

Német és dán megújuló energia

Készítette: dr. Forgács Emese

Német és dán megújuló energia

Bevezetés.....	3
Alapvetés.....	4
Szélenergia	4
Napenergia.....	5
Árapály energia	6
Geotermikus energia	6
Biomassza.....	6
Németország	7
A német energiapolitika.....	7
Bundesverband Erneuerbare Energie (~ Német Szövetségi Megújítható Energia Szervezet)	12
Jelenlegi helyzet.....	13
Dánia	14
Szélenergia	14
Frederikshavn.....	15
Samsø – A "megújuló energia" szigete	16
Nemzetközi együttműködés és Energia Akadémia	18
Gabona	19
Összegzés.....	22
Felhasznált irodalom	23
Internetes hivatkozások.....	23

Bevezetés

Az energiatermelés jelentős része ma még a kimeríthető és nem megújuló energiaforrásokra támaszkodik a szükséges villamosenergia és fűtési hő előállításában. Rendkívül fontos, hogy olyan biztos energiaforrások használatát aknázzuk ki, amelyek nem kimeríthetők és megújulók; energiát a naptól, a szélről, a víztől és a növényektől nyerjük. A fosszilis tüzelőanyagok korlátozott mennyiségük miatt nem alkalmasak arra, hogy egy fenntartható energiagazdaság épüljön rájuk, ezért szükséges – a környezettudatos szempontok figyelembe vétele mellett – megújuló energiaforrásokat hasznosítani.

Alapvetés

A fenntartható fejlődés olyan fejlődési folyamat, amely „kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy csökkentené a jövő generációk képességét, hogy kielégítsék a saját szükségleteiket”, ahogy az az Egyesült Nemzetek Szervezetének 1987-es Brundtland-jelentésében¹ szerepelt.

A megújuló energiaforrások jelentősége az, hogy használatuk összhangban van a fenntartható fejlődés alapelveivel, tehát alkalmazásuk nem rombolja a környezetet, ugyanakkor nem is fogják vissza az emberiség fejlődési lehetőségeit. Szemben a nem megújuló energiaforrások (kőszén, kőolaj, földgáz stb.) használatával, nem okoznak olyan halmozódó káros hatásokat mint például az üvegházhatás vagy a vízszennyezés.

A megújuló energiaforrás olyan energiaforrások közös neve, amelyek egy jellemző időciklus alatt újratermelődnek, illetve a kimerülés veszélye nélkül felhasználhatók. A megújuló energiaforrások közé tartozik a közvetlen napenergia (napkollektorok, fotovillamos átalakítók, naperőművek révén) és a közvetett napenergia (pl.: víz-szélenergia, biomassza), az árapály- és geometrikus energia, az óceánok hőtartalma és hullámzásának energiája.²

Az energiaforrásokat csoportosíthatjuk a következő szempontok szerint: megújuló, nem megújuló, kimeríthető, és kimerülő erőforrások:

A) Ki nem meríthető energiaforrások

Mennyisége nem korlátozott: Szélenergia, Napenergia, Árapály energia, Geotermikus energia

Mennyisége korlátozott: Termőföld és a természetett biomassza energia

B) Kimeríthető energiaforrások

Nem megújuló: Fosszilis energiaforrások, kőolaj, földgáz, szén és származékaik.

Megújuló: Természetes erdők

Az egyes energiaforrások rövid bemutatása után a német és dán megújuló energiaforrás használatával kapcsolatos gyakorlatokra térek át.

¹ A fenntartható fejlődés fogalmát nem a Gro Harlem Brundtland asszony által vezetett ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága alkotta meg, de a Világbizottság által elfogadott Közös Jövők című jelentés tette közzismertté.

Láng István: Környezetvédelem – fenntartható fejlődés. Mindentudás Egyeteme első kötet. Bp.: Kossuth Kiadó, 2003.

² Magyar Nagylexikon. Tizenkettedik kötet. Bp.: Magyar Nagylexikon Kiadó, 2001. 868. o.

Szélenergia

A szélenergia olyan megújuló energiaforrás, amelynek termelése környezetvédelmi és költségelőnyei miatt rohamos ütemben nő a világban.

A kezdetekben a szélenergiát szélmalommal termelték ki, amelynek működési elve szerint a szél a mechanikus szerkezet működtetésével fizikai munkát végzett, mint például a gabonaórlás, vízpumpálás. A szélenergia kitermelésének modern formája a szélturbina, amely lapátjainak forgási energiáját alakítja át elektromos árammá. Ma már mind ipari méretben, nagy csoportokban, mind pedig egyedileg használtak a szélturbinák.

Napenergia

A Naptól érkező energia hasznosításának két alapvető módja létezik: a passzív és az aktív energiatermelés.

A napenergia passzív hasznosításakor az épület adottságait vesszük figyelembe. Meghatározó az épület tájolása valamint a felhasznált építőanyagok. Ebben az esetben az üvegházhatást használjuk hőtermelésre. Passzív napenergia-hasznosító minden olyan épület, amely környezeti adottságai, építészeti kialakítása következtében képes használni energiaforrásként a Nap sugárzását. A passzív napenergia-hasznosítás főként az átmeneti időszakokban működik, vagyis akkor, mikor a külső hőmérséklet miatt az épületen már/még hőveszteség keletkezik, de a napsugárzás még/már jelentős.

Az aktív energiatermelésnek két módja van. Első módszer, hogy a napenergiát hőenergiává alakítjuk, az épületen, déli tájolással elhelyezett nagyméretű üvegfelületek segítségével. Az üvegtáblákat éjszakára hőszigetelő táblákkal kell lefedni, így biztosítva nagyobb hőtartó képességet. Az üvegezésen keresztül a fény vastag, nagy hőtároló képességű padlóra és falakra esik, melyek külső felületei szintén hőszigeteltek, így hosszú időn át képesek tárolni az elnyelt hőt. A hőenergia „gyűjtése” és tárolása főképp napkollektorokkal történik.

A másik módszerrel – az ún. fotovoltaiikus eszköz (PV), vagyis napelem segítségével – a napsugárzás energiáját elektromos energiává alakítjuk.

Ezzel az energiaforrással kapcsolatban azonban fontos megjegyezni, hogy előnyei (ha a berendezés telepítve van, akkor utána az energia „ingyen van”; beszállítótól független) mellett jelenleg sajnos még több hátránya is van, például: az energianyeres intenzitása és időbeli eloszlása nem tervezhető, illetve jelentős költségvonzattal jár a berendezés.

