

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

készítette:

az EMEK nonprofit Kft. megbízásából:

a T&T Technik Kft.

a tanulmány megírásában tanácsokkal, adatokkal közreműködött:

Dr. Tóth Péter Magyar Szélenergetikai Társaság

Dr. Stróbl Alajos szakértő

Civin Vilmos, CViker

Koncsos László, BME

Kis Benjámín, Szent István Egyetem

Sümegei Zoltán, SZIE-YMÉK

Szentes, 2012. május

Tartalomjegyzék

Előszó.....	4
1. AZ EURÓPAI UNIÓ ÉS A MAGYAR ENERGIAPOLITIKA NAPJAINKBAN.....	4
1.1 Finanszírozás az EU tagállamaiban, napjainkban.....	10
1.2 Magyarország energiapolitikája napjainkban.....	12
1.3 A megújuló energia elterjedésének tendenciái.....	17
1.3.1 Magyarországi tendenciák.....	18
1.4 A megújuló energiaforrásokat támogató szabályozási eszközök.....	21
1.4.1 A magyarországi finanszírozói környezet.....	22
2. MEGÚJULÓ TECHNOLÓGIÁK.....	27
2.1 A szélenergia hasznosítása.....	30
2.1.1. Európai Uniós kitekintés - a szélenergia helyzete az Európai Unióban.....	32
2.1.2 Kapacitások.....	36
2.1.3 A technológiáról röviden.....	40
2.1.4 Szakmapolitika.....	41
2.2 A NAPENERGIA HASZNOSÍTÁSA.....	43
2.2.1 Történeti áttekintés.....	43
2.2.2 Kapacitások.....	44
2.2.3 A napenergia felhasználásának technológiai megoldásai.....	48
2.2.4 Szakmapolitikai célok.....	50
2.3 Geotermikus energia.....	51
2.3.1 Mióta hasznosítja a Föld hőjét az ember? – történelmi mérföldkövek a régi időktől napjainkig.....	51
2.3.2 Magyarország geotermikus energiájának hasznosítása.....	53
2.3.4 Szakpolitikai megfontolások tárgya.....	54
2.3.5 Milyen technológiák állnak a rendelkezésre?.....	56
2.3.6 Szakmapolitikai célok.....	59
2.4 A vízenergia hasznosítása.....	60

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a
problémák és a hiányosságok feltárása

2.4.1 Történet.....	60
2.4.2 Kapacitás.....	62
2.4.3 Alkalmazott turbina típusok.....	63
2.4.4 Szakmapolitikai célok.....	64
2.5 A biomassza mint megújuló, de kimeríthető energiaforrás.....	64
2.5.1 A hazai biomassza produkció.....	65
2.5.2 A biomassza energetikai célú felhasználási lehetőségei.....	66
2.5.3 Prognózisok.....	70
2.6 Biogáz.....	71
2.6.1 Biogázból villamosenergia	75
2.6.2 Biogáz tüzelésű gázmotoros erőművek Magyarországon.....	76
2.7 Atomenergia.....	79
2.8 Új és kísérleti technológiák.....	80
2.8.1 Szélenergia.....	80
2.8.2 Napenergia.....	81
2.8.3. Víz energia.....	83
2.8.4 Biomassza.....	85
2.8.5 Intelligens elektromos hálózat.....	86
3. A MEGÚJULÓ ENERGIA VILLAMOSENERGETIKAI RENDSZERBEN TÖRTÉNŐ HASZNOSÍTÁSA.....	90
3.1 Magyar Villamosenergia ipar működésének áttekintése.....	92
3.2 A KÁT mérlegkör működése.....	93
3.3 ...a mechanizmus működése.....	96
3.3.1 A rendszerfogyasztás jellemző adatai és fő befolyásoló tényezői.....	97
4. A MEGÚJULÓK (SZÉL ÉS NAP ENERGIA) HATÁSA A VILLAMOSENERGIA HÁLÓZATRA – ENERGIAÁTVITELI ÉS TÁROLÁSI LEHETŐSÉGEK.....	100
4.1 Szélenergia hatása.....	101
4.2 Energiatárolás kiegyenlítő szerepe.....	103
4.3 Napenergia hatása.....	105
4.4 Energiatárolós erőmű rendszerek előnye.....	106

ELŐSZÓ - a tanulmány célja és háttere

Az EU-s politika talán legnagyobb lépése a XX. század végén a fenntarthatóságról való gondolkodás elindulása; a célkitűzések megfogalmazása, a megvalósításához szükséges lépések azonosítása, és mindezek szakpolitikákba való integrálása volt.

Hogy az eddig megtett lépések kielégítőek-e a megfogalmazott célok eléréséhez, a jövő kérdése. Addig viszont műszaki kifejezéssel élve, visszacsatolás és „finomhangolás” szükséges ahhoz, hogy a legjobb akarat szerint tökéletesedjék a folyamat, és ne csak látszólagos eredmények szülessenek.

Jelenlegi tudásunk szerint, Földünk növekvő népességének egyre növekvő energiaigénye, a fosszilis energiahordozók által kielégíthetetlen, ezért az emberiség újabb és újabb technológiákat keres ennek a problémának a megoldására.

A megújuló energiát hasznosító technológiák újra felfedezése és tökéletesítése további lehetőségeket nyitott meg előttünk. A különböző szakmai (tudományos, ipari, döntéshozói, stb.) csoportok felelős együttműködése az, ami a gazdasági-környezeti-társadalmi elvárásoknak egyszerre eleget téve kell hogy kínálja, a legmegfelelőbb megoldásokat és teremti meg a szabályozást.

A tanulmány célja, hogy átfogó ismertetést adjon a jelenleg működő „megújulós” technológiákról, a világ és benne a hazai energiaszektor szerkezetéről, a jogszabályi, finanszírozási környezetről, és megpróbálja feltárni a problémákat a megújuló villamosenergia rendszerbe történő integrálásával kapcsolatosan.

Az összegző, feltáró munka a Magyarország-Szlovákia Határon Átnyúló Együttműködési Program keretében valósult meg, amely folytatásaként a jelenleg rendelkezésre álló energiatároló rendszerekkel kapcsolatos részletes technológiai információk, értékelések, javaslatok, és alternatívák lesznek kidolgozva egy újabb tanulmányban.

A következőkben az alábbi témaköröket kívánjuk összefoglalni:

A jelenlegi, néhány évre visszatekintő EU-s és hazai energiapolitika, azon belül a megújulókkal kapcsolatos szabályozás, illetőleg finanszírozás bemutatása, majd a megújuló energia felhasználás és a megújulókat hasznosító technológiák rövid összegzése, az EU-s és hazai potenciálok bemutatásával, majd a magyar villamosenergia ellátó rendszer ismertetésével.

1. AZ EURÓPAI UNIÓ ÉS A MAGYAR ENERGIAPOLITIKA NAPJAINKBAN

A fosszilis erőforrásoktól való függőségünk az életünk minden területét közvetlenül vagy közvetve teljes mértékben behálózza. A fosszilis energiaforrások szűkössége és végeessége új utakra kényszerítenek, ami a **takarékosság** és a **megújuló energiaforrások felhasználása** felé irányít bennünket. A megújuló energiaforrások a fosszilissal szemben nem koncentráltan, hanem nagy területen alacsony energia-tartalommal vannak jelen. Felhasználásukkal felmerül a térbeliség, a területi felhasználás, a tárolás, a gazdaságosság, az energiamérleg kérdése.

Bizonyos jelenlegi struktúrákban a fosszilis energiaforrások nem helyettesíthetők más energiaforrásokkal, így a takarékoság mellett az **energia hatékonyságának növelése** egy időben kell megvalósuljon a fosszilis erőforrások helyettesítésével.

Az elmúlt két évszázad gazdasági tevékenységét az olcsó energia fedezte. Mára viszont a kimerülni látszó fosszilis készletek, a környezeti szennyezés mértékének rohamos emelkedése és az ezzel együtt járó globálisan jelentkező problémák mára már kikényszerítik ezen intézkedéseket. Az EU országainak a fosszilis erőforrások import-függősége 54 % átlagosan, ehhez ha hozzáadjuk a nukleáris energiát, ami szintén importált elemekből áll, akkor ez a szám 70 %-ra emelkedik. 2030-ra, ha a jelenlegi fogyasztásokat vesszük alapul, akkor ez az arány olajból és gázból 80 %, szénből pedig 65 %-ra nő.

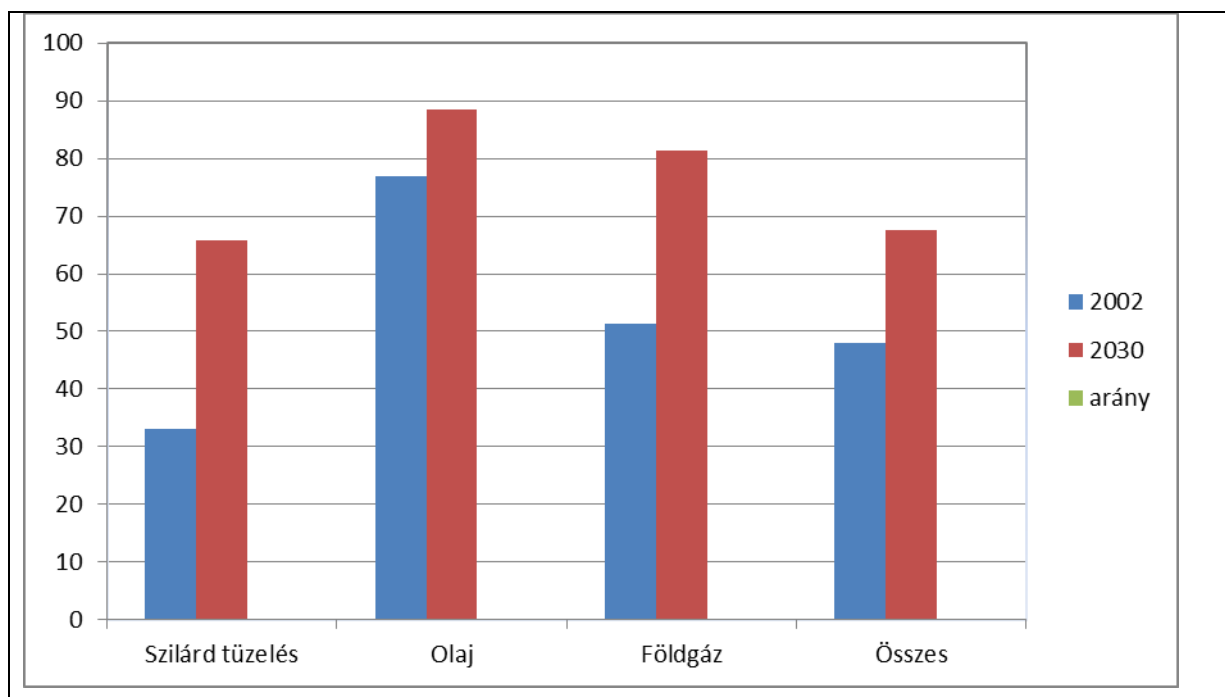
Szemléltetésképpen az alábbi táblázat bemutatja, Európa - jelenlegi tudásunk szerint – rendelkezésre álló fosszilis energiakészletek, az energiatermelés és a fogyasztás %-os részarányát a Világban:

EU-29	Olaj	Földgáz	Szén
Készletek	1,2	3,3	6,1
Termelés	6,2	10	6,2
Fogyasztás	18,8	17,5	10,6

forrás: OECD

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

és ugyanez grafikonon:



Elmondható tehát, hogy az európai uniós energiapolitika egyik legfontosabb kihívása, megoldandó problémája, hogy amíg körülbelül ötszáz millió polgárával és húsz millió vállalkozásával a világ legnagyobb energiapiacának számít, addig az országai döntő többségében a megtermelt energia még megközelítőleg sem fedezi a szükségleteket, és ez az importfüggőség csak folyamatosan nő. A tartalékok néhány országra korlátozódnak, ami szintén a kiszolgáltatottságot és az ellátás biztonságát veszélyezteti. Ez a helyzet akadályozza az EU versenyképességének növelését. Megismételve a drámai számot: „2006-ban a felhasznált energia 54 százaléka behozatalból származott, és az előrejelzések szerint 2030-ra ez az arány 70 százalékra nőhet”. Ráadásul az Unió saját energiatermelésében a megújuló energia mindössze csak 16 százalékot tesz ki, és a fosszilis energiák, az olaj és a gáz továbbra is túlsúlyban vannak. A továbbiakban kitérünk az EU, majd pedig Magyarország energiapolitikájának napjainkban fontosabb állomásaira.

Az előző sorokban összegzett problémákat a Bizottság **„Európai stratégia az energiaellátás fenntarthatóságáért, versenyképességéért és biztonságáért”** c. 2006-

ban megjelent **zöld könyve** összegzi, amelyben javaslatot tesz a hosszú távú energiapolitika kereteire és csoportos intézkedéseket is előírhat területeken, melyek a belső piac fejlesztését, az ellátás biztosítását, a környezetvédelmi szempontok előtérbe kerülését, a versenyképesség növekedését, valamint az együttműködést célozzák.

A dokumentum eredménye, hogy közös gondolkodást indított be az Unión belül, amelynek hatására az Európai Tanács 2007. márciusi ülésén elfogadták a 2007-2009-es időszakra vonatkozó cselekvési tervet. Amely eredményeképp elindulhatott az új integrált éghajlat változási és energiapolitika.

A klíma- és energiacsomag elindítása a közösségi energiapolitika három központi célkitűzésére, nevezetesen a fenntarthatóságra, a versenyképességre és az ellátás biztonságára irányuló, előrettekintő szakpolitikai programot határozott meg, amely az alábbi területeket érinti:

- a gáz- és villamosenergia belső piaca,
- ellátásbiztonság,
- energia-külpolitika,
- energiahatékonyság,
- energia technológiák.

A dokumentum nagy jelentőséggel bír mind az EU, mind Magyarország fejlődése szempontjából. Az EU összehangolt programokkal, vezető szerepet kíván szerezni az energia- és környezet vonatkozásában hatékony berendezések és technológiák gyártásában és az ehhez kapcsolódó szolgáltatások nyújtásában. Számítva arra, hogy ezzel a stratégiával fellendülhet a térségben a kutatás és a fejlesztési tevékenység. A cél a gazdasági növekedés elősegítése, a foglalkoztatás bővítése.

A megvalósítás érdekében az EU elkötelezte magát a **20-20-20 kezdeményezés** mellett is, azaz vállalta, hogy 2020-ig az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását 20%-kal csökkenti, az energiateljesítményen belül a megújuló energiaforrások részarányát (a jelenlegi 8,5%-ról) 20%-ra növeli, valamint az energiahatékonyságot 20%-kal javítja.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Ezen vállalások megvalósítása érdekében 2007 szeptemberében a Bizottság benyújtotta a belső energiapiacra vonatkozó jogalkotási intézkedések **harmadik csomagját**, amelynek célja a verseny hatékonyságának fokozása és a beruházásokat, valamint az ellátás diverzifikációját és biztonságát elősegítő feltételek megteremtése.

A **biztonságos és kiszámítható környezet** megteremtésének lépéseként tekinthetők a 2008 januárjában megjelent Bizottsági javaslatok egyrészt:

- a **kibocsátás-kereskedelmi irányelvnek a 2013-tól 2020-ig** terjedő időszakot érintő felülvizsgálatára,
- egy, a kibocsátás-kereskedelmi **rendszeren kívüli ágazatokban** megvalósítandó tehermegosztásról szóló határozatra,
- és egy új, a megújuló forrásból előállított energiát szabályozó irányelvre vonatkozóan.

A **klíma- és energiacsomagról** az Európai Tanács 2008. decemberi csúcsán született kompromisszumos megállapodás, melyben egyben az alábbi jogszabályok is megtalálhatók:

- az emisszió-kereskedelmi rendszer módosítása,
- a tagállamok közötti erőfeszítések megosztása az ETS-en kívül eső szektorokban,
- a megújuló energiaforrások elterjedésének előmozdítása,
- a szén-dioxid megkötés és geológiai tárolás,
- a személyautók CO₂-kibocsátásának csökkentése.

A kibocsátás csökkentésének kiemelt uniós eszköze az európai kibocsátás-kereskedelmi rendszer (EU Emission Trading System - ETS) mely tartalmazza a lehetséges maximális kibocsátást, a fel nem használt kvóták értékesítését.

A fentiekben említett „20-20-20 kezdeményezés” jelentős uniós prioritássá emelkedett az elmúlt időszakban.

2010 júniusában elfogadott új **tízéves gazdaságpolitikai stratégia – az Európa 2020** - öt kiemelt célkitűzése közé is bekerült. Ehhez kapcsolódva a Bizottság kiadta az **Energia 2020 stratégiát**, amely gyakorlatilag a 2007-2009-es cselekvési terv folytatása.

2011 megtartották az **első uniós energiacsúcsot**, amelyen megerősítették a Bizottság stratégiai célkitűzéseit, valamint döntöttek arról, hogy a **belső piacot 2014-ig meg kell valósítani**.

Az uniós energiapolitika elmúlt néhány évtizedes fejlődésének eredménye, hogy a 2009. január 1-jén hatályba lépett **Lisszaboni Szerződés**.

A Bizottság 2011 márciusában az **alacsony szén-dioxid-kibocsátás** jegyében **ütemtervet** tett közzé, melyben valamennyi gazdasági ágazatra kitér, és az egyes ágazatok tekintetében fogalmazott meg konkrét terveket. Ebben a témában a legutóbb megjelent dokumentum, a **„2050. évi energia-útiterv”**

Mivel a kereslet és kínálat a jövőre nézve csak nehezen megjósolható, a Bizottság ebben a közleményben számos forgatókönyvet mutatott be az energiarendszer korszerűsítésére. Elemzéseket végeztek; megfogalmazták a kihívásokat és lehetőségeket vázoltak fel a szénárak, a technológia és a hálózatok lehetséges változásait figyelembe véve.

A forgatókönyvek a **négy fő széntelenítési opciót** (energiahatékonyság, megújítható energia, nukleáris technológiák, szén-dioxid-leválasztás és -tárolás) ötvözik. A fő megállapítások az alábbiak:

- a szén-dioxid-mentesítés megvalósítható; lehetséges az is, hogy kevésbé lesz költséges, mint a jelenlegi szakpolitikák hosszú távú fenntartása
- az energiahatékonyság és a megújuló energia kulcsfontosságú, függetlenül az energiaforrások arányától
- ha el akarjuk kerülni a drága módosításokat a jövőben, már most el kell kezdeni beruházni az infrastruktúra modernizálásába
- ahhoz, hogy az energiaárak alacsonyak maradjanak és biztosítva legyen az energiaellátás, alapvető fontosságú a közös energiapiac, amelyet 2014-re ki kell építeni

Mivel a villamosenergia-árak 2030-ig az előrejelzések szerint növekedni fognak, a beruházásoknak a **„intelligens” elektromos hálózatokra**, valamint az **energia előállítását, termelését és tárolását célzó fejlett technológiákra** kellene összpontosítania. A közös

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

energiapiaccal együtt a fentiekben említett intézkedések tudatos és következetes végrehajtása lehetővé tehetik, hosszú távon az árak csökkenését. A fenntartható beruházásokkal együtt járó externális költségek csökkenése és a kapcsolódó helyi munkalehetőségek bővülése ellensúlyozhatja a felmerülő költségeket.

1.1 Finanszírozás az EU tagállamaiban, napjainkban

A különböző megújuló energia technológiák támogatására az Európai Unióban az alábbi eszközöket alkalmazzák:

A megújuló energia alapú villamosenergia-termelés (RES-E):

A támogatás elsődlegesen a termelés támogatásával történik, ezen belül az elterjedten alkalmazott eszközök a következők:

- átvételi ár támogatás (feed-in-tariff): (az EU tagországok többsége, pl. Németország, Ausztria)
- forgalmazható zöld bizonyítvány rendszer (pl. Egyesült Királyság)
- zöld prémium rendszer (pl. Spanyolország, Csehország)

A megújuló energia alapú fűtési és hűtési energia termelés(RES-H/C):

A leggyakrabban alkalmazott eszközök:

- Beruházási támogatás: (szinte mindegyik EU tagállamban) Tarifák / bonusz modell: (Németország)
- Adókedvezmény: (pl. Hollandia, Svédország, Írország)
- Emellett még alkalmazható eszközök a kedvezményes hitelek, közbeszerzés, kvótarendszer, versenyeljárás.

Bioüzemanyagok:

- Adózási eszközök: adókedvezmény, adómentesség
- Beruházási támogatás

Az energiapolitika pénzügyi hátterét több évre szóló cselekvési keretprogram rögzíti.

Jelenleg az ***Intelligens energia – Európa program (IEE II.) 2007-2013*** fut, mely az azonos elnevezésű 2003-2006 közötti időszakra szóló program folytatásaként, a **Versenyképességi**

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

és Innovációs Keretprogram keretében működik és 730 millió eurós költségvetési kerettel rendelkezik. A programon belül meghatározott kiemelt feladat:

- az energiahatékonyság,
- a megújuló energiaforrások,
- ezáltal az energia-diverzifikáció elősegítése.

1.2 Magyarország energiapolitikája napjainkban

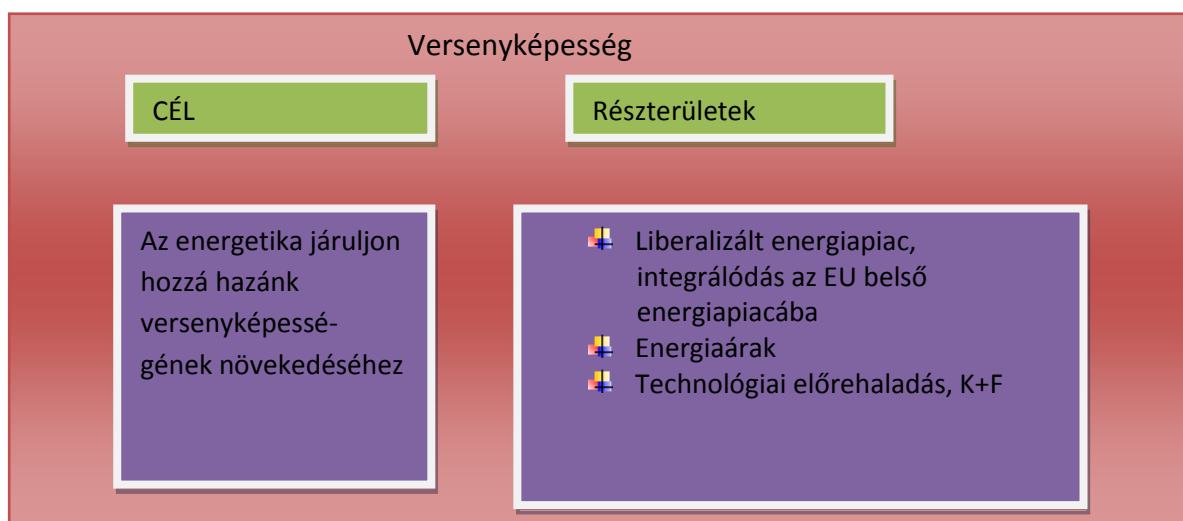
Magyarország számára az EU éghajlatvédelmi politikája és szabályozási kezdeményezései jelentik az elsődleges szabályozási támpontokat.

Az új magyar energiapolitika összhangban az unióssal, főként és elsősorban az alábbi három terület együttes megvalósulására, azokon belül a táblázatokban szemléltetett célokra és részterületekre fókuszál:

- az ellátásbiztonságra:



- a versenyképességre:



- és a fenntarthatóságra



Fontosabb Uniós jogszabályok az energetika vonatkozásában:

Az Európai Parlament és a Tanács 2003/87/EK irányelve (2003. október 13.) az üvegházhatást okozó gázok kibocsátási egységei Közösségen belüli kereskedelmi rendszerének létrehozásáról és a 96/61/EK tanácsi irányelv módosításáról

Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről.

2011. december 15-én az Európai Bizottság elfogadta a "Útiterv 2050" c. dokumentumot, és ezzel az EU fejlett országok csoportja elkötelezte magát aziránt, hogy 2050-re 80-95%-kal csökkenti az 1990-es szint alá az üvegházhatású gázok kibocsátását Az Energia „Útiterv 2050” az alapja a fejlődő hosszú távú európai keretrendszer valamennyi érdekelt féllel együtt

Az EU energiahatékonyság növelését ösztönöző intézkedések például:

- Kötelező célkitűzések előírása,
- EU támogatások strukturális és kohéziós alapok keretében. (A jelenlegi gazdasági ciklusban, vagyis 2007-2013 között ez Magyarország tekintetében 8000 milliárd Ft támogatást jelent.)

- Kötelező Irányelvek (Direktívák) kidolgozásával, mint például:
 - Kogeneráció (CHP),
 - Épület (épülettanúsítás),
 - Energia Szolgáltatási és Hatékonysági
 - és az új Energiahatékonysági direktíva

Magyarország igyekszik összhangba hozni saját szabályozó rendszerét, az európai uniós irányelvekkel, jogszabályokkal, melyekből az alábbiakat emelnénk ki:

- ***A Nemzeti Energiastratégia***

A Nemzeti Együttműködés Programjának integráns része és kiemelkedően fontos, stratégiai problémákat fogalmaz meg, úgy mint:

- az importfüggőség, szénhidrogénkészletek lehetséges kimerülése.
- villamosenergia-termelés fokozódó fontossága és jelentősége az energiafelhasználás területén.
- geopolitikai sajátosságok és uniós keretrendszer jelentette kihívások.

- ***A stratégia alapvető célokat fogalmazott meg***

- a versenyképesség növelése (források menedzselésével),
- a fenntarthatóság felé való elmozdulás,
- az energiaellátás biztonságának szavatolása.

Ezen célok alapvetően az energiakereslet racionalizálásával, valamint az energiakínálati infrastruktúra illetőleg a szolgáltatások mentén valósíthatók meg.

- ***Az azonosított intézkedések az Energiastratégiában***

- Energiahatékonysági programok végrehajtása és folyamatos monitoringja.
- A Paksi Atomerőmű üzemidő-hosszabbítása, esetlegesen új atomerőművi blokk(ok) létesítése.
- Különböző költségalapú ösztönzők (például differenciált átvételi árak, visszatérítendő és vissza nem térítendő beruházási támogatások, adó-, illetve járulékkedvezmények).

- Zöldáram mellett a megújuló alapú hőtermelés támogatása, és a biogáz támogatott átvétele.
- Hazai tudásbázison alapuló innovációs technológiák és gyártási kapacitások ösztönzése a hazai szakemberek foglalkoztatottságához.
- Megújuló energia (különös tekintettel a biomassza és geotermikus eredetűre) és hulladék alapú energiatermelés terjedését ösztönző, differenciált támogatási rendszer.

Jelentősebb hazai jogszabályok az energetika területén:

Az 1107/1999. (XI. 8.) Kormányhatározatban rögzítették **Magyarország 2010-ig terjedő energiatakarékossági és energiahatékonyság-növelési stratégiáját**. Ennek alapján 2000-ben indult el az Energiatakarékossági Program, amely közvetlen támogatásokkal és kedvezményes kamatozású hitelekkel segítette a fogyasztók és a távhőszektor energiatakarékossági beruházásainak megvalósítását..

389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet a megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsoltan termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról.

109/2007. (XII. 23.) GKM rendelet az átvételi kötelezettség alá eső villamos energiának az átviteli rendszerirányító által történő szétosztásáról és a szétosztás során alkalmazható árak meghatározásának módjáról.

Az Országgyűlés 40/2008. (IV. 17.) OGY határozata meghatározza hazánk **2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáját**. A határozat megfogalmazza az energiapolitikával, az ellátásbiztonsággal, a versenyképességgel és a fenntarthatósággal, a környezetvédelemi szempontokkal, valamint az Európai Unió keretében meghatározott közösségi célok megvalósulásának elősegítésével kapcsolatos teendőket és ezek megvalósítása érdekében előírja a Kormány feladatait.

A Kormány egy vonatkozó OGY határozat alapján elkészítette a magyarországi **megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére vonatkozó 2008-2020 közötti stratégiát**

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

és ezt a **2148/2008. (X. 31.) Kormányhatározatban** tette közzé. A Stratégia szerinti elvárás, hogy hazánk megújuló energiafelhasználása 2020-ban összességében érje el a 186,3 PJ-t, az alábbiak szerint:

- a villamosenergia-termelésen belül a megújuló energiafelhasználás 9470 GWh,79,6 PJ,
- a hőtermelésen belül a megújuló energiafelhasználás 87,1 PJ,
- az üzemanyag-fogyasztáson belül a megújuló energiahordozó bázisú üzemanyagokat is tartalmazó bioüzemanyagok felhasználása 19,6 PJ.

A Kormány a **1076/2010. (III.31.) Kormányhatározattal** fogadta el **Magyarország Módosított Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Tervét**. A Cselekvési Terv azokat a már folyamatban lévő, ill. tervezett energiahatékonysági intézkedéseket vázolja fel, amelyeket megfelelő hatékonysággal alkalmazva hazánk energiafelhasználását a 2008-2016 közötti időszakra évi 1%-kal mérséklük, valamint hozzájárulnak a 2020-ig elérendő 20%-os energia megtakarítás realizálásához.

