üzemanyagokkal előállított áram állt rendelkezésre, a nap-hőerőművek számára rendelkezésre álló befektetési források elapadtak. Mivel nő a fosszilis üzemanyagok ára és az éghajlatváltozással kapcsolatos aggodalmak is egyre jobban érzékelhetőek, újra érdeklődés tapasztalható a nap-hőerőművek iránt. A létesítmények új hullámához tartozik egy 64 megawattos nap-hőerőmű, amely 2007-ben készült el Nevada államban, egy hasonló erőmű építése éppen most zajlik Spanyolországban, Floridában pedig egy 300 megawattos létesítmény megépítését javasolják.<sup>57</sup>

A nap-hőerőművek gazdaságos üzemeltetéséhez szükséges napsütés-intenzitással rendelkező területek között kiemelkedő szerepet játszik az Egyesült Államok dél-nyugati régiója, Észak-Afrika, Európa földközi-tengeri vidékei, a Közel-Kelet, Közép-Ázsia, Pakisztán, továbbá Észak-India és Észak- és Nyugat-Kína sivatagos területei.<sup>58</sup>

Az az álom, hogy a Szahara hatalmas napenergia-erőforrásai szolgáltatassanak áramot Európának hamarosan valósággá válhat. 2007 júniusában Algéria bejelentette terveit: 6000 megawatt szoláris energiával működtetett erőmű-kapacitást építenek ki azzal a céllal, hogy az így megtermelt áramot vezetékkel Európába exportálják. 2007-ben 150 megawatt kapacitású, földgázzal, illetve napenergiával üzemeltetett hibriderőmű építését kezdték el, amely éjszaka

teljes egészében földgázzal működik. Ez az erőmű az ország fővárosától, Algirtól 260 mérföldre délre, Hassi R'mel közelében található.<sup>59</sup>

Az algériai kormány tudatában van annak a fájdalmas igazságnak, hogy az olaj- és földgázexport nem fog örökké tartani, és ezért létrehozta a New Energy Algeria nevű társaságot, amelynek az a feladata, hogy irányítsa az ország napenergia készleteinek kiaknázását és exportját. A társaság ügyvezető igazgatója, Tewfik Hasni elmondja: „Nap-hőerőmű építési potenciálunk négyszerese a világ energiafogyasztásának.” A Szaharában található nap-hőerőműveket Európával összekötő tenger alatti kábel-összeköttetés létrehozását 2010-2012-re tervezik.<sup>60</sup>

A naps éghajlatú területeken épített nap-hőerőművek nagy vonzereje, hogy a megtermelt energia napközben éri el a csúcserőértéket, amikor a légkondicionálásból és személyes energiafogyasztásból adódó energiaszükséglet is csúcserőértéket mutat. Az Amerikai Napenergia Társaság (ASES) tanulmánya arra a következtetésre jut, hogy az Egyesült Államok napsütésben gazdag dél-nyugati része, az áramtermelés szempontjából kedvezőtlenebb területektől is eltekintve, 7000 gigawatt elektromosság megtermeléséhez elegendő napenergia-potenciállal rendelkezik, ami durván hétszerese a jelenlegi, összes energiaforrásból termelt, teljes amerikai energiakapacitásnak. Az Amerikai Napenergia Társaság (ASES) következtetése szerint ebből a napenergia-potenciálból 2030-ig 80 gigawattot lehet majd hasznosítani, feltéve, hogy a napenergiás létesítményekbe eszközölt befektetéseket támogató 30 százalékos adókedvezmény fennmarad, továbbá, hogy a kibocsátott széndioxid tonnánkénti ára 35 dollárra emelkedik.<sup>61</sup>

A Greenpeace és az ESTIF egy egész világot érintő tervet vázolt fel 600000 megawatt szoláris hőerőmű kapacitás kiépítésére 2040-ig. Mi egy közvetlenebb, 2020-ig megvalósítható 200000 megawattos célt javasolunk, amelyet – ahogy az éghajlatváltozással kapcsolatos aggodalmak egyre erősebbek lesznek – természetesen túl is lehet szárnyalni.<sup>62</sup>

### **A Föld mélyéből származó energia**

A világ energetikai szakemberi között széles körökben ismert, hogy a Földet óránként annyi napenergia éri, amivel egy évig lehetne működtetni a teljes gazdaságot. Azt viszont csak kevesen tudják, hogy a Föld kérge 50000-szer több energiát tartalmaz, mint a világ összes kőolaj- és földgázraktárai összesen. Noha ez az energiaforrás bőségesen áll rendelkezésre, a mindössze 93000 megawatt geotermikus kapacitást hasznosítanak a világban.<sup>63</sup>

Részben az olaj, a földgáz és a szénbányászat dominanciája miatt, amely olcsó üzemanyagot bocsátott rendelkezésre azáltal, hogy figyelmen kívül hagyta a fosszilis üzemanyagok elégetésének közvetett költségeit, a Föld geotermikus energiaforrásaiba viszonylag kicsi összegeket fektettek be. Az utolsó egy évtizedben a geotermikus energia növekedési üteme évi 3 százalék volt. A világ geotermikus energiakapacitásainak fele az Egyesült Államokban és a Fülöp-szigeteken található. A maradék geotermikus erőforrások majdnem teljes egészén – Mexikó, Indonézia, Olaszország és Japán osztozik. Napjainkban összesen mintegy 24 ország alakít át geotermikus energiát elektromossággá. Az élen a Fülöp-szigetek és El Salvador áll: az előbbi ország áramszükségletének 25 százalékát nyerik geotermikus energiából, míg az utóbbi ország esetében ez az arány 22 százalékos.<sup>64</sup>

Ezen felül a becslések szerint 100000 megawatt geotermikus energiát, tehát az elektromossággá átalakított geotermikus energia mintegy tízszeresét közvetlenül, tehát

elektromossággá alakítás nélkül, hasznosítanak otthonok és melegházak fűtésére, illetve ipari hőként. Ez a hasznosítási mód magában foglalja pl. a Japánban található forró vizes fürdőket, az otthonok fűtését Izlandon és a melegházak fűtését Oroszországban.<sup>65</sup>

Az egyesült államokbeli Massachusettsi Műszaki Egyetem (MIT) 13 tudósból és mérnökből álló, interdiszciplináris kutatócsoportja 2006-ban felmérte az Egyesült Államokban található geotermikus energia elektromosságtermelő potenciálját. A legújabb technikákra támaszkodva, beleértve azokat is, amelyeket az olaj- és földgáz-társaságok alkalmaznak a nagyteljesítményű kőolajbányászat során, a kutatócsoport becslése szerint az Egyesült Államokban a magas hatékonyságú geotermikus rendszerekkel 2050-ig 100000 megawattnyi elektromos áram termelési kapacitást lehetne kialakítani, amely 250 széntüzelésű erőmű kapacitásának felel meg. Annak érdekében, hogy ezt a lehetőséget teljes egészében ki lehessen aknázni a MIT kutatócsoportjának becslése szerint a most következő években 1 milliárd dollárt kellene befektetni a geotermikus energiák kutatásába, ami körülbelül 1 széntüzelésű erőmű ára.<sup>66</sup>

De enélkül a kutatásokra vonatkozó vállalás nélkül is 2007 elején mintegy 61 geotermikus projekt volt vagy megvalósítási, vagy tervezési fázisban. Ha az Egyesült Államok képes 100000 megawatt geotermikus kapacitást kifejleszteni, akkor joggal tehetjük fel azt a kérdést, hogy a többi ország, amelyek közül számos sokkal nagyobb geotermikus potenciállal rendelkezik, mekkora geotermikus kapacitást tudna kifejleszteni ezekkel a modern módszerekkel. Egy évtizede felmérés készült Japánról, amely szerint az ország 69000 megawattnyi elektromosság termelő kapacitást tudna kifejleszteni. A korszerű geotermikus módszerekkel ez a kapacitás könnyedén megduplázható, és elérhetné 140000 megawattos értéket.<sup>67</sup>