Árapály energia

Az árapály jelenséget energiatermelésre való hasznosítása egészen a középkorig nyúlik vissza. Franciaországban és Nagy-Britanniában vízi malmokat használtak gabona őrlésre, fa fűrészelésre, amelyek a be- és a kiáramló vizet hasznosították. Napjainkban az árapály jelenség elektromos áram termelésére való hasznosítása került előtérbe. Ezt hatalmas duzzasztógátakban lévő turbinák segítségével lehet megoldani, illetve a folyótorkolatokba épített gátakkal.

Előnye, hogy hosszútávú megoldás, és biztonságos. Hátránya, hogy a dagály által mozgatott víz nagyon sok hordalékot szállíthat, ezáltal kevés fény jut be a vízbe, így viszonylag szegényes lehet az élővilág. A gát ugyanakkor a folyó hordalékát és a benne levő mérgező anyagokat visszatartja a folyótorkolat területén, nehezen tud a természetes öntisztulás segítségével megtisztulni a víz. A gáton belüli víz sótartalma is csökken, amely szintén kihat az élővilágra. A működési költségek ugyan alacsonyak, de maga a megépítés általában óriási összegeket emészt fel.

Geotermikus energia

A geotermikus energia a Föld belső hőjéből származó energia. A Föld belsejében lefelé haladva kilométerenként átlag 30 °C-kal emelkedik a hőmérséklet. Magyarországon a geotermikus energiafelhasználás 1992-es adat szerint 80-90 ezer tonna kőolaj energiájával volt egyenértékű. A geotermikus energia korlátlan és folytonos energia nyereséget jelent. Termásvíz formájában viszont nem kiapadhatatlan forrás. Kitermelése viszonylag olcsó, a levegőt nem szennyezi.

Biomassza

A biomasszát felhasználásának módja szerint három csoportba sorolhatjuk. A tüzelhető biomasszák általában alacsony nedvességtartalmúak és ennek megfelelően magas fűtőértékűek. A tüzelhető biomasszákkal szemben fontos követelmény, hogy az éghetetlen hamutartalmuk olyan vegyi összetevőkből álljon, amelyek nem roncsolják szét a kazánberendezést, illetve nem olvadnak rá a fűtőfelületekre, valamint nem okoznak jelentős levegőszennyezést. A legjellemzőbb tüzelő biomassza-fajták : tűzifa apríték, fűrészpor, szalma, energiafű, illetve ezekből előállított pellet.

A biológiailag elgázosítható biomasszák jellemzően nagyobb nedvességtartalmú növényi hulladékból, vagy állati hulladékból állnak, mint például cukortartalmú növények, zöld növényi hulladék, állati szennyvíziszap, trágya. Biomassza

elgázosítás történhet elgázosító kazánban is, ahol tökéletlen égés során nyerünk ú.n. generátorgázt.

A gépjármű-üzemanyagként hasznosítható biomasszákat két alapvető csoportra bontjuk a helyettesített tüzelőanyag fajtája szerint:

Benzin esetében (ld. bioetanol): magas cukortartalmú (cukorrépa, cukornád), magas keményítőtartalmú (kukorica, burgonya, búza) vagy magas cellulóztartalmú (szalma, fa, nád, energiafű) növények, melyekből etanol gyártható.

Diesel esetében (ld. biodízel): olajtartalmú növények, melyből az olaj kisajtolható, és egyszerűbb vegyszeres kezelések után a diesel olajhoz hasonló anyag nyerhető (például repce, oliva, napraforgó stb.)

A fosszilis energiahordozók tartalékainak kimerülésével felértékelődnek az megújuló energiaforrások. Vállalkozási és lakossági szinten pedig az energia költségek csökkentésére irányuló törekvés teszi szükségessé a megújuló energiák hasznosítását. Azonban a magas beruházási költségek, az egyes fosszilis energiahordozók alacsony ára valamint a szemléletváltozás a fogyasztói szinten hátrányosan befolyásolja a terjedés folyamatát. A megújuló természeti erőforrásokat hasznosító technológiák elterjedésére ösztönzőleg hatnak az állami támogatások, ezért az elmúlt években az energiapolitika szerves részévé vált a különböző támogatásokkal a megújuló energiaforrások használatának elősegítése.

Németország

Németország évek óta élen jár a megújuló energia felhasználásában. A német kormány 2007 augusztusában fogadta el az "Integrált Energia- és Klímaprogramot", amely a klímavédelem és az energiahatékonyság mellett a megújuló energiaforrások felhasználásának további növelésére helyezi a hangsúlyt. A program az 1990-es szinthez képest 2020-ig az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának 40 százalékos csökkentését, a villamosenergia-felhasználás területén pedig 25-30 százalék közötti "megújuló" részarány elérését tervezi.

A német energiapolitika

A Szövetségi Kormányon belül több minisztérium is felelős az energiapolitikáért. A Szövetségi Gazdasági Minisztérium és a Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Nukleáris Biztonsági Minisztérium foglalkozik az energiaellátás, az energiabiztonság, a környezetvédelem és a klímavédelem kérdéseivel.³

A Szövetségi Közlekedési, Építésügyi és Városfejlesztési Minisztériumhoz tartoznak az elektromos járművek, az alternatív üzemanyagok valamint az energia-hatékony épületek.

A megújuló energiaforrások terén a szövetségi jogrendben az egyik legfontosabb törvény a Erneuerbare-Energien-Gesetz⁴ (~ Megújuló Energia Törvény, továbbiakban: EEG). Az EEG a fő katalizátora a megújuló energia növekvő alkalmazásának a villamosenergia-ágazatban.

³ <http://www.bee-ev.de/Energiepolitik/Bund/index.php>

⁴ A 2004-ben elfogadott EEG-t 2009. január 1-jei hatálybalépéssel váltotta fel az új EEG.

Az EEG előírja azt a rendszert, amely rögzített átvételi árakon veszi át a megújuló energiaforrásokból a rendszerbe táplált villamosenergiát. A betáplált áram tarifákat azért vezették be Németországban, hogy ösztönözzék az új energetikai technológiák (napenergia, vízenergia, szélenergia, biomassa stb.) alkalmazását. Minden egyes technológia eltérő betáplálási tarifára jogosult.

2010. júliusban⁵ az alábbi tarifák érvényesek⁶:

Vízenergia (EEG 23. §)⁷

Betáplálás legfeljebb 5MW-ig

500 kW-ig	12.67
2 MW-ig	8.65
5 MW-ig	7.65

Betáplálás legfeljebb 5MW-ig (korszerűsített/felújított)

Betáplálás	
500 kW-ig	11.67
5 MW-ig	8.65

5 MW feletti betáplálás

Kapacitásnövelés

500 kW-ig	7.22
10 MW-ig	6.26
20 MW-ig	5.74
50 MW-ig	4.30
50 MW	3.47

Vízenergia csökkentés

5 MW felett	1 %
-------------	-----

Hulladék gáz, szennyvíz gáz és földgáz⁸

Hulladék gáz (EEG 24. §)

Betáplálás

500 kW-ig	8.87
5 MW-ig	6.07

Szennyvíz gáz (EEG 25. §)

Betáplálás

500 kW-ig	7.00
5 MW-ig	6.07

Földgáz (EEG 26.§)

Betáplálás

⁵ 2010. október 1-től tarifaváltozás várható. A tarifák eurocentben értendők.

