

Debreceni Egyetem

Műszaki Kar

Műszaki Alaptárgyi Tanszék



Magyarország és Németország megújuló energiatermelésének összehasonlító elemzése

Készítette: Győri Barnabás műszaki menedzser hallgató

Belső konzulens: Dr. Kulcsár Balázs

Tanszékvezető: Dr. Kocsis Imre

Debrecen

2015.

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Fosszilis energiahordozók hasznosításának történeti áttekintése.....	4
1.1 A szén hasznosítása	5
1.2 A szénhidrogének térhódítása.....	5
1.3 Hazai és németországi fosszilis primer energiaforrások	6
Köszén.....	6
Kőolaj.....	7
Földgáz.....	7
A hazai fosszilis energiahordozók helyzetének összegzése	8
2. Megújuló energiaforrások	9
2.1 Megújuló energiaforrások típusai.....	9
Napenergia	9
Vízenergia	9
Szélenergia	9
Geotermikus energia	10
Biomassza.....	10
2.2 Megújuló energiaforrások hasznosítása.....	11
2.2.1 Napenergia	11
Napenergia termikus hasznosítása	11
Napenergia fotovoltaiikus hasznosítása	12
Napenergia passzív felhasználása	12
2.2.2 A vízenergia	13
Vízérőművek fajtái.....	13
2.2.3 Szélenergia	14
Szélérőművek fajtái.....	15
2.2.4 Geotermikus energia	16
2.2.5 Biomassza.....	16
Szilárd energetikai biomassza	17
Biohajtóanyagok.....	17
3. Magyarország és Németország megújuló energiafelhasználása	19
3.1 Napenergia hasznosítás Magyarországon és Németországban	19
3.2 Vízenergia hasznosítás Magyarországon és Németországban	21
3.3 Magyarország és Németország szélenergia hasznosítása.....	24
3.4 Magyarország és Németország geotermikus energiahasznosítása	27
3.5 Magyarország és Németország biomassza felhasználása.....	30
Magyarország és Németország megújuló energia termelésének összehasonlító elemzése.....	32

Napenergia	33
Vízenergia	34
Szélenergia	35
Geotermikus energia	36
Biomassza.....	37
Összefoglalás.....	38
Felhasznált irodalom	40

Bevezetés

Az emberiségnek létezése során mindig szüksége volt valamilyen energiaforrásra. Kezdetben, a tűz felfedezését követően a fát, mint biomasszát hasznosította lakóhelyeinek fűtésére, világításra és főzésre. Ezt követően a szelet a tengeri közlekedés során, a vizet a gabona megőrléséhez, valamint minden energia forrását a Napot. A második ipari forradalom óta ez a gondolkodásmód drasztikusan megváltozott. Elsődleges energiaforrásaink nem a földfelszínről, hanem az alól érkeznek. A bányászott szénhidrogénekből fedezzük az energiaszükségleteink legnagyobb részét. A szénnek és a szénhidrogéneknek az elmúlt 100 évben jelentősen megnőtt a kitermelése, ez által csökkentek a rendelkezésre álló készletek. Az 1970-es értékekhez képest 2025-re az energiafelhasználásunk meg fog háromszorozódni. Ezt a mennyiséget az emberiség nem képes tartósan, hagyományos módszerekkel biztosítani [2]. A Föld készletei drasztikusan lecsökkentek, azonnali beavatkozásra van szükség a fosszilis energiaforrásokat helyettesítő energiák területén. A megoldás a megújuló energiaforrásokban rejlik, melyek többsége emberi mértékben kimeríthetetlennek tekinthető.

A dolgozatomban bemutatom a fosszilis energiaforrások nemzetközi, hazai és németországi történetét, felhasználását és jövőbeli helyzetét, valamint kitérek a legelterjedtebb megújuló energiaforrások felhasználási lehetőségeire. Tanulmányozom Magyarország és Németország megújuló energiatermelését, továbbá szeretném érzékeltetni a különbségeket a két ország energiatermelési módjainak mértéke között. Választásom azért esett Németországra, mert a megújuló energiaforrások hasznosítása terén élenjáró ország, míg Magyarország jelentős lemaradással a „mezőny” vége felé helyezkedik el. A két ország között, a megújuló energia hasznosítás arányaiban is jelentkező jelentős különbségek adtak okot kutatásaimhoz. Vizsgálatom során bemutatom a hazai és a németországi nap-, szél-, víz- és geotermikus energia, valamint a biomassza jelenlegi hasznosítását. Kiértékeltem a kapott eredményeket, melyek alapján összehasonlítottam a magyarországi lehetőségeket a németországi gyakorlattal. Dolgozatommal tudatosítani akarom, hogy a megújuló energiaforrások hasznosításának szükségessége megkérdőjelezhetetlen és a Föld energiakészleteinek a megóvása, a megújuló energiák széles körű alkalmazása a 21. század egyik legnagyobb feladata.