Indonéziában, ahol 500 tűzhányó van, és közülük 128 még működő vulkán, kétségkívül sokkal nagyobb geotermikus potenciál áll rendelkezésre, mint Japánban. A nemzet teljes elektromos energia igényét olcsó, könnyen kiaknázható geotermikus energiából fedezhetné. Mivel az ország olajtermelése csökken, Indonézia abban a szerencsés helyzetben van, hogy bőségesen rendelkezésére áll egy soha ki nem fogyó energiaforrás.<sup>68</sup>

A geotermikus energia képessége arra, hogy elektromos energiát szolgáltasson, hogy az otthonok fűtésére használják, továbbá, hogy ipari hőt bocsásson rendelkezésre, óriásinak mondható. A geotermikus energiában gazdag országok között megtalálhatjuk a Csendes-óceán peremén lévő ún. tűzgyűrű-öv országait ideértve Chilét, Perut, Kolumbiát, Mexikót, az Egyesült Államokat, Kanadát, Oroszországot, Kínát, Japánt, a Fülöp-szigeteket, Indonéziát és Ausztráliát. További geotermikus energiában gazdag országok találhatóak az afrikai Nagy Hasadék-völgy mentén, pl. Kenya és Tanzánia, illetve a Földközi-tenger keleti részében.<sup>69</sup>

A geotermikus hő közvetlen hasznosításában Izland és Franciaország vezet. Izland az ország épületeinek majdnem 90 százalékát geotermikus energiával fűti, és ez azt jelenti, hogy szinte teljesen megszűnt a szén otthonok fűtésére történő felhasználása. Izland teljes energiafogyasztásának jóval több mint egyharmadát a geotermikus energiából nyeri. A hetvenes évek két kőolajár-robbanását követően Franciaországban körülbelül 70 geotermikus energiával működő fűtőlétesítményt hoztak létre, amely a becslések szerint 200000 otthonnak szolgáltat mind hőt, mind forró vizet. Az Egyesült Államokban egyes otthonokat közvetlenül geotermikus hővel fűtenek a Nevada államban található Reno városában, illetve Oregon állam Klamath Falls nevű városában. Vannak még más országok is, amelyek kiterjedt geotermikus

energiával működtetett távhő-rendszerekkel rendelkeznek, és közöttük megemlíthetjük Kínát, Japánt és Törökországot.<sup>70</sup>

A geotermikus hő ideális az északabbra fekvő országok melegházainak fűtésére. Oroszország, Magyarország, Izland és az Egyesült Államok is, megtalálható azon nagyszámú ország között, amelyek télen a geotermikus energiát felhasználva termelnek friss zöldségeket. Mivel az olajárak emelkednek, és ez megnöveli a primőr növények szállítási költségeit, a zöldségtermesztésnek ez a módszere minden bizonnyal sokkal gyakoribbá válik az elkövetkező években.<sup>71</sup>

Az akvakultúra céljából geotermikus energiát hasznosító 16 ország között van Kína. Izrael és az Egyesült Államok. Kaliforniában például 15 halfarm évente 10 millió font (4,5 millió kilogramm) tilápiát, csikos sügért és törpeharcsát tenyészt a föld mélyéből feltörő melegvizetek segítségével.<sup>72</sup>

Gyorsan nő azon országok száma, amelyek a geotermikus energiát elektromosság előállítására és hő nyerésére egyaránt felhasználják. A felhasználási célok is egyre szélesebb skálán mozognak. Például Románia a geotermikus energiát távfűtésre, melegházak fűtésére, továbbá lakások és gyárak melegvízellátásának biztosítására használja.<sup>73</sup>

A föld mélyéből feltörő termálvizet fürdőkben és uszodákban is hasznosítják. Japánnak 2800 gyógyfürdője, 5500 nyilvános fürdője, 15600 forró termálvizet hasznosító szállodája és fogadója van. Izland (a legtöbb esetben egész évben nyitva tartó medencékkel) mintegy 100 nyilvános uszodában hasznosítja a termálvizet. Magyarországon 1200 uszodát fűtenek geotermikus energiával.<sup>74</sup>

Ha a csendes-óceáni „tűzgyűrű” négy legnépesebb országában, az összesen majdnem 2 milliárd embert számláló Egyesült Államokban, Japánban, Kínában és Indonéziában, a geotermikus erőforrások fejlesztését komoly befektetésekkel támogatják, akkor minden esély megvan arra, hogy a geotermikus energia a világ elektromos áram ellátásának egyik legfontosabb forrásává váljon. Mivel csak az Egyesült Államok és Japán 240000 megawattos potenciállal rendelkezik, könnyű elképzelni egy olyan világot, amelyben 2020-ig 200000 megawatt geotermikus energiából termelt elektromosságot állítanak elő.<sup>75</sup>

### **A növényi forrásokból származó energia**

Ahogy az olaj- és földgázforrások kimerülnek, a világ figyelme a növényalapú energiaforrások felé fordul. Ezek magukban foglalják az erdészeti és cukoripari melléktermékeket, a városi hulladékot, az állattartás hulladékát, az energiafűveket, a betakarításból visszamaradó hulladékokat, a városi fák hulladékát és a kerti hulladékot, hisz ezek mindegyikét fel lehet használni áramtermelésre, fűtésre vagy gépkocsi üzemanyaggyártásra.

Az erdészeti termékek területén, ideértve a fűrésztelepeket és a papírgyárakat is, már régóta hasznosítják a hulladékot elektromos áram termelésére. Amerikai vállalatok a kapcsolt energiatermelésre támaszkodva az erdészeti termékek elégetésével saját felhasználásra ipari hőt állítanak elő, illetve kereskedelmi céllal, a helyi közműtársaságok számára értékesített elektromosságot is termelnek. A 10000 wattos amerikai, növényalapú elektromosság termelés zöme erdészeti hulladékok elégetéséből származik.<sup>76</sup>

Az erdei hulladékot széles körben alkalmazzák a kapcsolt energiatermelés területén, amelynek során a termelt hőt általában távfűtésre használják. Svédországban a lakó- és kereskedelmi épületek majdnem felét távfűtési rendszerek látják el energiával. Még nem is olyan régen, 1980-ban, az ezen rendszerekben használt hő 90 százaléka importált olajból származott, de 2005-re ezt nagyrészt felváltotta a fatörmelék, a kommunális hulladék és a lignit.<sup>77</sup>

Az Egyesült Államokban a Minnesota állambeli, majdnem 300000 lakosú St. Paul városában 20 éve kezdték el a kiépíteni a távfűtőrendszert. Egy kapcsolt energiatermelésű, hőenergiát és villamosságot előállító erőművet építettek, amely a város parkjaiból származó fahulladékot, ipari fahulladékot és egyéb forrásból származó faanyagot hasznosítja. Ez a kapcsolt energiatermelés elve alapján működő erőmű évente 250000 tonna vagy még ennél is több hulladékot használ fel évente, és napjainkban már a belváros területének 80 százalékát, másképp kifejezve 1 négyzetmérföldnél (2,58 négyzetkilométernél) nagyobb lakó- és kereskedelmi területet lát el hővel. A fahulladéokra történő átállás nagymértékben kiváltja a szénfelhasználást, ezzel párhuzamosan évi 76000 tonnával csökkenti a széndioxid-kibocsátást, a hulladékfa elszállításának kérdését is megoldja, és fenntartható hő- és elektromosság-termelést biztosít.<sup>78</sup>

A cukoripar nemrég kezdte el a cukornádhulladék eltüzelését annak érdekében, hogy kapcsolt energiatermelésű erőművekben hőt és villamos energiát tudjon előállítani. Ez a tevékenység Braziliában nagy lendületet kapott, amikor az etanolt előállító üzemek felismerték, hogy a cukorszirup kivonása után visszamaradó rostos anyag, a bagasse elégetésével egyszerre lehet a fermentációs folyamatokhoz szükséges hőt előállítani, továbbá a helyi közművállalatok számára értékesíthető elektromosságot termelni. Ez a brazil etanol-előállító iparban jól bevált módszer napjainkban gyorsan terjed a többi ország cukorgyáraiban, amelyek a világ cukornádtörmelésének fennmaradó 80 százalékát adják.<sup>79</sup>