⁶ http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2009_en.pdf

(Act Revising the Legislation on Renewable Energy Sources in the Electricity Sector and Amending Related Provisions)

⁷ cent/kilowattóra

⁸ cent/kilowattóra

Német és dán megújuló energia

1 MW-ig	7.05
5 MW-ig	5.08
5 MW felett	4.10

Bónuszok a hulladék-, szennyvíz- és földgázokra

Technológiai bónusz 5 MW betáplálásig

Innovatív Géppark Technológia

Hulladék gáz és szennyvízgáz újrafeldolgozó

létesítmények

a) maximum 350 m³/óraig 1.97

b) maximum 700 m³/óraig 0.99

Hulladék gáz, szennyvíz gáz és földgáz csökkentés

EEG 2009

Alapdíjak és bónuszok 1.5 %

Biomassza (EEG 27. §)⁹

Alapdíjak

Betáplálás

150 kW-ig 11.55

500 kW-ig 9.09

5 MW-ig 8.17

20 MW-ig 7.71

Bónuszok a Biomasszára I

Bónusz a megújuló nyersanyagok használatára ("Nawaro Bónusz")

Betáplálás 150 kW-ig

Biomassza a biogáz kivételével 5.94

Biogáz 6.93

- legalább 30%-a mezőgazdasági terület használta trágya és hígtrágya +3.96

- növényi anyagból túlnyomórészt vidéki betakarítás tájkép megőrzéséből +1.98

Betáplálás 500 kW-ig

szilárd biomassza 5.94

folyékony biomassza 1)

gáz biomassza 5.94

Biogáz 6.93

- minimum 30% trágya +0.99

- növényi anyagból túlnyomórészt vidéki betakarítás +1.98

Kapacitás 5 MW-ig

szilárd biomassza 3.96

folyékony biomassza 1)

gáz biomassza 3.96

ahol elégett fa/ 2.48

⁹ cent/kilowattóra

ahol a fa rövid vágásfordulójú
csalit és vidék 3.96
égetett anyag kezelése
1) csak a 2009. 01. 01. után üzembe helyezett
létesítményeknek

Bónuszok a Biomasszára II
Technológiai bónusz 5 MW betáplálásig
Innovatív Géppark Technológia
Gas újrafeldolgozás
a) 350 m³/óraig 1.98
b) 700 m³/óraig 0.99

Kombinált hő és villamosenergia (CHP) bónusz
20 MW-ig 2.97

Csökkentés a Biomasszára
Alapdíjak és bónuszok 1.0%

Geotermikus energia (EEG 28. §)¹⁰

Alapdíjak
Betáplálás (EEG
2009)
10 MW-ig 15.84
10 MW fölött 10.40

Bónuszok
Heat cogeneration bonus
Kapacitás 10 MW-ig 2.97
A petrotermikus technológiájú létesítményeknek 10 MW-ig 3.96
"Gyors Kezdő Bónusz" 3.96

Csökkentés a Geotermikus energiára
Alapdíjak és bónuszok 1.0%

Part szél (EEG 29-30. §)¹¹

Alapdíjak
Kezdő díj (az üzemeltetés megkezdésétől számítva 5 év) 9.11
Alapdíj 4.97

Fizetés a rendszerszolgáltatásokért a parti szél turbina
generátorokért
Rendszerszolgáltatás bónusz
2002-2008 között üzembe helyezett létesítmények 0.70

¹⁰ cent/kilowattóra

¹¹ cent/kilowattóra

modernizálva 2011. 01. 01-ig – fizethető 5 évig

Ha a 2009. 01. 01. és 2014. 01. 01. között üzembe helyezett létesítmények az új technikai előírásokat teljesítik az összeg növekszik -kal 0.50

Csökkentés
Alapdíjak és bónuszok 1.0%

Szélenergia (EEG 31. §)¹²

Alapdíjak
Kezdő díj (az üzemeltetés első 12 évében; kiterjesztés a táv/mélytengeri berendezésekre) 13.00

további 2 ct/kWh ha a működés 2016. 01. 01. előtt üzembe helyezett
Alapdíj 3.50

Csökkentés
2015-től 5.0%

Napsugárzás (EEG 32-33. §)¹³

Tetőre szerelt berendezések
Kapacitás
30 kW-ig 39.14
100 kW-ig 37.23
1 MW-ig 35.23
1 MW felett 29.37

Épületel/létesítményen belül termelt villamosság
Kapacitás
30 kW-ig 22.76

Szabadon álló berendezések
Kapacitástól függetlenül (további feltételek alkalmazandóak) 28.43

Csökkentés a napenergiából
Alapdíjak és bónuszok
Szabadon álló berendezések 2010 10.0% 4)
2011 9.0% 4)
Tetőberendezések 100 kW-ig 2010 8.0% 4)
2011 9.0% 4)
Tetőberendezések 100 kW felett 2010 10.0% 4)

¹² cent/kilowattóra

¹³ cent/kilowattóra

2011 9.0% 4)

Az egyik célkitűzés, hogy a német villamosenergia-fogyasztás – 2010-ben – 12,5 %-át, illetve – 2020-ban – 20 %-át megújuló energiaforrásból nyerjék. További cél a megújuló energia használatának ösztönzése, a bekerülési költségek csökkentése és az energiaellátás biztonságának növelése.

Megfigyelhető a foglalkoztatás növekedése is ebben a szektorban, hiszen körülbelül 170.000 ember dolgozik a megújuló energia ágazatban Németországban, az iparág forgalma pedig kb. 8,7 billió euróra tehető¹⁴.

Bundesverband Erneuerbare Energie (~ Német Szövetségi Megújítható Energia Szervezet)¹⁵

A (Bundesverband Erneuerbare Energie, továbbiakban: BEE) 1991-ben alakult a német energiaszektor ernyőszervezeteként. Jelenleg a szövetség tagjai: 22 szervezet a víz-, a szél-, a nap-, a geotermikus- és a biomassza energia területéről több mint 30.000 taggal, valamint vállalatok. A BEE hosszú távú célja a teljes átállása megújuló energia használatára. E célból feladatai közé tartozik, a megújuló energiaforrások használatára vonatkozó jogi szabályozás javítása, a többi energiaforrással szembeni prioritás növelése, továbbá az egyes szervezetek tevékenységének koordinálása a politikai és a közéleti fórumokon. A szervezet rendszeresen konzultációkat tart politikai csoportokkal, hatóságokkal, szakosított intézményekkel és egyéb szervezetekkel. Ezekon kívül szakértői meghallgatásokat tart, tanulmányokat készít, nyilatkozatokat állít össze a jogalkotási folyamatokhoz és a médián keresztül felhívja a figyelmet a megújuló energiára.