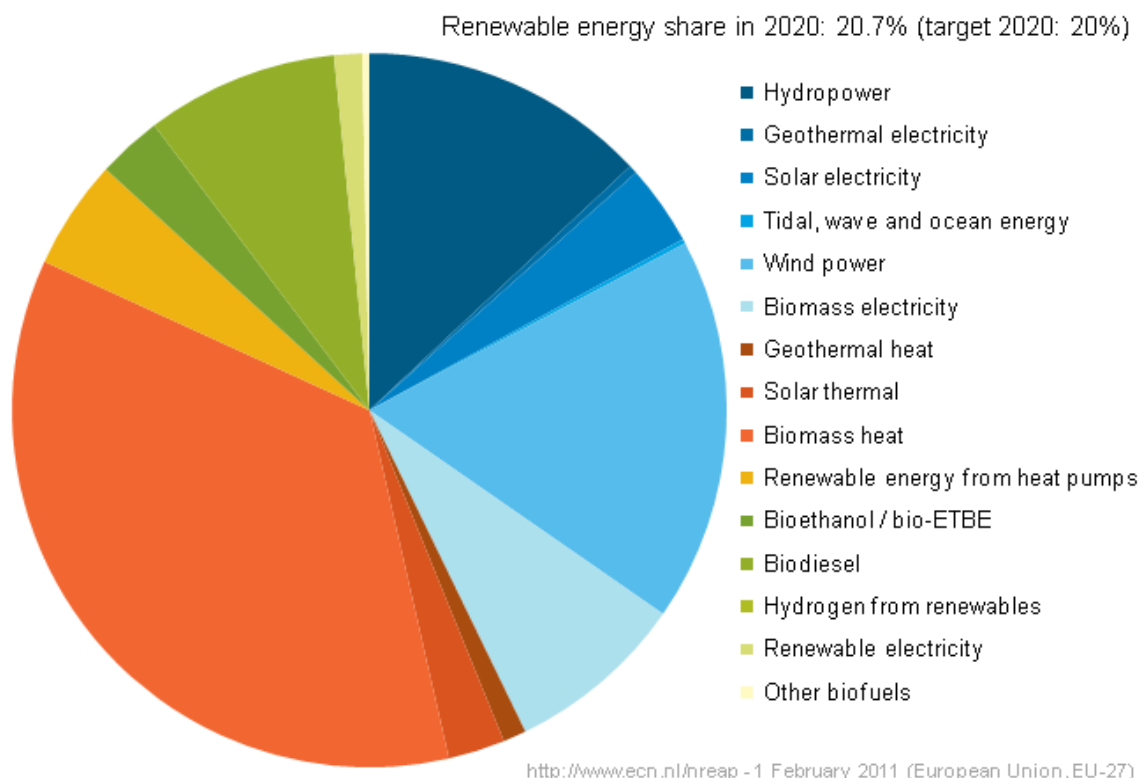
Az 1/2012. (I. 20.) NFM rendelet a megújuló forrásokból előállított **energia részarányának kiszámítási módszertanáról** rendelkezik.

Jelenleg az alábbi EU-irányelvek vannak hatályban az energiahatékonyság növeléssel és a megújuló energiákkal kapcsolatban:

- **2001/77/EC Irányelv** a megújuló energiaforrások felhasználásával előállított villamos energia elterjedésének elősegítésére a belső villamosenergia-piacon
- **2002/91/EK irányelv** az épületek energiahatékonyságáról
- **2003/30/EC Irányelv** a bioüzemanyagok felhasználásának növeléséről
- **2006/32/EK irányelv** az energiafelhasználás hatékonyságáról és az energetikai szolgáltatásokról

1.3 A megújuló energia elterjedésének tendenciái

Az EU célkitűzése 2020-ra tehát, hogy a megújulók részarányát 20%-ra növeli. Ennek megoszlását szemlélteti az alábbi kördiagram.



Egy 2007-es eredményeket összegző táblázatban látható, hogy hazánk abban az évben alig 5.3 %-ban teljesített a megújulókból a részesedését, mellyel a sereghajtók között volt található.

Magyarországon az energiafelhasználás összetételének változása az Európai Unió átlagánál kedvezőtlenebb, hosszú távú tendenciát mutat. Az uniós országok közül Svédország, Finnország és Ausztria bizonyul a „legsikeresebbnek”. A 2011. évben elkészült összegző jelentésben (Annual Global Report) sem változtak ezek az arányok.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Az összes felhasznált energia hány %-át fedezi megújuló energiaforrás (2007) [%]	
EU tagországok	2007
Ausztria	23.8
Belgium	3.1
Bulgária	4.7
Ciprus	2.4
Csehország	4.7
Dánia	17.3
Egyesült Királyság	2.1
Észtország	10
Finnország	22.6
Francaország	7
Görögország	5
Hollandia	3.6
Írország	2.9
Lengyelország	5.1
Lettország	29.7
Litvánia	8.9
Luxemburg	2.5
Magyarország	5.3
Málta	
Németország	8.3
Olaszország	6.9
Portugália	17.6
Románia	11.9
Spanyolország	7
Svédország	30.9
Szlovákia	5.5
Szlovénia	10

Forrás: Magyar Energia Központ Kht

1.3.1 Magyarországi tendenciák

A magyarországi energiaellátáson belül a megújuló energiaforrások aránya növekedett az elmúlt években: míg 2001-ben 36,4 PJ-t tettek ki a megújulók, addig 2006-ben már 54,8 PJ-t, amely 50% körüli növekedést jelent az adott időszakban. 2006-ban a megújuló energiaforrások adták a primer energiafelhasználás 4,7%-át. (A 2007. évi előzetes adatok szerint 55,2 PJ a megújuló energiahordozó felhasználás és ez 4,9%-os részarányt jelent.) A kilencvenes évek közepe óta tartó stagnálást 2003 után váltotta fel intenzívebb növekedés,

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

ami a kedvező támogatási rendszer hatására a biomassza alapú villamosenergia-termelés felfutásának volt legnagyobb részben betudható. Egy hasonló összetételű jövőbeni növekedési pálya fenntarthatóságáról azonban igencsak megoszlik a hazai szakértők véleménye.

Az alábbi táblázat a hazánkban rendelkezésre álló megújuló potenciálokat részletezi.

aktív szolár termikus potenciál	48,8 PJ/év
mezőgazdasági szolár termikus potenciál	2,6 PJ/év
passzív szolár termikus potenciál	37,8 PJ/év
szoláris fotovillamos potenciál	1749,0 PJ/év 405 e MWp 486 TWh/év
vízenergia potenciál	14,4 PJ/év
szélenergia potenciál	532,8 PJ/év
geotermális potenciál	63,5 PJ/év
biomassza potenciál	203-328 PJ/év
Összesen kb. 2600-2700 PJ/év	

MTA Megújuló Energetikai Technológiák Albizottság tagja által elkészített felmérés alapján

Hazánkban jelenleg a legnagyobb arányban hasznosított megújuló energiaforrás a biomassza, amely 2010-ben az összes megújuló energia közel 90%-át adta. A biomasszát jelentőségben a geotermikus energia, a megújuló alapú hulladék felhasználás, a bioüzemanyag és a vízenergia felhasználás követi, de ezek nagyságrendileg lényegesen elmaradnak a biomassza felhasználástól. Az alábbi táblázat a jelenlegi és az előrejelzett potenciálokat mutatja be:

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Megújuló energiafelhasználás összesen		2005	2008	2010	2015	2020
Mindösszesen	PJ	49,92	66,5	70,43	104,17	135
Bioüzemanyag	PJ	0,21	6,9	9	15	19,55
Vízenergia	PJ	49,71	59,6	61,43	89,17	115,45
Szél	PJ	0,73	0,77	0,77	0,83	0,9
Napenergia (napelem+napkollektor)	PJ	0,04	0,08	0,16	4,93	6,12
Geotermikus	PJ	3,63	4,0	4,5	7,23	1,32
Biomassza	PJ	43,56	51,73	52,03	64,9	80,64
Biogáz+biometán	PJ	0,30	0,91	1,76	8,15	12,9
Hulladék megújuló része	PJ	1,38	1,95	1,95	2,3	3,05

Forrás: MTA, 2011.

Az alábbi táblázat a megújuló energiaforrásból előállított energia ágazonkénti (villamos energia, hűtés és fűtés, közlekedés) és összesített részarányát mutatja be.

Megnevezés	2009	2010
Megújulók – fűtés és hűtés ¹ (%)	10,53	11,08
Megújulók – villamos energia ² (%)	6,96	7,09
Megújulók – közlekedés ³ (%)	4,19	4,72
Megújulók – összesített részarány (%)	8,18	8,79
Ebből együttműködési mechanizmusból származik* (%)	0*	0*
Együttműködési mechanizmus számára felajánlott többlet* (%)	0*	0*

Forrás: Progress Report, 2011.

A közeljövőre, 2013-ra tervezhető zöldáram termelés összetétele - figyelembe véve a hazai sajátosságokat - a következő lehet:

Szilárd biomassa	3992 GWh
Biogáz	262 GWh
Szélergia	710 GWh
Egyéb technológiák	436 GWh
Összesen	5400 GWh

Forrás: Gyulai Iván, 2009

1.4 A megújuló energiaforrásokat támogató szabályozási eszközök

A megújuló energiaforrások felhasználására vonatkozó szabályozó technikák direkt vagy indirekt beruházást, illetve energiatermelést ösztönző szabályokat, továbbá a direkt ösztönzőkön belül ár- és mennyiségen keresztül ható mechanizmusokat lehet bevezetni.

Az erőművek számára kedvezőbb a fix betáplálás tarifák bevezetése, mert nem befolyásolja a jövőbeni áramárak ingadozása, szemben a fix prémiumrendszerrel, amelyben a piaci áramárhoz egy előre meghatározott prémiumot adnak, és a megtermelt áramot pedig ezen az áron veszik át a kereskedők.

Az indirekt ösztönzők módszerei lehetnek a zöldenergiát nem fogyasztó végfelhasználók vagy szolgáltatók büntetése környezetterhelési adó fizetésével, amit a megújuló energiaforrások támogatására fordítanak, így a korlátok kikényszerítik az új technológia bevezetését.

Bizonyos vélekedések szerint, hazánkban gyakran az állami beavatkozás teremt vagy súlyosbít piaci kudarcokat, amelyeket újabb állami beavatkozások sorozata próbál kezelni.

Mérlegelendő, hogy az energiatermelésnél a csatlakozási díj mértéke is költségként merül fel, ám a zöldenergia-termelés elterjedése az alacsony vagy nulla csatlakozási költséggel ösztönözhető leginkább.

A megújuló hőtermelés legfontosabb versenytársa mind a távfűtésben, mind a lakásfűtésben a földgáz. Az irreálisan alacsony gázár lehetetlen versenyhátrányba hozta az alternatív hőforrásokat, amit az állami támogatási rendszerek még tovább súlyosbítanak. Az új gáztörvény kompenzációs rendszere nem a fűtési költségeket támogatja, hanem a földgázfogyasztást.

A megújuló villamos energia támogatása kisebb a földgázénál.

A helyzetet az adórendszer tovább súlyosbítja. A napkollektoros vagy geotermikus fűtés, illetve egy hőszigetelő vakolat egy olyan beruházás, amelynek a jövőbeli alacsonyabb gázszámlából kellene megtérülnie.

További nehézségként említhető, hogy hazánkban a megújuló erőművek építéséhez szükséges engedélyek mennyisége jóval meghaladja a tagállamok gyakorlatát.

Az MTA szakértői kritikaként fogalmazták meg, hogy az átfogó energiakonceptió hiánya hátráltatja a megújuló energia hasznosítására irányuló eljárások vizsgálatát és fejlesztését.

A megújuló energiák hatékony hasznosítása szükségessé teszi a támogató/ösztönző rendszer átalakítását.

1.4.1 A magyarországi finanszírozói környezet

A megújulókkal kapcsolatos jogszabályok közül az ebben a fejezetben releváns – főként és elsősorban a villamosenergia termeléssel kapcsolatba hozhatóakat – említve:

- A 63/2005/OGY számú Parlamenti határozat az alternatív energiaforrások felhasználásának hatékonyabbá tételéről többek között, a következő cél megvalósítását tűzte ki:
 - A villamosenergia előállítása alternatív és megújuló energiaforrásra alapozó energetikai beruházások befektetőinek nagyobb biztonsága érdekében a kötelező áramátvételt és annak feltételeinek törvényi szabályozását írja elő.
- Magyarország 2008-2020 időszakra szóló megújuló energiahordozó stratégiájának célszámait a 2148/2008.(X.31.) Korm. határozat fekteti le.

A határozat szerint Magyarországon, 2020-ra a megújuló energiaforrások felhasználásának el kell érnie a 186,3 PJ/év mértéket (ez 2006-ben 55 PJ/év volt). Ezen belül például:

- a zöldáram-termelés a 2006. évi 1630 GWh-hoz képest 2020-ban érje el a 9470 GWh-t (79,6 PJ),

A stratégiában megjelölt programokban (KEOP, ROP-ok, NEP, EHA, EMVA, normatív terület alapú támogatások) hazai forrásból 54,5-56,5, EU forrásból 169,5-197,5, összesen 224-254 Mrd Ft összeg áll rendelkezésre 2020-ig (KEOP és ROP-ok esetében 2015-ig).

A KEOP a biomassza felhasználással kapcsolatban három beavatkozási pontot ad meg:

1. Magyarország mezőgazdasági adottságai kiemelkedően kedvezőek a biomassza-felhasználás tervszerű növelése terén, ezért a mezőgazdasági fejlesztéshez kapcsolódó, energiatermelést végző biomassza projektek (szilárd biomassza, biogáz, illetve bioüzemanyag), ezen belül is a kis kapacitású üzemek prioritást élveznek.
2. A Nagy tömegben keletkező használt sütőolaj, illetve állati zsiradék energetikai és/vagy bio-motorhajtóanyag alapanyagként történő hasznosítása.
3. A növényi eredetű és hulladék alapú, valamint az állattartó telepeken keletkező trágyából és a szennyvíztisztító telepeken képződő szennyvíziszapból előállított biogáz hasznosítása hulladékkezelés és energiatermelés szempontjából is előnyös, hő- és villamosenergia-termelésre is felhasználható (regionális biogáz-üzemek kialakítása, kisméretű egyedi fogyasztói biogázüzemek létesítése, a szennyvíziszap energetikai és mezőgazdasági hasznosítása.

A 2007 és 2013 közötti időszakra a KEOP keretében összesen kb. 68 Mrd Ft támogatás áll a rendelkezésre a megújuló energiaforrások felhasználásának bővítését célzó projektekre.

- Épületenergetikai fejlesztések megújuló energiaforrás hasznosítással kombinálva.
- Elsősorban kis-közepes méretű projekteket támogatnak 30-70 % -os (ún. jövedelemtermelő projekt esetében 10-70%)
- **Megújuló energia alapú villamosenergia-, kapcsolt hő- és villamosenergia-, valamint biometán-termelés**

Elsősorban kis-közepes méretű projekteket támogatnak:

- a biomassza-felhasználás villamosenergia vagy kapcsolt hő és villamosenergia-termelésre (szilárd biomassza közvetlen hasznosítása kapcsolt hő és villamosenergia-termelésre, 20 MW kapacitásnál nem nagyobb erőműegység kiépítése), stb. Felhasznált biomassza lehet mezőgazdasági fő- és melléktermék, kertészeti melléktermék, energianövény, erdészeti fő- és melléktermék, vagy ezek vegyes használata.
- a biogáz-termelés és felhasználás mezőgazdasági fő- vagy melléktermék, állattenyésztési melléktermék, kapcsolódó iparági melléktermék vagy ezek vegyes felhasználásán alapuló biogáz-termelés kapcsolt hő- és/vagy villamosenergia- előállításra történő hasznosítási rendszer kialakítása
- **Harmadik feles finanszírozás** épületenergetikai fejlesztések megújuló energiaforrás hasznosítással kombinálva Támogatható tevékenységek köre: energiahatékonyság fokozása valamely megújuló energiaforrás felhasználásával kombinálva. A megújuló energiafelhasználásra vonatkozó tevékenységek többek között a biomassza, azon belül faapríték, fapellet, fabrikett, hasábfű tüzelő kazán használati melegvíz-termelésre, fűtésre és/vagy fűtésrészegítésre, illetve biomassza kazánra.
- **Helyi hő és hűtési igény kielégítése megújuló energiaforrásokkal.** A támogatható tevékenységek köre többek között a biomassza-felhasználása, szilárd vagy folyékony biomassza közvetlen hasznosítása hőigény kielégítésére.
- **Az Új Magyarország Vidékfejlesztési Program 2007 - 2013 között az Európai Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Alap** (EMVA) az alábbi biomasszához kapcsolódó tevékenységeket támogatja
- **Megújuló energiaforrások felhasználása** (78/2007 FVM rendelet alapján)
- **Területalapú támogatás** (SAPS, Top-up)

Az uniós támogatásokon kívül a hazai finanszírozású programok, mint az **Energia-takarékossági Hitel Alap**, illetve a **Nemzeti Energiatakarékossági Program** nyújt még pályázati lehetőségeket a megújuló energiafelhasználás ösztönzésére.

- **A Nemzeti Energiatakarékossági Programból** és a „Sikeres Magyarországért” Lakossági Energiatakarékossági Hitel- programból lakossági megújuló

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

energiafelhasználását ösztönző támogatásokat nyújt a 2009 augusztusától, többek között:

- a biomassza-felhasználás növelésére,
- megújuló energiaforrásokkal előállított hőenergia, vagy villamosenergia kapacitások létesítésére,
- szerves hulladék energetikai felhasználásának növelésére.

Az alábbi táblázat a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatási rendszerét szemlélteti.

2009	Átvételi átlagár ¹⁷		Fajlagos támogatás*		Támogatás összesen*	
	HUF/kWh	EUR/MWh	HUF/kWh	EUR/MWh	MHUF	MEUR
Megújulók	26,64	94,96	10,95	39,04	23 292	83,01
Vízerőmű 5 MW felett	15,73	56,05	0,00	0,00	0	0,00
Vízerőmű 5 MW alatt	27,18	96,89	11,49	40,94	714	2,55
Biomassza	27,43	97,77	11,73	41,81	18 318	65,29
Hulladéklerakóból származó gáz	27,75	98,90	11,85	42,23	195	0,69
Szennyvízgáz	27,70	98,74	11,72	41,76	31	0,11
Biogáz	27,37	97,56	11,64	41,47	272	0,97
Szél erőmű	28,13	100,26	12,52	44,63	3 761	13,41
Hulladék¹⁸	22,82	81,34	7,20	25,66	1 046	3,73

2010	Átvételi átlagár		Fajlagos támogatás*		Támogatás összesen*	
	HUF/kWh	EUR/MWh	HUF/kWh	EUR/MWh	MHUF	MEUR
Megújulók	28,27	102,65	12,06	43,79	28 007	101,69
Vízerőmű 5 MW felett	16,07	58,34	0,00	0,00	0	0,00
Vízerőmű 5 MW alatt	28,13	102,12	12,02	43,66	802	2,91
Biomassza	28,85	104,74	12,47	45,29	19 520	70,87
Hulladéklerakóból származó gáz	29,14	105,81	12,74	46,25	205	0,75

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Szennyvízgáz	30,97	112,45	13,96	50,68	19	0,07
Biogáz	28,43	103,21	12,24	44,45	649	2,36
Szélérőmű	29,28	106,31	13,52	49,11	6 812	24,73
Hulladék	23,77	86,31	7,54	27,38	827	3,00

Forrás: MEH 2011

2.) MEGÚJULÓ TECHNOLOGIÁK

Megújuló energiaforrások alatt azokat az energiahordozókat értjük, amelyek hasznosítása során a forrás nem csökken, hanem újratermelődik, megújul, vagy mód van az adott területről ugyanolyan jellegű és mennyiségű energia kitermelésére.

A megújuló energiaforrások osztályozása több módon lehetséges:

- fajtánkénti (pl. víz, nap, geotermia, szél, biomassza)
- létrehozható energiatípus szerinti csoportosítás (pl. hőenergia, villamosenergia, stb)
- hasznosíthatósága (pl. folyamatosan rendelkezésre álló, rendszertelenül, vagy rendszeresen, vagyis bizonyos napszakhoz kötődő)

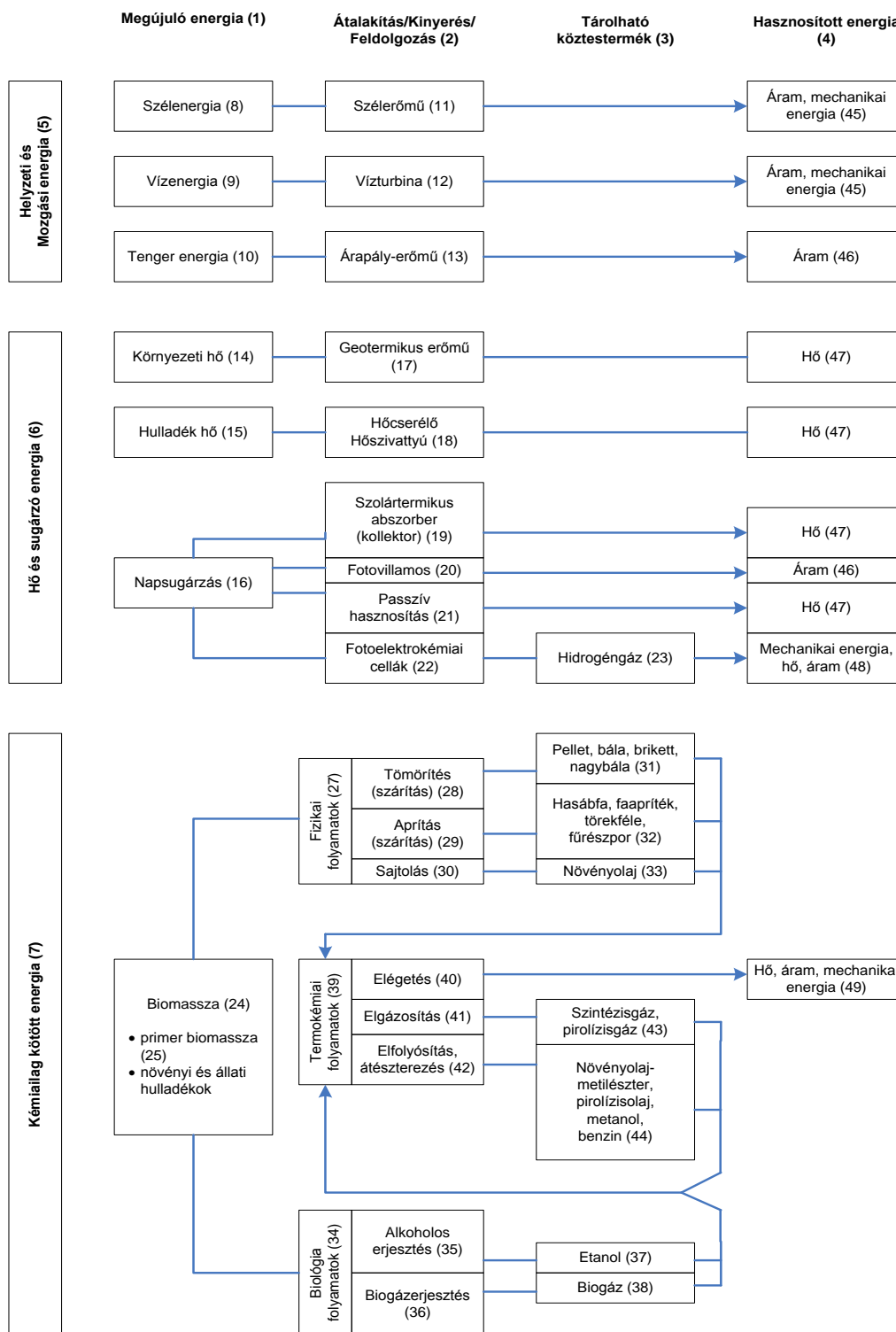
Általában energiagazdálkodási szempontból az a hasznosabb, amelyik hő- és villamos energia termelésre alkalmas és megoldható a folyamatos rendelkezésre állása és az igények szerint szabályozható.

A megújuló energiaforrások felhasználásának az alábbi legfontosabb területei vannak, amelyet az alábbi folyamatábra is szemléltet:

- átalakítás villamos energiává,
- átalakítás hőenergiává és,
- átalakítás üzemanyaggá
- A hulladék egy része olyan energetikai hasznosításra váró anyag ami folyamatosan újra keletkezik és átalakítható a felsorolt formákra

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

A megújuló energiaforrások hasznosításának eljárásai és átalakítási folyamatai



Forrás: Eichhorn (1999), Hartmann és Strehler (1995) után

A megújuló energiák rendelkezésre állása

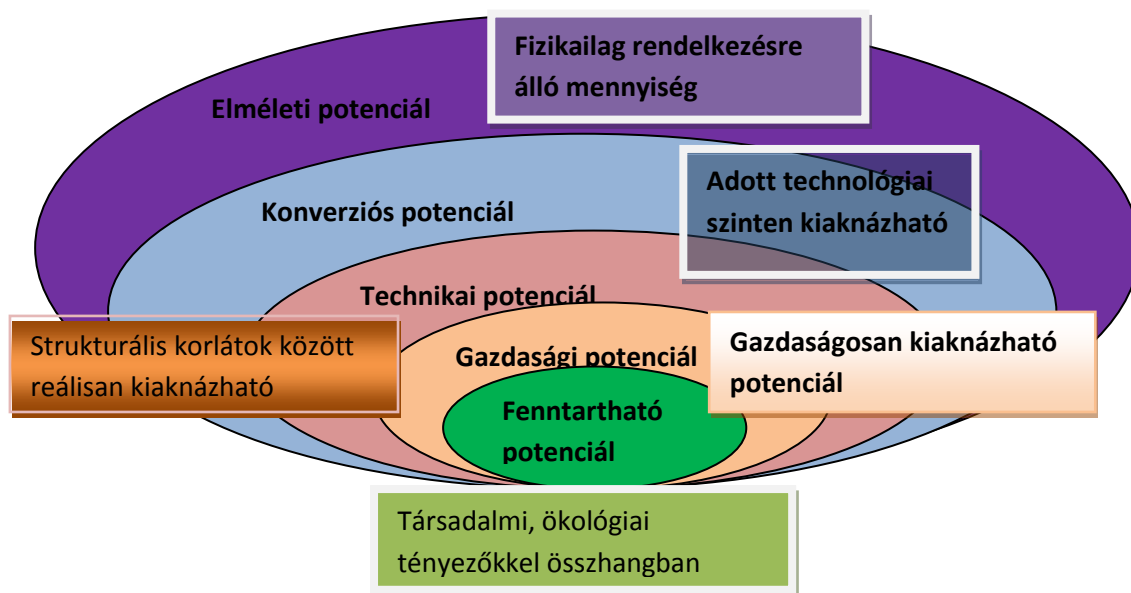
A vízenergia a folyók vízhozamától függően elvileg folyamatosan rendelkezésre áll és az igények szerint szabályozható, de csak villamos energia termelésre használható.

A szélenergia szintén – a kisméretű mechanikai munkát ellátó szélkerekeken kívül - villamos energia előállítását teszi lehetővé, de a rendelkezésre állása kiszámíthatatlan.

A napenergia mind hő-, mind villamos energia előállítására alkalmas, de hasznosítási időszaka napszaktól és évszaktól, sőt időjárástól függően változik.

A geotermikus energia szintén alkalmas lehet, mind hő-, mind villamos energia előállítására és a rendelkezésre állás is folyamatosá tehető, de a föld belsejéből felhozott termálvizet - ami a hőt hordozza - a környezetvédelmi előírások alapján vissza kell juttatni a megcsapolt rétegbe.

A biomasszából származó energia bizonyos értelemben kiszámíthatóbb, de kimerülő energiaforrás.

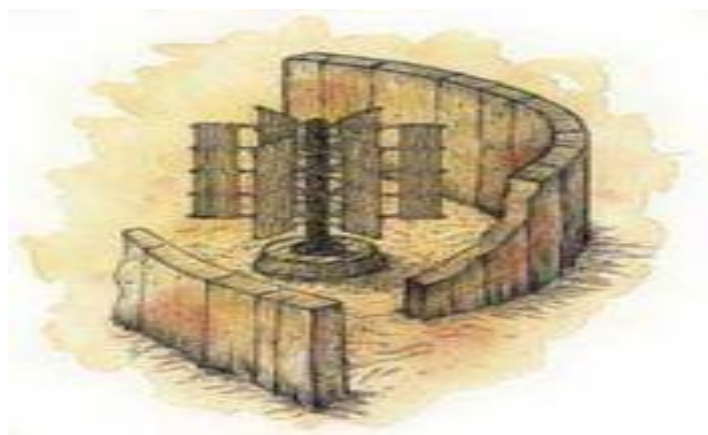


2.1 A szélenergia hasznosítása

A szélenergia-ipar világszerte dinamikusan fejlődő, versenyképes iparág, a technológiai fejlesztések eredményeként beépített kapacitás nagysága folyamatosan növekszik. 25 év alatt 50KW-ról már 5 MW-ra nőtt, a termelés költségei pedig 15 év alatt több, mint 50 %-kal csökkentek. Európában a szélenergia segítségével előállított energiafelhasználás már a kilencvenes évektől a többi megújuló energiaforrás felhasználást messze meghaladó növekedési ütemet produkált, és a szélturbina gyártás Európa egyik leggyorsabban fejlődő iparágává vált.

– régen és ma...