1. Fosszilis energiahordozók hasznosításának történeti áttekintése

A kőolaj és a földgáz a szénhez hasonlóan évmilliók alatt alakult át a tengerfenéken leülepedett szerves anyagokból, elsődlegesen planktonokból.

A kőolajat régóta hasznosítja az ember, ugyanis „a Közel-Kelet és Amerika egyes területein, a természetes módon a felszínre szivárgó kőolajat” [2] gyógyászati és világítási célokra hasznosították, szélesebb körű felhasználása viszont lassan indult meg. Az első nagyteljesítményű kút, az Egyesült Államok beli Pennsylvaniában, Titusvill közelében létesült. 1859-ben fúratta Edwin Drake ezredes, a kút termelése 10 hordó volt naponta. Ezzel jelentősen meghaladta Románia termelését, amely Európa akkori olajtermelésének legnagyobb bázisa volt [2].

A XIX. századra az amerikai nagyvárosokban gázlámpásokkal biztosították az éjszakai világítást. Ehhez nem földgázt használtak, hanem a város melletti gázgyárakban szén hevítésével állítottak elő világítógázt. A kőolaj felfedezése előtt, azokon a területeken, ahol világítógáz nem állt rendelkezésre, általában bálnaolajat alkalmaztak a világítás biztosítására. Az 1850-es évektől kezdték a petróleumot hasznosítani, amelyet szénből állítottak elő. Kellemetlen szaga miatt csak lassan terjedt el, mint világító eszköz. A petróleum lett az első széles körben elterjedt kőolajtermék, amely lehetővé tette, hogy a clevelandi vállalkozó, John D. Rockefeller olajvállalatot nyisson, és komplett birodalmat építsen a kőolajra alapozva. A belsőégésű motorok felfedezését követően monopolhelyzetet teremtettek az Egyesült Államokban (USA). A benzin felhasználásának drasztikus megemelkedése, és gazdaságtalan előállítás folyamatos kútfúrásokat eredményezett. Míg az első kút csupán 20 méter mélységű volt, addig az 1930-as évekre már 3000 méter mély kutakat is fúrtak. Manapság nem ritka az 5000 méternél is mélyebb. A termelés hajnalán csupán szárazföldeken végeztek fúrásokat. A lelőhelyek csökkenésével megkezdődtek a partokhoz közeli, valamint a tengeri és óceáni olajfúrások is.

A földgázra kezdetekben nem kívánatos melléktermékként tekintettek, és a fűró kutaknál általában elégették, vagy a légkörbe engedték. Robert Bunsen találta fel 1885-ben a Bunsen-égőt, amely a földgáz és levegő megfelelő keverékével egy biztonságos kéklángot hozott létre, amely kiválóan használható volt főzéshez és fűtéshez egyaránt. A második világháború előtt, a földgázt többnyire elégették, mivel hatékony szállítási módja még nem létezett. A vezetékes szállítás csak a későbbiekben terjedt el. Miután a földgáz szállítását és felhasználását biztonságossá tették, hamar megindult a hasznosítása. Ide tartoznak, a lakásokban fűtésére használt vízmelegítők, sütők, kemencék [2].

1.1 A szén hasznosítása

A történelem során a szén volt az első fosszilis tüzelőanyag amit hasznosítottunk. 2007-ben a primer energiaforrásaink 29%-át teszi ki a kőszénfelhasználás. A legtöbb ipari országban a kőszén helyét a kőolaj, földgáz vagy villamos energia vette át [56]. A fejlett ipari országokban a szén legjelentősebb szerepe a villamos energia előállításában van. 2004-ben az összesített szénkitermelés 5,5 milliárd tonna volt, a legnagyobb kitermelő pedig Kína, évi 2 milliárd tonnával. A bizonyított széntartalékok a Földön a mai napig nagyok. A gazdaságosan kitermelhető mennyiséget 1 billió tonnára becsülték, ami a jelenlegi energiafelhasználással számolva 170 évre lenne elegendő. Jelenleg csupán a szén 12%-a vesz részt a nemzetközi kereskedelemben. Ennek legfőbb oka az, hogy a kitermelt szenet az esetek 60%-ban a bánya 50km-es körzetén belül használják fel [2].