A BEE szakértői összeállították az ún. "Roadmap"-ot, ami alapján az EU által kitűzött 18 százalékos részarány helyett Németország a jelenlegi 10 százalékról akár 28 százalékra növelheti a megújítható energiaforrások részarányát teljes energiafelhasználásában, ami évi 290 millió tonna szén-dioxid-kibocsátás kiváltásához, és 50 milliárd euró olaj- és üzemanyag-beszerzési költség megtakarításához lenne elegendő.¹⁶

A szervezet véleménye szerint a közlekedésben az elektromos autók támogatása mellett újra kellene gondolni a bio-üzemanyagok támogatási rendszerét is. A BEE elnöke, Dietmar Schütz kijelentette: "Amennyiben a politika megfelelően jár el, nemcsak öt évvel korábban teljesíthetjük az EU irányelveit, hanem egyúttal növeljük hozzájárulásunkat a globális klímavédelemhez, és növeljük gazdaságunk teljesítményét is."

A szervezet által kitűzött célok szektoronként: az áramtermelésben az öko-energia részarányát a 2009. évi 16 százalékról 2020-ig 47 százalékra, a fűtés/hűtés területén 8 százalékról 25,1 százalékra, a közlekedésben pedig 6 százalékról 18,8 százalékra kell emelni. Az áramtermelésben meg kell őrizni a mostani termelési feltételeket. Itt

¹⁴ HM Treasury (2006). Stern Review on the Economics of Climate Change 367. o.

¹⁵ <http://www.bee-ev.de/BEE/BEE.php>

¹⁶ <http://www.alternativenergie.net/alternativenergie-blog/megujulo-energia-nemetorszag-nagyon-komolyan-veszi>

mindössze az engedélyezési folyamat igényelne némi finomítást. A fűtési ágazatban viszont komoly módosításokra van még szükség. Magasabb energiatakarékossági követelményeket kell például megszabni a régi építésű lakásokra, és a fűtési rendszerekhez kedvezőbb, kiszámíthatóbb beruházási feltételeket kell kialakítani.

A megújítható energiaforrásokra az EU által lefektetett irányelvek 2020-as teljesítése érdekében a 27 tagországnak 2010. június 30-ig nemzeti megújítható energiaforrás akciótervet kellett benyújtania Brüsszelnek. A BEE által kidolgozott "Roadmap" a parlamenti és kormányzati döntéshozóknak kívánt támogatást nyújtani a megújítható energiaforrások gyors fejlesztéséhez szükséges keretfeltételek megteremtéséhez.

Jelenlegi helyzet¹⁷

A berlini környezetvédelmi minisztérium 2010. augusztusában megjelent kiadványa szerint 2009-ben 10,4 százalék volt a megújuló források aránya, ami a két és félszerese a 2000-ben mért aránynak, és 1,1 százalékponttal haladja meg az egy évvel korábbi 9,3 százalékot.

Az áramfogyasztásban a legnagyobb, 16 százalék a megújuló források részaránya, ami messze felülmúlja a kormány várakozásait. A korábbi célkitűzés az volt, hogy 2010-re a 12,5 százalékot érje el a megújuló források aránya az áramfogyasztásban, ez azonban már 2007-ben teljesült.

A közlekedésben és a fűtésben is gyorsan nő a környezetbarát energiaforrások részesedése, így az üvegházhatást fokozó káros gázokból - szén-dioxidban számolva - 108 millió tonnával kevesebb került a légkörbe.

A területen tavaly 20 milliárd euró értékben hajtottak végre beruházásokat. Az ágazat bevétele 36 milliárd euró volt, a foglalkoztatottak száma pedig meghaladta a 300 ezret.

¹⁷ <http://www.vg.hu/vallalatok/energia/tiz-szazalek-folott-a-megujulo-energia-aranya-nemetorszagban-325214>

Dánia

Dánia természeti adottságaiból adódóan kevés hagyományos energiahordozóval rendelkezik. Tekintettel arra, hogy a lakosság nagy része mezőgazdasággal foglalkozik, a dán emberektől nem áll távol a környezettudatos szemléletmód. Mindezek hozzájárulnak ahhoz, hogy Dánia követendő példával szolgáljon a megújuló energiaforrások használata során.

Szélenergia

Dánia energiaszükséglete közel egyötödét szélerőművekkel fedezi, ami a legmagasabb arány világszerte. Élen jár a szélturbinák gyártásban és használatban egyaránt, és arra törekednek, hogy ezt az arányt 50%-ra növeljék.

A szélturbinák sorozatgyártása 1979-ben, Dániában kezdődött. Az első gyárak, a Kuriant, a Vestas, a Nordtank és a Bonus megalapozták a modern szélenergia-ipart. Ezek a korai turbinák sokkal kisebb teljesítményűek voltak (20-30 kW), mint a mostaniak.

Dániában napjainkban a légmozgást lézerradarral vizsgáló szélerőművekkel kísérleteznek.¹⁸ A szél időjárástól való függése mindig problémát okozott, ezért fontos a szélenergia kihasználásának optimalizálása. Dán kutatók szerint a szélturbinákat lézerradarral kellene ellátni, ami lehetővé tenné a szél sebességének és irányának előrejelzését, így javítva az energiatermelés hatékonyságát.

Ezeknek a szélturbináknak a működési elve, hogy a turbina vezérlőegysége megkapja az adatokat arról, melyik égtáj felől milyen szél jön, a lapátokat optimális pozícióba tudja állítani, mire a széllevegő megérkezik, így lényegesen kisebb terhelés éri a szerkezetet. Ezáltal a turbina kihasználtsága hatékonyabb lesz, élettartama megnő, ami jelentős költségcsökkentést eredményez.

A lézerradar vagy más néven LIDAR (Light Detection And Ranging) már régóta használatos a meteorológiában légköri elemek, felhők, aeroszolok megfigyelésére. Ezek mellett a LIDAR rendszer a szél figyelésére is alkalmas: a sebesség, az irány, a turbulencia és a szélnyírás egyaránt mérhető vele. A Doppler lidar optikai elven működő sebesség-, illetve távolságmérő rendszer. Azon az elven alapul, hogy a megfigyelési ponthoz képest a mozgó elemek megváltoztatják a róluk visszavert hullámok spektrumát.