A városokban az újra feldolgozható anyagok kiemelése után visszamaradó szemetet el lehet égetni hő és elektromos energia előállítására céljából. Európában a hulladékból hőt előállító erőművek 20 millió fogyasztót látnak el hővel. Európában a 65 hulladékégető erőművel rendelkező Németország, továbbá Franciaország jár az élen. Az Egyesült Államokban 89 hulladékégető erőmű 6 millió fogyasztó számára 20 millió szemetet alakít át villamos energiává.<sup>80</sup>

Most hogy az amerikai szarvasmarha és baromfitermelés nagy létesítményekben koncentrálódik, az állati hulladék anaerob emésztőkben történő feldolgozása metán (földgáz) előállítására céljából gyorsan fejlődik. Az AES, a világ egyik legnagyobb elektromosság termelő vállalata, az állati hulladékból előállított metán gyártásából üzleti tevékenységet hozott létre. Az AES bioemésztők felhasználásával szerződést köt a gazdákkal az állati hulladék feldolgozására: metánt és tápanyagokban gazdag szilárd hulladékot állítanak elő, és ez utóbbit a mezőgazdák trágyaként alkalmazzák a földjeiken. A bioemésztőkben keletkező metánt hő és áram előállítására céljából el lehet égetni.<sup>81</sup>

A vállalatok és közműtársaságok a szemétkukákban lerakott organikus szemet bomlásából keletkező metánt is hasznosítják annak érdekében, hogy kapcsolt energiatermelésű erőművekben ipari hőt és/vagy elektromosságot termeljenek. A Georgia állambeli Atlanta közelében található Interface, a világ legnagyobb ipari szőnyeg gyártója, meggyőzte a város vezetését, hogy fektessen be 3 millió dollárt azzal a céllal, hogy a helyi szemétkukából metánt lehessen kinyerni, illetve ezt egy 9 mérföld hosszúságú csővezeték

el lehessen juttatni az Interface gyárába. A vezetéken szállított és a világpiacon 30 százalékkal olcsóbb metán a gyár igényeinek 20 százalékát biztosítja. A szemétkerakó az előrejelzések szerint 40 évig szolgáltat metánt, és ez az indító 3 millió dolláros befektetéshez képest 35 millió dollár árbevételt biztosít a városnak. Ez a létesítmény csökkenti az Interface működési költségeit, és ez a társaság üvegházhatású gáz kibocsátásának egyenlegében csökkentő tényező, ami lehetővé teszi a gyárnak, hogy működésének hatása az éghajlatra semleges legyen.<sup>82</sup>

A mezőgazdasági termékekből gépjármű-üzemanyagot is elő lehet állítani, ideérve mind az etanolt, mind a biodízelt. 2007-ben a világ 13,1 milliárd gallon etanol üzemanyagot és 2,3 milliárd gallon biodízelt állított elő. Az etanol fele az Egyesült Államokból származott, egyharmada Brazíliából, míg a fennmaradó mennyiség egy tucat más országból, melyek között Kína és Kanada állt az első helyen. A biodízelt majdnem egynegyedét Németországban állították elő, a többi jelentős termelő pedig az Egyesült Államok, Franciaország és Olaszország volt.<sup>83</sup>

Az Egyesült Államok, amely 2005-ben hagyta le Brazíliát az etanol termelésben, az etanol termelés nyersanyagaként nagymértékben a kukoricára támaszkodik. Mivel az amerikai etanol termelés 2007 és 2008 vége között majdnem megkétszereződik, az ország etanol termelése 13 milliárd gallonra emelkedik. Ez már valószínűleg meghaladja azt a gabonamennyiséget, amelyet üzemanyaggá lehet alakítani anélkül, hogy a világ élelmiszerárai ne emelkedjenek elfogadhatatlanul magas szintre. Ha pedig a cukornád alapú etanol termelés Brazíliában tovább növekszik, ez azt jelenti, hogy a megmaradt Amazonas-medence őserdőire még nagyobb nyomás fog nehezedni.<sup>84</sup>

2007 közepe táján az etanolba és biodízellel történő befektetések növekedésének lendülete lelassult, mivel mind a bio-etanol gyárak, mind a biodízelt-előállító üzemek alapanyagárai megemelkedtek, és az égbe szökő gabonaárak riadóztatták a fogyasztókat. A biodízelt hasznosításának területén becsúszó célokat kitűző, de olajrepcetermelésben kicsi növekedési potenciállal rendelkező Európában, biodízeltelőállítók a Malajziából és Indonéziából származó pálmaolaj felé fordulnak; a pálmaültetvények létrehozása érdekében történő erdőirtás szerte a világban aggodalmakat kelt.<sup>85</sup>

Jelenleg olyan hatékony technikák kialakítása folyik, amelyekkel a magas cellulóz tartalmú anyagokat, pl. az energiafűvet, faszilánkot, búzaszalmát vagy kukoricaszárat etanollá lehet átalakítani. Az energiafű és a hibrid nyárfa csökkent értékű földeken viszonylag magas etanolhozamot biztosít, de valószínűleg még egy évtizednek kell elteltnie, míg a cellulóz alapú metanol a kukorica alapú etanolhoz viszonyítva versenyképes lesz.<sup>86</sup>

Az Amerikai Napenergia Társaság (ASES) elemzése szerint a cellulóz tartalmú növények villamosításának előállítására céljából történő elégetése sokkal hatékonyabb, mintha ezen növényekből etanolt készítenének. A kérdés az, hogy a növényi anyagok milyen mértékben tudnának hozzájárulni a világ energiaellátásához. Az ASES becslése szerint az Egyesült Államok 110 gigawatt elektromos energiát tudna előállítani olyan növények elégetéséből, mint pl. az energiafű vagy a gyors növekvő fák, ami a jelenlegi szint mintegy tízszerese. Ez az előrejelzett növekedés azonban feltételezi, hogy a cellulóz tartalmú növények termesztésének növekedését elsősorban elektromosság előállítására és nem etanol termelésére használnák. Becslésünk szerint a növényi anyagok elektromos áram előállítására történő felhasználása 2020-ban 200 gigawattal lenne képes hozzájárulni a világ teljes áramtermelési kapacitásához.<sup>87</sup>

## Vízi erőművek, árapály- és hullám-erőművek

A világ áramtermelésének 16 százaléka vízi erőművekből származik, és a legtöbb ilyen erőmű nagy duzzasztógátakkal működik. Néhány ország, mint pl. Brazília és a Kongói Demokratikus Köztársaság áramellátásának zömét vízi erőművek szolgáltatják. A 20. század utolsó harmada volt a duzzasztógátak építésének fénykora, de később ez a tevékenység lelassult, mivel a gátépítésre alkalmas helyek száma megcsappant és ellenállás alakult ki a gátépítéssel szemben, mert ez a lakosság áttelepítésével és termékeny területek elárasztásával járt.<sup>88</sup>

Kisebb erőműveket azonban napjainkban is építenek. Kína vidéki területein épített kisméretű gátak összesített áramtermelő kapacitása 2006-ban 6000 megawatt volt. Sok olyan falu van Kínában, ahol egy kicsi erőmű a villamos energia egyetlen forrása. Igaz ugyan, hogy a kisméretű erőművek területén Kína vezet, de mivel gazdasági okok miatt egyre kedvezőbb megújuló energiából áramot termelni, mint fosszilis üzemanyagból, sok más ország is épít ilyen létesítményeket. Egyre növekszik a duzzasztógát nélkül működő, folyam sodrában elhelyezett turbinák iránti érdeklődés is, amelyek kevésbé bolygatják meg a környezetet.<sup>89</sup>