Ezen gyorsnak mondható fejlődésnek az oka az elv régre visszanyúló volta, ugyanis az ember ősidők óta, már „szélerőművek” megjelenése előtt igyekezett felhasználni a szél energiáját. Eleinte a hajók meghajtása volt a fő cél, később viszont megjelentek a szélmalomok is. A kezdetekben öntözésre vagy a különböző gabonafajták feldolgozására használták ezeket a „szélerőműveket”, melyeket korábban emberi vagy állati erő bevonásával tudtak csak elvégezni. A legősibb szélmalomok maradványait a mai Irán területén találta meg egy svéd tudós. Az afgán határ közelében található terület ideális helyszín volt a szélmalomok telepítésére, az itt uralkodó állandó északi szél miatt. A terület jellege és a malom kialakítása megengedte a elrendezést, mivel nem akadályozták egymás működését. Ezen szélmalomok függőleges tengely-kialakításúak voltak. Ennek szemléltetése látható az alábbi ábrán:



perzsa szélmalom, forrás: internet

Korai dokumentumok is fennmaradtak a szélmalomokkal kapcsolatban. Ezek szerint, i.e. 1271-ben arab tudós, függőleges tengelyű szélérőmű vázlatát készítette el, amely a szélkerék alatt elhelyezett a tengelyre erősített malomkővet forgatott meg.

A középkorban jelentek meg az „új típusú” szélmalomok, úgynevezett fűrészmalomok, melyek a szél energiáját forgómozgássá alakították át.

A függőleges tengelyű szélkerék mellett, kialakult a vízszintes tengelyű szélkerék is. A görög szigeteken és Kis-Ázsiában ma is nagy számban működnek ilyen régebbi berendezések:



vízszintes tengelyű szélmalom, forrás: internet

A technológia igen korai, európai létezésének bizonyítéka egyrészt XI. századi iratok tartalma. Melyek szerint; Angliában a croylandi apátságban már 806-ban építettek szélmalmot, de Franciaországban 1105-ből egy kolostor szélmalommal kapcsolatos tervei is rendelkezésre állnak. Különböző okmányok szerint a Németalföldön a XIII. század vége felé kezdtek elterjedni a szélmalomok. Hollandia a jelentős öntözést igénylő mezőgazdaságának

fejlődését a szél erő telepeinek köszönheti, a malmok úgynevezett "vízszivattyúzó" képességét kihasználva.

Magyarországon a többvitorlás szélmalomok terjedtek el leginkább, mivel néhol csak kisszilárdságú vályogot tudtak az építésre felhasználni, amely erősen korlátozta a létesítmények magasságát. Néhol a domborzati viszonyok miatt, csak kisebb átmérőjű sűrű lapátos malmokat létesítettek. Az alföldi szélmalomok nagyobb részénél pl. négy hosszúlapátos kialakítás figyelhető meg, amelyeket a XVII. században holland mintára kezdtek el építeni. Ezt a formát a XIX. század végéig használták.

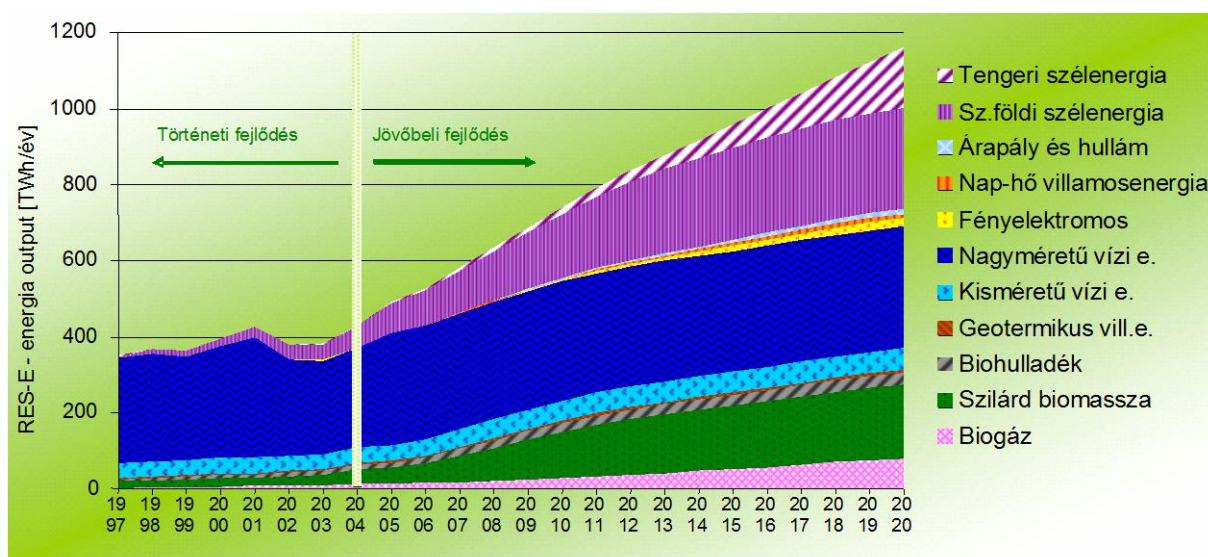
A technikailag elég hamar, már a XV. században megjelent az automatizálás, ami centrális szabályozású malmot jelentett akkor. Ez a szabályozás arra volt hivatott, hogy a nagy erejű szél hatását csökkentse és megakadályozza a szerkezet esetleges tönkremenetelét.

1867-ban jelent meg az Egyesült Államokban a chicagói világkiállításon a soklapátos lassújárású szélerőmű, ami vizet szivattyúzott. Ez a szélkerék áramlástanilag közel sem volt ideális, ráadásul a vízszivattyúval való terhelése sem volt arányos. Ennek ellenére nagyon gyorsan elterjedt. Ennek oka az volt, hogy viszonylag kicsi (2,5 m/s) sebességű szél is megindult, illetve hogy a nagy szelek sem tudtak benne kárt okozni, mivel el tudott fordulni és síkjával állt a szél felé. Ez a típus főleg az Egyesült Államokban és Anglia gyarmatain dél-Afrikában és Ausztráliában terjedt el.

2.1.1. Európai Uniós kitekintés - a szélenergia helyzete az Európai Unióban

A villamos energiatermelés szerkezetére vonatkozó prognózis szerint a szélenergia lesz az egyik legjelentősebb megújuló energiaforrás Európában.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása



Villamosenergia-termelés előrejelzések 2020-ra az EU-ban (EC, 2007)

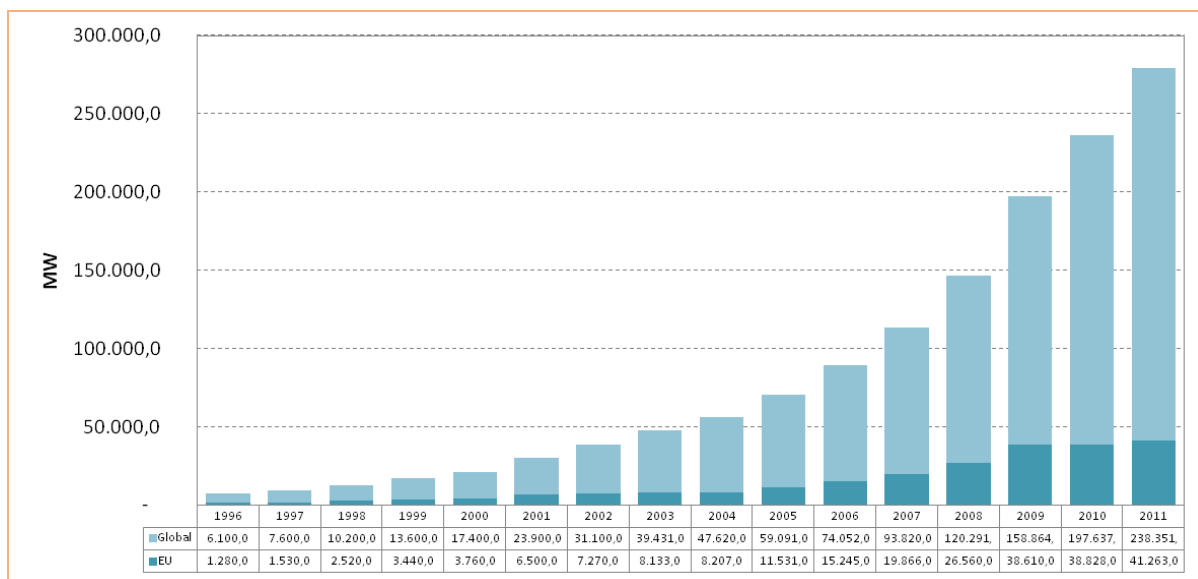
A szélenergia – elmondható, hogy - a fentiekben röviden ismertettek alapján, a történelem során már kivívta magának a szerepét de mára megkerülhetetlen és vitathatatlanul fontos szereplőjévé vált Európa és a világ energiapiacának, hiszen többek között:

- mivel szén-dioxid-mentes energiatermelési mód ezért a klímaváltozás elleni küzdelem részeként előnyben részesítendő technológia, amely;
- leggyorsabban és relatíve a legkisebb befektetéssel megvalósítható erőművek sorába tartozik,
- alkalmazása hozzájárul az energiatermelés diverzifikálásához, az energiabiztonság növeléséhez,
- valamint kedvező társadalmi-gazdasági hatásuk van; (2010-ben Európában a szélenergia ipar közel negyedmillió embert foglalkoztatott teljes állásban. 2020-ra pedig - az iparág fejlődésével párhuzamosan - közel megduplázható lesz ez a szám. (EWEA, 2012b)).

A szélerőművek nemcsak CO₂-mentes energiatermelést biztosítanak, de teljes életciklusra nézve is igen kedvező a fajlagos CO₂ kibocsátásuk. A Globális Szélenergia Társaság (Global Wind Energy Council) adatai szerint, a szélenergia hasznosítás teljesítmény növekedése az elmúlt másfél évtizedben exponenciális mértékű (GWEC, 2012). A 2003 végén üzemben

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

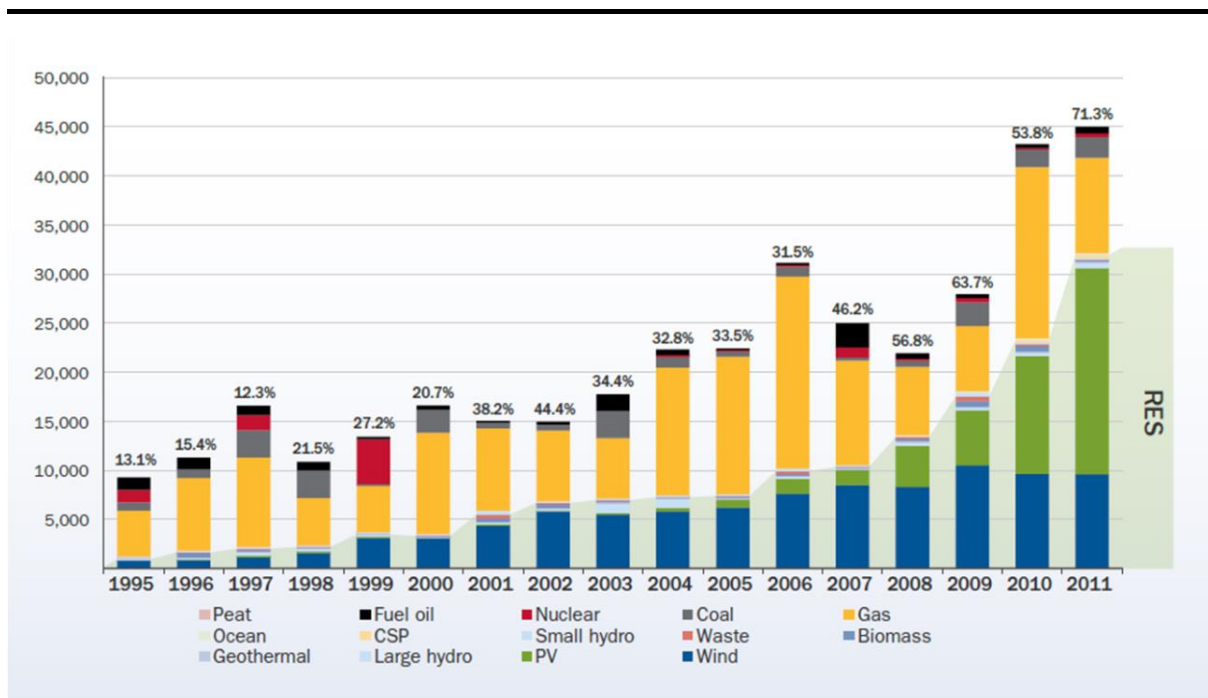
lévő 40 000MW teljesítményhez képest évente mintegy 25%-os növekedési rátával 2011-ben a világban üzemben lévő szélenergia-erőművek összes teljesítménye elérte a 238 GW-ot, ebből az Európai Unióé mintegy 96,6 GW (EWEA, 2012a). Az Európai Unió piacvezető pozíciója 2012 végére a szélenergia-erőművek telepítésének tekintetében megszűnt, a világ szélenergia-erőmű teljesítményének több mint 60 %-át Európán kívül Kínában és az USA-ban találjuk.



Szélenergia-erőmű teljesítmények a világban és Európában (GWEC, 2012)

Az Európai Unióban az újonnan beruházott energetikai létesítmények struktúráját tekintve az utóbbi években a leginkább szembevetendő változást a földgázra épülő erőművek részarányának csökkenése jelenti. Az utóbbi évtizedben a fejlesztések egyik fő energiaforrása a földgáz volt, mindezek mellett optimistán szemlélve jó iránynak mutatkozik, hogy 2012-re az újonnan épített erőművek között egyre nagyobb hányadot képviselnek a megújuló energiaforrások, azon belül látványos növekedést mutatnak a szélenergia-erőművek és a napelemek.

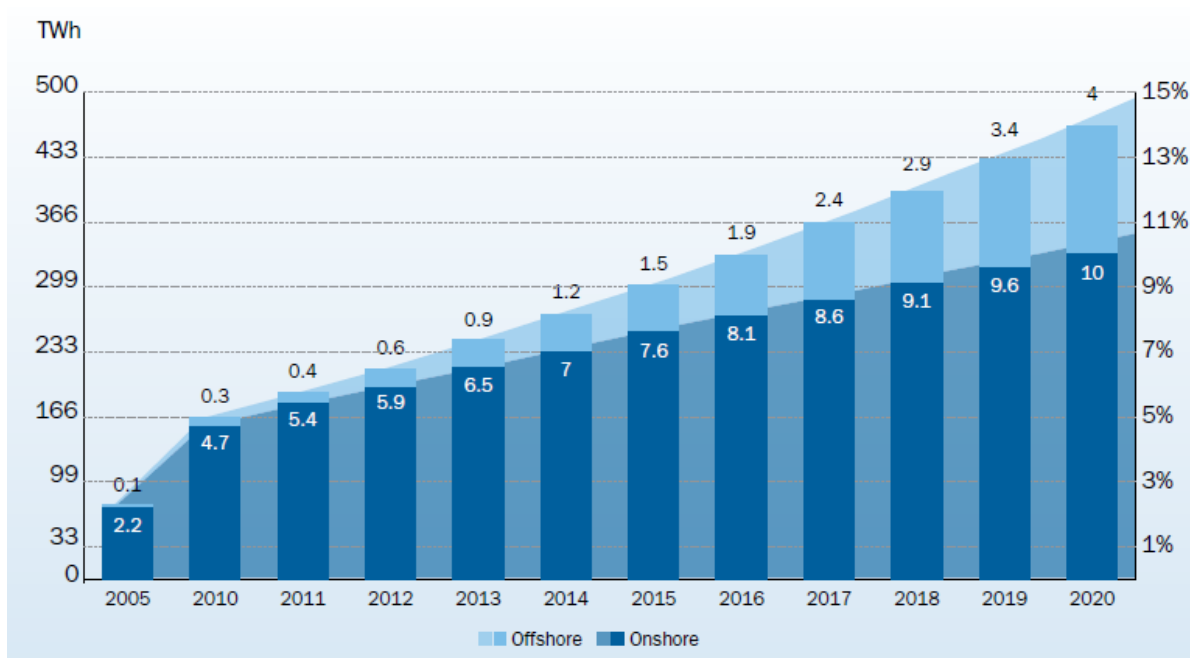
A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása



Új villamos-energiatermelő teljesítmények az EU-ban 1995-2011 között (EWEA, 2012a)

A szélenergia technológiai szempontból is jelentős fejlődésen mentek keresztül az elmúlt évtizedben. Mind a szélenergia méretében, mind teljesítményében óriási a fejlődés. A következő évtizedre még ennél is intenzívebb növekedést jósolnak. Az onshore és offshore szélenergia ill. parkok között alapvető műszaki megoldásbeli különbségek vannak, elsősorban a szél erőssége és a telepítési környezet különbözősége miatt. A tengerbe telepített szélenergia jóval robusztusabbak a szárazföldi társaiknál, ami szintén számos technikai és beruházási problémát vetett fel. Az EWEA szélenergia beruházás előrejelzési programjában (EWEA, 2011) 2030-ra 150000MW offshore és 150000MW onshore szélenergia teljesítménnyel számol. 2020-ra Európa villamos energiafelhasználásának akár 14%-a származhat szélenergiából (ábra), míg az EWEA várakozásai szerint 2030-ra akár 400GW szélenergia kapacitás üzemelhet, mely közel 30%-át fedezheti Európa villamos energiaigényének. (Tóth Péter- Magyar energetika, 2012)

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása



Szárzföldi és tengerparti szélörőmő-parkok által termelt villamos energia tervezett fejlődése EU27-ben 2020-ig a nemzeti megújuló energia akciótervek alapján (EWEA, 2011)

2.1.2 Kapacitások

Az Európai Szélerőmű Társaság adatai szerint 2011-ben a világban 41,2 GW szélerőmű teljesítményt építettek és kapcsoltak hálózatra, így 2011 végéig a világban összesen 238,35 GW kapacitású szélerőmű termelt áramot. A világszerte üzemelő 238,35GW kapacitású szélerőmű ~ 500 TWh villamos energiatermelésére képes és ezzel mintegy 300 millió tonna CO₂ kibocsátását kerülhetjük el 1 év alatt. Az új kapacitások több mint a fele Ázsiában, elsősorban Kínában épült. Már 22 országban van 1000MW-nál nagyobb beépített szélerőmű teljesítmény.

Az EU27 kumulált szélerőmű kapacitása 2011 végén 93,57GW volt. Átlagos szélviszonyok között ez a beépített teljesítmény 204 TWh villamosenergia-termelésnek felel meg és ezzel a szélerőművek Európa teljes villamos energiaigényének mintegy 6,3%-át képesek fedezni. A világban 2009-ben a gazdasági válság ellenére 45 milliárd eurót fektettek be szélerőmű projektekbe. A szélerőművek megkerülhetetlen és vitathatatlanul fontos szereplőjévé vált a világ energiapiacának.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

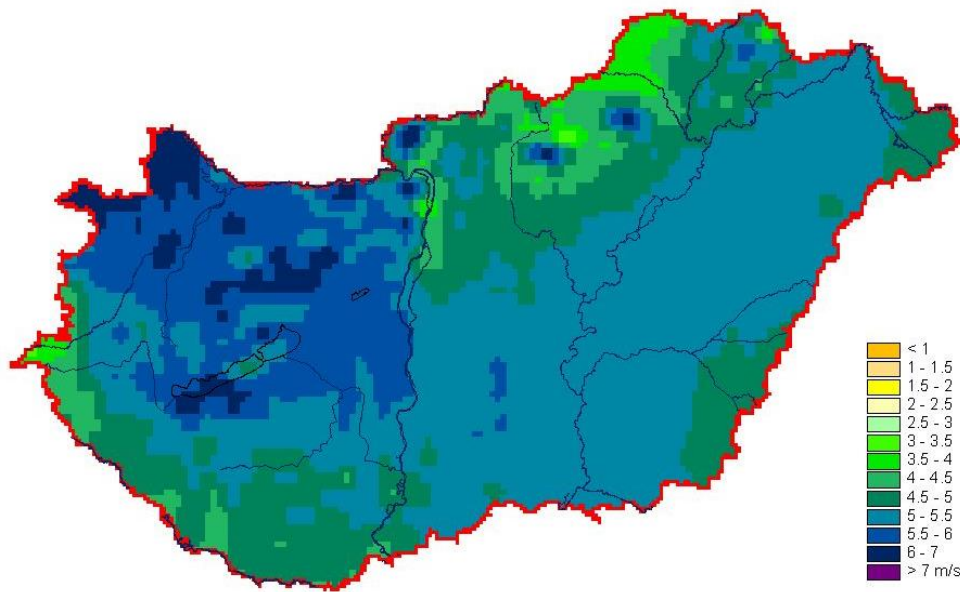
Az Európai Unió egyes területein a szélklíma és a politikai szándék együttes hatására az áramtermelésben jelentős szereplővé vált. 2010-ben már 4 német tartományban haladta meg a 40%-os részesedést az energiatermelésben. Dánia nyugati részén a szélerőművek által termelt energia egyes esetekben meghaladta a fogyasztás mértékét.

A szélerőművekre vonatkozó kapacitáskorlát ellenére, az egyre növekvő energiaárak miatt Magyarországon is egyre többen érdeklődnek a szélerőművek és a háztartásokban alkalmazható kis teljesítményű szélgenerátorok iránt.

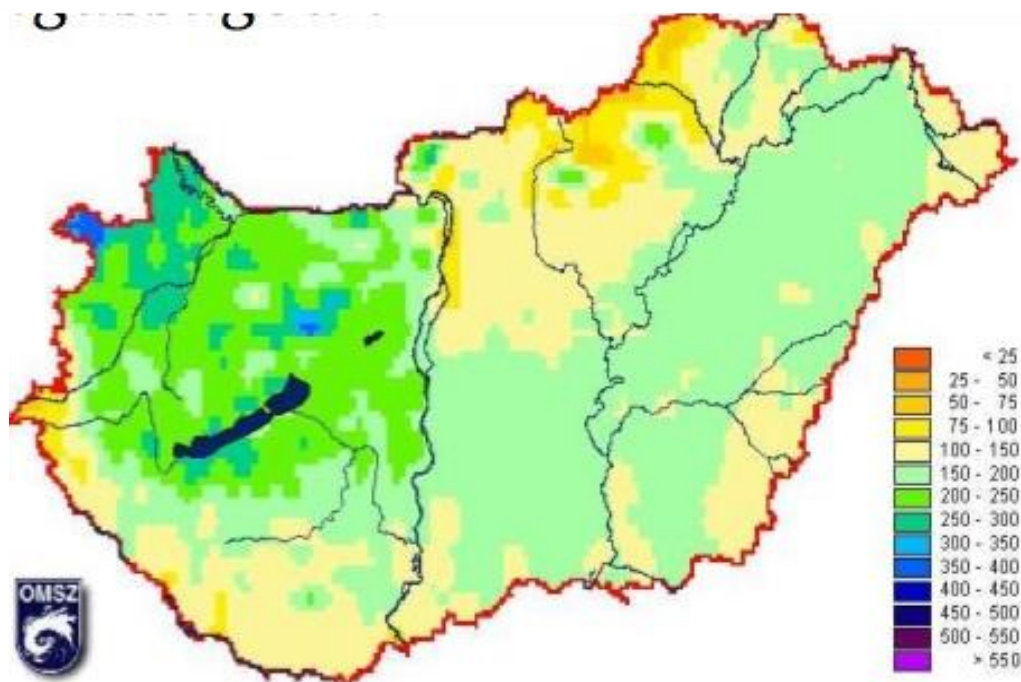
Tartomány	Beépített szélenergia teljesítmény 2011-ig(MW)	Részesedés a teljes villamosenergia-fogyasztásban (%)	Népesség (fő)	Terület (km²)
Szász-Anhalt	3663,15	52,10	2 389 859	20 446
Mecklenburg-Elő-Pomeránia	1603,20	45,40	1 652 000	23 179
Brandenburg	4635,40	42,80	2 522 493	29 478
Türingia	790,80	12,30	2 278 136	16 172
Szászország	987,37	8,50	4 192 700	18 415
Berlin	2,00	0,00	3 431 700	892
Összesen	11681,92	34,40	16 466 888	108 582

Szélerőművek főbb mutatói a kelet-német tartományokban (Hagyományos és megújuló energiák- Sembery Péter)

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása



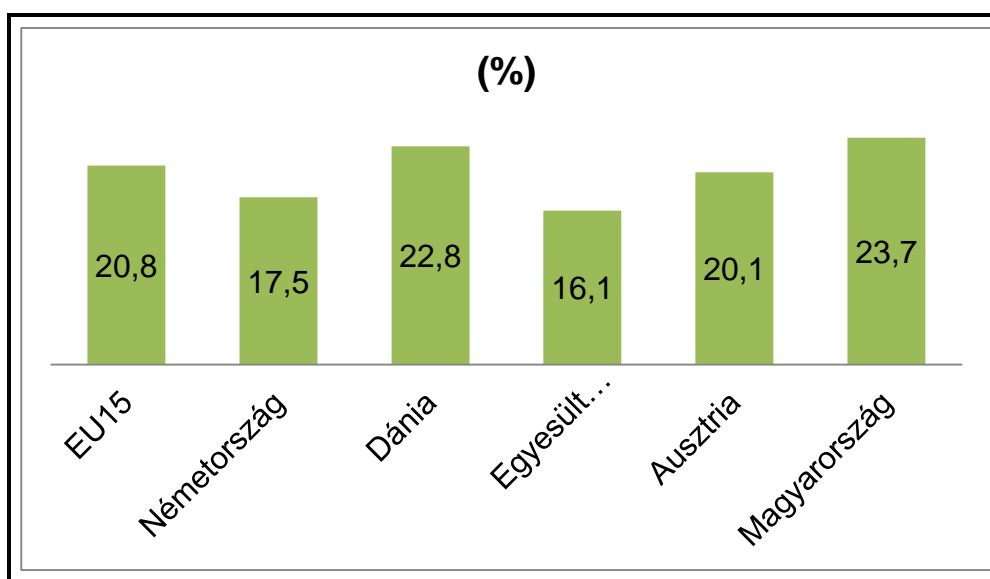
Szélesség eloszlás 75m-en (Wantuchné et al., 2005)



Potenciális szélenergia 75 méteres magasságban (Forrás: OMSZ, SZIE, 2005)

Magyarországon az első szél erőmű 2000 decembere óta üzemel, 2008 tavaszán a beépített kapacitás több mint 100 MW volt.

Hazánkban számos vélt és valós akadály nehezíti a szélenergia hasznosítását. Ezek között található a villamosenergia rendszerbe történő integráció, az áramkereskedelmi nehézségek, beruházási feltételek, „rossz” szélklíma. Egy 1999-es elméleti potenciál számítás szerint, ha lehetséges volna az országban a szélből származó összes energiát hasznosítani, akkor ez 1,8 GW energiát jelentene a technológiából. Hazánkéhoz hasonló területtel rendelkező kelet-német tartományok energia termelése meghaladta a 11,6 GW-ot, tehát nagyságrendekkel meghaladja az 1999-es elméleti potenciál számítást.



szél erőművek kapacitásfaktora

Forrás: dr. Munkácsy Béla- Erre van, Egy fenntartható energia rendszer keretei

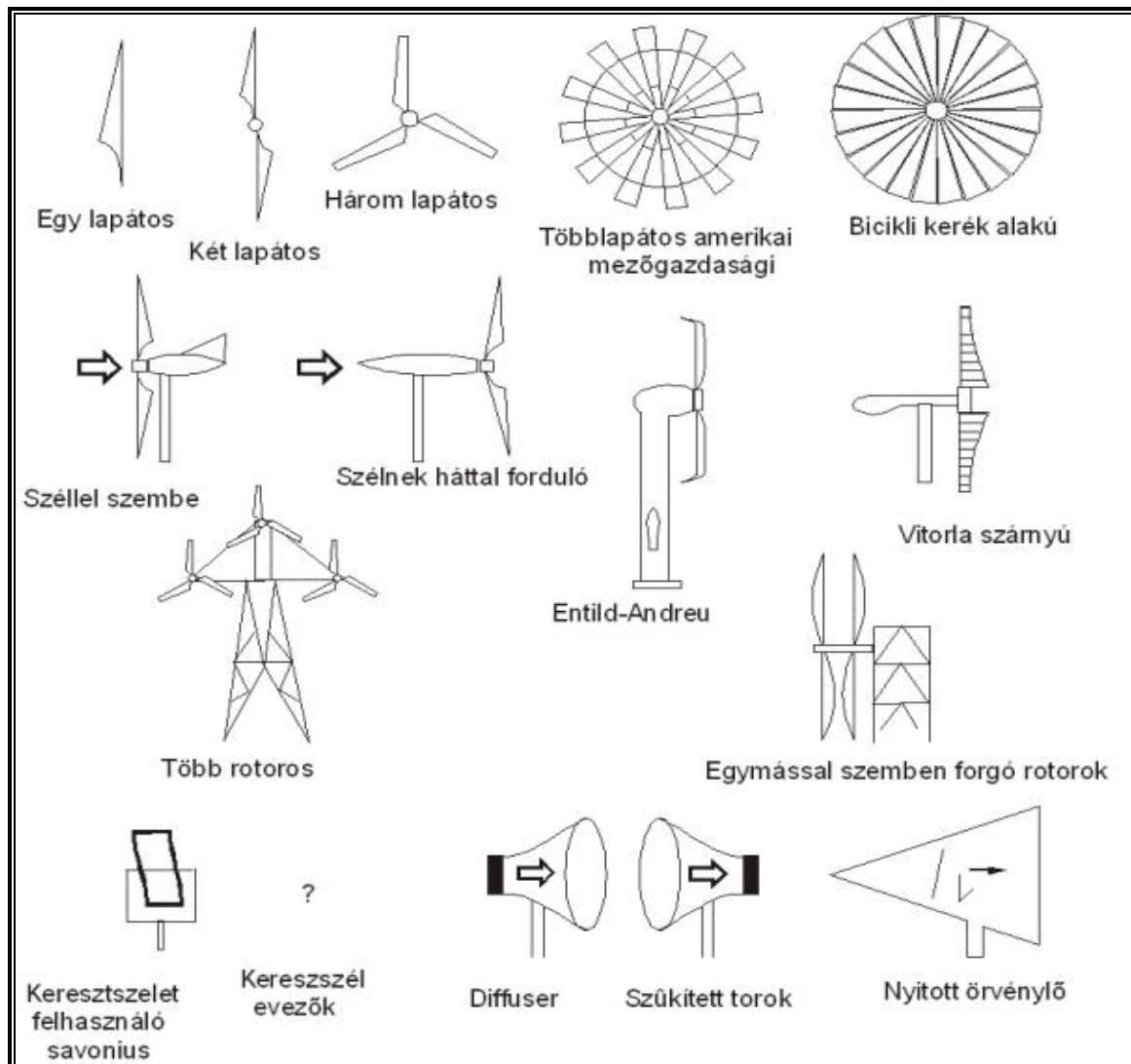
Magyarországon

Minden kizáró okot figyelembe véve felmérések szerint, 5424 km² területen lehet szél erőműveket telepíteni, ami a számítások szerint, 532,8 PJ energia előállítását tenné lehetővé.