A lézer által kibocsátott sugárnyaláb mentén a visszavert jel frekvenciájának eltolódását mérik. A terjedési időből a távolság, a Doppler-eltolódás révén a sebesség állapítható meg. A lézerradar alkalmazása azzal az előnnyel jár, hogy a szél méréséhez másodpercek is elegendőek, nem kell meteorológiai ballonokat

¹⁸ http://ozonenetwork.hu/ozonenetwork/komment/20100106-intelligens-szelturbinak.html?cmnt_page=1

felengedni. Energia- és helyigénye kicsi, s körülbelül 50 km távolságból is nagy pontossággal mérhető a szél.

Mivel az intelligens szélerőmű lapátjai könnyebben alkalmazkodhatnak a szél változásaihoz, hosszabb lapátokat lehet használni, így a turbina több energiát termel. A lézerradarok segítségével akár 5 százalékkal is nőhet a berendezés energiatermelése, pusztán a hosszabb lapátok használatával. A dán kutatók jelentős pénzmegtakarítást, valamint a szén-dioxid-kibocsátás nagymértékű csökkenését várják az új technológiától.

Konkrétnan: ha egy 4 megawattos erőmű 5 százalékkal több áramot termel, az évi 200 ezer dán korona (7,24 millió forint) pluszbevételt jelent. A dán energiahivatal előrejelzése szerint, ha minden tizedik szélturbinát lézerradarral látnák el, 2025-re további 25 ezer tonnával lehetne csökkenteni az ország szén-dioxid-kibocsátását. Az intelligens szélturbinákkal kapcsolatos kutatást a dán Nemzeti Csúcstechnológia Alapítvány támogatja.

Kilencvenegy turbina évi 209 MW áramot termel, ami körülbelül 200 ezer háztartás ellátását fedezi.

A szélerőművek használata várhatóan ugrásszerűen megnő a következő években, ahogy a klímaváltozás és a megújuló energiák fontossága egyre nagyobb figyelmet kap.

Frederikshavn¹⁹

Frederikshavn, a dán kikötőváros 2015-re el akarja érni, hogy világelsőként teljes energiafogyasztását megújuló energiaforrásokból fedezze.

A Dánia északi részén, a Kattegat tengersizoros partján elhelyezkedő egykori haditengerészeti támaszpont hét év alatt szeretné megvalósítani zöld forradalmát: a tiszta energia technológiájának kirakatává kíván válni, olyan településsé, amely a világ minden városának mintát jelenthet. A 25 ezer lakosú város energiaszükségletének ma csak a negyede ered zöld forrásból.

Frederikshavn városát 2006-ban javasolták a projekt színhelyéül a legkiválóbb szakértők, akik ideális helynek tekintik egy olyan kísérlethez, amely bebizonyíthatja, hogy a már létező technológiával lehetséges néhány év alatt 100 százalékosan áttérni a fosszilis energiáról a megújuló energiaforrásokra.

A "Frederikshavn energetikai város" elnevezésű projektet a polgármesteri hivatal által 2008-ban hirdette meg. A projekt értelmében 2015-re a szélerőművek által termelt áram, a biogáz, a szemétből és a mezőgazdasági hulladékból nyert energia biztosítja majd a város működését.

¹⁹ http://www.csrhirlvel.hu/hu/03_16/Frederikshavn/nemzetkozicsr.html

<http://www.alternativenergia.hu/frederikshavn-megujulo-energiaval-ujitja-meg-jovojet/1415>

A terv megvalósításában több nagyvállalat is részt vesz, így a Dong Energy nevű cég is támogatja. A beruházás 1-1,5 milliárd dán koronába (40-60 milliárd forint) kerül, az összeget olyan magáncégek biztosítják, mint ez a vállalat. Erik Soerensen polgármester elmondta az AFP-nek: a városi tanács egységesen támogatja a tervet. A zöldenergiára alapozott terv a polgármester szerint nagy lehetőséget nyit az új környezetvédő technológiák fejlesztésére és munkahelyeket teremt a városban, amelyet a hajóépítő dokkok bő egy évtizede történt, hétezer munkahely elvesztésével járó bezárása nagyon megviselt.

A városvezetés mindent megtesz azért, hogy a beruházó cégek anyagi ereje mellé elnyerje Frederikshavn lakosságának és a kormánynak a támogatását is. Már megépült egy 8000 négyzetméternyi napelemes pannóból álló telep, amely egy távfűtőközpontot működtet.

A zöldenergia terén élen járó skandináv országban már született ilyen példa: a kis **Samsø** sziget áramellátását teljes egészében a helyben felállított szél erőművek biztosítják, a fűtőenergia 75 százalékát pedig napelemes pannókból és biomasszából nyeri.

Samsø – A "megújuló energia" szigete²⁰

Samsø szigete – Frederikshavn-hoz hasonlóan – a Kattegat tengerszorosban található. Területe mindössze 114 km², lakosainak száma megközelítőleg 4400 fő. Bevételeit főleg a mezőgazdaságból, turizmusból és különböző szolgáltatások nyújtásából szerzi.

1997 tavaszán a Dán Környezetvédelmi és Energiaügyi Minisztérium versenyt hirdetett öt dániai sziget között. A verseny a meglévő energiaellátási rendszer átalakítását célozta, a hagyományos energiaforrások helyett a megújuló energiaforrásokra összpontosított.

A verseny során a résztvevőknek készíteniük kellett egy tervet, amelyben leírták, hogy elképzelésük szerint hogyan lehet a régi energiaellátási rendszert teljes mértékben megújuló energiaforrások felhasználására átalakítani.

Az alábbi feltételeknek kellett megfelelni:

- Az energiafogyasztás nagyfokú csökkentése
- Ismert technológiák alkalmazása
- A lakosság széleskörű bevonása a projektbe
- A sziget, Dánia területét tekintve, legyen központi elhelyezkedésű
- Jelentős turizmus a szigeten
- 10 éves átállási időszak

A terv megvalósításához a következő változtatásokat kellett bevezetni:

- A hőfogyasztás és villamosenergia felhasználás csökkentése
- A fűtés hatékonyságának növelése
- A lakosság energiafelhasználási szokásainak megváltoztatása
- A közlekedés energiafogyasztásának csökkentése és a hatékonyság növelése

²⁰ http://www.dbo.hu/zold_sziget.html

- Az egyéni fűtőrendszerek használatának ösztönzése/hőszivattyúk, napenergia/
- Az energiafogyasztás kielégítésére szárazföldi és nyílttengeri szélerőműpark felállítása
- A benzin és olaj felhasználásával működő közlekedési szektor átállítása elektromos energia felhasználására
- Biomassza felhasználású kollektív fűtési rendszerek elterjesztése

Az átalakítás költsége a 10 éves időszak vonatkozásában megközelítőleg 590 millió dán korona (közel 20 milliárd forint).