Az első nagyméretű árapály-erőművet, a La Rance gátat, amely 240 megawatt áramtermelési kapacitással rendelkezik, 40 éve építették Franciaországban, és még napjainkban is üzemel. Az utóbbi években gyorsan nőtt az érdeklődés az árapály-erőművek iránt. Dél-Korea az ország nyugati partvidékén egy 254 megawattos erőművet épít. A projekt 2009-re készül el, és annyi áramot fog termelni, amennyi elég lesz a közelben található Ansan városában élő félmillió ember áramellátásához. Egy másik helyen, 30 mérfölddel északabbra a mérnökök Inchon városa mellett egy 812 megawattos létesítmény tervein dolgoznak.<sup>90</sup>

Ettől a területtől nem messze Kína egy 300 megawattos árapály-erőművet tervez az Észak-Koreához közel lévő Jalu folyó torkolatában. Új-Zéland az ország északi partvidékén található Kaipara kikötőben egy 200 megawattos árapály-erőművet tervez.<sup>91</sup>

Számos országban, köztük Indiában, Nagy-Britanniában és Oroszországban gigantikus méretű projektek megvalósítását fontolgatják. India az ország északnyugati tengerpartján lévő Khambhat-öböl bejáratában egy 39 mérföld hosszú és 7400 megawattos áramtermelő kapacitású gát megépítését tervezi. Az Egyesült Királyságban számos politikai vezető sürgeti egy 8600 megawatt kapacitású árapály-erőmű megépítését az ország dél-nyugati partján lévő Severn folyó tölcse-torkolatában. Az orosz tervezők is 10000 megawatt kapacitású árapály-erőművekről beszélnek. Az egyik ilyen létesítmény az ország keleti partvidékén, az Ohotszki-tengeren épülne fel, míg a másikat Oroszország észak-nyugati részén a Fehér-tenger partján, Finnország közelében hoznák létre.<sup>92</sup>

Az Egyesült Államokban kisebb árapály-erőművek létrehozása élvez elsőbbséget. A Szövetségi Energiaszabályozási Bizottság előzetes engedélyt adott ki a San Francisco-öbölben található Pugat Sound-ban és a New York-i East Riveren megépítendő létesítményekre. A San Francisco-öbölben létrejövő erőmű 40 megawatt vagy ennél nagyobb áramtermelő kapacitással rendelkezik majd. E két tervezett létesítményen kívül harmincnegyzet, az ország keleti és nyugati partján lévő államok által tervbe vett erőmű engedélyezési kérelmének elbírálása van folyamatban.<sup>93</sup>

Bár a hullám-erőművekre építő energiatermelés az árapály-erőművekhez képest néhány évvel lemaradt, napjainkban a mérnökök és befektetők érdeklődését egyaránt felkelti.

Az Egyesült Államokban az észak-kaliforniai PG&E közműtársaság tervet nyújtott be arra vonatkozóan, hogy az állam északi részében a partok közelében 40 megawatt hullám-erőművi kapacitást hoz létre. Az amerikai olajipari óriás, a Chevron egy a közelben megépítendő 60 megawattos hullám-erőmű megépítésére kért engedélyt.<sup>94</sup>

Anglia Dél-Nyugati Régiójának Fejlesztési Ügynöksége tendert írt ki arra, hogy a résztvevő cégek Cornwall partjainak közelében, a *Wave Hub* névre hallgató hullámenergetikai projekt keretében teszteljék a technológiai megoldásaikat. A part közelében elhelyezett berendezések és az Egyesült Királyság áramhálózata közötti kábelösszeköttetést a Fejlesztési Ügynökség fogja rendelkezésre bocsájtani 20 megawattos kapacitásig. Írország rendelkezik a legambiciózusabb hullámenergetikai célkitűzéssel: 2020-ig 500 megawattnyi hullámenergiát szeretne kiaknázni, ami elég ahhoz, hogy az ország áramellátásnak 7 százalékát adja.<sup>95</sup>

Becsléseink szerint a 2006-ban a világon működő 850 gigawatt (850000 megawatt) vízi erőművi kapacitás 2020-ra 1350 gigawatra emelkedhet. Kína hivatalos előrejelzése szerint az újonnan létrejövő kapacitás 270 gigawatt lesz, amelynek legnagyobb része az ország dél-nyugati részén épülő nagyméretű duzzasztókból fog származni. Az általunk előrejelzett kapacitásnövekedés fennmaradó 230 gigawattját a jelenleg szerte Brazíliában és Törökországban épülő nagy méretű gátak, nagyszámú kisméretű vízi erőmű, az egyre nagyobb számban épülő árapály-erőművek (ezek közül néhány több gigawatt nagyságrendben termeli az energiát) és számos kisebb hullámerőmű fogja szolgáltatni. Ha az árapály- és hullámerőművek iránti érdeklődés tovább nő, akkor könnyen megtörténhet, hogy a vízi erőművekből, továbbá az árapály- és hullámerőművekből származó, 2020-ig újonnan megépülő kapacitás meghaladja a B-Terv teljesüléséhez szükséges 500 gigawattos értéket.<sup>96</sup>

### **A világ energiagazdasága 2020-ban**

A fosszilis üzemanyagoktól való megszabadulás a villamos áram termelés területén kezdődik: 5153 gigawatt újonnan létrejövő, több mint felerészt szélenergiából származó, megújuló energiakapacitás 2020-ig történő kialakítása jócskán elég lenne a villamos energia előállítására jelenleg használt összes szén és olaj, valamint a földgáz 70 százalékának felváltására (lásd 12-1. Táblázatot). 2020-ig a termikus energiatermelés 1530 gigawattal bővül, és ez csökkenteni fogja az épületek fűtésére és melegvízellátásra felhasznált olaj- és földgázfogyasztást. A termikus energia kapacitás növekedésének mintegy kétharmada vízmelegítésre és légtérűtésre használt, tetőre szerelt napkollektorokból származik majd.<sup>97</sup>

Ha áttekintjük azokat a nagyléptékű változásokat, amelyek 2006-tól 2020-ig elvezetnek a B-Terv energiagazdaságához, láthatjuk, hogy a fosszilis üzemanyagok segítségével előállított energia mennyisége 90 százalékkal csökken. Ezt a csökkenést azonban több mint ellensúlyozza a megújuló energiaforrások segítségével előállított villamos energia több mint ötszörös növekedése. A szállítás területén a fosszilis energiahordozók által szolgáltatott energia felhasználása mintegy 70 százalékkal csökken. Ez a csökkenés nemcsak a részben elektromos árammal meghajtott hibrid gépjárművekre történő átállásból származik, hanem a rendkívül hatékony, hálózatról feltölthető gépkocsikból is, amelyek túlnyomó részben megújuló erőforrásokkal termelt elektromossággal működnek. A csökkenés másik forrása pedig a dízelmeghajtású vonatoknál sokkal korszerűbb, elektromossággal meghajtott vonatokra történő átállásból fakad.<sup>98</sup>

A felvázolt energiastruktúrával számtalan közvetett energia megtakarítás áll szoros kapcsolatban. Amikor például a szén fokozatosan megszűnik mint energiaforrás, akkor már

nincs szükség arra az óriási mennyiségű energiára, amellyel a szén kibányásszák, felszínre hozzák és elszállítják–jellemzően több száz mérföldre lévő hőerőművekbe. Az amerikai szállítás 42 százalékát a szén dízelmeghajtású mozdonyokon történő mozgatása teszi ki.<sup>99</sup>

Az új gazdaság sokkal kevésbé fog támaszkodni a belső égésű motorokra és sokkal nagyobb mértékben a szél, a nap és a Föld kérgének energiájára. Az új gazdaságban pl. a gépkocsik energiaforrása nagymértékben a szélenergia lesz.