Érdekes röviden áttekinteni a szélenergia „befogására” kialakított lapát típusokat, a sokféleségük azt igazolja, hogy nagy ívű pályát futott be a technológia fejlesztése.

2.1.3 A technológiáról röviden

A szélmotorok nagysága szerint megkülönböztetünk törpe szélmotorokat, kis szélmotorokat, közepes szélmotorokat és nagy szélmotorokat. Típus alapján lehetnek ellenállást hasznosítók, illetve felhajtóerő hasznosítók. Továbbá osztályozhatjuk őket szerkezeti kialakításuk alapján is. Ebben az esetben megkülönböztetünk vízszintes tengelyűeket, függőleges tengelyűeket, sok, illetve kevéslapátos kialakításúakat is.



szárnylapát típusok(Hagyományos és megújuló energiák- Sembery Péter)

A rendeltetésük szerinti osztályozásuk alapján lehetnek villamos áramot, hőenergiát, præs levegőt termelők, levegőztetõt hajtók, vizet szivattyúzók, hidrogént termelők. Megkülönböztetünk nyomatékvtáltós berendezéssel, illetve anélkül ellátott szélgenerátor rendszereket. Az aszinkron generátorok működéséhez 1000-1500 percenkénti fordulatszámra van szükség. A 30-40 fordulatszámú kerékmozgást nyomatékvtáltó segítségével gyorsítják fel a megfelelő mértékre. A gyűrűs szinkrongenerátornál nincs szükség nyomatékvtáltóra, mivel a lapátkerék közvetlenül a lapátkerék hajtásával képes a maximális energiatermelés elérésére.

Világszerte - méret és teljesítmény szempontjából is - az egyre nagyobb szélturbinák elterjedése érhető tetten. A tengerpartokon és tengereken hatalmas szélerõmûveket létesítenek az intenzív szél energiájának hasznosítására. Magyarországon nincsenek erre lehetőség, így a nagyobb kapacitású turbinák megépítésének gazdaságilag értelme nincsen. Itthon a néhány 10 kW-os turbinák vannak többségben. Mostanában került piacra az NRgens magyar cég által gyártott 50 kW-os szélturbina, amely a hazai szélviszonyok mellett a legjobb hatásfokkal képes energiát előállítani. Az igen jó ár/érték arány miatt külföldi érdeklõdés is mutatkozik a termék iránt.

2.1.4 Szakmapolitika

A szélenergiával történõ villamosenergia-termelés kedvezõ abból a szempontból, hogy a szélerõmûvek gyorsan és egyszerűen kiépíthetõ berendezések, és a kezdeti beruházás megvalósulását követõen olcsó az üzemeltetésük. Segítségükkel a megújuló energiatermelõ kapacitás elvileg gyorsan növelhető. Hátrányuk azonban, hogy a hazai viszonyok között a szélfarmok átlagos összesített kihasználtsága 20% körüli, ezért a kapacításra jutó fajlagos energiatermelés alacsony. Ez behatárolja a szélenergia zöld áram termelésben betölthetõ szerepét.

A szélerõsség ingadozása miatt a szélerõmûvek villamosenergia-hálózatához való kapcsolódásnak korlátját jelenti a villamosenergia-rendszer irányíthatósága. A magyar rendszerben, ahol a termelõ kapacítások zõme atom-, illetve fosszilis erõmû, komoly gondot okoz a szélerõmû kapacítások tartalékának és a villamosenergia- elosztás egyes minõségi paraméterének biztosítása. Ezt felismerve a Magyar Energia Hivatal a rendelkezésre álló nemzetközi regulációs tapasztalatok, a hazai villamosenergia-rendszer technikai állapota, és

a Mavir szakvéleménye alapján 330 MW-ban korlátozta a rendszerbe beépíthető szélenergia kapacitást. Ahhoz, hogy a jelenleg engedélyezett 330 MW-nál nagyobb szélerőmű kapacitás létesülhessen, meg kell oldani a rendszerszabályozási problémákat.

A cselekvési terv ennek alapján, 2020-ra alakított célkitűzése 750 MWe összteljesítményt prognosztizál. A terv a nagy szélerőmű telepek mellett a kisebb teljesítményű szélkerekek és törpe turbinák elterjedésével is számol, amelyek 10 MWe villamosenergia termeléssel járhatnak hozzá az energiatermeléshez. Abban az esetben, ha az elektromos hálózat befogadóképessége megnövekedhet, akkor a szélenergia termelés ezt a kitézést meghaladhatja. Ehhez a smart grid rendszerek vagy új rugalmasan szabályozható erőműi egységek szükségesek.

A szakmapolitikai terveket figyelembe véve előnyt élveznének a jövőben a kettős hasznosítású rendszerek, melyek elsősorban a saját energiaellátást szolgálják és csak másodsorban értékesítik a „fölöslegben” megtermelt villamosenergiát. Ugyancsak a szakmapolitikai irányt tekintve a jövőben támogatható projekttípusok közé a hűtés-fűtés igény ellátását, a villamosenergia termelést, a hőenergiává alakító egységek kiépítését célzó projektek kerülnek.

2.2 A NAPENERGIA HASZNOSÍTÁSA

A napenergia az egyik legkézenfekvőbben hasznosítható, tiszta, szinte korlátlanul rendelkezésre álló megújuló energiaforrás. A napenergia közvetlenül vagy közvetve alkalmazható, az elnyelt sugárzási energia napelemekkel elektromos vagy napkollektorokkal hőenergia formájában hasznosítható. A napenergia hasznosítás jövője rendkívül ígéretes. Az elmúlt 10 évben egy átlagos napelem modul ára kevesebb, mint a harmadára csökkent, növekedési ütemével pedig az egyik leggyorsabban fejlődő iparág.

A napenergia hasznosítása Európában mindezek ellenére egyelőre csekély, 2004- ben az EU 25 országaiban a megújuló energiafelhasználás kevesebb, mint 1%-a volt. A napelemes energiaforrások terén azonban világelső Németország, ahol a kedvező szabályozási környezet hatására a szoláris energia ipar 2004-re 2 Mrd euro-s iparaggá nőtt, 30 ezer fő foglalkoztatottal, megelőzve az eddigi élvonalas Egyesült Államokat és Japánt.

2.2.1 Történeti áttekintés

A napelem története igen érdekes. Már 1839-ben Edmond Becquerel 19 évesen megállapította, hogy 2 folyadékba merített rézlemez képes folyamatosan áramot előállítani napfény hatására. A legjobb eredményeket ultraibolya és kék fény mellett érte el AgCl és AgBr bevonatú platina elektródák segítségével. Az 1860-as években Willoughby Smith tengeralatti felhasználására készülő kábeleken, kristályos szelénrel való kísérletei közben figyelt fel arra, hogy a szelén máshogy vezeti az áramot világosban, mint sötétben, ez a fotokonduktivitás jelensége. 1870-ben Willoughby Smith és W. G. Adams fotovoltatikus hatást fedezett fel a szelénben. Később az amerikai származású C.E. Fritts egy amorf szelén lapot helyezett fémre és a szelént aranyfilmmel borította be, ez volt az első igazi napelem. Azt vette észre, hogy a szelén tömb folyamatosan áramot termelt a napfény hatására. Ezekben az időkben még nem létezett kvantum fizika és erős szkepticizmussal fogadta azt az állítást, hogy a napfényből elektromos áram állítható elő. Így hát egy mintadarabot küldött korának egyik legjobban megbecsült elektronikával foglalkozó tudósának, Werner Siemensnek. Siemens megfigyelései igazolták Fitts állítását. Azonban az átalakítás hatékonysága mind a réz-oxid, mind a szelén esetében 1% alatt volt. Albert Einstein 1905-ben egy tanulmányban tisztázta ennek a jelenségnek a fizikai hátterét. Fitts

után majdnem 75 év telt el mire felfedezték a kvantummechanikát, a kristályos félvezetők fontosságát felismerték és a pn csomópont viselkedését leírták. 1954-ben a Bell Laboratoriesben Chapin és társai felfedezték, feltalálták és bemutatták a 6%-os hatásfokkal rendelkező egykristályos szerkezetű szilikon napcellát. A következő években a kutatók elérték a 15%-os hatásfokot a szilikon cellákkal. Az időzítés nagyon szerencsés volt, mivel 1957-ben kilőtték a Sputnikot és a napcellák voltak a tökéletesen könnyű, ritka karbantartást igénylő áramforrások. Manapság a szilikon napcellákat használják az áram termelésre az űrállomáson. A napelemipar az 1973-as olajipari embargóig „jelentéktelen” volt. Ezekben az időkben a megbízhatóság fontosabb volt mint az ár.

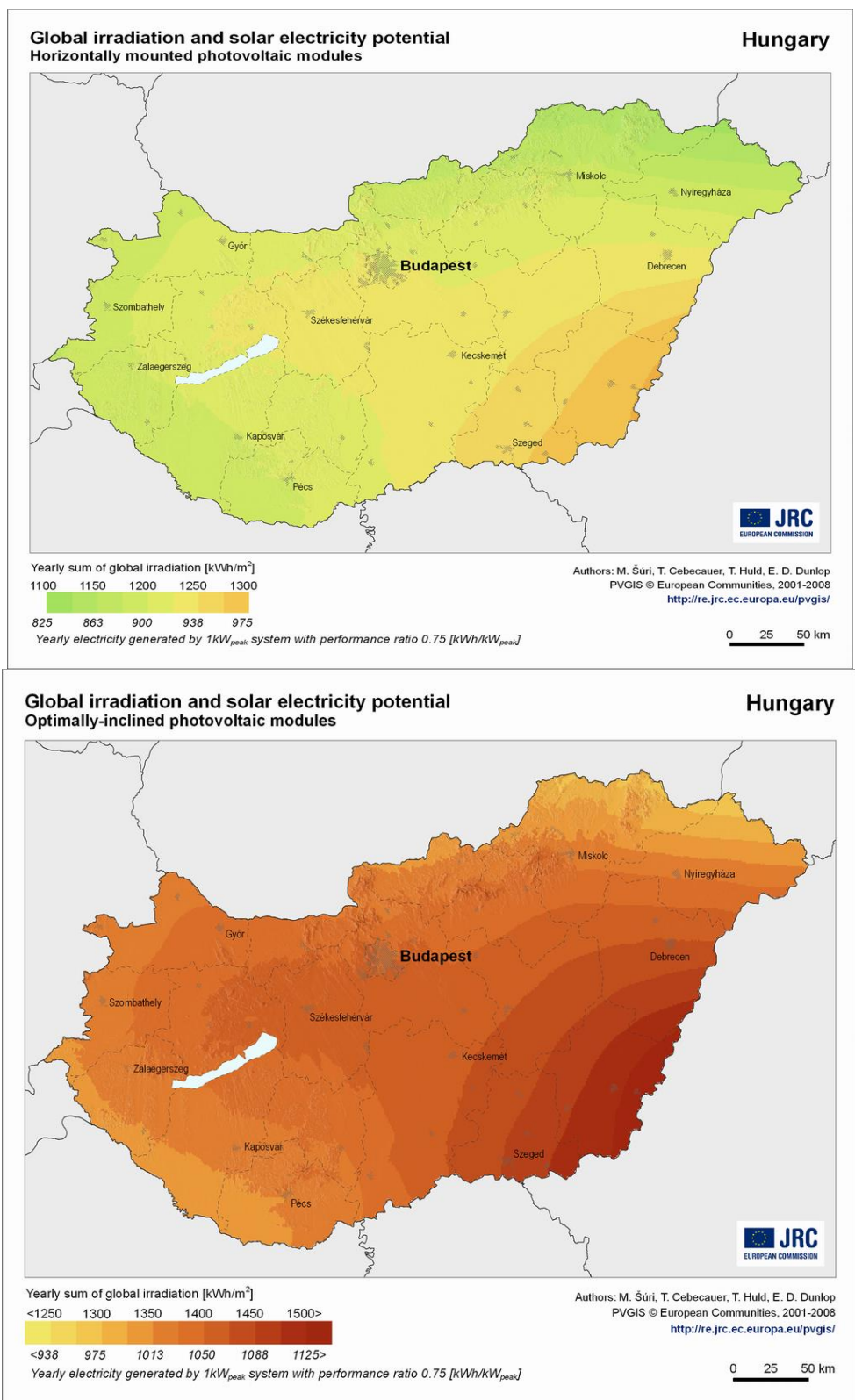
1973 után a lapos szilikon lemez modult lehozták a Földre és időjárás ellenállóvá alakították. Ez az átalakítás a cellában jelentős fejlesztéseket takar és az egységek előállítási költségeit nagymértékben lecsökkentették. A napcellák hatékonysága 25%-ra növekedett. Ami talán a legfontosabb, hogy az éves megtermelt energiamennyiség elképesztően megnőtt. Világszinten 2002-ben elérte az 1 GW/évet és 2006-ra 3,8 GW-ra emelkedett. Napjainkban a szilícium alapú napelemek 20% körüli hatásfokon üzemelnek, de elméleti hatékonyságuk 29%.

2010 októberében egy háromrétegű gallium-arszenid alapú cellával sikerült elérni a 42,3%-es hatékonyságot.

2.2.2 Kapacitások

A napenergia hasznosítása szempontjából Magyarország természeti adottságai kedvezőek, az éves napsütéses órák száma 1900-2200. Ez lényegesen magasabb, mint a környező országokban. Az itthoni hasznosítás mértéke mégis töredéke azokénak. Az MTA felmérése szerint az elméleti potenciál 1838 PJ, a jelenlegi felhasználás (0,1 PJ) azonban többszörösen elmarad a szakértők által gyakorlatilag is kiaknázhatónak tartott potenciáltól (4-10 PJ). Az alábbi ábrák ezt, és a napenergiából származó villamosenergia potenciált szemléltetik.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása



A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

A térképről leolvasható, hogy talajra érkező napsugárzás szempontjából legjobb helyzetű az Alföld középső és déli része, kevésbé jó a nyugati és északi határhoz közeli hegyvidék.

Az ország földrajzi helyzetéből adódóan viszont – szemben a mediterrán országokkal – jelentős különbség van a téli és a nyári napsugárzási adatok között, ezért a Nap hőenergiája a téli idényben fűtésre csak korlátozottan használható fel, és a berendezéseknek fagy esetén is működőképeseknek kell lenniük. Léteznek ún. szezonális (akár 100 000 m³ térfogatú) hőtárolók, amelyek a téli fűtési igény kielégítésében jelentős szerepet játszhatnak.

Hónap	Átlagos besugárzás, kWh/m ² nap	Összes besugárzás, kWh/m ² hó
Január	0,7756	24
Február	1,468	41
Március	2,733	85
Április	4,13	124
Május	5,171	160
Június	5,75	172
Július	5,807	180
Augusztus	4,988	155
Szeptember	3,82	115
Október	2,184	68
November	0,826	25
December	0,533	15
Évi összes:		1164

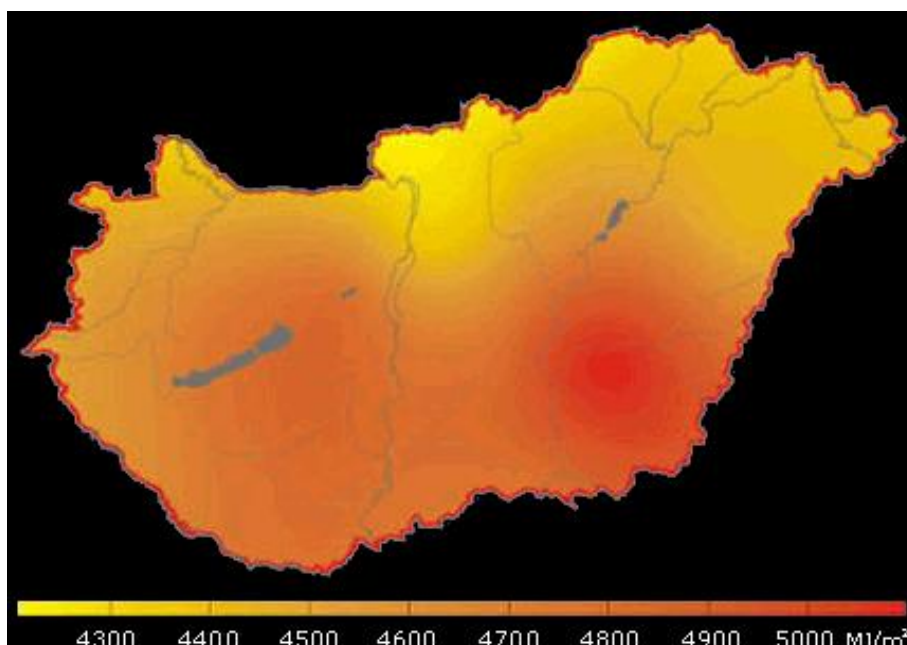
Besugárzás nagysága : Kaboldy E. 2005

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Hónap	Lehetséges óra/hó	Tényleges óra/hó	%
Január	278	58	20
Február	289	85	29
Március	371	140	38
Április	411	196	47
Május	470	250	53
Június	477	275	57
Július	480	309	64
Augusztus	440	283	64
Szeptember	376	213	56
Október	336	145	43
November	280	60	21
December	264	43	16
Évi összes:	4472	2057	46

Napsütéses órák száma Forrás: Kaboldy E. 2005

A fentiekben vázoltakat szemlélteti a napsugárzási energiahozamot ábrázoló kép is:.



Napsugárzási energiahozam, internet: www.met.hu

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

A ma használatos napenergia-hasznosító technológiák átlagos hőenergia-hozama Magyarországon kb. 1500 MJ/m² évente, ami 417 kWh/m² éves értéknek felel meg. Az így kiváltott hagyományos energiahordozók mennyisége és energiatartalma azok fajtájától, a berendezések hatásfokától függően az említett érték két-háromszorosa is lehet. A csak nyári üzemre alkalmas berendezések átlagos hőenergia-hozama az öt legmelegebb hónap (május-szeptember) alatt 300–350 kWh/m².

A napenergia hasznosítására használható közel 200 km² felületből 84,19 Km² tetőfelület áll rendelkezésre, a hagyományos fotovillamos rendszerek esetén ezen tetőfelület figyelembevételével 39167 GWh villamosenergia volna megtermelhető.

	Kedvezően beépíthető (km²)	Elvileg beépíthető (km²)
Panel épület	0,50	1,70
Egyéb lakóépület	30,00	63,00
Mezőgazdasági épület	6,08	13,50
Oktatási épület	1,23	2,74
Önkormányzati épület	1,46	3,25
Épületek összesen	39,27	84,19
Vasútvonalak	56,00	112,00
Autópályák	1,05	2,32
Autóparkolók	4,00	4,00
Összesen	100,32	202,51

*Beépíthető felület
Forrás: Kaboldy E. 2005*

2.2.3 A napenergia felhasználásának technológiai megoldásai

Az alábbi felsorolás szemlélteti, hogy milyen sokféle technológiai megoldás szolgál már a nap energiájának hasznosítására is:

- **Napkémény**

A rendszer két fő eleme a nagy kiterjedésű, közel vízszintes, levegő hőhordozó közegű napkollektor és kéményhatást adó torony.

- **Üvegezett tömegfal**

Sötét színű, nagy tömegű fal előtt üveggel borítva. A napsugárzás áthatol az üvegfelületen és felmelegíti a fekete falat. A melegedés során kezdetben csökken a hőveszteség a falon keresztül, mire eléri a helyiség hőmérsékletét a hőveszteség megszűnik, majd a hőáram iránya megfordul és a fal fűti a helyiséget. Tehát a fal önmagában biztosítja (integrálja) a napenergia elnyelés, szállítás, tárolás és felhasználás funkciókat.

- **Trombe-Michel tömegfal**

A fal külső felületének melegedésekor a fal melegíti a levegőt. A melegedés hatására a levegő felfelé áramlik. A felső nyíláson keresztül a meleg levegő beáramlik a helyiségbe, helyére a hidegebb levegő áramlik a légrésbe.

- **Transzparens hőszigetelés**

Az átlátszó hőszigetelés az üvegezett tömegfal továbbfejlesztéseként értelmezhető. Az üvegréteg és a fal között helyezkedik a többnyire műanyagból álló hőszigetelés.

Napelemek alkalmazási területei

A napcellák a kezdeti időkben kisteljesítményű mobil berendezések voltak. Az utóbbi időben kezdtek csak elterjedni az épületekre telepített napelemek, amelyeket a homlokzaton vagy tetőszerkezeten helyeznek el.

A jelenleg használt technológiák

A kristályos szilícium három változata (**egykristályos: Cz-Si, polikristályos: multi-Si és szalagtechnológia**) 92%-os együttes részesedéssel uralja jelenleg a napelem piacot. Ezek közül a polikristályos technológia aránya folyamatosan növekszik az egykristályos technológia rovására, eközben a szalagtechnika aránya nem jelentős. A CdTe és CIS napelemek kisebb szerepet játszanak a piac egészét figyelembe véve, a teljes piaci részesedésük jóval 1% alatt van.

2.2.4 Szakmapolitikai célok

A Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv kiemelt figyelmet fordít a megújuló energiák közül a napenergia hasznosítására. A Terv kiemelten foglalkozik a távhőszolgáltatók esetében használható kiegészítő napkollektoros HMV (használati melegvíz) termeléssel, mellyel jelentős energiamegtakarítást lehetne elérni a nyári hónapokban, és lehetőséget adhat a hagyományos bázisú fűtőművek teljes nyári leállítására is.

Magyarország mind a termikus, mind a fotovillamos energia hasznosítása terén erősen le van maradva az Európai Unió többi országához képest. A fentiekben demonstrált, számított hazai elméleti potenciál mind a kettő területen nagy növekedést tesz lehetővé. Az elterjedés vizsgálatánál azonban figyelembe kell venni a technikai és gazdasági korlátozó tényezőket is és érdemes összehasonlítani más megújuló energiaforrások felhasználásával is. A cselekvési terv alapján úgy vélhető, hogy a napenergia hasznosításának területén hatalmas technológiai fejlődés várható, valamint, hogy az árak a közel jövőben drasztikusan csökkenni fognak. Így mind a fotovoltaiikus rendszerek, mind a napkollektorok versenyképesebb piaci terméké válhatnak.

A termikus napenergia hasznosítás esetén a jövőben várhatóan a családi házak, közintézmények és önkormányzati létesítmények melegvíz ellátása fog előnyben részesülni. A fotovoltaiikus rendszerek esetén a kettős hasznosításra összpontosít a cselekvési terv, lehetőséget biztosítva arra, hogy a fölöslegben termelt áramot értékesíteni lehessen. A fotovillamos rendszerek elterjedésének előnye, hogy az eddig villamos energiával ellátatlan területek (országutak, tanyák) is áramhoz juthatnak. A szigetüzemű energiaforrások a későbbiekben olcsóbbak lehetnek, mint az újabb hálózatok kialakítása. A PV rendszerek várható árcsökkenése együtt járhat a naperőművek elterjedésével is.

A Terv úgy számol, hogy a 2010-ben regisztrált 0,25 PJ fotovoltaiikus módon megtermelt energia, amely a megújuló energiák termelésének 1%-át teszi ki 2020-ra elérheti a 3,73 PJ-t és a 4%-os részarányt.

2.3 Geotermikus energia

Az EU 25 tagországában 2004-ben a megújuló energiaforrásokból származó energiafelhasználás 5-6%-a volt geotermikus eredetű. Az EU 25 országai közül Olaszország áll az élen a geotermikus energia segítségével történő villamosenergia- és hőtermelésben egyaránt.

Magyarország is kedvező geotermális adottságú ország. A geotermikus gradiens mintegy másfélszerese a világtátlagnak: a föld mélyéből egységnyi területen kilépő hőteljesítmény átlagosan 90 mW/m², miközben az európai kontinens területén csak 60 mW/m². Ennek megfelelően 1 km mélységben 60°C, 2 km mélységben pedig már 110°C a kőzetek és az azokban elhelyezkedő víz hőmérséklete. A geotermikus gradiens a Dél-Dunántúlon és az Alföldön a legnagyobb, a Kisalföldön és a hegyvidéki területeken kisebb, mint az országos átlag.

2.3.1 Mióta hasznosítja a Föld hőjét az ember? – történelmi mérföldkövek a régi időktől napjainkig

Maga a geotermikus kifejezés görög eredetű, melynek jelentése földi hő. Ezen hő kihasználásának története a római időkig nyúlik vissza. Az ókorban az emberek gyógyászati, fürdő, és épületfűtési célokra használták a Föld belsejéből származó vizet. Új-Zéland polinéz lakossága már az európaiak megérkezése előtt a geotermikus hőforrások gőzét főzésre, a termálvizet fürdésre, illetve gyógyászati célokra használta.

A Föld belső melegére történő első hivatkozás 1619-ből származik, ezt egy bizonyos J.B. Morin francia utazó tette, Selmecebánya mély aknáiban a Föld középpontja felé haladva a hőmérséklet növekedéséről írt. 1669-ben E. Browne szintén járt Selmecebányán és hőmérséklet méréseket próbált végezni, de sikertelenül járt. 1671-ben R. Boyle először összegezte az addig megismert tényeket a Föld belsejéről. 1868-83 között Lord Kelvin irányításával széleskörű vizsgálat folyt a termálgradiens, a földi hőáram és ezek térbeli eloszlásával kapcsolatban. Az akkori megállapítások megfeleltek a kontinens átlagának és a kor statikus geológiai és geofizikai modelljének megfelelően az egész Földön azonos értékűnek tekintették, amit először Boldizsár T. 1943-ban történt mecseki hőáram mérései

ingattak meg. A XIX. század során már geotermikus energiát használtak bór és alumínium vegyületek feldolgozására.

Elektromos energia előállítására csak a 20. század elejétől nyújtott módot az egyre gyorsabban fejlődő technika. Az első elektromos áramot termelő geotermikus erőmű Larderelloban épült meg Piero Ginori Conti herceg munkássága nyomán, 1913-ban 250 kW energiát állítottak elő benne. Manapság a fejlesztéseknek köszönhetően teljesítménye meghaladja a 400 MW-ot, és ezt további beruházással 880 MW-ra kívánják emelni a közeljövőben. Másodjára Új-Zélandon, 1958-ban kezdett termelni geotermikus erőmű. 1959-ben Mexikó, 1960-ban az USA is csatlakozott az úttörők táborához az észak-kaliforniai Gejzír-mező kiaknázásával. A világon ez utóbbi térséget fejlesztik a leginkább napjainkban, hiszen teljesítménye 2800 MW. Ugyancsak 1960 óta Franciaországban több mint 200 000 lakás fűtését oldják meg termásvíz felhasználásával.



Larderello

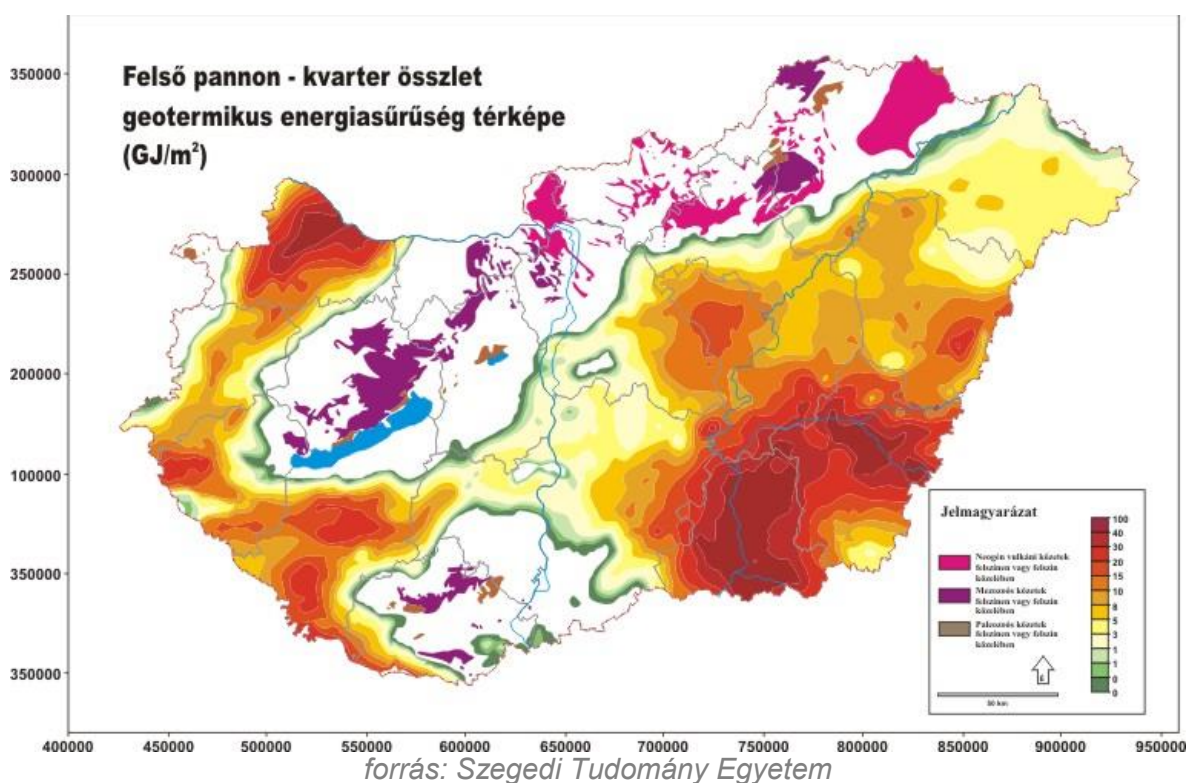
Ma összesen 24 ország állít elő ilyen módon elektromos áramot: Németország, Franciaország, Portugália, Olaszország, Ausztria, Izland, Törökország, Kína, Thaiföld, Oroszország, Japán, Fülöp-szigetek, Pápua Új-Guinea, Új-Zéland, Ausztrália, Indonézia, Etiópia, Kenya, USA, Mexikó, Guatemala, Costa Rica, El Salvador és Nicaragua. Az összes kapacitásuk 2007-ben 9,7 GW volt.