Samsø szigetén több magánház maga termeli saját részére az áramot kisebb szélturbinák és napelemek segítségével.

Az energiaügyi szervezetek szorosan együttműködtek a helyi vállalatokkal, hogy vidéken kialakítsák az egyéni, megújuló energiaforrásokat használó fűtési rendszereket.

Eredetileg 15, egyenként 750 kW-os szélturbina üzembe helyezését tervezték, de két település lakóinak tiltakozása miatt csak 11, egyenként 1 MW-os turbinát állítottak föl: Tanderup 3, Premelille 3 és Brundby 5 turbinát kapott. A turbinák közül kettő a közösség tulajdonát képezi, kilenc pedig egyéni gazdálkodóké.

Egyetlen tengeri szélturbina évente 2000 háztartás elektromos áram szükségletének megfelelő áramot termel.

Samsø 11 szárazföldi szélturbinája a sziget teljes energiaszükségletének megfelelő mennyiségű elektromos áramot termel. Szélcsendes napokon ugyan a szigetnek áramot kell kölcsönöznie a félszigetről, azonban ha fúj a szél, ugyanolyan mennyiségű áramot küld vissza.

A terv legnehezebben megvalósítható része a közlekedési szektornak megújuló energiaforrások alkalmazására történő átállítása. A benzinnel és dízelolajjal üzemelő autók energiaellátása rövidtávon olcsóbb, mint más, alternatív energiaforrás alkalmazása.

A nyílttengeri szélerőműpark fölállítása nagy előrelépés a közlekedési szektor eddigi rendszerének megújuló energiaforrásokra történő átállítása terén.

A kitűzött cél az, hogy a szélturbinák által termelt energiával hidrogént állítsanak elő a szigeten, ugyanis a hidrogén a jövő még inkább felhasználható lesz a közlekedésben.

A Samsøiek kísérleteznek biodízelrel és hidrogén-technológiával is, ezek azonban még nem kifizetődőek a közlekedésben. Abban reménykednek, hogy a jövőben lehetséges lesz a szélturbinák által termelt energiát felhasználni a hidrogénautókhoz. A közlekedéshez használt energiát 10 nagy tengeri szélturbina felállításával kompenzálják.

A tengeri szélturbinák évente több "tisztá" energiát termelnek és továbbítanak a félszigetre, mint amennyit a sziget felhasználna a közlekedéshez - beleértve a három menetrend szerint közlekedő komp üzemanyagfelhasználását is.

Megújuló energiaforrásokat, például napenergiát vagy biomasszát az 1970-es évek közepétől már használtak Dániában a fűtési szektorban. A szektor hatékony üzemelésének feltétele és fontos része az energiatakarékossági intézkedések bevezetése.

A sziget házainak fűtésére hozzávetőlegesen 340 TJ energiát használnak fel. Ezt a mennyiséget az épületek jobb hőszigetelésével, felújításával valamint a vállalatoknál és közintézményeknél bevezetett energiaszabályozással közel 20%-kal lehet csökkenteni.

Az összes nagyobb város Samsø szigetén ma már olyan távhőerőművekhez csatlakozik, amelyek megújuló energiaforrásokat használnak a házak fűtéséhez és a lakosság melegvzellátásához. Nordby és Marup között fekszik a 2500 m²-es napkollektorpark. A berendezést kombinálják egy faforgács-tüzelésű hőerőművel, mely a Brattingborg erdőből származó faforgáccsal működik. A sziget déli részén három szalmatüzelésű hőerőmű látja el távhővel Tranbjerg, Onsbjerg, Brundby és Ballen városokat.

Mivel sok idős lakos számára nagy kihívást jelent az anyagilag és technikailag is átállni egy újfajta hőszolgáltatási rendszerre, ezért a megújuló erőforrásokra támaszkodó távfűtési rendszer kialakítása igen nehéz feladatnak tűnik. Erre tekintettel az átfogó tervekben számolni kell az elektromos árammal történő fűtéssel, amit a szélenergiák által termelt nagy mennyiségű villamosáram lehetővé is tesz.

Számos a távfűtési rendszeren kívül fekvő magánház cserélte le vagy egészítette ki olajkazánját napkollektorra vagy pelletkazánra. A hőtermelés 70%-a ma már megújuló energiaforrásokból történik.

E pillanatban olyan kísérletek folynak Samsø szigetén, melyek az elefántfű és a repce fűtési célra való felhasználásának lehetőségét vizsgálják.

Nemzetközi együttműködés és Energia Akadémia

1999-ben és 2000-ben Samsø irányításával indult a "Kis szigetek a 100%-ig megújuló energiaforrások felhasználásáért....." ALTENER program. A négy együttműködő partner Samsø szigete (Dánia), Aran-szigetek (Írország), El Hierro (Spanyolország) és La Maddalena (Olaszország) volt.

Samsø 2002-ben új program tárgyalásába kezdett nemzetközi szinten. A program célja, hogy az érintett országokban egymással együttműködve megújuló energiaforrásokat felhasználó központokat hozzanak létre.

2006 nyitotta meg kapuit a Samsøi Energia Akadémia. Az Energia Akadémián kiállításokat, workshopokat rendeznek, kutatási projektek folynak és lesz benne

interaktív tudományos központ is. A sziget energiaprogramjai révén szerzett tapasztalatokat és tudást itt szeretnék összegyűjteni és megosztani az érdeklődőkkel. Az Akadémián kap helyet a Samsøi Energiainroda, és itt fogadják a külföldi szakmai delegációkat. A külföldi turisták elsősorban az iránt érdeklődnek, hogyan sikerült a sziget teljes lakosságának támogatását megszerezni a megújuló energiaforrások felhasználására való áttéréshez.

Az Energia Akadémiát az EU felvette a "Legjobb gyakorlat" katalógusba, mely azokat a legsikeresebb projekteket tartalmazza, melyeket az Európai Strukturális Alap finanszírozott.

Gabona²¹

Dániában a gabona termesztése során keletkező szalma mennyisége egy évben átlagosan eléri a 6,3 millió tonnát, de ez az érték az időjárástól függően 30%-kal több, vagy kevesebb is lehet. Egy átlagos évben a keletkező szalmamennyiségből kb. kétmillió tonnát használnak fel energiatermelésre, kapcsolt hő- és villamosenergia- (CHP) termelés formájában.