Az elektromosságnak sokkal nagyobb szerepe lesz az új energiagazdaságban. 2020-ban nagyrészt a benzin helyére lépve az elektromosság lesz a gépkocsik legfontosabb energiaforrása. A vasutak esetében a dízelolajat fogja helyettesíteni. Az új gazdaságban sok épület összes funkcióját áram működteti majd: az épületeket árammal fogják fűteni, hűteni és megvilágítani, de a felhasznált áram teljes egészében széndioxid-kibocsátás nélkül előállított elektromosságból fog származni.

12–1. Táblázat: *Világ megújuló energiaforrásai 2006-ban és a B-Terv célkitűzései szerint 2020-ban*

Forrás	2006	2020-as cél
<b>Áram termelési kapacitás (elektromos gigawattban)</b>		
Szélenergia	74	3000
Tetőre szerelt napelem-rendszerek	9	1090
Napenergia-erőművek	0	100
Nap-hőerőművek	0	200
Geotermikus hőerőművek	9	200
Biomassza	45	200
Vízierőművek	850	1350
Összesen	987	6140
<b>Termikus energia kapacitás (termikus gigawattban)</b>		
Tetőre szerelt napkollektor vízmelegítésre és légtér fűtésre	100	1100
Geotermikus hő hasznosítása	100	500
Biomassza	220	350
Összesen	420	1950

*Forrás:* lásd 97. lábjegyzet

Éppen úgy, ahogy fejlődés zajlik le a megújuló energiák hasznosításában, éppen úgy fejlődnek azok a technikák, amelyek egy új, magas színvonalú elektromos hálózathoz vezetnek el, egy olyan hálózathoz, amely korszerű mérőket fog alkalmazni nemcsak az elektromosság áramlásának folyamatos nyomonkövetésére, hanem a háztartásokon belüli különféle fogyasztástípusok mérésére is. A fejlett hálózat pl. lehetővé teszi a fogyasztó számára, hogy egy mosogatógépet vagy a csúcsidőben üzemeltessen, és 9 centet fizessen egy kilowattóráért vagy hajnali háromkor kilowattóránként 5 centes áron. Ha biztosítjuk a fogyasztók részére ezt a választási lehetőséget, akkor csökken a villanyszámlájuk és ez a közüzemi társaságoknak is kedvező, mert kisebb mennyiségű áramtermelő kapacitásra lesz szükségük.<sup>100</sup>

Míg a fosszilis üzemanyagok az energiagazdálkodás globalizálódását mozdították elő, a megújuló energiaforrásokra való átállás a helyi szintre helyezi át a hangsúlyt. Arra számítunk, hogy az energiagazdálkodásban tapasztalható átmenetnek nagyrészt az éghajlatváltozással kapcsolatos egyre növekvő aggodalmak, az olajárak növekedése, továbbá az adórendszer (a fosszilis üzemanyagok elégetésének közvetett költségeit tükröző) átalakulása ad lendületet. Reménnyel tölthet el bennünket, hogy napjainkban rendelkezésre állnak azok a technológiák, amelyekkel egy új energia gazdaságot építhetünk fel, egy olyan gazdaságot, amelyik nem teszi tönkre az éghajlatot, nem szennyezi a levegőt, és amely addig képes fennmaradni, ameddig a Nap. Napjainkban már nem az a kérdés, hogy képesek vagyunk-e egyáltalán éghajlatot stabilizáló energiagazdaságot létrehozni, hanem az, hogy képesek vagyunk-e ezt még azelőtt megtenni, hogy az éghajlatváltozás kezelhetetlen mértékben elszabadul.

---

<sup>1</sup> Christoph Podewils, "There's a Lot of Water in the Wine: Renewable Energy Lobby Criticizes the EU's Highly Praised Goal for Alternative Energy," *PHOTON International*, April 2007, p. 14; Global Wind Energy Council (GWEC) and Greenpeace, *Global Wind Energy Outlook 2006* (Brussels: 2006); U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), *Electric Power 2006* (Washington, DC: October 2007), p. 26.

<sup>2</sup> "Texas Decision Could Double Wind Power Capacity in the U.S.," *Renewable Energy Access*, 4 October 2007; coal-fired power plant equivalents calculated by assuming that an average plant has a 500-megawatt capacity and operates 72 percent of the time, generating 3.15 billion kilowatt-hours of electricity per year; an average wind turbine operates 36 percent of the time; Iceland geothermal usage from Iceland National Energy Authority and Ministries of Industry and Commerce, *Geothermal Development and Research in Iceland* (Reykjavik, Iceland: April 2006), p. 16; European per person consumption from European Wind Energy Association (EWEA), "Wind Power on Course to Become Major European Energy Source by the End of the Decade," press release (Brussels: 22 November 2004); China's solar water heaters calculated from Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), *Renewables Global Status Report, 2006 Update* (Washington, DC: Worldwatch Institute, 2006), p. 21, and from Bingham Kennedy, Jr., *Dissecting China's 2000 Census* (Washington, DC: Population Reference Bureau, June 2001); Philippines from Geothermal Energy Association (GEA), "World Geothermal Power Up 50%, New US Boom Possible," press release (Washington, DC: 11 April 2002).

<sup>3</sup> International Telecommunications Union, "Mobile Cellular Subscribers per 100 People," *ICT Statistics Database*, at [www.itu.int/ITU-D/ict/eye](http://www.itu.int/ITU-D/ict/eye), updated 2007; Molly O. Sheehan, "Mobile Phone Use Booms," Worldwatch Institute, *Vital Signs 2002* (New York: W. W. Norton & Company, 2002), p. 85.

<sup>4</sup> Personal computer data from Computer Industry Almanac Inc, "25-Year PC Anniversary Statistics," press release, at [www.c-i-a.com](http://www.c-i-a.com), 14 August 2006; solar cell production (sales) from Worldwatch Institute, *Vital Signs 2005*, CD-Rom (Washington, DC: 2005); Paul Maycock, Prometheus Institute, *Photovoltaic News*, vol. 26, no. 3 (March 2007), p. 6, and previous issues.

<sup>5</sup> Cristina L. Archer and Mark Z. Jacobson, "Evaluation of Global Windpower," *Journal of Geophysical Research*, vol. 110 (30 June 2005); Jean Hu et al., "Wind: The Future is Now," *Renewable Energy World*, July–August 2005, p. 212.

<sup>6</sup> D. L. Elliott, L. L. Wendell, and G. L. Gower, *An Assessment of the Available Windy Land Area and Wind Energy Potential in the Contiguous United States* (Richland, WA: Pacific Northwest Laboratory, 1991); C. L. Archer and M. Z. Jacobson, "The Spatial and Temporal Distributions of U.S. Winds and Wind Power at 80 m Derived from Measurements," *Journal of Geophysical Research*, 16 May 2003.

<sup>7</sup> W. Musial and S. Butterfield, *Future of Offshore Wind Energy in the United States* (Golden, CO: DOE, National Renewable Energy Laboratory (NREL), June 2004); U.S. electricity consumption from DOE, EIA, *Electric Power Annual 2005* (Washington, DC: November 2006); Garrad Hassan and Partners, *Sea Wind Europe* (London: Greenpeace, March 2004).

<sup>8</sup> "Wind Market Global Status 2007," *Windpower Monthly*, March 2007, p. 37; GWEC, "Global Wind Energy Markets Continue to Boom—2006 Another Record Year," press release (Brussels: 2 February 2007).

<sup>9</sup> GWEC, *Global Wind 2006 Report* (Brussels: 2007), p. 7; share of wind generated electricity in Denmark calculated using BP, *Statistical Review of World Energy 2007* (London: 2007), and GWEC, op. cit. this note, p. 4, with capacity factor from NREL, *Power Technologies Energy Data Book* (Golden, CO: DOE, August 2006); Germany statistics from Janet L. Sawin, "Wind Power Blowing Strong," in Worldwatch Institute, *Vital Signs 2006–2007* (New York: W. W. Norton & Company, 2006).

<sup>10</sup> Flemming Hansen, "Denmark to Increase Wind Power to 50% by 2025, Mostly Offshore," *Renewable Energy Access*, 5 December 2006.