Az elektromos áramtermelésen kívül nagyon nagy jelentőségű a közvetlen energiahasznosítás, amelyben Kína, Svédország, USA, Törökország, Izland, Japán termelése is meghaladja az évi 10.000 TJ-t.

2.3.2 Magyarország geotermikus energiájának hasznosítása

A Kárpát-medencében a földkéreg mindössze 23–26 kilométer vastagságú, az átlagnál 7-8 kilométerrel vékonyabb, és az itt található jól szigetelő porózus üledékközet megakadályozza a Föld gyors hőleadását, ami aztán földhő formájában kiválóan továbbhasznosítható.

Magyarország a térségben egyedülálló geológiai adottságokkal rendelkezik. Az évmilliók során felhalmozódott hatalmas törmeléken üledékes közettömeg, közel 2500 m mélységben az ország kiterjedt részein akumulál hasznosítható geotermikus energiát. E pannon kori rezervoárok rejtik hévíz készleteink zömét, melyet az alábbi térkép szemléltet:



A hazai geotermikus energiavagyon nagy részét jó hatásfokkal hőszivattyús (lakóház fűtés- és hűtés rásegítés), valamint közvetlen hőellátásra (lakóépület fűtés, használati melegvíz előállítás, üvegház fűtés, terményszárítás, stb.) hasznosítható. Ennek oka, hogy a

legnagyobb mennyiségben kitermelhető termálvizek hőmérséklete 100°C-nál alacsonyabbak, ún. kis entalpiájú rendszereket alkotnak.

Az elmúlt évek során Magyarországon is növekedésnek indult a hőszivattyús rendszerek használata, ezzel párhuzamosan pedig a közvetlen hőellátást célzó beruházások is megindultak Dél-alföldi városokban (Szeged, Makó, Mórahalom).

A 120 - 150°C-nál magasabb nagy entalpiájú geotermikus rendszerek hasznosításában, így geotermikus erőművek telepítésében, közvetlen villamosenergia-termelésben azonban még nem történtek lényegi előrelépések.

Jelenleg a geotermikus energia hasznosításra csak kisebb léptékű ipari és kommunális hőhasznosítási projektek működnek, és a geotermikus villamosenergia termelő létesítmény napjainkig nem valósult meg.

A beruházások elmaradása a magas hőmérsékletű készletek nagy mélységével (2500-3000 m), a jóval korlátozottabb víztároló kiterjedéssel, valamint a tőkehiánnyal magyarázható. A földtani és technológiai tapasztalatok bővülése, idővel lehetőséget biztosíthat erőművek telepítésére.

A jelenlegi ismeretek alapján hazánkban 10-100 MW elektromos potenciál becsülhető.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Magyarország földhő-hasznosítási potenciálja különböző tanulmányok szerint		
Tanulmány címe	Tanulmány szerzői, évszám	Potenciál mértéke (PJ/év)
Az ország egyes régióin, területeirészein a geotermikus potenciál meghatározása	Liebe P. 1982	ipari vagyon(társadalmi-gazdasági potenciál): 323 000
A geotermikus energiavagyon állami nyilvántartásának előkészítéséről	Rezessy G. et al. 2005	elméleti potenciál:5 380 000
Magyarország fenntartható energiastratégiája	Energia Klub 2006	50-63
Magyarország megújuló energiaforrás felhasználás növelésének stratégiája 2007-2020	GKM 2007	elméleti:63,5 gazdaságos:12
A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, jövőbeli lehetőségei Magyarországon	MTA-ELTE 2008	min:60
Javaslat a geotermikus energia hazai hasznosításának növelésére	Ádám B. et al. 2009	100-110(talajkollektoros hőszivattyúval együtt)

forrás: Erre van, dr. Munkácsy Béla 2005

2.3.4 Szakpolitikai megfontolások tárgya

Bár bizonyos számítások szerint piaci körülmények között 4-8 év alatt, az uniós forrásból rendelkezésre álló támogatások felhasználásával pedig elvileg még rövidebb idő alatt megtérülnének az ilyen típusú beruházások, minden beruházás esetén körültekintően kell eljárni. Hiszen ha nem fenntarthatóan bányászunk a vízkészletekkel, akkor a geotermikus energia hasznosítása nem különbözik a klasszikus szénhidrogén-felhasználástól, mivel az év tízezredek alatt akumulálódó véges vízkészletek az utánpótlást nagyságrendekkel meghaladó elfogyasztása, tulajdonképpen a fosszilis energia hasznosításával azonosak.

A fenntartható vízhasznosításhoz elengedhetetlen ezért a törvényi szabályozások által is szorgalmazott víz visszasajtolási kötelezettség.

A visszasajtolás lényege az, hogy a felhasznált termálvizet a felszínre hozatalt követően a közvetlen/közvetett hőenergia kinyerése után visszahelyezzük abba, vagy azzal kapcsolatban lévő földtani közegbe, ahonnan kinyertük azt. A visszasajtoló víz a forró közegben újra felmelegedhet, így újabb hőenergiát biztosítva az ismételt termálvíz kitermelés során. Ez az az ideális eset, amikor a szó klasszikus értelmében beszélhetünk megújuló geotermikus energiahasznosításról. Minden más eset fosszilisenergia-hasznosítás, ahol a fosszilis energiahordozó nem az olaj vagy a gáz, hanem a víz.

2.3.5 Milyen technológiák állnak a rendelkezésre?

A Földkéreg hőjéből nyert energiát közvetlenül, fűtési célokra, illetve közvetve, áramtermelésre is használják. Mindkét hasznosítási módnak több változata van, amelyek eltérő technológiát igényelnek. Tekintve, hogy a különböző felhasználási célok más-más hőfokot igényelnek, a különböző technológiákat csökkenő hőmérsékletigény szerint sorba kötve, kapcsoltnak is lehet alkalmazni.

Az áramtermelés

Kétfajta technológiát használnak az elektromos áram megtermeléséhez a flash rendszerű technológiát, illetve a bináris eljárást. A flash rendszerű technológia esetében 150°C-nál magasabb hőmérsékletű vízgőz kinyerése történik, amelyet közvetlenül a turbinák meghajtására használhatnak fel, a gőzt ezt követően egyszerűen engedik a levegőbe távozni, vagy pedig lecsapatják és további célokra használják. A bináris eljárás során elég

mindössze a 100– 150°C-os vízgőz is. Ezzel egy hőcserélőn keresztül fűtenek egy másik, jellemzően alacsonyabb forráspontú fluidumot, amely a turbinákat meghajtja.

- A szabad gőzkibocsátó technológia
- Kondenzációs technológia
- Segédközegeges vagy binér technológia

Közvetlen hasznosítás

A geotermikus energia legősbibb kihasználási formája a közvetlen hőhasznosítás. Alkalmazási területei: fűtés, ipari és mezőgazdasági felhasználások, hévízfürdők építése.

Mezőgazdasági felhasználás

Abban az esetben, ha a víz kémiai összetételénél fogva nem használható öntözésre, zárt vezetékben üvegházak vagy akár nyílt területek térfűtését, illetve talajfűtését is elláthatja. Hasonló módon kizárólag a hőtartalmat használják a termények szárításakor.

A geotermikus energia az állattenyésztésben is szerepet játszik, keltetők, telepek klimatizálását is gyakorta oldják meg ilyen módon. Magyarországon a geotermikus energia kihasználásának nagy része a mezőgazdaságnak köszönhető.

A haltenyésztésre szolgáló vizek állandó hőmérsékleten tartását a termálvizek közvetlen beengedésével, illetve hőcserélőkön keresztül történő fűtéssel biztosítják. A geotermikus energiával fűtött medencékben leggyakrabban pontyot, harcsát, sügért, de a halakon kívül sokszor rákokat, kagylókat vagy krokodilt is tenyésztnek.

Integrált hőhasznosítás

Ha az áramtermelést és a hőhasznosítást összekapcsoljuk, akkor jelentősen megnő a geotermikus energia hasznosításának gazdaságossága. Az egyes hasznosítási eljárásokban keletkező hulladékhő hasznosításának egyik legjobb módja a kaszkád rendszer kiépítése. Ez azt jelenti, hogy a fogyasztókat egymás után sorba kapcsolják a hőigények csökkenő sorrendjében. Ebben az esetben a villamos energia termeléséhez használt, 150°C-nál melegebb víz hőmérséklete az eljárás végén is igen magas, alkalmas lehet szárításra, ez után pedig még épületek fűtésére, illetve fürdőzésre is. Ebben az esetben nem csak a

kihasználás határfokát növelik, hanem a felszíni környezetbe bocsátás lehetséges negatív hatásait is csökkentik azáltal, hogy jóval kisebb lesz a környezet és a víz hőmérséklete közötti különbség.

Mesterséges földhőrendszer (EGS)

Az elvi alapja ennek a technológiának az, hogy bizonyos mélység alatt már bárhol olyan hasznosítható hőmérsékletű közeg található, amely geotermikus rendszerek létrehozására alkalmas. A forró száraz kőzetek szolgáltatják a hőmennyiséget, a közvetítő folyadékot pedig mesterségesen kell hidegvíz beszajtoló kúton keresztül lejuttatni majd termelőkúton kitermelni.

A nagy mélységű fúrás jelentősen megnöveli az eljárás költségeit, és az sem mindegy, hogy milyen geológiai környezetben kívánják kialakítani a mesterséges rezervoárt. Az eddigi kísérletek alapján a gránittömbök bizonyulnak a legalkalmasabbnak. A világban jelenleg is több helyen folynak kutatások (Franciaországban, Nagy-Britanniában, USA-ban, Japánban, Németországban, Új-Mexikóban, Ausztráliában) elsősorban azokon a területeken, ahol a geotermikus gradiens meghaladja a $2,5\text{ °C}/100\text{m}$ -t. Egy-egy kútpár segítségével $5\text{ MW}_{\text{viii}}$ teljesítményt kívánnak elérni. A mesterséges földhőrendszerhez közel álló technológiák a forró száraz kőzet (HDR) technológia (Los Alamos), a forró töredezett kőzet (HFR) technológia illetve a forró nedves kőzet (HWR) technológia.

Geotermikus erőmű

Magyarország alatt mintegy 30.000 MW hőenergia található, és ezzel a világon második helyen áll rögtön Kína után. Magyarország első geotermikus erőművét Zala megyében, Iklódbördőcén tervezték felépíteni. A projekthez az izlandi Husaviki 2 megawattos geotermikus erőmű technológiája szolgál példaként. Ez a vállalkozás a MOL projektje, egyelőre kísérleti jellegű. A kialakítás elsődleges feltételei a mélyfúrású kutak korábbi olajkutató fúrások során kialakított, ám meddő, 140 °C -os termálvizet adó fúrások. Az erőmű tervezett teljesítménye $2\text{-}5\text{ MW}_{\text{viii}}$, zárt rendszerben üzemel, a kitermelt és felhasznált vizet visszasajtolják a rezervoárba. A végleges terv szerint még egy kútpárt üzembe helyeznek, mivel a kívánt teljesítmény eléréséhez két pár szükséges $5\text{-}10\text{ ezer m}^3/\text{nap}$ vízkitermeléssel. A víz hőmérsékleti adottságai miatt a binér technológia megvalósítása mutatkozott gazdaságosnak. A kitermelt vizet kaszkád rendszerben hasznosítják, a villamos áram

termelés után a távfűtésben használják ki az energiáját. A környéken karsztos, repedezett tározók vannak, ahova kisebb energiával lehet a vizet visszasajtolni, mint a Magyarországon elterjedt homokkőbe. A befektetés 10 éven belül megtérülhetne. Az erőmű gyakorlatilag zajtalanul működik, környezeti szempontból is nagyon kedvező: CO₂-kibocsátása nincs, a vízen kívül alapanyagot nem igényel. Területigénye nagyon kicsi, egy kisebb ipari csarnok méretű hely elegendő hozzá.

Mint az előzetes vizsgálatok alapján 2007 nyarán kiderült, a kutak hozama a vártnál kisebb, így a fentiekben vázolt tervek helyett csak egy kis teljesítményű erőmű felépítésére lenne lehetőség, az pedig nem volna gazdaságos.

2.3.6 Szakmapolitikai célok

A Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv 2010-2020 kiemelt témaként foglalkozik a geotermikus energia elterjedésével az országban. A terv az elkövetkezendő 10 évben a meglévő geotermikus energia kapacitások gazdaságos felhasználására összpontosít elsősorban. Különösen azokon a területeken kívánják erősíteni a termál energia felhasználását, ahol a kedvező geológiai adottságok mellett a hőigény is fennáll, és új kutak is létesíthetők.

Mindezek alapján a geotermikus energia tervezett felhasználása elsősorban hőenergia ellátását szolgálhatná majd, mely alatt a távfűtést, közintézmények, önkormányzatok tulajdonában levő épületek fűtését kell érteni. A Kormány tervei szerint Magyarországon a geotermikus energia fűtési célokra történő hasznosítása 2020-ra a jelenlegi szint háromszorosára nőhetne. A közvetlen hasznosítás mellett a tervekben szerepel, a termál energia villamos energia előállítására történő hasznosítása, mely 2020-ra mintegy 57 MWe beépített teljesítmény formájában jelenhetne meg.

A cselekvési terv céljainak elérése érdekében számos megoldást támogatásban részesítenének, így például: a hűtési igények támogatását KEOP pályázatokkal kívánják megoldani. Továbbá támogatásokban részesülhet az új termál kutak fúrása, a használati meleg víz, fűtés vagy termelési folyamat hőigényének kielégítéséhez szükséges rendszerek kialakítása. A már nem használt termál kutak termelésbe történő újbóli bevonása, illetve a meglévő hőt hasznosító rendszerek kapacitásának növelése is a támogatott projektek körébe került.

Amennyiben cselekvési tervben lefektetett gondolatok teljesülnek, és a támogatások célzottan és jól kerülnek felhasználásra, a geotermikus energia jelenleg megtermelt 4,23 PJ energia mennyisége 2020-ra 16,43 PJ-ra emelkedhet, amely a Magyarországi megújuló energiák felhasználási arányában 17%-os részesedést jelentene a jelenlegi 9% helyett. A hőszivattyúk által jelenleg termelt megközelítőleg 0,25 PJ energiája a várakozások szerint 2020-ra 5,99 PJ-ra módosulhat, mely a 2020-ban a megújuló energiák 6%-át teheti ki.

2.4 A vízenergia hasznosítása

Az EU országokban a vízenergia az összes energiafelhasználás 24%-át tette ki 2004-ben. A vízenergia a megújulókból származó energiafelhasználásban a biomassza után a második helyen áll, de jelentősége csökken az utóbbi években. A vízenergia potenciált ugyanis Európa nyugati fele már többnyire kiaknáta.

2.4.1 Történet

A víz a történelem legősibb ember által felhasznált természeti erőforrása, amely az emberi és állati terhek csökkentésére alkalmazták. A felhasználás kezdetének pontos idejét még megbecsülni sem lehet, annyi bizonyos, hogy az eddig talált legrégebbi öntözőrendszerek körülbelül 5000 évesek. A vízkerekek már az ókori keleten is megjelentek. Egyiptom mellett Kínában és Indiában is használták ezeket a víz energiájának felhasználása céljából.



Szíriában még ma is működő vizikerék, amely már az i.e. 15-ből származó római írásban is szerepel

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Az első vízimalmok nagy valószínűséggel a függőleges tengelyű kukoricaőrítő malmok voltak, amelyeket szoktak norvég illetve görög típusú malmoknak is nevezni. Ez a fajta malomtípus nagy valószínűséggel Kr.e. az I. illetve a II. században jelent meg a Közel-Keleten. Néhány száz évre volt szükség ahhoz, hogy Skandináviában is ezeket a malmokat kezdjék el használni. Jelenlegi ismereteink alapján Anglia területén a kora középkorban, már használtak függőleges és vízszintes tengelyű malmokat az angolszászok.

A XI. század végén 3000 felmért angol településen már 5624 vízimalom működött, ebben az időszakban Franciaország területén.

A XI. évszázadból vannak az első magyar adatok a létesített malmokról.

Magyarországon is fontos volt, hogy minél hatékonyabban lehessen a terményeket feldolgozni. Így a kézi malmok helyett megjelentek itthon is a vízimalmok. Míg egy kézimalom 4,5-7 kg lisztet tudott őrölni 1 óra alatt, addig egy átlagos teljesítményű vízimalom 150 kg előállítására volt képes.

Megnevezés	Ember emelővel	Ember markolaton	Kézzel hajtott függőleges kerék	Szamaras járgány	Ökrös járgány	Lovas járgány	Alucsapott vízikerék	Felülsapott vízikerék
sebesség (m/s)	1,1	0,8	0,15	0,8	0,6	0,9	3	2,5
Teljesítmény (mkg/s)	5,5	8	9,6	11,2	39	40	131	175
Napi munka (mkg)	158400	230400	276480	322560	1123200	1166400	11328400	15120000

Malmok teljesítménye Forrás: internet

A XVII. században három vízkerektípus létezett. Ezek mindössze a víz nyomómagasságában térnek el egymástól.

A gőzgépek megjelenésével a vízenergia felhasználása az 1800-as években kezdett háttérbe szorulni. A vízenergia felhasználásának újbóli lendületet adott a villamosenergia megjelenése, mellyel a megtermelt energiát nem csak helyben lehetett felhasználni, hanem nagyobb távolságokban is hasznosíthatóvá vált.

2.4.2 Kapacitás

Nem kedveznek számunkra a földrajzi adottságok a vízenergia hasznosítására, mivel kis esésű és kis sebességűek a hazai folyók. 1873-ban 17 000 vízimalom volt Magyarországon. Jelenleg az országban 38 db vízerőmű található, melyek évente megközelítőleg 175-210 GWh villamos energiát állítanak elő. A termelés 10%-át kis erőművek, a 90 %-át 4 nagyobb erőmű biztosítja. Ezek a Kiskörei (28MW), Tiszalöki (11,5MW), Kesznyéteni és Ikervári erőművek. A hazai vízenergiával termelhető elméleti potenciál a Kárpát-medencei potenciál 5%-át teszi ki, ami nagyjából 1400 MW teljesítménynek felel meg, ebből hozzávetőleg 1GW a hasznosítható műszaki potenciál. Ez azt jelenti, hogy 4500 GWh villamosenergia termelést lehet elérni évente. Amely azonban nem használható ki teljesen, mivel indokolatlanul magasak a kiépítés költségei és egyes esetekben hatalmas természeti átalakításokat kell elvégezni a működtetéshez.

Magyarország vízenergia potenciálja				
	Forrás	GWh/év	PJ/év	MW
Elméleti potenciál	MTA	7446	26,8	-
	EKP	7480	26,9	1400
Technikai potenciál	MTA	4590	16,5	1000
	EKP	4500	16,2	1060

Vízenergia potenciál

Forrás: Szeredi I. et al. (MTA 2010) és az Energia Központ (Energia Központ 201) számításai szerint

Magyarországon gyakorlatilag nincs realitása új vízerőművek építésének a környezet esetleges túlzott átalakítása miatt, ezért ennek a potenciálnak a kiaknázása a meglévő erőművek átalakításával és felújításával lehetséges, illetve olyan technikai megoldásokkal, amelyek nem jelentenek jelentős beavatkozást a környezetbe. Ezekből kiindulva érdemes lehet a hajómalmok újbóli használata. E vizsgálandó műszaki megoldás lehet az átáramlásos turbinák használata illetve mederfenéken történő elhelyezésük.

Legutóbb 2009-ben építettek új erőművet a Rábán, erre az azt megelőző 30 évben nem került sor. Mindezek ellenére 2011 augusztusában elkezdődött az engedélyezési eljárás a Mátra DK-i részén építendő 600 MW teljesítményű kapcsán.

2.4.3 Alkalmazott turbina típusok

A turbinák járókeretén áthaladó víz iránya alapján lehetnek radiálisak, axiálisak és félaxiálisak. Beszélhetünk akciós és reakciós turbinákról attól függően, hogy a víz nyomása megváltozik-e a járókeréken történő átáramlásakor. A reakciós turbinák közé tartozik a Francis- és a Kaplan-turbina, míg a Pelton- és a Bánki-turbina akciós turbina.

2.4.4 Szakmapolitikai célok

A vízenergia magyarországi hasznosítása vízgazdálkodási, árvízvédelmi és környezetvédelmi kérdés. Ahhoz, hogy Magyarországon nagy mennyiségű elektromos áramot tudjunk termelni a víz energiájának segítségével vízlépcsőket és duzzasztóműveket volna szükséges építeni. A Nemzeti Cselekvési Terv vízgazdálkodási és környezetvédelmi megfontolások miatt nem foglalkozik ezek esetleges telepítésével. Magyarországon reális esélye a már meglévő, kisebb duzzasztókba beépíthető 10 MWe teljesítményű úgynevezett törpe erőművek telepítésének és 100-500 kWe teljesítményű átáramlásos turbinák folyómederbe történő elhelyezésének van. Ezek alapján a Cselekvési terv nem számol nagymértékű növekedésre a vízenergia hasznosításának terén 2020-ig. A tervek szerint a jelenlegi 0,70 PJ megtermelt energia, 0,86 PJ-ra fog emelkedni, amely a bioenergia termelés 1%-át fogja kitenni.

2.5 A biomassza mint megújuló, de kimeríthető energiaforrás

A megújuló energiafelhasználásra vonatkozó célkitűzések elérésében különösen nagy szerepe van a biomassza energetikai célra történő hasznosításának. A megújuló energiaforrások közül a biomassza az, melyet jelenleg a legnagyobb mértékben, a legnagyobb hatékonysággal, a leginkább költséggazdaságos módon vagyunk képesek hasznosítani. Ennek oka, hogy a biomassza alapanyagból történő energiatermelés alapvető technológiája nem sokban különbözik a fosszilis energiahordozók hasznosításának technológiájától, az energiaátalakítás mindkét esetben a tüzelőanyag elégetésével történik.

A szárazföldi biomasszában raktározott energiamennyiség becslések szerint 25 000 EJ, amelyből évente 3000 EJ újul meg. 2005-ben a világ energiafogyasztása 478 EJ volt, amely 11,43 gigatonna olaj elégetésével egyenértékű (Enerdata, 2006).

A biomassza energiafelhasználásban való részesedésről eltérő adatok állnak rendelkezésre, amely a 10.2% (Enerdata, 2006), 6.8% (VGB PowerTech, 2007), 11,15% (Vital Signs, 2006-2007) értékek között szór. 10%-os részesedést feltételezve biomasszából 47.8 EJ energiát állítanak elő évente. Érdeemes megjegyezni, hogy az emberiség belső energiafelhasználása, amit táplálékként vesz magához, 10 EJ/év.

Általában, a fenti adatokra hivatkozva, a biomassza tartalékokat 6.5-szer nagyobbak tekintik a felhasználásánál, amely már csak az emberiség endoszomatikus energiaigénye miatt sem lehetséges. Azt sem kell elfelejteni, hogy amíg csökken a produkció az emberiség mind belső (évente 80 millió növekmény a népességben), mind külső energiafelhasználása (a válság évéig évente átlag 2.5%) nő.

A megújuló energiaforrások közül a biomasszának a legkisebb az elméleti potenciája, mégis a legnagyobb mértékben kihasznált. A hazai helyzet is ezt tükrözi.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Megújulók	Lehetőség – MTA felmérése alapján (PJ)	Jelenleg hasznosított (PJ)
Napenergia	1838	0,1
Vízenergia	14,4	0,7
Geotermia	63,5	3,6
Biomassza	203-328	49,2
Szél	532,8	0,16
Összes	2600-2700	53,8

*Az MTA felmérése a megújuló energiapotenciálról
Forrás: Bioenergia, 2008. III évfolyam 4. szám*

A jelenlegi, magyarországi megújuló energia döntő hányadát a biomassza felhasználás teszi ki. Ebből is a legjelentősebb a tüzelési célú energetikai növények közvetlen elégetése, főleg a tűzifa, a többi egyéb növényi melléktermék, illetve organikus eredetű hulladék.

2005-ben a megújuló energiaforrások felhasználásával előállított áram 4,5%-át, 2006-ban pedig egy jelentősebb visszaesés eredményeként 3,7%-át tette ki az összes villamosenergia igénynek. (GKM- Magyarország megújuló energiaforrás felhasználás növelésének stratégiája, 2007)

2.5.1 A hazai biomassza produkció

Teljes körű biomassza-felmérésre 1982-83 között került sor a Magyar Tudományos Akadémia koordinálásában (Láng, 2009). A felmérés 1980 termelési adataira támaszkodott. Ebben az évben a növénytermesztés, rét- és legelőgazdaság, valamint kertészet területén 46,5 millió tonna biomassza képződött szárazanyagban számolva. Az erdők esetében ez kerekén 8 millió tonna volt, összesítve az elsődleges produkció 1980-ban 54,5 millió tonna volt.

Ezen belül a legnagyobb mennyiséget, mintegy 63% a gabonafélék tették ki, az erdőgazdálkodásban a nettó produkció 14,6%-a realizálódott. Szálas és más tömegtakarmányok részesedése 12,4% volt, az ipari növényeké 5,2%. A nem művelt területek produkcióját becslés útján a szálas takarmányokhoz adták hozzá.

A felmérés eredménye függött az éppen aktuális éghajlati körülményektől, így a közölt számok inkább csak tájékoztató jellegűek, a nagyságrend megbecsülésére alkalmasak. Az

minden esetre figyelemre méltó, és hazánk természetes vegetációjának nagyfokú degradációjára utal, hogy az összes nettó produkcióból a mezőgazdasági és erdőgazdálkodási főtermékek 40,7%-al, illetve 12,3%-al, összesen a főtermékek 53%-al részesednek. Ez és a 47%-nyi melléktermék egy része is felhasználásra kerül, vagyis legalább a megtermelődött nettó produkció háromnegyede kikerül a közvetlen természetes körforgásból.

2.5.2 A biomassa energetikai célú felhasználási lehetőségei:

A mezőgazdasági eredetű energiaforrásokat a következő módon osztályozzuk: szilárd biomassa; folyékony bioüzemanyagok; és biogáz.

Az energetikai alapanyag termesztés területei:

- Fás szárú, különböző vágásfordulójú ültetvények telepítése (akác, éger, fűz, nemes nyár stb.)
- Lágyszárú növények szántóföldi termesztése (energiafű, nád félek stb.)
- Biodízel előállításához olajos magvú növények (napraforgó, repce, jatrofa stb.)
- Etanol előállítására alkalmas növények (árpa, búza, kukorica, cirok stb.)

Az energiatermelésre létrehozott kultúrák az energiaültetvények, melyek lehetnek fás szárú és lágyszárú energianövények kultúrái.

- **Tüzelési célú energetikai növények**
 - **Fás szárú energianövények**

A természetközeli erdők fajlagos energiahozama 15-20 GJ/ha/év között van. A fa fűtőértéke élőnedves állapotban 10 MJ/kg, abszolút száraz állapotban a különböző fafajok fűtőértéke 5%-kal tér el egymástól. Tűzifára 17 MJ/kg fűtőértéket adnak meg.

Magyarország összes földterületének több mint egyötöde (2 millió ha) erdőgazdálkodásba vont terület, amelynek 94%-át (1,9 millió ha) borítja faállomány. A faállománnyal borított területet alapul véve az ország erdősültsége 20,3%.

A Magyar Energetikai Hivatal szerint Magyarország erdőállományából évente a tartamos gazdálkodás szabályait figyelembe véve bruttó 8 millió m³ (nettó 6,5 millió m³) fa termelhető ki, amelynek nagyjából a fele (41%) van energetikai célú hasznosításra szánva. Az apríték és tűzifa, együttesen évente, meghaladja a 3,5 millió köbmétert, amelynek majdnem 90%-át égetik el az erőművekben.