Az első olajválságra reagálva – 1973-tól – a szalmatüzelés nagymértékben megindult Dániában. A szalma energiahordozóként történő felhasználását elősegítette az állami támogatási rendszer és a kazán vásárlásához biztosított részletfizetési lehetőség.

Üzemeltetési szempontból megkülönböztetünk: szakaszos tüzelésű, valamint automata betáplálású kazánt.

A szakaszos tüzelésű kazánt egy ún. hőtároló tartállyal készítik. Ezzel lehetővé válik, hogy a kazán teljes terheléssel működhessen a hőelvételtől függetlenül, mert az elvételi egyenlőtlenséget a hőtároló tartály felveszi. Ez a tartály jelentősen megnöveli a kazán vízterét.

A fejlesztés eredményeként a kazán tüzttere egyszerre egy közepes méretű, vagy akár három szögletes nagyméretű bálát is képes befogadni. A kazán egyik kiszolgálója általában egy homlokrakodós traktor, mellyel a betáplálást és a kihamuzást végzik el.

Elvárás, hogy a tüzeléshez felhasznált szalma jó minőségű legyen, azaz „szürke” és száraz szalma kerüljön bálázásra, valamint a szalmát a bálázást követően száraz körülmények között tárolják.

A hőtároló tartály térfogatát – 60–80 l/szalma kg – a tüztérben elhelyezett szalma mennyisége determinálja.

Az automata tüzelésű kazán tüztérébe a szalmát szállítószalag adagolja a

²¹ http://agrarunio.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=858:hogyan-reagalhatunk-a-gazvalsagra-ii-siker-es-energiaforras-daniaban-a-szalma&catid=108:alternativ-energiak

hőigénynek megfelelően. A szállítószalag általában napi energiakapacitás felvételére képes. A tüztérbe történő belépés előtt az odaérkező bálát forgó szártépő feldarabolja. Ezt követően – új fejlesztésű kazánoknál már – egy befúvó ventilátor „nyomja” tovább, és végül egy szállítócsiga viszi be a tüztérbe a leszecskázott szalmát. Az automata tüzelés segítségével az égés tökéletesebb lesz, és a füstgázkibocsátás paraméterei is kedvezőbbek lesznek. A szalma adagolását – a szállítócsiga mozgatását – a füstgázban mért oxigénmennyiség-érzékelő segítségével szabályozzák. Ennek alkalmazásával a kazánok hatékonysága mintegy 5–10%-kal javult.

Napjainkban a bio-tüzelőanyaggal működő kisméretű kazánokat már eredményes típusesztest követően lehet forgalmazni, mert a Dán Energiaügynökség a támogatás feltételeként ezt előírta. A vizsgálatot az egyes tüzelőanyagokra külön – faapríték, szalma, fa-, szalmapellet stb. – végzik el, és az engedély csak a bevizsgált tüzelőanyagfajtára vonatkozik.

A szalma erőművi felhasználására politikai megállapodás jött létre a Dán Parlamentben 1986 júniusában. Azt tervezték, hogy növeljék a lakossági célú szalma, fa, biogáz, hulladék felhasználást a földgáz rovására elsősorban a távfűtőművek kiépítésével. További célként szerepelt, hogy a CHP-erőművek kapacitását 450 MWel. -tal megnöveljék.

Az első szalmatüzelésű erőművet 1989-ben helyezték üzembe, melyben évente 26 000 tonna szalmát használtak fel energetikai célra. Ezt követően szinte évenként helyeztek üzembe szalmatüzelésű erőművet Dániában. Jelenleg 11 db erőmű üzemel szalmabázison, és ezekben évente 785 000 tonna szalmát használnak fel energiatermelésre. A gőzkazánok teljesítménye eléri a 40 t/h-t. A szalmatüzelésű kazánokat folyamatosan fejlesztették, felhasználva az üzemeltetési tapasztalatokat. Természetesen a szalma eltüzelésének rendszere is változott. Az első kazánnál még egészen helyezték be a Hesston bálát a rostélyra. Ezt a tüzelési rendszert „cigarburner”-nek „cigarettaégőnek” nevezték el. A rendszer egyik hátrányát – az etető rendszerbe történő visszaégést – egy légmentes etető rendszer kialakításával oldották meg.

A szálló hamu összetétele főleg káliumból és klórból áll. A szilárd üledékek a kazán „hideg” részein, a fűtő hőcserélőben, a csövekben, a zsákos szűrőben, csövekben, ventilátorokban és a kéményben fordulhatnak elő, amelyek az acél korrózióját okozhatják. Követelményként jelent meg, hogy az üledékek hőmérsékletének a korrózió elkerülése érdekében 90°C felett kell lennie. Ennek elkerülésére számos megoldást dolgoztak ki.

A kéményt csak tisztított füstgáz hagyhatja el; a beépített tisztítóberendezés egy elektrosztatikus szűrő. Dániában 2007-ben több, mint 21 PJ-t állítottak elő az erőművekben szalma, szalmapellet, faapríték és fapellet eltüzelésével.

Az idén egy új szalmatüzelésű erőmű üzembe helyezésére kerül sor. Az új kazán „étvágya” felülmúlja a korábbiakat, mert évente 170 000 tonna, vagyis 2,5 PJ hőmennyiségű szalma eltüzelésére lesz képes.

Természetes az erőmű folyamatos üzemeltetéséhez a tüzelőanyagnak, a szalmának mindig rendelkezésre kell állni. Az energetikai szalma iránti igényt az energiatermelők a termelőktől hosszú távú szerződésekkel biztosítják. Az erőművek számának növekedése az 1990-es évek második felében fokozatosan felértékelte a szalma árát. Az így kialakult ár már nemcsak a szalma termelési költségének az árát, a profitot, hanem a pártok Biomassza Egyezményben elfogadott stratégiájának az eredményét is magába foglalta. Ez a szalma árának változásában is jelentősen megnyilvánult. 1998-ban a szerződéses ár 320–370 dán korona között alakult.

A másik fontos politikai megegyezésre a Dán Parlamentben 1993 júniusában a Biomassza Egyezmény elfogadásával került sor. Megállapodtak, hogy az energiaszolgáltatásban 2000-re el kell érni az évi 1,2 tonna szalma és 0,2 millió tonna fafelhasználást. 1997 júliusában módosult az egyezmény. Csökkentették a szalma felhasználást 1,0 millió tonna/év-re, a fa mennyiség nem változott, a biomassza-hőmennyiséget 19,5 PJ-ban állapították meg.