<sup>11</sup> GWEC, op. cit. note 9.

<sup>12</sup> Laurie Jodziewicz, American Wind Energy Association (AWEA), email to author, 16 October 2007; GWEC and Greenpeace, op. cit. note 1.

<sup>13</sup> A 2-megawatt wind turbine operating 36 percent of the time generates 6.3 million kilowatt-hours of electricity per year; capacity factor from NREL, op. cit. note 9; wholesale electricity price from DOE, *Wholesale Market Data*, electronic database at [www.eia.doe.gov/cneaf/electricity](http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity), updated 4 October 2007; wind royalties are author's estimates based on Union of Concerned Scientists, "Farming the Wind: Wind Power and Agriculture," at [www.ucsusa.org/clean\\_energy](http://www.ucsusa.org/clean_energy).

<sup>14</sup> Renewable Fuels Association (RFA), *Homegrown for the Homeland: Ethanol Industry Outlook 2005* (Washington, DC: 2005); corn per acre and ethanol per bushel approximated from Allen Baker et al., "Ethanol Reshapes the Corn Market," *Amber Waves*, vol. 4, no. 2 (April 2006), pp. 32, 34.

<sup>15</sup> Godfrey Chua, "Wind Power 2005 in Review, Outlook for 2006 and Beyond," *Renewable Energy Access*, 6 January 2006.

<sup>16</sup> United States and Spain from GWEC, op. cit. note 9; "Spanish Wind Power Industry Attacks New Rules," *Reuters*, 2 February 2007; "EWEA Aims for 22% of Europe's Electricity by 2030," *Wind Directions* (November/December 2006), p. 34; a 1-megawatt wind turbine operating 36 percent of the time generates 3.15 million kilowatt-hours and the average U.S. home consumes 10,000 kilowatt-hours per year; average energy consumption per U.S. home from DOE, EIA, *Regional Energy Profile—U.S. Household Electricity Report* (Washington, DC: July 2005); capacity factor from NREL, op. cit. note 9.

<sup>17</sup> Carl Levesque, "Wind Companies Make \$10 Billion Investment Commitment," *Wind Energy Weekly*, vol. 25, no. 1211 (6 October 2006); "Texas Decision Could Double Wind Power Capacity in the U.S.," op. cit. note 2.

<sup>18</sup> Paul Klein, Media Relations Group, Southern California Edison, discussion with Jonathan Dorn, Earth Policy Institute, 22 October 2007; Jim Dehlsen, Clipper Wind, discussion with author, 30 May 2001; wind farm proposals from Kathy Belyeu, AWEA, discussion with Jonathan Dorn, Earth Policy Institute, 22 October 2007.

<sup>19</sup> "British Columbia," *WT News*, Wind Today, 1st Quarter 2007, p. 30; "UK Plans World's Biggest Offshore Windfarm," *Reuters*, 18 May 2007; Yang Jianxiang, "China Showing All Signs of Major Market Status," *Windpower Monthly*, March 2007, p.38; Germany offshore wind from EWEA, *Wind Force 12* (Brussels: 2002); "China to Build Offshore Wind Complex," *Associated Press*, 15 August 2005.

<sup>20</sup> Mike Jacobs, "U.S. States Hatch Solution to Transmission 'Chicken-Egg' Dilemma," *Renewable Energy Access*, 7 May 2007.

<sup>21</sup> Ibid.; Leonard Anderson, "Western U.S. States Plan Major Power System," *Reuters*, 5 April 2005; Carl Levesque, "SPP Study Envisions Transmission Project Linking 13,000 MW of Wind with East," *Wind Energy Weekly*, vol. 26, no. 1247 (6 July 2007); Carl Levesque, "Now Proposed at PUC, CAPX 2020 Transmission Project Would Have Big Wind Implications," *Wind Energy Weekly*, vol. 26, no. 1253 (17 August 2007).

<sup>22</sup> "Pan-European Wind Energy Grid Proposed," *Renewable Energy Access*, 10 May 2006; "Airtricity and ABB Push for European Offshore Supergrid," *Wind Directions*, July/August 2006, p. 7; Chris Veal, *European*

*Offshore Supergrid Proposal: Vision and Executive Summary* (Dublin: Airtricity, 2006); an average European home consumes 5,000 kilowatt-hours of electricity per year, from *State of the Environment in the South West 2006* (Rotherham, U.K.: Environment Agency, 2006), p. 22.

<sup>23</sup> Wind capacity from GWEC, op. cit. note 9, pp. 4, 8; population data from U.N. Population Division, *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database*, at [esa.un.org/unpp](http://esa.un.org/unpp), updated 2007.

<sup>24</sup> Ward's Automotive Group, *World Motor Vehicle Data 2006* (Southfield, MI: Ward's Automotive Group, 2006), p. 218; price of installed wind turbine from Windustry, "How Much Do Wind Turbines Cost?," at [www.windustry.org](http://www.windustry.org), viewed 21 October 2007; "Trillions in Spending Needed to Meet Global Oil and Gas Demand, Analysis Shows," *International Herald Tribune*, 15 October 2007.

<sup>25</sup> Harry Braun, *The Phoenix Project: Shifting from Oil to Hydrogen with Wartime Speed*, prepared for the Renewable Hydrogen Roundtable, World Resources Institute, Washington, DC, 10–11 April 2003, pp. 3–4.

<sup>26</sup> Christian Parenti, "Big is Beautiful," *The Nation*, 7 May 2007.

<sup>27</sup> Prius mileage based on new Environmental Protection Agency (EPA) estimates at [www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov), viewed 23 August 2007; fleet average from Robert M. Heavenrich, *Light Duty Automotive Technology and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2007* (Washington, DC: EPA, Office of Transportation and Air Quality, September 2007).

<sup>28</sup> Fuel savings are author's estimates updated from Lester R. Brown, "The Short Path to Oil Independence," *Eco-Economy Update* (Washington, DC: Earth Policy Institute, 13 October 2004); Lionel Laurent, "Boeing's Dreamliner, Airbus's Nightmare," *Forbes*, 9 July 2007; cost of electricity equivalent to a gallon of gas from Roger Duncan, "Plug-In Hybrids: Pollution-Free Transport on the Horizon," *Solar Today*, May/June 2007, p. 46.

<sup>29</sup> Amory B. Lovins et al., *Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs, and Security* (Snowmass, CO: Rocky Mountain Institute, 2004), p. 64.

<sup>30</sup> Michael Kintner-Meyer et al., *Impacts Assessment of Plug-in Hybrid Vehicles on Electric Utilities and Regional U.S. Power Grids—Part 1: Technical Analysis* (Richland, WA: DOE, Pacific Northwest National Laboratory, 2006).

<sup>31</sup> Randy Swisher, AWEA, e-mail to author, 16 October 2007.

<sup>32</sup> Joseph Romm and Peter Fox-Penner, *Plugging into the Grid: How Plug-in Hybrid Electric Vehicles Can Help Break America's Oil Addiction and Slow Global Warming* (Washington, DC: Progressive Policy Institute, 2007); Roger Duncan, "Plug-In Hybrids: Pollution-Free Transport on the Horizon," *Solar Today*, May/June 2007, p. 47.

<sup>33</sup> Martin Crutsinger, "U.S. Trade Deficit a Record 6.5% of Economy," *Associated Press*, 15 March 2007.

<sup>34</sup> Lisa Braithwaite, Plug-In Partners National Campaign, e-mail to Jonathan Dorn, Earth Policy Institute, 19 October 2007.

<sup>35</sup> Ben Hewitt, "Plug-in Hybrid Electric Cars: How They'll Solve the Fuel Crunch," *Popular Mechanics*, May 2007; Pacific Gas and Electric Company, *Greening Fleets with New Technologies*, at [www.pge.com/about\\_us/environment](http://www.pge.com/about_us/environment), viewed 20 October 2007.