Magyarország teljes energiafelhasználásában 3%-ot képvisel jelenleg a fa felhasználása, de a villamos-energia iparban a korábbi széntüzelésű erőművek faapríték tüzelésre való átállása miatt a tűzifa kereslet, s vele a tűzifa ára is emelkedett. Az erőművek átállása gazdaságossági szempontokkal indokolható elsősorban, amelynek az oka az ún. zöld áram, a kedvező átvételi ára, illetve a befektetők versenyképességét javítja, hogy a barnaszemes erőművek, közgazdasági szempontból elsüllyedt költséget képviselnek. Mivel nem versenyképes, s környezetileg sem megengedhető létesítményt tesznek nagyon alacsony átállási költséggel környezetileg elfogadottá (legalábbis a szabályozási oldalról) és versenyképessé, ezért a befektető számára lényegesen olcsóbb megoldás ez, mint egy zöldmezős beruházás megvalósítása.

A természetközeli erdőkből a hasznosítható faanyag csak körülményesen, feltételekkel, s sokszor költségesen termelhető ki. Ugyancsak alacsony az egy hektárra évente jutó energia kihozatal is, ezért az energiaerdők telepítése sokkal hatékonyabb energianyeresi szempontból.

Az energiaerdőkbe ültethető fafajok és a biodiverzitás alakulásáról, az előnyökről és hátrányokról, Gyulai Iván ökológus írt értekezésében.

- **Lágyszárú növények**

Az energetikai célra termesztett lágyszárú növények a felhasználás típusa szerint négy fő csoportba sorolhatók:

- etanol előállítását célzó növénytermesztés során a magas keményítő, cellulóz, és cukortartalmú növények (kukorica, burgonya, csicsóka)
- biodízel számára a magas olajtartalmú növények (repce, napraforgó)

- biogáz előállítása szempontjából a magas lágyszövet-tartalmú, vékony és könnyen lebomló szöveti szerkezetű, magas szénhidrát-tartalmú növények (kukorica, tritikálé, kanáriköles)
- szilárd tüzelőanyagként történő hasznosítás számára a magas lignocellulóz- és rosttartalmú növények (Szarvasi-1 energiafű, japánfű, olasz nád, pántlikafű vagy kender)

Lágyszárú és fásszárú biomassza között gyakorlatilag nincs különbség az abszolút szárazanyagra vetített energiatartalommal szemben. Ennek értéke 17-19 MJ/kg között változik. A hamutartalom lényeges szempont a biomassza minőségét illetően. Minden 1% hamutartalom emelkedés 0,2 MJ fűtőérték-csökkenést okoz szárazanyag-kilogrammonként. A fás biomassza átlagosan alacsonyabb hamutartalommal bír, mint a lágyszárúak (néha ez a különbség 5-10-szeres is lehet). Az égetés során három lényeges területen mutatkozik különbség: a korrózió, a kazánköképződés üvegesedés és salakképződés területén. A kálium, szilícium, kalcium, foszfor, nátrium, magnézium jelenlétének közvetve, vagy közvetlenül van jelentős szerepe az égési folyamatokban. Az évelő lágyszárúak nagy előnye az egyévesekkel szemben, hogy felépítésükben nagy szerepet játszik a lignin és a cellulóz, ami akkor fontos, ha a növény szilárd tüzelésként kerül felhasználásra. A lignin magas széntartalma 64 % biztosíthatja a biomassza magasabb energiatartalmát. Az évelő füvek növénytermesztési ciklusuk során, csak egyszeri talajelőkészítést és kevés növényvédelmi kezelést igényelnek, csökkenthetik a talajeróziót (egyéves kultúrák alatt évente 20-25 t talaj lehordódhat hektáronként), míg évelő növények esetében 0,2-2 t). (Csete Sándor: Lágyszárú energianövények és felhasználhatóságuk szilárd tüzelésű energetikai rendszerekben, Bioenergia, 2008. III. évfolyam, 2.szám)

- **Üzemanyag célú biomassza termelés**

- **A biodízel**

Eddig 20-25 éves tapasztalat halmozódott fel a dízelmotorok növényi olajokkal történő üzemeltetésével kapcsolatban. A biodízel az olajtartalmú növényekből (repce, napraforgó Európában; szója, napraforgó az USA-ban; repce, fenyőpulp-gyanta Kanadában; olajpálma a trópusi vidékeken) kisajtolt olajból (triglicerid), állati zsiradékból, még a használt sütőzsiradékból is előállítható. Két gyakorlati előállítási mód terjedt el, amelynek kétféle

végterméke van. Egyrészt az ún. zöld dízel, amikor is a növényi nyersolajat tisztítják, gyantamentesítik, másrészt a metanollal, lúgos közegben észteresített változat. Repceolaj észteresített változatát repceolaj-metilészternek (RME), a szója észteresített változatát szójaolaj-metilészternek (SME) nevezik.

A „zöld dízel” olcsóbban állítható elő, mint az észteresített változat. A „zöld dízel” nagy cetánszáma miatt alkalmas hozzákeveréssel a dízelolaj cetánszámának emelésére és annak hatékonyságát javító nitrátalapú adalékok helyettesítésére.

- **A bioetanol**

A benzin alkohollal történő helyettesítése vagy keverése nem ismeretlen a világban, már a húszas években is alkalmazták. Igazi lendületet a nyolcvanas évektől kezdődően vett, amelyet az energetikai szempontok mellett a növekvő környezetvédelmi erőfeszítéseknek és agrárgazdasági megfontolásoknak lehet tulajdonítani.

A bioetanol előállítása gyakorlatilag azonos az élelmiszeripari célú szesz előállításával.

Az etanol erjesztéssel történő átalakítása a következő részfolyamatok szerint megy végbe:

1. az alapanyag előkezelése (száraz, nedves őrlés, préselés);
2. a keményítő enzimatis átalakítása cukrokká;
3. a cukor erjesztése, ez utóbbi lépésben az élesztőben lévő enzimek az erjeszhető cukrot etanollá és széndioxidá alakítják;
4. a desztilláció, amelynek során az etanolt elválasztják a reakcióelegyből.

A desztillációval kb. 95%-os tisztaságú etanol állítható elő. Az ennél kisebb víztartalmú etanol előállításához egyéb eljárásokat kell alkalmazni (például azeotróp desztilláció, membrános vagy molekulaszitálás elválasztás, vákumdesztilláció).

A bioetanol hátránya, hogy energiamérlege – az eddigi számítások alapján - negatív, ugyanis több energiát használnak fel az előállításához, mint amennyi annak energiatartalma. Pl. a kukoricatermesztés során 30 százalékkal több energiát használnak fel, mint amennyit a kész termékből ki lehet nyerni, nem beszélve a növény intenzív termelése közben fellépő környezeti hatásokról.

- **Melléktermékek és hulladékok hasznosítása**

Bár eltérőek a mennyiségi becslések a szántóföldi melléktermékek, kertészeti hulladékok, mezőgazdasági termények feldolgozásakor keletkező melléktermékek és hulladékok mennyiségével kapcsolatban, átlagosan évi 10 millió tonna ebbe a körbe tartozó biomassza képződik, melynek 40-45%-át lehet energetikai célra hasznosítani. Természetesen a hasznosítást befolyásolja az előállított energia költsége, s a támogatások lehetősége. A költségek egy jelentős részét a begyűjtési körzet nagysága befolyásolja, amely megszabja a szállítási távolságokat, a feldolgozó kapacitások elhelyezését és nagyságát. Ma legfeljebb a pellet készítés és felhasználás versenyképes, de amennyiben a gáz és olajárak emelkednek a hulladékok hasznosítása javulhat.

2.5.3 Prognózisok

A prognózisok azt jósolják, hogy a biomassza energetikai célú hasznosításának szerepe a teljes megújuló energia felhasználáson belül a jövőben is meghatározó marad. Az ebben rejlő ok, hogy a biomassza energetikai célra történő hasznosításához szükséges technológiák már jelenleg is rendelkezésre állnak (a technológiák természetesen folyamatosan fejlődnek, jó példa erre a második generációs bioetanol gyártó üzemek fejlesztése, az egyre nagyobb hatásfokú, automatizált kazánok, korszerű villamosenergia termelő blokkok megjelenése), így a tüzelőanyag váltás viszonylag egyszerűen megoldható. A biomassza energiahordozóval történő energiatermelés mind forrás, mind termelés oldalon jól tervezhető és szabályozható, így nem állnak fenn az esetlegesség és szabályozhatóság olyan problémái, mint például a nap- vagy szélenergia hasznosítás terén.

A biomassza alapú energiatermelés nem csak hogy hatékonyabbá teszi a mezőgazdaságban és állattartásban keletkező melléktermékek és hulladékok hasznosítását, de a gazdaságok által termelt alapanyagok felhasználásának, valamint az előállított végtermékek értékesítésének lehetőségeit is bővíti. Ennek köszönhetően a gazdaságok piaci környezet változásaira bekövetkező érzékenysége csökkenhet, az alapanyag felhasználás és végtermék előállítás terén rugalmasabbá válhat, jelentősen növelve ezzel versenyképességüket.

2.6 Biogáz

A biogáz a szerves anyagok anaerob erjedése során képződik. Rendkívül sokoldalúan felhasználható termék, amely hasonlít a földgázhoz.

Előállítására bármely mezőgazdasági gazdaságban és kommunális szférában képződött szerves anyag alkalmas. Maga a gázképződés folyamata nem feltétlenül mesterséges, lejátszódik tengeröblökben, mocsarakban és hulladéklerakók területén, viszont a gáztermelődéshatásfoka megsokszorozható különböző beavatkozásokkal.

10 kg konyhai hulladékból 1,5 m³ biogáz állítható elő, amely közel megegyezik 1,0 m³ földgázzal, ez az érték 11 liter benzinnel felel meg, amely átlagosan 10 Km út megtételére elegendő.

A biogáz termelésnek biológiai feltétele, az alapanyag megfelelő szerves- és szilárdanyag tartalma. A folyamat lezajlásához szükséges az acetogén és a metanogén baktériumok jelenléte, valamint anaerob környezet és állandó, kiegyenlített hőmérséklet (25-60C°). A minél nagyobb mennyiségű gáz képződéséhez, aprított és vegyes alapanyagra és folyamatos keverésre van szükség.

A biológiai metántermelés lényegében három fő részre osztható. Először a hidrolizáló mikroorganizmusok bontják a polimereket, majd a monomereket, oligomereket megemésztik. Ezt követően az acetogén baktériumok a hidrolizáló baktériumok által fel nem használt oligo-, illetve mono-szacharidokat, zsírsavakat, aminosavakat és illó szerves savakat acetáttá és hidrogénné alakítják át, ezt követően a metanogén mikroorganizmusok szigorúan anaerob körülmények között elvégzik a metanogenezist. A mikroorganizmusok metán és szén-dioxid keverékeként állítják elő, a biogázt.

A biogáz 50-70%-ban tartalmaz metánt, 28-48% szén-dioxidot és a maradék 1-2%-ban egyéb gázt. A biogáz fűtőértéke az összetevőkben a metán részarányától függ, így ez az érték 18-25 MJ/Nm³ között változik. A fűtőérték növelhető sűrítéssel és a széndioxidtól való megtisztítással is. Tisztítással a földgázzal gyakorlatilag egyenértékű gáz is előállítható.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

jellemző	m.e.	földgáz	biogáz	depóniagáz
CH ₄	%	94-98	50-70	45-55
CO ₂	%	0-3	27-42	30-35
N	%	0,3-4	0-1	15-25
egyéb gázok	%	0-0,2	0-3	0-3
fűtőérték	MJ/Nm ³	32-40	18-25	15-17
sűrűség (15C°)	kg/m ³	0,8-0,9	1,1-1,15	1,15-1,2
robbanási konc.	%	5-15	9-23	9-23
CO ₂ kibocsájtás	kg/kg	2,8	2,5	n.a.
oktánszám		120-130	105-120	n.a.

Gázok jellemző adatai Forrás: Dr. Bai Attila- A biogáz

Lehetséges felhasználási területe üzemanyagként történő hasznosulása. Előnye, hogy helyben termelt anyagból lehet üzemanyagot előállítani, jövedelmet biztosítva a gazdáknak, és ugyanakkor helyben lehet értékesíteni a fogyasztók felé. Környezeti előnye a kevesebb káros-anyag kibocsátás, ugyanakkor megerősíti a mezőgazdasági monokultúrák alkalmazását. A biogáz az 1 ha-ra vetített, megtermelt üzemanyag mennyisége és a megtehető km-ek tekintetében, a legjobb mutatókkal rendelkezik a többi bioüzemanyaggal szemben. (Dr. Kovács Attila: Vitaindító a bioüzemanyagokról, 2007. II. évfolyam, 1. szám)

Összetétele és fűtőértéke nagymértékben függ a kiindulási szerves anyagtól és a technológiától. A biogázok átlagos fűtőértéke: 22,0 MJ/m³. Általában elfogadott érték szerint 1 számosállat napi trágyamennyiségével termelhető biogáz energia- tartalma 0,8 kg tüzelőolajéval egyenlő. A gyakorlatban elérhető szélső értékek 0,2 - 1,0 kg tüzelő- olajnak megfelelő energiatermelés.

A megtermelt biogázt fűtési igények kielégítésére (gázkazánokban) és/vagy villamosenergia-termelésre, földgáz-hálózatba való betáplálásra is lehet használni. A biogáz-fejlesztés után

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

visszamaradó erjesztett trágyát biotrágyának (biohumusz) nevezik, ami teljes értékű, jól kezelhető, szagtalan, kertek, parkok trágyázására jól használható anyag.

		átlag	hasznosítható biogáz
állati trágya	sertés	445	338
	szarvasmarha	200	152
	baromfi	465	353
	ló	250	190
	juh	200	152
mezőgazdasági melléktermék	búzaszalma	250	190
	rozsszalma	250	190
	zabszalma	300	228
	kukoricaszár, csutka	420	319
	napraforgószár	300	228
	repceszalma	200	152
kertészeti növénymaradék	elefántfű	495	376
	fű	415	315
	nád-káka	215	163
	lomb	250	190
szennyvíziszap		525	399

különböző kiinduló szerves-anyagokból kinyerhető biogáz mennyiségek Forrás: Gyulai Iván- A biomassza dilemma,2009.

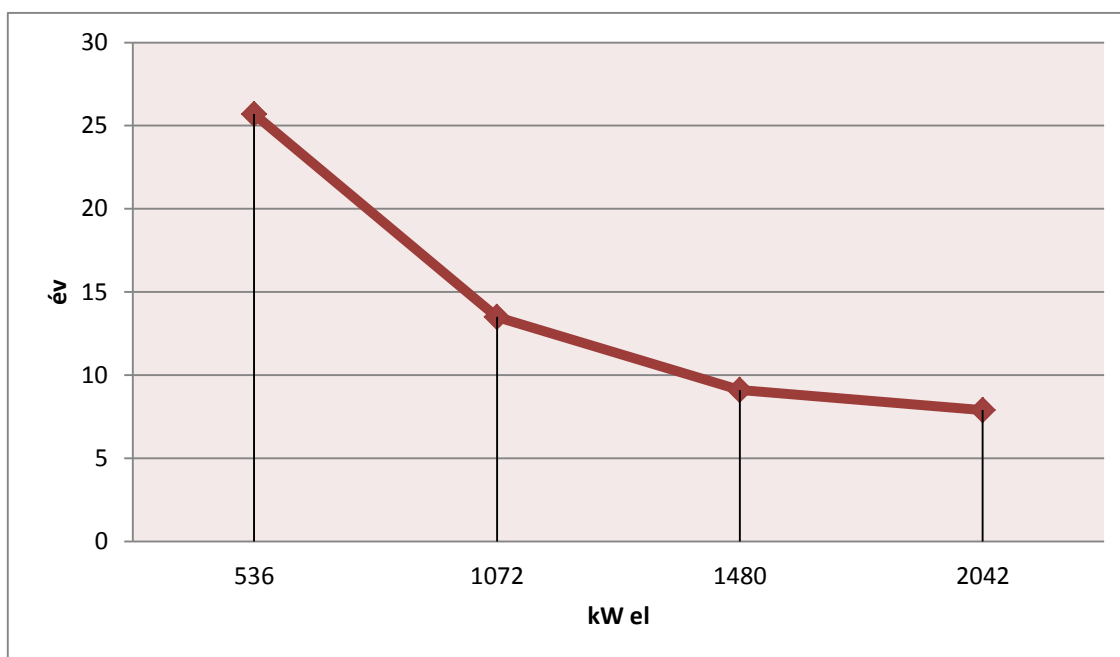
A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

A biogáz hasznosítás előnye, hogy egyébként költségesen kezelendő hulladékok ártalmatlanítását lehet elvégezni, miközben energia és mezőgazdasági tápanyag termelődik. Magyarországtól eltekintve széles körben működő, bejáratott technológiáról van szó, de hasznosító üzemek már találhatóak nálunk is.

alapanyag		javasolt technológia	
minőség	jellemző	megnevezés	jellemző
növényi	nagy szárazanyag tartalom, kevés mikroorganizmus	szakaszos erjesztés	nagyobb fajlagos gázkihozatal, jól kezelhető és értékesebb szilárd biotrágya
almos trágya	nagy szervesanyagtartalom, jelentős mikrobatartalom, gyommagvak, paraziták		
kommunális hulladék	kicsi szervesanyagtartalom, jelentős ballasztanyag		
szennyvíz	kicsi szervesanyagtartalom, esetleges nehézfém szennyeződés	folyamatos erjesztés	kisebb energiaveszteség a fermentor fűtésénél, egyszerű lecsapoás, újrátöltés, nem igényel sátortető mozgatást, a teljes automatizáció lehetséges
hígtrágya	kicsi szervesanyagtartalom, korlátozott felhasználhatóság		

*Alapanyagok jellemzői és javasolt technológiák
Forrás: Dr. Bai Attila- 2008*

Egy biogáz üzem telepítésének megtérülését az alábbi grafikon szemlélteti.



Megtérülési idő
Forrás: Dr. Bai Attila- 2008

2.6.1 Biogázból villamosenergia

A termelés történhet tüzelőanyag-cella, illetve gázmotor segítségével. Mindehhez jó minőségű biogázra van szükség, ezért áramtermeléskor szükséges a tisztítása.

A tüzelőanyag-cella segítségével a különböző vegyületekben tárolt energiát elektrokémiai úton elégetve lehet elektromosságot előállítani. Hatásfokuk magasabb, károsanyag-kibocsájtásuk pedig kisebb, mint a belső égésű motoroké.

A gázmotor egy speciálisan átalakított Otto-motor, mely forgási energiája villamos energiává alakul egy generátor segítségével. A motor üzemelése közben hulladékhő keletkezik, melyet hőcserélőkön keresztül lehet felhasználni fűtést ellátó víz felmelegítésére. A gázmotorok eredő hatásfoka meghaladja a 90%-ot, míg a kondenzációs energiatermelés hatásfoka a legjobb esetben sem haladja meg az 50-55%-ot.



Gázmotor

A hazai termőterületek nagyobb nehézségek nélkül tudnának 400 MW biogáz alapú elektromos teljesítményt ellátni. Amennyiben ez megvalósulna hazánk megújuló energiatermelése 10,78 %-ra növekedne. Az FVM elképzelései szerint 2010-ig 100 MW elektromos kapacitást lehetne biogázból kiépíteni megfelelő ösztönzők mellett. 1 MW elektromos teljesítmény évi 7 500 üzemóra termelés esetén 20 000 tonna cirok/kukorica szilázsából valósítható meg. Durván számolva, 500 ha-ról lehet 1 MW kapacitást ellátni, így 50 000 ha termőterületet kellene kivenni az élelmiszer vagy takarmány célú termelésből. A biogáz a bioetanolhoz szemben a növény felhasználása után lebontási maradékot juttat vissza szerves tápanyag formájában a talajba, míg a bioetanol alapanyaghoz tápanyag utánpótlást kell biztosítani mű- trágyával. (Fuchs Máté: A németországi EEG biogázra vonatkozó szabályozásának összehasonlítása a magyarországi rendeletekkel, Bioenergia, 2008. III évfolyam 4. szám)

2.6.2 Biogáz tüzelésű gázmotoros erőművek Magyarországon

2008-ban 5 biogáz üzem működött Magyarországon, és 36 000 gigawattóra villamos energiát állítottak elő. 15 projekt volt indítás alatt 2009 júliusáig. Az állattenyésztő gazdaságoknak nyújtott 120 milliárd forintos támogatás 33 üzem biogáz hasznosítására ad lehetőséget, adta hírül az FVM. (www.biogas.hu)

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

- Nyírbátor, Debrecen, Nyíregyháza (1,6 MW hő és villamosenergia termelés)
- Tatabánya (Bánhida) 3 MW

Település	Biogáz alapanyag	Adatok
Várda	szennyvíziszap, állati trágya, növényi hulladék	
Kapuvár	takarmányhulladék, kukorica szilazs	526 kW-os elektromos teljesítmény
Dömsöd	mezőgazdasági hulladék	11 GWh
Tamási	állati trágya, növényi hulladék	7,5 MW-os teljesítményű biogáz és bio erőmű
Mohács	szennyvíziszap	1300-3900 kWh hő és villamosenergia
Csengersima	állati híg és almos trágya, szennyvíz, növényi hulladék	536 kw elektromos teljesítmény
Megyer		
Kaposvár	cukorgyári melléktermék	teljes energiatermelő kapacitása napi 2,3 MJ
Észak-Pest	szennyvíziszap	
Kecskemét	melléktermékből	évente 1,7 millió kWh villamos energia
Pálhalma	szervestrágya, hulladék, silókukorica, vágóhídi melléktermékek	14 GWh/év elektromos energia+16 GWh/év hőenergia

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Sümeg		
Bonyhád	állati híg- és almos trágya, kukoricasiló	625 kW villamos energia, kilitiben ugyanennyi hőenergia
Dabronc		930 kWh áram és 470 kW hőenergia
Klárafalva	növényi hulladék, állati hígtrágya	4,1 GWh elektromos és 3,8 GWh hőenergia előállítása
Abony	trágyalé	névleges teljesítménye 640 kW
Nyírbátor	szarvasmarha híg és almos trágya, növényi hulladék, vágóhídi szennyvíz, étkezési hulladék	7 millió m ³ /év biogáz előállítása, 25 MW villamosenergia
Szarvas	a térség állattartó telepein keletkező mellékterméket hasznosítja	
Hárskút	állati trágya és mezőgazdasági hulladék	
Kenderes-Bánhalma	állati hígtrágya, silócirok, mezőgazdasági hulladék	7 GWh/év

Forrás: Gyulai Iván- 2009

2.7 Atomenergia

Az atomenergia felhasználása az IEA előrejelzése szerint csökkenő, mely oka főként a politikai, társadalmi elfogadásában rejlik. Az atomerőművekkel szembeni fenntartás legközismertebb oka az erőmű balesetektől való félelem és a sugárzó hulladék tárolásának problémája.

Az atomenergia megítélése nem egységes a világon, de az Európai Unió (EU) belül sem. Tény azonban, hogy az EU-ban a villamosenergia termelés körülbelül egyharmadát az atomenergia adja, mely jelenleg a legnagyobb európai szénmentes energiaforrás.

Az atomenergia alkalmazásának éghajlatvédelmi szempontbóli előnye, hogy képes a növekvő villamosenergia igényt minimális szén-dioxid emisszió és környezetterhelés mellett megvalósítani. A megújuló energiákkal kapcsolatos technológiai fejlesztési igényt, az alacsony energia-sűrűség és nagy terület igény, a technológiák viszonylagos fejletlensége és a villamosenergia-rendszer szabályozhatóságára gyakorolt kedvezőtlen hatása kívánja meg.

Az atomenergia hosszú távon csak az ún. negyedik generációs erőművek kifejlesztésével tartható fenn. Az új technológia alkalmazásával

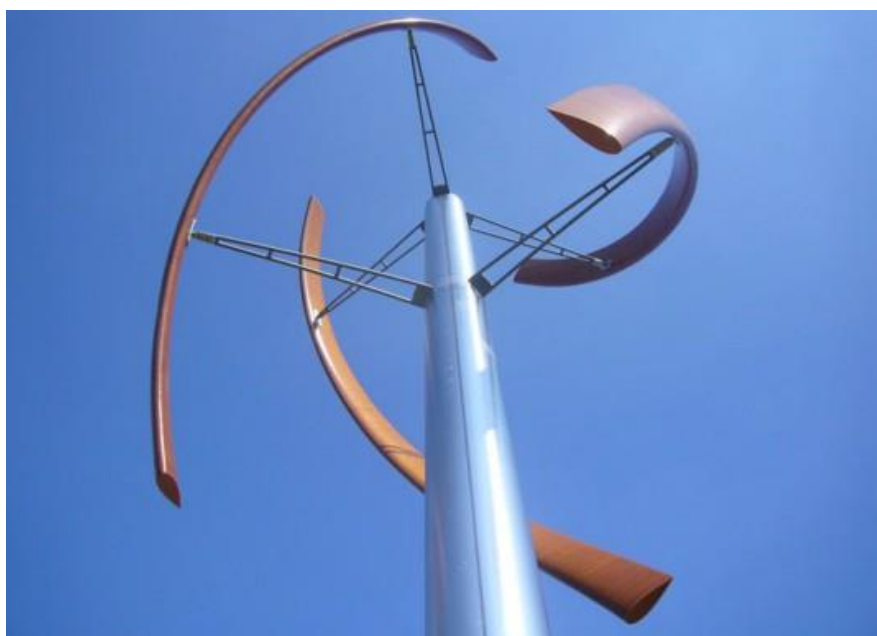
- az urán fűtőanyag energiájának sokkal nagyobb részét kinyerhetővé válik,
- tiszta plutónium előállítása nem merül fel,
- a hosszú felezési idejű transzurán összetevőknek csak elenyésző mennyisége kerül hulladéktárolóba, így a tárolás időtartama lerövidíthető.

A Paksi Atomerőmű 1976-ban alakult, négy darab nyomottvizes reaktort tartalmaz, beépített teljesítménye pedig 1850 MW. A reaktorok hatásos teljesítménye $3 \times 460 + 470$ MW, hőteljesítményük egyenként 1375 MW, ezáltal a hatásfokuk 34% körüli. Az 1-es blokk 1982-től üzemel, a 4-es blokk pedig 1987-től. Ez az erőmű adja az ország energiatermelésének 40 %-át, és a 2001-es évben 14180 GWh energiát táplált az országos hálózatba.

2.8 Új és kísérleti technológiák

2.8.1 Szélenergia

A szélenergia hasznosítását korábbi időkben is sokrétűen alkalmazták. Mára, a sokrétű kutatások eredményeképpen egyre hatékonyabb technológiai fejlesztések eredményeképpen, rendkívül előrehaladott technológiai megoldások vannak jelen. A fejlesztésekkel foglalkozó cégek a minél nagyobb teljesítményű és jobb hatásfokú szélturbinák előállítására törekednek. Ezzel szemben az Enessere olasz cég 3 kW-os Hercules szélturbinájának kialakításának a célja a hatékonyság és energiatermelés helyett inkább a design.



Hercules szélturbina forrás: internet

Abu Dhabiban az Eole Water cég egy olyan víznyerési módszerrel kísérletezik, amely a levegő páratartalmából nyeri ki a vizet. Jelenleg egy 30 kW-os szélturbinát tesztelnek, amely a levegőt felforrósítja, majd áthaladva egy hűtőberendezésen lecsapódik a nedvesség. A teszt turbina 500-800 liter tiszta vizet képes előállítani naponta.



Az Eole Water szélturbinája, forrás: internet

Az Alstom cég a világ legnagyobb szélturbináját fejlesztette ki, amelyet a francia partoknál terveznek üzembe helyezni. A cég 500 ilyen berendezést tervez telepíteni a tengerre. A szerkezete 100 m magas, amely 30 méter mély alapokon áll és a tömege 1500 tonna. A lapátok hosszúsága 73,5 m, a lapátok 150 méteres kört írnak le.

2.8.2 Napenergia

2008 óta folytatnak kutatásokat a Massachusetts-i Műszaki intézetben a napenergiájának hasznosításával kapcsolatban. A fejlesztés lényege, hogy minél nagyobb felületen történhessen a napenergia hasznosítása. Ezért, egy olyan szerves anyagokból álló festéket fejlesztettek ki, amely az ablakok felületére feltéve képes katalizálni a fényt és integrálni azok belsejébe. Az üveg maga optikai rostlemez funkciót tölt be, amely a fényt kifelé vezeti és energiává alakítja a keret mentén elhelyezett napcellákon keresztül.

A Sharp szabadalmaztatott technológiája által lehetővé válik a fényelnyelő rétegek hatékony egymásra helyezése. Így, a három fényelnyelő réteg segítségével hatékonyan képes a nap energiáját elektromos árammá alakítani. E mellett optimalizálták az elektródák egymástól való távolságát és minimalizálták a cellák elektromos ellenállását. Így a kifejlesztett napcella hatásfoka eléri a 43,5%-ot, amely jelenleg a legjobb a világon.

Az amerikai energiaügyi minisztérium ARPA-E programja a só-hőtárolóval kombinált napkollektor programot 3,3 milliárd dollárral támogatja. A program célkitűzése az árak radikális csökkentése, számszerűsítve; hogy egy kWh villamos áram előállítása hat dollárcent alá csökkenjen. Ennek a célnak az eléréséhez egy fontos lépés a Holotchnics cég új technológiája. Eddig közel 18.000 különböző hőtárolási módozatot próbáltak ki, de a jelenlegi, legfrissebb technológia már igen kecsegtető eredményeket tud felmutatni. A technológia lényege, hogy a nap hője által megolvasztják a sót, amit később hőszigetelt tartályban tárolnak. Amikor szükséges, vizet forralnak fel a tárolt hőenergia segítségével és gőzturbinákkal elektromos áramot állítanak elő. A korábbi technológiák 565C°-ra tudták felhevíteni a sót, a jelenlegi változattal 700C° fokra képes fölmelegíteni azt, de további fejlesztéssel elérhető az 1200C° is. Ezzel a technológiával az új rendszer jelenleg háromszor annyi napenergiát tud hasznosítani, mint más, korábbi olvadékos napkollektorok.