Az energiahordozók reális árainak összehasonlítása érdekében használják a „szocio-ökonómiai” szalmaár kifejezést, mely az adók nélküli ár. Ez tényleges összehasonlításra ad lehetőséget, mert kifejezésre jutnak benne a termelés aktuális költségei. Ezért ezt az árat használják például a különböző hazai és importüzemanyagok összehasonlításakor is. Ez által átláthatóbb lesz a kép az egyes energiahordozók között, mintha az aktuális piaci árakat vetnék össze. Az árat a Dán Energiaügynökség állapította meg. Pl. 1994-ben 240 dán korona/t volt az erőműbe való beszállítást is figyelembe. Ebből 43 korona volt a szállítási költség, a termelési költség 197 korona. Talán érdemes megnézni az áron belüli részek arányának az alakulását, a szalma ár = termelési költség 82% + szállítási költség 18%.

A szalmabálákat az erőműbe általában teherautóval szállítják be, melyre 12–12 bálát helyeznek el két rétegben. A beszállítás távolságát maximum 50 km-ben állapítják meg. Ebben szerepet játszik a kamion gázolaj-felhasználása és a CO₂-kibocsátása is, melyet a környezetvédelem szempontjából tartanak érdekesnek.

A biomassza (szalma, kukorica stb.), megújuló energia mindig termelődik. Az alapanyag, a biomassza rendelkezésre áll. Feltétel, hogy az igényelt mennyiséget reális áron a mezőgazdaság folyamatosan biztosítsa.

Dániában húsz éve folyamatosan, és sikeresen üzemelnek a szalmatüzelésű hő- és villamos energiát termelő erőművek, a kisteljesítményű meleg vizes kazánok a farmokon.

Tény, hogy a dán szalma, mint megújuló energiahordozó, az országuk energiamérlegében hazai energiaforrásként jelenik meg, csökken a CO₂ káros kibocsátásuk, bevételt jelent a gazdáknak, és csökkenti Dánia energiafüggőségét.

Összegzés

A fenntartható fejlődés elveivel összhangban a megújuló energiaforrások alkalmazása lehetővé teszi azt, hogy a nem megújuló energiaforrások használatát mellőzzük (a jövőben akár teljesen kiiktassuk) így kerülve el azok káros hatásait, mint például víz- és levegőszennyezés, üvegházhatás. Mivel, a nem megújuló energiaforrás készletek végesek, megújuló energia felhasználásának legjobb, ugyanakkor kímélő módját mihamarabb olyan szintre kell fejleszteni, hogy képesek legyünk mind ipari, mind lakossági szinten kiváltani a fosszilis energiahordozókat.

Az Európai Unió Tanácsa 2007-ben tűzte ki célul, hogy az Eu-ban a megújuló energiák használatát a primer energiafogyasztás területén 2020-ig 20 százalékra emeli.

Németország a megújuló energiaforrások használatában évek óta az élen jár. 2007-ben fogadták el az „Integrált Energia- és Klímaprogramot, amely a klímavédelem és az energiahatékonyság mellett a megújuló energiaforrások felhasználásának további növelésére helyezi a hangsúlyt. Emellett jelentős még a német megújuló energia törvény (EEG) is, amelynek célja, hogy a klíma- és környezetvédelem érdekében az áramellátásban növekedjen a megújuló energiák használata (anyagi támogatással ösztönzik).

Az északi országok élen járnak a megújuló energia felhasználásában. Dánia szélenergia tekintetében a vezető országok között van. A dán sziget, Samsø 1997-óta maga állítja elő az ellátásához szükséges áramot, illetve a fűtéshez szükséges energia 70 százalékát, így példaként szolgálhat a kistérségek számára a megújuló energiaforrások tekintetében.

A fentiekre tekintettel véleményem szerint kiemelten fontos, hogy a megújuló energiaforrások használata Magyarországon is minél nagyobb arányban legyen bevett gyakorlat. A német és dán példákat alapul véve szükséges lenne kidolgozni olyan programot, amely hazánkban is mindenki számára elérhetővé teszi ezeknek az energiahordozóknak a használatát, így mentesítve a környezetet a jelenlegi káros hatásoktól.

Felhasznált irodalom

- Magyar Nagylexikon. Tizenkettedik kötet. Bp.: Magyar Nagylexikon Kiadó, 2001.
- Láng István: Környezetvédelem – fenntartható fejlődés. Mindentudás Egyeteme első kötet. Bp.: Kossuth Kiadó, 2003.
- Act Revising the Legislation on Renewable Energy Sources in the Electricity Sector and Amending Related Provisions
- HM Treasury (2006). Stern Review on the Economics of Climate Change
- Lukács Gergely Sándor: Megújuló energia és vidékfejlesztés. Bp.: Szaktudás Kiadó Ház, 2009.
- Juhász Árpád, Láng István, Nagy Zoltán, Dobi Ildikó, Szépszó Gabriella, Horányi András, Blaskovics Gyula, Mika János: Megújuló energiák. Bp.: Sprinter Könyvkiadó, 2009.
- Kovács Róbert: Megújuló Energia Kézikönyv 2010 Bp.: Poppy Seed 2002 Kiadó, 2010.
- National Geographic Magyarország 2009. októberi szám George Jonshon: Filléres energiát kínál a Nap
- National Geographic Magyarország 2005. augusztusi szám Michael Parfit: Van energia!
- National Geographic Magyarország 2007. októberi szám Bill McKibben: Ketyeg az óra; Joel K. Bourne, JR: Zöldet a tankba?; Szanyi Erika: Hazai kínálat – Zöld olaj, bioszesz

Internetes hivatkozások

- Világgazdaság online: „Csak tiszta forrásból– egyedülálló kísérlet a dán szigeten” -2007. 05. 23. (<http://www.vg.hu/vallalatok/energia/csak-tiszta-forrasbol-egyedulallo-kiserlet-a-dan-szigeten-174231>)
- <http://www.bee-ev.de/Energiepolitik/Bund/index.php>
- http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2009_en.pdf
- http://agrarunio.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=858:hogyan-reagalhatunk-a-gazvalsagra-ii-sikeres-energiaforras-daniaban-a-szalma&catid=108:alternativ-energiak
- http://www.dbo.hu/zold_sziget.html
- http://www.csrhirlevel.hu/hu/03_16/Frederikshavn/nemzetkozicsr.html
- <http://www.alternativenergia.hu/frederikshavn-megujulo-energiaval-ujitja-meg-jovojet/1415>
- http://ozonenetwork.hu/ozonenetwork/komment/20100106-intelligens-szelturbinak.html?cmnt_page=1
- <http://www.alternativenergia.net/alternativenergia-blog/megujulo-energia-nemetszag-nagyon-komolyan-veszi>
- <http://www.vg.hu/vallalatok/energia/tiz-szazalek-folott-a-megujulo-energia-aranya-nemetszagban-325214>
- <http://www.bee-ev.de/BEE/BEE.php>