<sup>36</sup> General Motors (GM), "Fuel Solutions," at [www.chevrolet.com/electriccar](http://www.chevrolet.com/electriccar), viewed 23 October 2007; percent of Americans who live within 20 miles of their workplace from Plug-In Partners National Campaign, *Building a Market for Gas-Optional Flexible-Fuel Hybrids*, brochure (Austin, TX: 2007).

<sup>37</sup> China water heaters calculated from REN21, op. cit. note 2, p. 21; Kennedy, Jr., op. cit. note 2; Ryan Hodum, "Kunming Heats Up as China's 'Solar City'," *China Watch* (Washington, DC: Worldwatch Institute and Global Environmental Institute, 5 June 2007); tripling of solar water heaters from Emma Graham-Harrison, "China Solar Power Firm Sees 25 Percent Growth," *Reuters*, 4 October 2007.

---

<sup>38</sup> Rooftop solar water heaters have a capacity of 0.7 kilowatts per square meter and a capacity factor similar to rooftop photovoltaics (22 percent); nominal capacity from European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF), “Worldwide Capacity of Solar Thermal Energy Greatly Underestimated,” *ESTIF News* (10 November 2004); capacity factor from NREL, op. cit. note 9.

<sup>39</sup> Ole Pilgaard, *Solar Thermal Action Plan for Europe* (Brussels, Belgium: ESTIF, 2007); Janet L. Sawin, “Solar Industry Stays Hot,” in Worldwatch Institute, op. cit. note 9, p. 38.

<sup>40</sup> Pilgaard, op. cit. note 39; Sawin, op. cit. note 39.

<sup>41</sup> Uwe Brechlin, “Study on Italian Solar Thermal Reveals a Surprisingly High Contribution to EU Market: 130 MWth in 2006,” press release (Brussels: ESTIF, 24 April 2007); Sawin, op. cit. note 39; Les Nelson, “Solar-Water Heating Resurgence Ahead?” *Solar Today*, May/June 2007, p. 28; Pilgaard, op. cit. note 39.

<sup>42</sup> Nelson, op. cit. note 41, p. 27.

<sup>43</sup> Japan solar heating from Sawin, op. cit. note 39; population data from U.N. Population Division, op. cit. note 23.

<sup>44</sup> Population data from U.N. Population Division, op. cit. note 23; China calculated from REN21, *Renewables 2005 Global Status Report* (Washington, DC: REN21 Secretariat and Worldwatch Institute, 2006); REN21, op. cit. note 2, p. 21; Turkey from Sawin, op. cit. note 39; nominal capacity from ESTIF, op. cit. note 38.

<sup>45</sup> Nelson, op. cit. note 41, p. 26.

<sup>46</sup> *Ibid.*, p. 28.

<sup>47</sup> Solar cell installations and growth rate calculated from Worldwatch Institute, op. cit. note 4; Maycock, op. cit. note 4; Anne Kreutzmann et al., “Exceeding Expectations: Survey Indicates more than 1 GW Installed in Germany in 2006,” *PHOTON International*, April 2007.

<sup>48</sup> Travis Bradford, “23rd Annual Data Collection—Final,” *PV News*, vol. 26, no. 4 (April 2007), p. 9; Travis Bradford, “World Cell Production Grows 40% in 2006,” *PV News*, vol. 26, no. 3 (March 2007), pp. 6–8.

<sup>49</sup> International Energy Agency (IEA), *World Energy Outlook 2006* (Paris: 2006); “Power to the Poor,” *The Economist*, 10 February 2001, pp. 21–23.

<sup>50</sup> “Solar Loans Light Up Rural India,” *BBC News*, 29 April 2007.

<sup>51</sup> Ken Livingstone, “Clear Up the Congestion-Pricing Gridlock,” *New York Times*, 2 July 2007; pounds to dollars conversion on 16 October 2007.

<sup>52</sup> Christoph Podewils, “As Cheap as Brown Coal: By 2010, a kWh of PV Electricity in Spain Will Cost Around 9¢ to Produce,” *PHOTON International*, April 2007.

<sup>53</sup> Solar cell production (sales) from Worldwatch Institute, op. cit. note 4; Maycock, op. cit. note 4; people who lack electricity from IEA, op. cit. note 49.

<sup>54</sup> Sybille de La Hamaide, “Bangladesh Seeks World Bank Loan for Solar Power,” *Reuters*, 26 April 2007.

<sup>55</sup> Dana Childs, “South Korea Building Largest Solar Installation in World,” *Inside Greentech*, 10 May 2007; “Santander and BP Solar Partner in Major Euro Photovoltaic Project,” *Green Car Congress*, 24 April 2006; Google, Solar Panel Projects at [www.google.com/corporate](http://www.google.com/corporate), updated 20 October 2007; “Google Sets Precedent for Clean Business Practices,” *Renewable Energy Access*, 23 October 2006.

<sup>56</sup> Sawin, op. cit. note 39; Sara Parker, “Maryland Expands RPS: 1,500 MW Solar by 2022,” *Renewable Energy Access*, 12 April 2007.

<sup>57</sup> “Largest Solar Thermal Plant in 16 Years Now Online,” *Energy Efficiency and Renewable Energy News*, 13 June 2007; Asjylyn Loder et al., “FPL Unveils Plans for a Solar Plant,” *St. Petersburg Times*, 27 September 2007.

<sup>58</sup> Georg Brakmann et al., *Concentrated Solar Thermal Power—Now!* (Brussels: European Solar Thermal Power Industry Association, 2005).

<sup>59</sup> “Algeria Aims to Export Power—Solar Power,” *Associated Press*, 11 August 2007; “Algeria Plans to Develop Solar Power for Export,” *Reuters*, 19 June 2007.

<sup>60</sup> “Algeria Aims to Export Power—Solar Power,” op. cit. note 59.

<sup>61</sup> Charles F. Kutscher, *Tackling Climate Change in the U.S.—Potential Carbon Emissions Reductions from Energy Efficiency and Renewable Energy by 2030* (Boulder, CO: American Solar Energy Society, 2007).

<sup>62</sup> Brakmann et al., op. cit. note 58.

<sup>63</sup> Karl Gawell et al., *International Geothermal Development Directory and Resource Guide* (Washington, DC: GEA, 2003); REN21, op. cit. note 2, p. 17.

<sup>64</sup> Geothermal growth rate calculated using Eric Martinot, Tsinghua-BP Clean Energy Research and Education Center, e-mail to Joseph Florence, Earth Policy Institute, 12 April 2007, and REN21, op. cit. note 44; Philippines geothermal electricity from “World Geothermal Power Up 50%, New US Boom Possible,” press release (Washington, DC: GEA, 11 April 2002); total number of countries with geothermal power from Karl Gawell et al., *2007 Interim Report: Update on World Geothermal Development* (Washington, DC: GEA, 1 May 2007), p. 1; El Salvador geothermal electricity from Ruggero Bertani, “World Geothermal Generation 2001–2005: State of the Art,” *Proceeding of the World Geothermal Congress* (Antalya, Turkey: 24–29 April 2005), p. 3.

<sup>65</sup> Jefferson Tester et al., *The Future of Geothermal Energy: Impact of Enhanced Geothermal Systems (EGS) on the United States in the 21st Century* (Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 2006); John W. Lund and Derek H. Freeston, “World-Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2000,” *Geothermics*, vol. 30 (2001), pp. 34, 46, 51, 53.

<sup>66</sup> Tester et al., op. cit. note 65.

<sup>67</sup> U.S. projects from Gawell et al., op. cit. note 64, p. 11; Japan from Hal Kane, “Geothermal Power Gains,” in Lester R. Brown et al., *Vital Signs 1993* (New York: W. W. Norton & Company, 1993), p. 54; DOE, EIA, “Japan,” *EIA Country Analysis Brief* (Washington, DC: updated August 2004).

<sup>68</sup> Peter Janssen, “The Too Slow Flow: Why Indonesia Could Get All Its Power From Volcanoes—But Doesn’t,” *Newsweek*, 20 September 2004.