Magyar vonatkozása is van a napenergia hasznosítás fejlődésének. Egy magyar fejlesztésű parabolikus napkollektor jelent meg a piacon, mely tömeggyártása egyelőre még forrás hiányában nem indult meg. A fejlesztést a Megasolar- Zöldenergia Kft. végezte. A „Solar Maxima” elnevezésű kollektor mára meggyőző mérési eredményeket produkáló parabolikus napkövető rendszer. A kollektoron 80%-os hatásfok mérhető, és beépítésének megtérülése harmada a hagyományos napkollektoros rendszereknek.



Solar Maxima forrás: internet

A napenergia hasznosítás leggyakrabban emlegetett új technológiája az organikus PV napelem. Ennek a fejlesztésnek 2 fő iránya van. A félvezető organikus polimerek, amelyek a vékonyrétegű napelemhez hasonló tulajdonsággal rendelkeznek. A fényérzékeny festett cellák a természetes fotoszintézist utánozzák. A zöld klorofil helyett vörös festékréteg nyeli el a fotonokat. A víz bontása helyett a fémrétegben elektronokat mozgat, mellyel elektromos feszültséget állít elő. A hordozó felülete lehet üveg, fém, műanyag. Nagy előnye ennek a technológiának, hogy nem érzékeny annyira a beesési szögre, mint a hagyományos technológiák. Hátránya, hogy jelenleg csak 4%-os hatásfokkal működik, 2 \$/W az előállítási költsége és az élettartalma mindössze csak 3-5 év.

2.8.3. Víz energia

Bár a vízenergia hasznosítása is messzi időkre nyúli vissza, jelenleg is több irányú kutatás folyik ezen a területen. A technológiának a fejlesztését főleg a tengerrel rendelkező államok támogatják. Ilyen, újfajta energiahasznosítási megoldás lehet az úgynevezett „Anaconda”. Jelenleg a 8 méteres eszköz tesztelése zajlik egy kutatási célokat vizsgáló víztartályban.

A Michigani egyetemen felépített „VIVACE” névre keresztelt berendezés háromszor, de akár tízszer is több energiát képes a hagyományos árapály turbinákoz viszonyítva előállítani, valamint azokhoz képest már sokkal alacsonyabb víz sebesség mellett is képesek energiát termelni. Az ozmotikus energia és annak felhasználását 1997 óta kutatják Norvégiában, de csak most nyílik meg a világ első ozmotikus erőműve. A kezdetekben a várható 2-4 kW-os teljesítményt 10 KW-ra tervezik megnövelni. A technológia lényege, hogy a víz a sós vízbe áramlik egy mesterséges membránon áthaladva és ezzel igen nagy, 120 méter magas vízoszlop nyomásával megegyező statikai nyomást hoz létre. Ezt használja ki az ozmotikus erőmű, energiatermelésre.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása



Ozmotikus erőmű, forrás: internet

A Hammerfest Strom HS1000 típusú turbinája működése alapján nagyon hasonlít a szélturbinákhoz, ennek ellenére a víz energiájának a hasznosítására tervezték. Az áramlás irányát követve a turbina az eredeti állapothoz képest 180°-kal elfordítható. Magassága 30 méter és 1 MW teljesítményre képes. Egyelőre a tesztelését fejezték be eddig.



HS 1000, forrás: internet

2.8.4 Biomassza

A biomassza energetikai felhasználásának egyik leginkább kutatott növénye az alga. Sokan úgy tartják, hogy ez a természetben igen nagy mennyiségben előforduló növény jelenthet megoldást az energiaigények egy jelentős részének a kielégítésére. A kutatások ezen a területen főként a bioüzemanyag előállítására irányulnak. Azért ideális alapanyag az alga, mert évente többször is hoz nagy tömegben terméket. A legkorszerűbb algatelepeken a növényt csövekben termesztik. A növényi olaj hektáronként termelhető mennyisége 100-300 szorososa a szójababénak.



Alga lámpa forrás: internet

Bioüzemanyagként eddig főként az etanol előállítása jött szóba, melyet pillanatnyilag a hagyományos fosszilis üzemanyaghoz keverve szokták felhasználni. A jelenlegi kutatások során kiderült azonban, hogy az algákból gazdaságosan butanol is előállítható amely fűtőértékét tekintve kedvezőbb, mint az etanol, ráadásul kevésbé maró hatású és a jelenlegi hálózatokban is szállítható.



Alga telep forrás: internet

Hátránya viszont, hogy amennyiben nem a természetben előforduló algákat használják fel, hanem telepeken állítják azokat elő, akkor nagymennyiségű műtrágya felhasználására van szükség a tervezett produkció előállításához. További hátránya, a termelése és a felhasználása során keletkező, a levegőbe kerülő légszennyező anyag.

2.8.5 Intelligens elektromos hálózat

A smart grid jelentése intelligens hálózatot takar. A European Regulators Group For Electricity and Gas szerint az intelligens hálózat olyan „elektromos hálózat, amely költséghatékonyan integrálja a rácsatlakozó összes termelő-fogyasztó magatartását annak érdekében, hogy gazdaságos, fenntartható villamosenergia-hálózatot biztosítson alacsony veszteségekkel, továbbá biztonságos és magas minőségű áramellátást tegyen lehetővé.



Smart Grid rendszer forrás:internet

A smart grid rendszer bevezetése csökkentheti a világ mára jobbra elavult elektromos infrastruktúrájára eső óriási terhelést.

Felhasználói oldalon lehetővé válna a saját energiafelhasználás szabályozása, ezzel elérve, hogy az olcsóbb áram idején működhessenek a berendezések. Ez a lehetőség nem csak a fogyasztói oldalon eredményezne pozitív hatást, hanem a hálózat üzemeltetői oldalon is, mivel csökkenhetnének a nagy fogyasztási csúcsok, javítva ezzel a rendszer megbízhatóságát és hatékonyságát.

Fontos szerepe lehet a rendszer megjelenésének a megújuló energiák minél nagyobb arányú elterjedésében. A csúcsidőben a megfelelő mennyiségű áram termelés érdekében a fosszilis energiahordozókat felhasználó erőművek működhetnének főleg, mivel a szél és a napenergia hasznosítás nem alkalmas a stabil energiatermelésre.

A közlekedésben is változásokat hozhat a váltás, ugyanis a jövőben várható elektromos autó piac bővüléséhez nem lesz szükség újabb erőművek építésére, mivel a meglévő kapacitás elég lehet az igények kielégítésére.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

A nap és a szélenergia nem kielégítő megoldás a csúcsok biztonságos ellátására, mivel nagy ezek energiatermelésének ingadozása. A kirakós egyik fontos eleme, tehát az „okos” rendszer bevezetése mellett az energia tárolás megoldása, ugyanis a kettő ötvözésével nagyobb mennyiségű megújuló energia tárolása válik majd lehetővé.

Az energiatárolás eszközei lehetnek különféle akkumulátorok, lendkerék, kondenzátor és más egyéb technológia.

Gazdasági szempontból hosszabb távon megtérül az intelligens rendszer bevezetése. Az egyik legnagyobb hálózati és kommunikációs cég a Cisco előrejelzése szerint a smart grid piaci mérete a következő 5 évben \$ 100 milliárd dollár.

Az új technológia bevezetése stabilabbá, megbízhatóbbá teszi a hálózatot, ezáltal a nagyobb áramkimaradások és más előre nem látott problémák megjelenése ritkábbá válhat.

Smart Grid bevezetésének okai	
megbízhatóság	29,07%
megatakarítási költség	24,49%
energia hatékonyság	16,33%
igény	17,07%
energia áramlás irányítása (ellátás)	11,63%
megújulók integrálása	9,66%
közösségi/természetvédelmi hasznok	14,40%

Amerikai felmérés,forrás: internet

A smart grid elterjedése Magyarországon egy ideig még nem valószínű, pedig az amúgy is erősen leterhelt villamosenergia hálózat elavult, és szűk keresztmetszetű, emellett pedig egyre növekvő kapacitás igényrel kell számolni a jövőben.

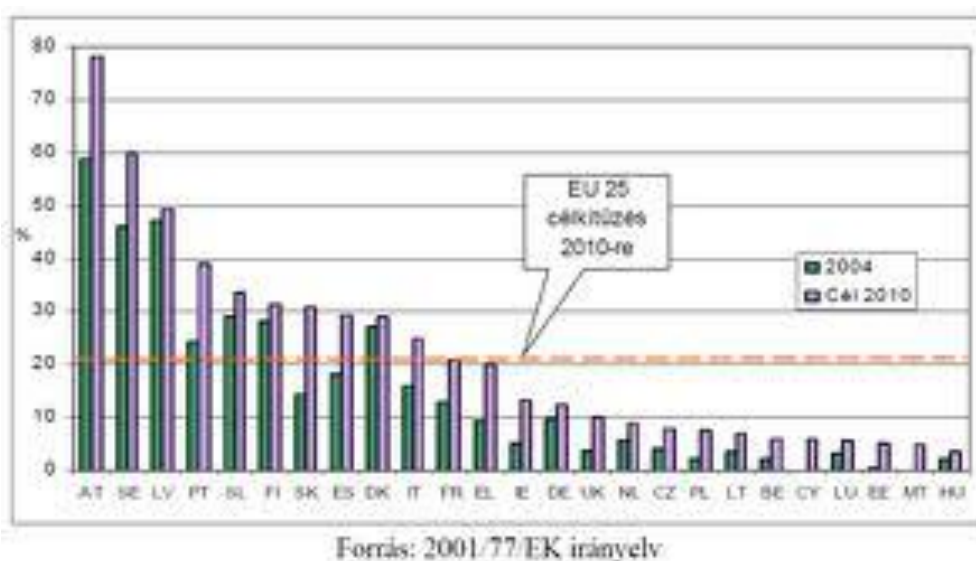
A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

A rendszer bevezetéséhez és működtetéséhez új, diverzifikáltabb díjszabási rendszer kialakítására volna szükség. Mindezeket azonban meg kell hogy előzze a szabályozás. Ráadásul a hálózathoz tartozó többletköltségeket - az áramszolgáltatók álláspontja szerint - a rendszerhasználati díj nem fedezi. Ezen felül a hasznok és költségek megosztása sem tisztázott.

3. A MEGÚJULÓ ENERGIA VILLAMOSENERGETIKAI RENDSZERBEN TÖRTÉNŐ HASZNOSÍTÁSA

Az EU megújuló energia felhasználás növekedése az elmúlt évtizedben csak a villamosenergia-ágazatban volt jelentős. Nagy részben a 2001-ben elfogadott uniós irányelvnek köszönhetően az átlag 2010-re elérte a 19%-ot, amivel közel került a megújuló villamos energia részarányára vonatkozó 21%-os célkitűzéshez.

Ezen belül, az egyes tagországok megújuló alapú villamosenergia részarányra vonatkozó célkitűzései:



Néhány országot kiemelve: a vízenergia-felhasználásnak köszönhetően kiemelkedik Ausztria, Svédország és Lettország, egyéb megújuló energiaforrásaiknak köszönhetően szintén magas részarányal rendelkeznek Szlovénia, Dánia, Portugália.

Magyarország az Európai Unióhoz való csatlakozáskor kötelezettséget vállalt arra, hogy a megújuló bázisú villamosenergia-termelés részaránya 2010-re elérje a 3,6%-ot. A tagországok közül Magyarország a legalacsonyabb vállalást tette, amelyet a 2005-ben elért 4,5%-kal sikerült teljesítenie. A részarány teljesítése néhány, korábban széntüzeléses erőművi blokkok tisztán biomassza tüzelésre történő átállításának, valamint a megújuló energiaforrásokkal kevert vegyes tüzelésre való áttérésének volt köszönhető.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

A teljes energiafelhasználásban 3%-ot képvisel a fa, de ezek a korábbi széntüzelésű erőművek faapríték tüzelésre való átállása miatt a tűzifa kereslet, s vele a tűzifa ára is emelkedett. Az erőművek átállása gazdaságossági szempontokkal indokolható elsősorban, amelynek az oka az ún. zöld áram korábban kedvezőnek mondható átvételi ára, illetve a befektetők versenyképességét javította, hogy a barnaszénes erőművek, közgazdasági szempontból elsüllyedt költséget képviselnek. Mivel nem versenyképes, s környezetileg sem megengedhető létesítményt tesznek nagyon alacsony átállási költséggel környezetileg elfogadottá (legalábbis a szabályozási oldalról) és versenyképessé, ezért a befektető számára lényegesen olcsóbb megoldás ez, mint egy zöldmezős beruházás megvalósítása.

Az ábra a hazai villamosenergia-termelés forrásszerkezetét ábrázolja:

Megnevezés	1900	2000	2005	2006	2007
Barnaszén	4607	3196	1327	1229	762
Lignit	2605	4905	5132	5460	6042
Feketeszén	942	797	517	340	546
Összes szén	8154	8888	6976	7029	7350
Fűtőolaj	914	4267	406	534	599
Földgáz	4498	6970	12337	12979	15116
Összes szélenergia	0	0	10	43	110
Vízenergia	179	179	209	198	210
Biomassza			1612	1215	1499
Egyéb megújuló			300	413	340
Atomenergia	13731	14190	13934	13461	14677
Mindösszesen	27463	34420	35743	35859	39880

forrás: MVM

Az előző táblázat kiegészítéseképpen, a hazai villamosenergia-termelés megújuló energiaforrás szerkezete (a Magyar Energia Hivatal forrása szerint):

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Víz	194	171	206	203	186	210	209
Biogáz	11,2	15,6	15	27	32	28	36
Szél	1,1	3,3	5,4	10	43	81	204
Biomassza	0	75	655	1612	1278	1404	1812
Depóniagáz							10
Összesen	206,	264,9	881,4	1852	1539	1723	2271

Forrás: Magyar Energia Hivatal: Megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia Magyarországon (GWh)

3.1 Magyar Villamosenergia ipar működésének áttekintése

Hazánkban a környezetbarát villamosenergia-termelés támogatásának keretfeltételeit a villamos energiáról szóló 2001. évi CX. törvény (régii VET) teremtette meg. A létrehozott ún. kötelező átvételi rendszer két támogatást is nyújtott. Egyrészt kötelezte a közüzemi nagykereskedőt, illetve a helyi áramszolgáltatót a villamos energia átvételére. Másrészt az átvett villamos energia után a piaci ár feletti ún. támogatott átvételi ár kifizetését is garantálta. Az átvételre kötelezettek a rendszerirányítótól az átvételi árak és a közüzemi nagykereskedelmi (hatósági) díjak különbsége alapján számított „kompenzációt” (KÁP) kaptak. A KÁP fedezetét pedig a rendszerirányítási díjba épített díjelem („KÁP-díj”) finanszírozta.

A támogatás működési kereteit a 56/2002-os GKM rendelet rögzítette. Ennek értelmében 2003-tól kezdve az 50 MW névleges villamos kapacitás alatti kapcsolt termelésből származó villamos energiát, illetve az 50 MW feletti, távhő célra hőt értékesíthető erőmű villamos energia termelését a területi szolgáltatóknak kötelessége volt átvenni hatóságilag rögzített árakon. A szabályozás tüzelőanyag-típusonként, mérettől és zónaidőnként differenciált támogatott árat határozott meg. Az 50 MW feletti erőművek, illetve a 6 MW feletti, nem távhő célra értékesítő erőművek villamosenergia-termelését közüzemi áron vették át a szolgáltatók, míg az egyéb kapcsolt erőművek által termelt villamos energiáját a közüzemi árnál magasabb áron.

A 2007. közepén elfogadott új villamos energia törvény jelentősen megváltoztatta a kötelező

átvételi rendszer finanszírozási oldalát. A közüzemi ellátásra (és átvételi kötelezettségre) épülő KÁP rendszert a Mavir által működtetett zöld mérlegkörös ún. KÁT rendszer váltotta fel. Az új mechanizmussal megszűnt a rendszerhasználati díjba épített ún. KÁP-díjjelem, valamint a rendszerirányító által kezelt ún. KÁP-kasszából történő kifizetés.

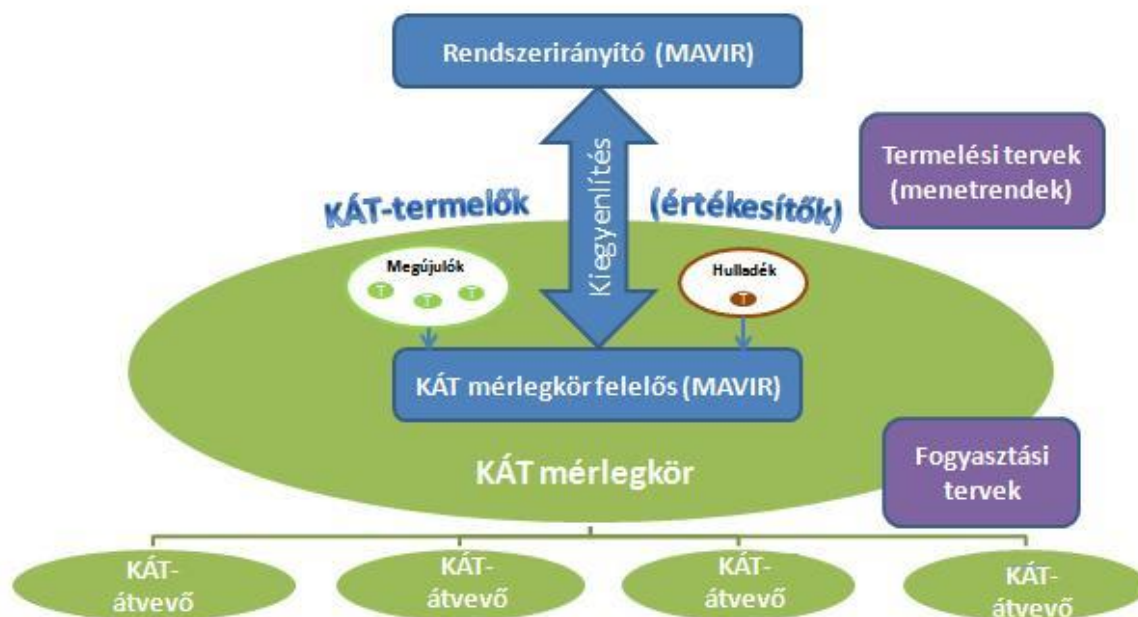
A kötelező átvétel keretében összesen 18 TWh villamos energia után 153,4 Mrd Ft KÁP került kifizetésre 2003 és 2007 között, ami kWh-ként átlagosan mintegy 8,5 Ft fajlagos támogatásnak felel meg. Kategóriák szerinti bontásban a kifizetések 30%-a a megújuló bázisú, míg 70%-a a kapcsolatlan termelt villamos energiához köthető.

A megújuló bázisú „KÁP”-os villamosenergia-értékesítés öt év alatt több mint tízszeresére nőtt. Az átvett mennyiség több mint 90%-a az ún. vegyes tüzelésű erőművekből származik, de az időszak végére a szélerőművek értékesítése is látványosan emelkedett. Az 5 MW alatti vízerőművek által kiadott villamosenergia nagysága az időszak egészét tekintve nem változott számottevően. A zöld áram értékesítés növekedését jelentősen befolyásolta, hogy a Hivatal a 2005. évi VET módosítás alapján a már működő erőművekre is éves átvételi „kvótát” és támogatási időszakot határozott meg.

A kötelező átvételi rendszer hazai alkalmazásának keretfeltételeit a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény (a továbbiakban: VET), a rendszer működésének részletesebb szabályait pedig „a megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsolatlan termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról szóló 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet”.(a továbbiakban: KÁT rendelet), valamint „az átvételi kötelezettség alá eső villamos energiának az átvételi rendszerirányító által történő szétosztásáról és a szétosztás során alkalmazható árak meghatározásának módjáról szóló 109/2007. (XII. 23.) GKM rendelet” (a továbbiakban: Szétosztási rendelet) tartalmazza.

3.2 A KÁT mérlegkör működése

villamos energia mennyiségének szétosztása és elszámolása. A rendszer működését az alábbi ábra illusztrálja:



A KÁT mérlegkör működése
Forrás: MAVIR

A VET alapján a Magyar Energia Hivatal (a továbbiakban: Hivatal) határozatban állapítja meg minden megújuló forrásból vagy hulladékból nyert energiával villamos energiát termelő értékesítő részére a KÁT rendszer keretében átvehető villamos energia mennyiségét és az átvétel időtartamát. (A fosszilis bázisú kapcsolt hő-és villamosenergia-termelés 2011. július 1-jével kikerült a KÁT rendszer hatálya alól.) Az időtartam lejártával, vagy az átvételi időtartamra engedélyezett összes kvótamennyiség idő előtti felhasználásával a kötelező átvételi rendszerben történő értékesítési jogosultság megszűnik. A KÁT rendszer keretében átvehető villamos energia mennyiségének és az átvétel időtartamának meghatározásával biztosított, hogy a termelő legfeljebb a befektetés megtérüléséig kapja a támogatást.

A támogatott átvételi ár különbözik megújuló energiaforrásból, illetve hulladékból termelt villamos energia esetében, továbbá az átvételi árak differenciáltak a méret (névleges villamos teljesítőképesség), a jogosultság megszerzésének időpontja (2008. január 1-je előtt vagy után), a zónaidő, valamint részben technológia (napenergia, szélenergia) alapján is.

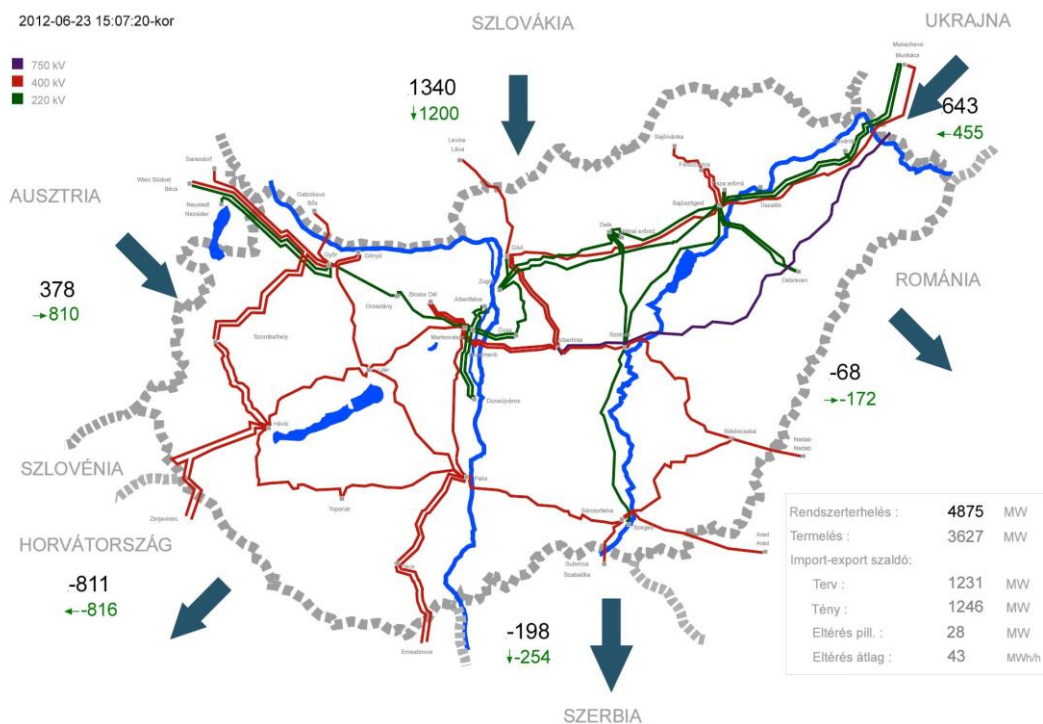
A 2008. január 1-jét megelőzően jogosultságot szerző, megújuló energiaforrást vagy hulladékot felhasználó termelők számára az átvételi ár évente az előző évi infláció mértékével megegyezően változik.

A 2008. január 1-jét követően jogosultságot szerző, megújuló energiaforrást vagy hulladékot felhasználó termelők átvételi ára egy ún. hatékonyságjavítási tényezőt is tartalmaz, így a korrekciós tényező az előző évi fogyasztói árindex egy százalékponttal csökkentett értékének felel meg.

A villamosenergia-fogyasztók alapvető elvárása, hogy bármelyik pillanatban rendelkezésükre álljon a szükséges mennyiségű, megfelelő minőségű villamos energia. A villamos energia egy különleges termék, a felhasználókhöz juttatásához egy teljesen külön infrastruktúra szükséges (távvezeték hálózat), nem lehet szokványos módon szállítani valamint nem lehetséges mindenhol gazdaságosan és nagy mennyiségben tárolni. Ebből adódóan országos szinten minden pillanatban éppen annyi energiát kell termelni az erőművekben, amennyit a fogyasztók felhasználnak. A Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR) feladata, hogy ezt az **egyensúlyt fenntartsa, a fogyasztás változásához** minél jobban próbálja hozzáigazítani az **erőművi termelést**, valamint gondoskodik az **energiaellátás biztonságáról** is.

A **MAVIR** honlapján az alábbi ábrán ötperces frissítésben közli a magyar villamosenergia-rendszerleg fontosabb adatait.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása



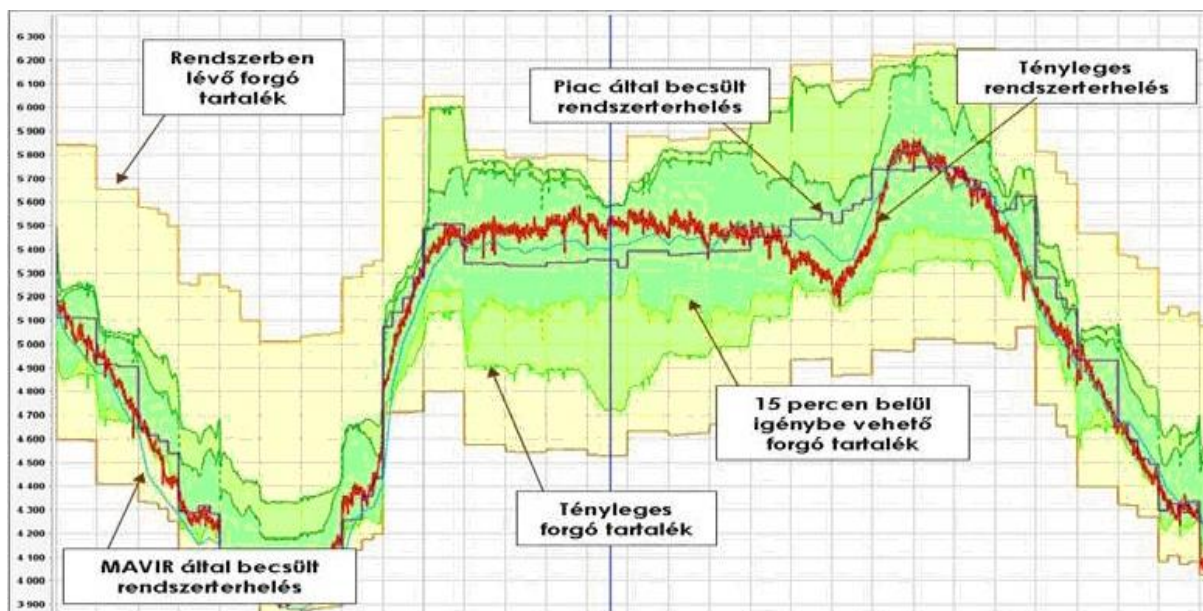
Forrás: MAVIR

A villamosenergia-piacon megtörtént piacnyitást követően, új feladatként jelentkezett a MAVIR-nál a piac koordinálása.

3.3 ...a mechanizmus működése

A rendszerirányító minden nap egy előzetes menetrenden keresztül értesül a várható fogyasztásról a kereskedőktől, valamint saját becslést is készít, hogy az adott napon negyedórás bontásban mikor mekkora terhelés várható. A fogyasztás a korábbi tapasztalatok alapján igen jól becsülhető, de teljes pontossággal így sem jósolható meg az értéke. Ezért van szükség az ún. szabályozási tartalékokra, vagyis a rendszerirányító bizonyos erőműveket vagy szabályozható fogyasztókat utasíthat a termelés, ill. fogyasztás változtatására, amiért szabályozási díjat fizet. A MAVIR éves, nyílt versenytárgyalás keretén belül köti le a szabályozási tartalékapacitásokat. Az energia elszámolása érdekében a kereskedők egy vagy több tagból álló mérlegkörökbe tömörülnek.

A termelés-fogyasztás egyensúly változása a frekvencia névleges körüli ingadozásában jelentkezik.