<sup>69</sup> World Bank, “Geothermal Energy,” prepared under the PB Power and World Bank partnership program, [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org), viewed 23 January 2003.

<sup>70</sup> Iceland National Energy Authority and Ministries of Industry and Commerce, *Geothermal Development and Research in Iceland* (Reykjavik, Iceland: April 2006), p. 16; World Bank, op. cit. note 69.

<sup>71</sup> Lund and Freeston, op. cit. note 65, pp. 34, 51, 53.

<sup>72</sup> World Bank, op. cit. note 69.

<sup>73</sup> Ibid.

<sup>74</sup> Lund and Freeston, op. cit. note 65, pp. 46, 53.

<sup>75</sup> U.N. Population Division, op. cit. note 23.

<sup>76</sup> Kutscher, op. cit. note 61, p. 118; EIA, “Net Generation by Other Renewables,” at [www.eia.gov/cneaf](http://www.eia.gov/cneaf), updated 10 October 2007.

<sup>77</sup> Swedish Energy Agency, *Energy in Sweden 2005* (Eskilstuna, Sweden: November 2005), p. 37.

<sup>78</sup> Population data from U.S. Bureau of the Census, *State & County Quickfacts*, electronic database, at [quickfacts.census.gov](http://quickfacts.census.gov), updated 31 August 2007; Anders Rydaker, “Biomass for Electricity & Heat Production,” presentation at Bioenergy North America 2007, Chicago, IL, 16 April 2007.

<sup>79</sup> World Alliance for Decentralized Energy, *Bagasse Cogeneration—Global Review and Potential* (Washington, DC: June 2004), p. 32; sugar production from U.S. Department of Agriculture (USDA), *Commodities and Products*, electronic database, at [www.fas.usda.gov/commodities](http://www.fas.usda.gov/commodities), updated May 2007.

<sup>80</sup> Waste to Energy Conference, “Power and Heat for Millions of Europeans,” press release, (Bremen, Germany: 20 April 2007).

<sup>81</sup> Robin Pence, “AES AgriVerde: An AES-AgCert Joint Venture,” fact sheet (Arlington, VA: AES Corporation, May 2006).

<sup>82</sup> Ray C. Anderson, presentation at Chicago Climate Exchange, Chicago, IL, 14 June 2006.

<sup>83</sup> F.O. Licht, “World Fuel Ethanol Production,” *World Ethanol and Biofuels Report*, vol. 5, no. 17 (8 May 2007), p. 354; F.O. Licht, “World- Biodiesel Production (tonnes),” *World Ethanol and Biofuels Report*, vol. 5, no. 14 (23 March 2007), p. 291.

<sup>84</sup> F.O. Licht, “World Fuel Ethanol Production,” op. cit. note 83; RFA, *Ethanol Biorefinery Locations*, at [www.ethanolrfa.org](http://www.ethanolrfa.org), updated 28 September 2007.

<sup>85</sup> Fiona Harvey et al., “Biofuels Growth Hit by Soaring Price of Grain,” *Financial Times*, 22 February 2007; Nigel Hunt, “Biofuel Bandwagon Slows as Feedstock Prices Surge,” *Reuters*, 5 October 2007; Bill Guerin, “European Blowback for Asian Biofuels,” *Asia Times*, 8 February 2007.

<sup>86</sup> USDA, *Biomass as Feedstock for a Bioenergy and Bioproducts Industry: The Technical Feasibility of a Billion-Ton Annual Supply* (Washington, DC: April 2005).

<sup>87</sup> Kutscher, op. cit. note 61, p. 127.

<sup>88</sup> IEA, op. cit. note 49, pp. 219, 479; IEA, *Member Countries and Countries Beyond the OECD*, electronic database, at [www.iea.org/Textbase](http://www.iea.org/Textbase), viewed 20 October 2007; International Rivers Network, “Frequently Asked Questions about Dams,” fact sheet (Berkeley, CA: 2004).

<sup>89</sup> “Rural Areas Get Increased Hydro Power Capacity,” *Xinhua*, 7 May 2007.

<sup>90</sup> Choe Sang-Hun, “South Korea Seeks Cleaner Energy Sources,” *International Herald Tribune*, 9 May 2007; Choe Sang-Hun, “As Tides Ebb and Rise, South Korea Prepares to Snare Them,” *International Herald Tribune*, 31 May 2007.

<sup>91</sup> “China Endorses 300 MW Ocean Energy Project,” *Renewable Energy Access*, 2 November 2004; “Company Plans 200-Megawatt Tidal Power Plant in New Zealand,” *Energy Efficiency and Renewable Energy News*, 29 November 2006; Sang-Hun, “As Tides Ebb and Rise,” op. cit. note 90.

<sup>92</sup> Sang-Hun, “As Tides Ebb and Rise,” op. cit. note 90; Igor Veletminsky, “Anatoly Chubais Wants Russia to Lead the World in Tidal Power,” *FreeEnergy.ca*, 26 February 2007, at [www.freeenergy.ca/news](http://www.freeenergy.ca/news).

<sup>93</sup> “Company Plans 200-Megawatt Tidal Power Plant in New Zealand,” op. cit. note 91; Oceana Energy Company, “Oceana Subsidiary Signs Collaborative Agreement with PG&E, City of San Francisco,” press

release (Washington, DC: 19 June 2007); Dan Power, Oceana Energy Company, discussion with Jonathan Dorn, Earth Policy Institute, 22 October 2007.

<sup>94</sup> Robert Silgado et al., *Finavera Renewables Inc.: Where There is Wind There is a Wave* (Toronto, ON: Dundee Securities Corporation, 18 June 2007); Federal Energy Regulatory Commission, *Hydrokinetics— Issued and Pending Permits*, electronic database, at [www.ferc.gov/](http://www.ferc.gov/) industries, updated 6 August 2007.

<sup>95</sup> Wave Hub Names Fourth Developer for Wave Energy Farm,” *Renewable Energy Access*, 15 May 2007; European Commission, *Report on the Workshop on Hydropower and Ocean Energy—Part I: Ocean Energy*, 13 June 2007, pp. 1, 3; IEA, op. cit. note 88.

<sup>96</sup> Lila Buckley, “Hydropower in China: Participation and Energy Diversity Are Key,” *China Watch* (Washington, DC: Worldwatch Institute and Global Environmental Institute, 24 April 2007); “Rural Areas Get Increased Hydro Power Capacity,” op. cit. note 89; Pallavi Aiyar, “China: Another Dammed Gorge,” *Asia Times*, 3 June 2006; Gary Duffy, “Brazil Gives Amazon Dams Go-Ahead,” *BBC News*, 10 July 2007; Patrick McCully, *Before the Deluge: Coping with Floods in a Changing Climate* (Berkeley, CA: International Rivers Network, 2007), pp. 22–23.

<sup>97</sup> Table 12–1 by Earth Policy Institute, with 2020 projections cited throughout chapter and with 2006 figures calculated using the following sources: rooftop solar electric systems in Worldwatch Institute, op. cit. note 4, and Maycock, op. cit. note 4; wind from GWEC, op. cit. note 8; geothermal from Gawell et al., op. cit. note 64, and from REN21, op. cit. note 2; biomass from REN21, op. cit. note 2; hydropower, including tidal and wave, from IEA, *Renewables in Global Energy Supply: An IEA Fact Sheet*, pp.13, 25, at [www.iea.org/textbase](http://www.iea.org/textbase); rooftop solar water and space heaters from IEA, *Solar Heating and Cooling Program, Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2005* (Paris: April 2007); REN21, op. cit. note 2; REN21, op. cit. note 44; geothermal from Tester et al., op. cit. note 65, p. 9.

<sup>98</sup> GM, op. cit. note 36.

<sup>99</sup> Bureau of Transportation Statistics, *Freight in America: A New National Picture* (Washington, DC: January 2006), pp. 7, 28.

<sup>100</sup> Ashlea Ebeling, “What Would You Pay to Stay Cool?” *Forbes*, 15 August 2007.