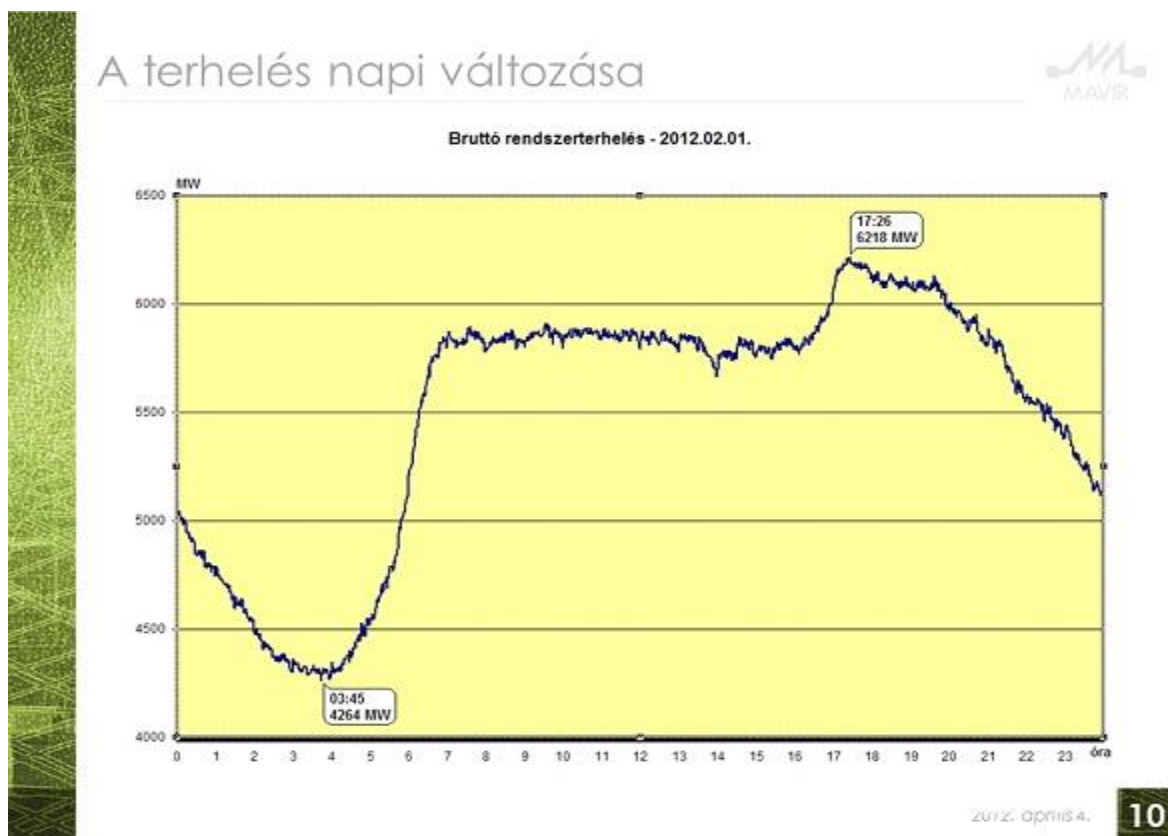
Forrás: MAVIR

Ha fogyasztói oldalon több villamos energiát vesznek ki a hálózathoz, mint amennyi mechanikai energia az erőművekben forgatja a generátorokat, akkor a hiányzó mennyiséget a forgó gépek forgási energiája fogja pótolni, így a gépek forgási sebessége csökkenni fog, ami a rendszerfrekvencia csökkenését vonja maga után. Fordított esetben, amikor túlermelés jelentkezik, akkor természetesen ennek az ellenkezője, a frekvencia növekedése fog következni. Az esetek nagy részében a frekvenciát az 50 Hz körüli ± 20 mHz intervallumon belül kell tartani, nagy üzemzavarok esetén ± 200 mHz eltérés a megengedett. A frekvencia nagymértékű csökkenése vagy növekedése komoly problémát okozhat a villamosenergia-rendszerben. A kritikus értékek kb. 47,5 Hz valamint 52,5 Hz. Ha ezek alá, ill. fölé kerül a frekvencia, akkor erőművek eshetnek ki a szinkron üzemből, így a termelésből is, ami tovább súlyosbíthatja a helyzetet, legrosszabb esetben a villamosenergia-rendszer teljes összeomláshoz is vezethet.

3.3.1 A rendszerfogyasztás jellemző adatai és fő befolyásoló tényezői

Jellegzetes görbét mutat a villamosenergia-fogyasztás napon belüli változása. Jól megfigyelhetőek rajta a szokásos emberi tevékenységek. A legkisebb terhelés hajnali 3 és 4 óra közé tehető. 6 órától kezdődően intenzív növekedés látható, majd 8 órától relatíve

állandó, viszonylag magas terhelés mutatkozik. 14 óra környékén egy ideiglenes csökkenés figyelhető meg, a gyárakban történő műszakváltás miatt. A napi csúcsterhelés évszaktól függően sötétedéskor jelentkezik. A maximális és minimális terhelés aránya kb. 1,5-re tehető, ezt kell követni napi szinten a termeléssel.

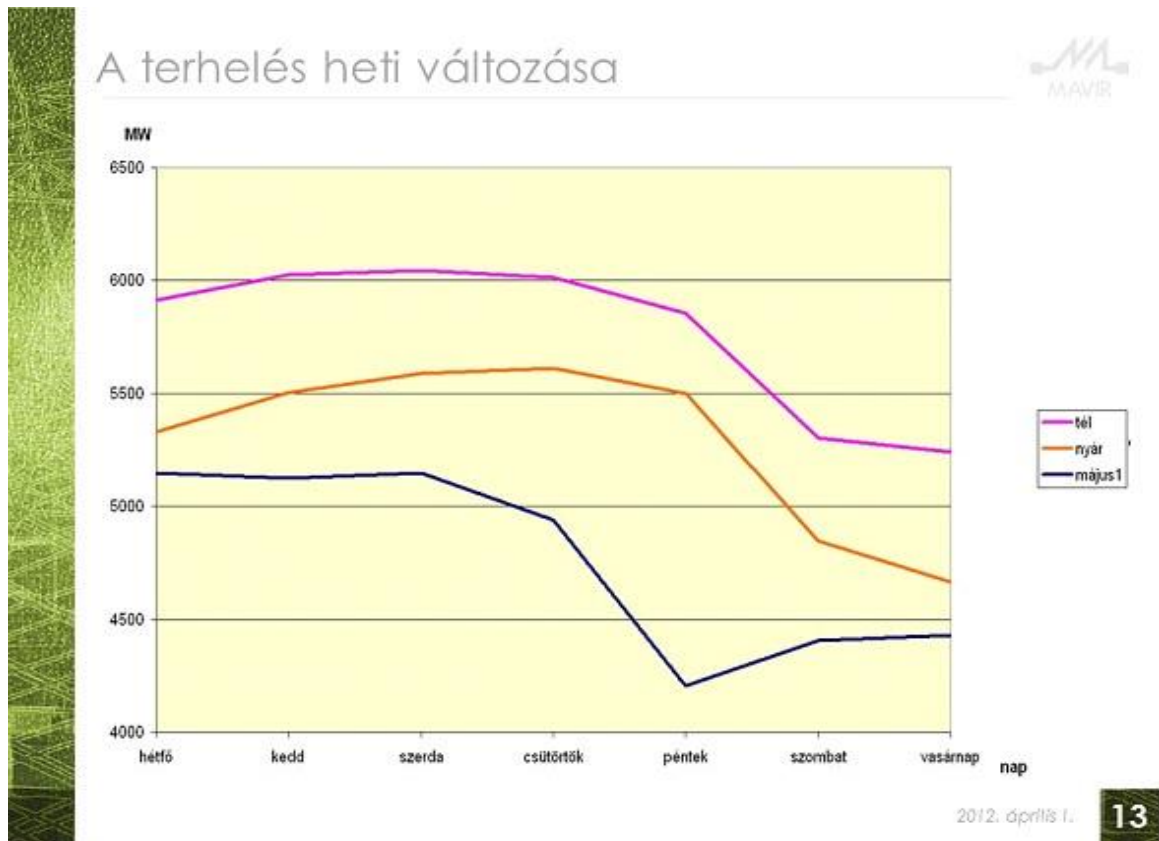


Forrás: MAVIR

A téli és nyári csúcsterhelések között egyre inkább csökken a különbség, ami döntően a légkondicionáló berendezéseknek köszönhető. Amíg 2001-ben 1,3-szoros volt az arány a téli fogyasztás javára, 2011-re már minimálisra csökkent a különbség.

A fogyasztást rengeteg tényező befolyásolja, például az időjárás, az évszakok, a munka- és szabadnapok, az iskolai tanrendek és az óraátállítás is.

A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása



Forrás: MAVIR

4. A MEGÚJULÓK (SZÉL ÉS NAP ENERGIA) HATÁSA A VILLAMOSENERGIA HÁLÓZATRA – ENERGIAÁTVITELI ÉS TÁROLÁSI LEHETŐSÉGEK

Az előző fejezetekben áttekintettük a magyar megújuló energia helyzetét a világ- és a magyar energia szektor viszonylatában is, melyről az EU felé vállalt kötelezettségeket, a megjelent statisztikákat és az előrejelzéseket tekintve az alábbi összefoglalót szeretnénk közölni:

Egy, az Európai Bizottság számára készült tanulmány szerint hosszabb távon technológiák relatív beruházási költségében várható jelentősebb költség csökkenés: a tenger hullámból nyert energia, a fotovillamos energia, a naperőmű, valamint a szélenergia. Az összes többi technológia 2020-ig várható kezdeti beruházási költség- csökkenése 10% alatt marad.

Ám a bevezetőben a fenntartható fejlődéssel kapcsolatosan is említett követelményeknek megfelelően, az energiaszerkezet kialakításakor, kiválasztásakor; az egyes energiatermelési módok értékelésekor a környezetre gyakorolt hatás mellett más szempontokat is figyelembe kell venni, ezek például: a gazdaságosság (beruházási és üzemeltetési költségek, a termelt energia versenyképessége) a villamosenergia rendszerre gyakorolt hatás (szabályozhatóság, infrastruktúrafejlesztés szükségessége) és az elsődleges energiaforrás rendelkezésre állása és felhasználásának hatékonysága.

Ha a megújulókon belül a szél-, és a napenergia jelentős beruházási költség csökkenése bekövetkezik, akkor szembe kell nézni azzal a fő problémával, hogy a primer energiaforrás nem szabályozható és kiszámíthatatlanul változik, az energia rendelkezésre állása az időjárási körülményektől függően változik.

A nagy erőművek és a nemzetközi kapcsolatok a 220 és 400 kV-os hálózatokra csatlakoznak, míg a kisebb erőművek a 110 és 20 kV-os hálózatra (pl. szélerőmű parkok, illetve 1-2 MW-os erőművek).

A villamosenergia-rendszerben a fogyasztók többé-kevésbé szabadon, technológiai igényük szerint fogyasztanak energiát a nap folyamán. Ezekből az individuális terhelési görbékből áll össze a jól becsülhető országos teljesítményigény.

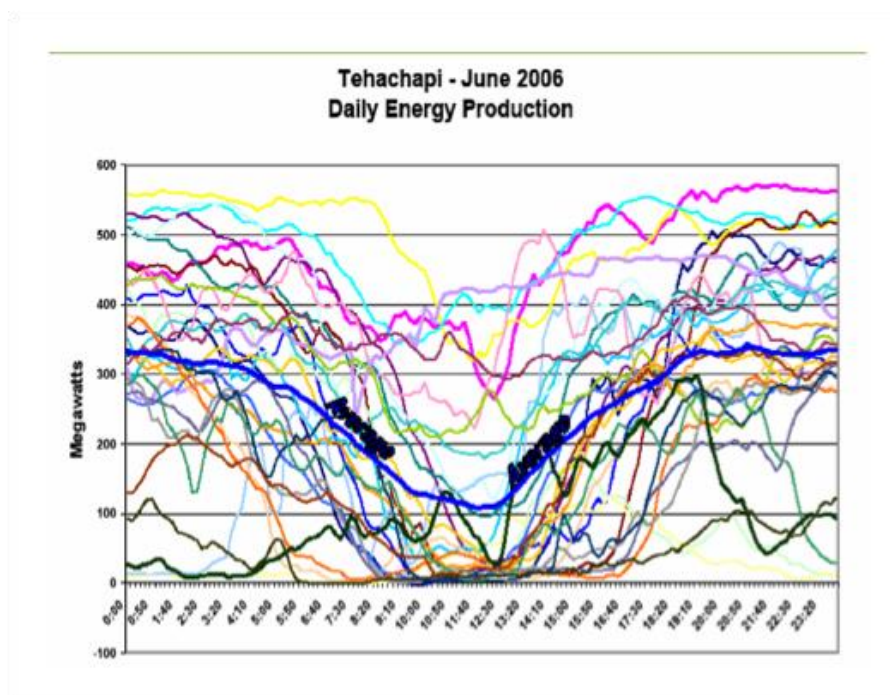
A megújuló energiaforrások elterjedésének hatása a villamosenergia-rendszer szabályozására, a problémák és a hiányosságok feltárása

Az országos fogyasztási igényt a független termelők a MAVIR rendszerirányító koordinálásával elégítik ki.

Az energiarendszer üzeme szempontjából a legfontosabb a termelés és fogyasztás egyensúlya, és a termelés balanszírozására elsősorban a gázturbinák, olajos-gázos-szenes szabályozós erőművek és a vízerőművek egy része alkalmas. Ebbe a hagyományos energiaellátási képbe „zavar” bele a nehezen tervezhető, időjárásfüggő szélenergia vagy napenergia alapú termelés.

4.1 Szélenergia hatása

Egy szélerőmű napi termelésére mutat példát a következő ábra:



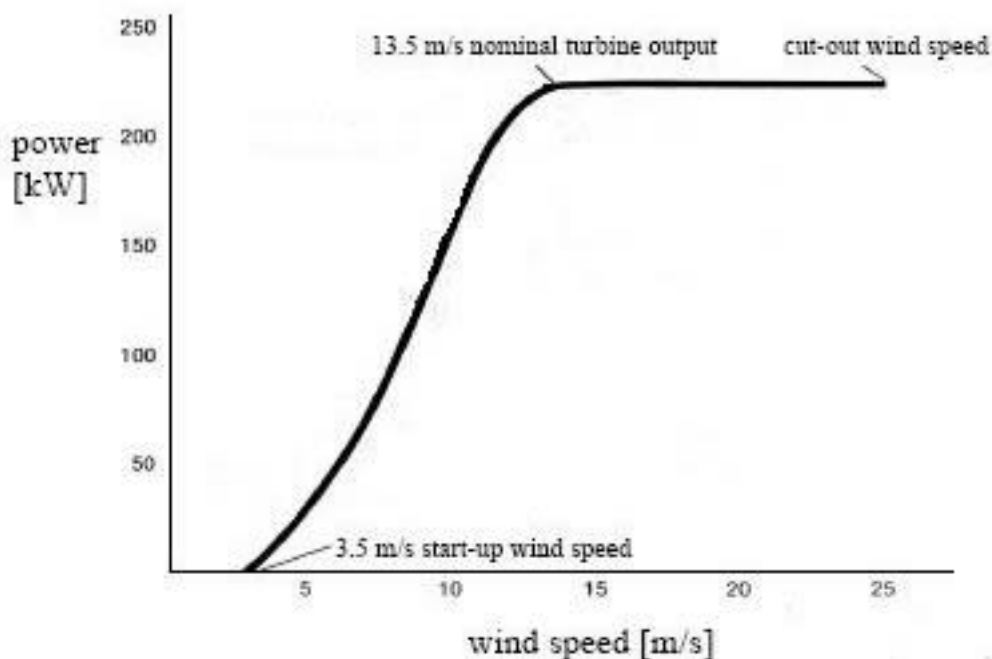
Forrás: www.altenergystocks.com

A fenti ábrából is látható, hogy a szélerőművek terjedése felett érzett öröme nem felhőtlen a rendszerirányítónak, mivel a jól tervezhetően termelő és szabályozható hagyományos erőművek mellett megjelenik egy viszonylag pontatlanabban tervezhető, időjárásfüggő termelő is.

A jelenleg alkalmazott szélerőművek tipikus teljesítménye 2 MW körüli, de már kereskedelmi forgalomban kaphatók a 3 MW-os egységek is. A Magyarország területére telepített szélerőművek átlagos kihasználtsága 20 % körüli, de a legkedvezőbb helyre telepített

gépeknél ez elérheti akár a 22-24 %-ot is. Ez azt jelenti, hogy egy 2 MW-os szélérőmű éves villamosenergia termelése kb. 3500-4000 MWh.

Az alábbi ábra alapján megállapítható, hogy a szélérőművek kb. 3 m/s-os szélességnél kezdenek el termelni, és maximális teljesítményüket pedig csak 12-13 m/s-nál (kb. 45 km/h) érik el. Ezen két szélesség érték között karakterisztikájuk köbös jellegű, vagyis a kiadott teljesítmény a szélesség 3. hatványával arányos, ami azt eredményezi, hogy ebben a tartományban viszonylag kis szélesség változás is nagy kimenőteli teljesítmény-változást eredményez.



Forrás: Internet:<http://www.mstudioblackboard.tudelft.nl>

A szélérőművek villamosenergia termelési jellegzetességeinek vizsgálata alapján a nem csak az a kérdés, hogy mi van ha nem fúj a szél. Hanem az, hogy mi van akkor, ha fúj és a villamosenergia hálózat tehetetlensége ezt miképpen tudja/vagy tudja-e egyáltalán tolerálni. A rendszerirányító részéről a gyakorlatban ennek a belépő többlet teljesítménynek a kiszabályozása (valamint az ekkor megtermelt energia elhelyezése) jelentheti a nagyobb problémát, mivel ez a teljesítmény-változás elérheti a beépített szélérőmű teljesítmény 80%-át is.

A fentiek alapján tehát a rendszerirányítónak a szélerőművek kiszabályozása során arra kell felkészülnie, hogy folyamatosan rendelkezésre álljon a beépített szélerőmű kapacitás kb. 10%-ával azonos mértékű fel- és leirányú perces tartományú tartalék, valamint a rövidtávú előrejelzések alapján a megfelelő időpontban legyen elegendő (a beépített szélerőmű kapacitás akár 70-80 %-ával azonos mértékű) órás le-, majd felszabályozási tartalék a rendszerben.

4.2 Energiatárolás kiegyenlítő szerepe

Sok szélerőmű együttes csatlakozása a nagy energiarendszerek üzemeltetése számára kihívást jelent. Ezzel a rövid kitérővel azt szeretnénk demonstrálni, hogy a világban már számos működő szél – tározó együttműködő rendszer létezik.

Jelentős fejlődést mutatnak a „hagyományos” akkumulátor megoldások is, melyek mindegyike egyre csökkenő fajlagos költséggel, egyre növekedő egységteljesítménnyel rendelkezik.

A megújuló energia tárolásának egy kézenfekvő formája a hidrogénné alakítás, annál is inkább, mert ez az anyag közvetlenül üzemanyaga lehet gépjárműveknek a robbanómotor vagy tüzelőanyag cella révén, miközben az időjárásfüggő termelés kevésbé zavarja meg a villamosenergia-rendszer folyamatainak tervezhetőségét.

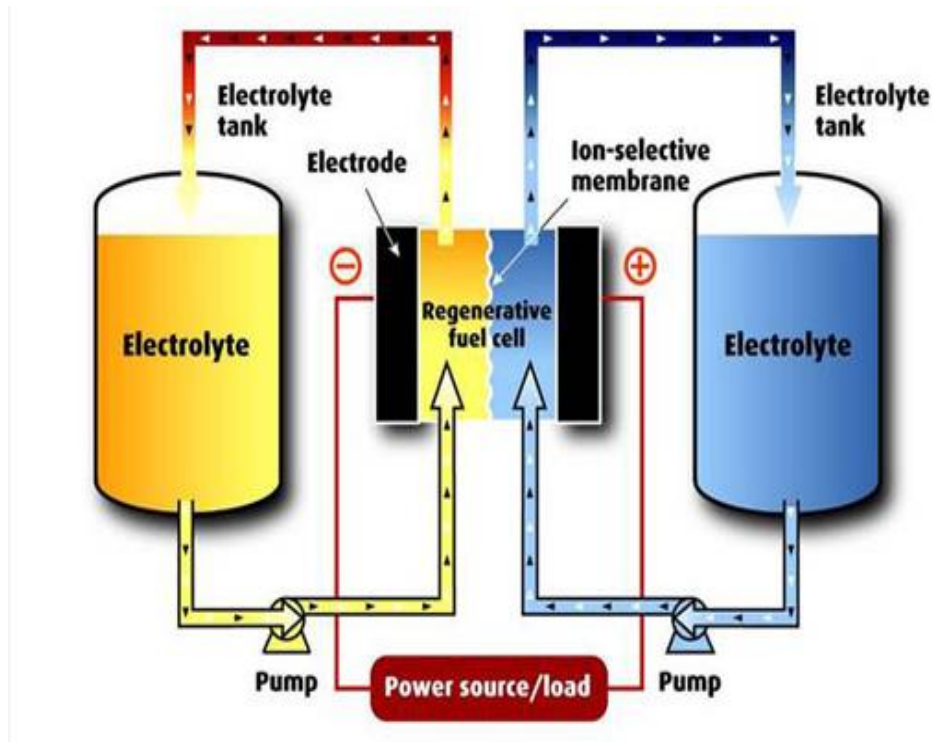
A ma felhasznált hidrogén jelentős mennyiségét környezetszennyező módon szénhidrogénekből (földgáz) állítják elő. A folyamat melléktermékeként üvegházhatású gázok is keletkeznek, illetve a földgáz, mint primer energiahordozó mennyisége is csökken.

Jelenleg kereskedelemben is kapható számos hidrogénfejlesztő berendezés, melyek villamosenergia segítségével vizet bontanak oxigénre és hidrogénre. Egységteljesítményük akár több száz kW-os is lehet.

Az energiatároló rendszereken belül, eme ismert elektrokémiai eljárás mellett más tüzelőanyag cella típusok is előfordulnak. Ezek teljesítménye, élettartama igen változó lehet. Reményt keltő a vanádium redox elem (VRB) energiatároló rendszer, amely a gyártó kanadai-kínai cég véleménye szerint 5 kW fölött gazdaságosan üzemeltethető, ráadásul az élettartama is korlátlan lehet a hagyományos akkumulátorokkal szemben.

További előnyként könyvelhető el a modularitás, mely lehetővé teszi a kimenő teljesítmény és a tárolókapacitás független méretezését.

A berendezés vázlatos képe:



Forrás: Tim Hennessy, Prudent Energy, 2012

Az energiát a vanádium különböző ionos formáiban kémiaiag tárolja egy híg kénsavas elektrolit oldatban.

Az elektrolitot szivattyúk mozgatják a műanyag tartályokból a cellákba protoncserélő membránokon (PEM) keresztül, ahol is az elektrolit egyik formája elektrokémiaiag oxidálódik, a másik pedig redukálódik. Ez egy elektronáramot indít el, melyet az elektródákon keresztül lehet egy külső áramkörbe táplálni. Ez a reakció megfordítható, tehát az akkumulátort fel lehet tölteni, kisütni, majd újratölteni.

4.3 Napenergia hatása

A PV villamosenergia termelés jellegéből fakadóan a napos (nappali) időszakra korlátozódik. A napkelte időpontja az év során helyi időben 04:44 és 07:30 között, míg a napnyugtáé 15:54 és 20:46 között változik. Ez alapján a napelemek villamosenergia termelése általában reggel 5-7 és este 16-20 óra közötti. Ideális esetben – nagyjából egy gauss görbe szerint alakul nyári és téli időszakban a vízszintes felületre beérkező napsugárzás:



forrás: [internethttp://www.futesuzlethaz.hu/vakumcsovesnapkollektor3.jpg](http://www.futesuzlethaz.hu/vakumcsovesnapkollektor3.jpg)

A napelemek leadott villamos teljesítménye, és ezzel együtt a villamosenergia termelése szorosan összefügg a napsugárzással, mely a nyári időszakban a legnagyobb.

Naperőművek esetén ez a termelési karakterisztika szintén igen kedvező, hiszen a napelemek a nyári napsütéses időszakban termelik a legtöbb villamos energiát, amikor a légkondicionálásra is legnagyobb az igény.

Számítások alapján megállapítható, hogy a napelemes villamosenergia termelő rendszerek kihasználtsága éves szinten átlagosan 12-14% körüli, ami elmarad a szélerőművek magyarországi 20-22 %-os kihasználtságától.

Villamosenergia előállításához tehát kb. 1,4-szer nagyobb névleges teljesítményű napelem szükséges, mint szélerőmű.

4.4 Energiatárolás erőmű rendszerek előnye

Egy együttműködő megújuló erőműrendszer működtetése a következő elvi lehetőségeket tudja nyújtani az üzemeltető, illetve a rendszerirányító részére:

- megújuló alapú villamosenergia termelés (szél és nap), a várható villamosenergia termelés mennyiségének havi, és éves előrejelzése,
- a várható villamosenergia termelés napon belüli lefutásának előrejelzése 1-2 napra előre, meteorológiai előrejelzések alapján,
- a termelés rövididejű (1-15 perces) és kismértékű (beépített teljesítmény 10%- a) változásának kiegyenlítése,
- a termelés nagyléptékű (néhány órás, a beépített teljesítménynek akár 50-80%-át is kitevő) változásának kiegyenlítése,
- előzetesen leadott menetrend tartása (a termelésbecsléssel készített előzetes menetrendtől való eltérések korrigálása),
- a termelés kiegyenlítése zsinórtermelésre (ez nem feltétlenül kedvező a rendszerirányító számára a völgyidőszak alacsony terhelése miatt),
- völgyidőszakban energiatarolás, csúcsidőszakban betáplálás csúcs/völgy arány javítása),
- perces és órás teljesítmény-szabályozási kapacitás felajánlása a rendszerirányítónak,
- feszültség/meddő szabályozási kapacitás felajánlása a rendszerirányítónak,
- black-start képesség,
- megújuló bázison termelt „zöld hidrogén” előállítás.

A felsorolt lehetőségek mindegyike műszakilag is megvalósítható, azonban gazdaságossági megfontolások miatt ezeknek csak egy része képezheti a tényleges megvalósítás célját. A gyakorlati megvalósítás során figyelembe kell venni a villamosenergia termelő és a fogyasztó berendezések egymáshoz viszonyított teljesítő képességét, valamint a beruházó által tervezett telepítési ütemezést is.

A tanulmány folytatásaként javasolandó a különböző energiataroló rendszerek magyarországi (technológiai, szabályozási, környezeti) adottságaira alkalmazhatóságának vizsgálatát elvégezni.

IRODALOMJEGYZÉK:

- **BAI A:** ADALÉKOK A BIO-HAJTÓANYAGOK VERSENYKÉPESSÉGÉHEZ, BIOENERGIA, 2008. III. ÉVFOLYAM, 1.SZÁM
- **BAI A:** A BIOGÁZ ELŐÁLLÍTÁSA - JELEN ÉS JÖVŐ, 2008. SZAKTUDÁS KIADÓ
- **BÜKI G.:** BIOMASSZA ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSA- BIOMASSZA-TERMELÉS, ENERGIAMÉRLEG. BIOENERGIA, 2007. II ÉVFOLYAM, 6. SZÁM
- **COYLE, W.:** THE FUTURE OF BIOFUELS - A GLOBAL PERSPECTIVE, 2007
- **ENERGIAHATÉKONYSÁGI POLITIKÁK ÉS INTÉZKEDÉSEK MAGYARORSZÁGON,** ENERGIA KÖZPONT KHT. 2009
- **EUROPEAN COMMISSION:** GREEN PAPER FOR A COMMUNITY STRATEGY: ENERGY FOR THE FUTURE: RENEWABLE SOURCES OF ENERGY COM(96)576
- **EUROPEAN COMMISSION:** ENERGY FOR THE FUTURE: RENEABLE SOURCES OF ENERGY, WHITE PAPER FOR A COMMUNITY STRATEGY AND ACTION PLAN COM (97)599 FINAL (26/11/1997)
- **FERENCZI Ö.:** ÁRAMTERMELÉS NAP ÉS SZÉLENERGIÁBÓL – ZÖLDKÖNYVEK CSER KIADÓ
- **GERGELY, K;** VARRÓ, L.: MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK MAGYARORSZÁGON - GAZDASÁGOSSÁGI VIZSGÁLAT. IN ÖKO 2004. XII. ÉVF. 1-2.SZÁM
- **GYULAI I.:** A BIOMASSZA DILEMMA, 2009, MICROPRESS
- **LÁNG, I.:** A BIOMASSZA HASZNOSÍTÁSA: VILLAMOS ENERGIA, HŐENERGIA, HAJTÓANYAG. ÚJ ENERGIA, A JÖVŐ LEHETŐSÉGE, SPRINTER, 2009.

- **MAGYARORSZÁG MEGÚJULÓ ENERGIA HASZNOSÍTÁS CSELEKVÉSI TERVE** 2010-2020.
- **MUNKÁCSY B:** ERRE VAN, EGY FENNTARTHATÓ ENERGIARENDSZER KERETEI MAGYARORSZÁGON, VISION 2040 HUNGARY 1.1, 2011
- **PETZ, E.:** A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK FELHASZNÁLÁSÁNAK STRATÉGIÁJA. BIOENERGIA, 2008, III. ÉVFOLYAM, 1.SZÁM
- **SEMBERY P. – TÓTH L. (Szerk):** HAGYOMÁNYOS ÉS MEGÚJULÓ ENERGIÁK BP., SZAKTUDÁS K., 2004
- **STRATÉGIA A MAGYARORSZÁGI MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK FELHASZNÁLÁSÁNAK NÖVELÉSÉRE** 2008-2020
- **TÓTH P-BÍRÓNÉ KIRCSI A.:** A SZÉLENERGIA HASZNOSÍTÁS 2011. ÉVI LEGÚJABB EREDMÉNYEI, 2012
- **WEO- FACT SHEET**, 2008

INTERNETES OLDALAK:

- WWW.MAVIR.HU
- WWW.MVM.HU
- WWW.ENERGIAKOZPONT.HU
- WWW.OMSZ.HU