1.2 A szénhidrogének térhódítása

A **kőolaj** a mindennapunk szerves részévé vált. A belőle előállított benzin és dízelolaj a legszélesebb körben hasznosított fosszilis fűtő- és üzemanyagok. Az elmúlt 50 év alatt vált a legjelentősebb energiaforrássá. 2004-ben közel 30 milliárd hordó kőolajat termeltek ki, amely a világ energiaellátásának 35%-át adta [56]. Manapság minden nap, közel 82 millió hordót termelnek ki, amely elképesztő mennyiséget jelent. Közlekedésünk és szállításunk vitathatatlanul kőolajfüggő. A kőolajfogyasztásért a szállítási szektor növekedése tehető felelőssé. A globális olajigény a felmérések szerint évente 2%-kal emelkedik. Becslések szerint 2000 és 2020 között a napi olajkitermelés 77 millió hordóról 115 millióra fog nőni. Ez az olajmennyiség jelenleg rendelkezésre áll, azonban ezen készletek többsége politikailag instabil térségekben található (pl. Közel-Kelet, Venezuela), melynek következtében a zavartalan és folyamatos ellátás nem biztosított [2].

A **földgáz** iránti igény az elmúlt évtizedekben sokkal gyorsabban nőtt, mint az olaj vagy kőszén iránti kereslet. A földgáz bőséges rendelkezésre állása miatt a globális piac további gyors növekedését valószínűsítik. Az ára jelenleg versenyképesebb a többi fosszilis tüzelőanyagénál és környezetvédelmi szempontból is sokkal tisztábbnak nevezhető, ugyanis a kőolaj és széntermékekkel ellentétben, ennek a legkisebb a szén-dioxid kibocsátása a légkörbe. 2004-ben a földgáztartalékokat 180 billió köbméterre becsülték, amelynek az energiatartalma nagyobb a bizonyított olajkészletekénél. Hasonlóan a kőolajhoz a tartalékok szintén néhány területre koncentrálódnak, Szibériában és a Perzsa-öbölben található nagyobb mennyiségben.

A földgáz szállítása nagymennyiségben igen egyszerű kiépített csővezetéseken keresztül. Az interkontinentális szállítást, erre a célra átalakított hajókkal végzik, és a földgázt hűtéssel cseppfolyósítva tárolják (LNG). Cseppfolyósítás során valamennyi szennyeződés kikerül és a földgáz csaknem tiszta metánná alakul. Másik átalakítási módszer, amikor a földgázt a földgázkút közelében kémiai gázból folyékonyá (GTL) alakítják és így szokásos tartályhajókkal is szállíthatóvá válik. Az olajárak folyamatos emelkedése miatt egyre elterjedtebb ez a technológia. A földgáz átalakítható a kőolajhoz hasonló könnyű szénhidrogénekké, valamint metanollá [2].

1.3 Hazai és németországi fosszilis primer energiaforrások

Kőszén

Magyarországon kitermelt szénmennyiség legnagyobb hányadát a lignit adja. A lignitre jellemző, hogy nagy a nedvességtartalma. Akár a 40%-ot is meghaladja, ez által csökkentve a fűtőértékét. Felhasználása akkor jöhet számításba, ha nagy mennyiségben, viszonylag a felszínhez közel kerül kibányászásra. Feketekőszén Pécs és Komló környékén termeltek ki, magas szén és kéntartalommal, de 2005-ben megszűnt a hazai feketekőszén-bányászat [55]. Barnakőszén a Dunántúli-Középhegység és az Északi-Középhegység bányavidékein hoznak felszínre. Lignit nagyobb mennyiségben Visonta és Bükkábrány területein található, külszíni fejtéssel, magas nedvességtartalommal. Az utóbbi években a széntermelésben csökkenés tapasztalható. Egyedül a lignit kitermelési mértéke maradt közel változatlan. Az elmúlt években a szén részaránya a hazai primerenergia-felhasználásban jelentősen csökkent, 12%-ra esett vissza. A szén hazánkban fűtési hőenergia-, illetve villamos energia előállítására használják [4].

Németországnak jelentős széntartalékai vannak, becslések szerint közel 2500 millió tonna. 2012-ben a primerenergia termelésük 148 ezer tonna szénrel volt egyenértékű (kivéve atomenergia). 46%-ot a feketekőszén és a barnakőszén tett ki. Németországban legnagyobb szénkitermelés a Ruhr és a Saar vidéken történik.

2012-ben Németország volt az EU egyik legnagyobb feketekőszén importőre és a világ legnagyobb kokszt importőre. Barnakőszén a Rajna-vidéken, Lusatian bányavidéken, keleti- és alsó Szászországban bányásznak [53].

Kőolaj

A hazai kőolaj-kitermelés az elmúlt évtizedekben állandónak mondható. Az olajfelhasználás és import 1977-ig dinamikusan nőtt, de az olajválság kirobbanása után, erőteljes csökkenés vette kezdetét.

A hazai olajtermelést nagyméretű feltérési munkák előzték meg. A dél-zalai területen a Budafa, Lovászi és Nagylengyel mezőt tárták fel 1937 és 1951 között. 1965-ben Algyőn fedezték fel a legnagyobb kőolaj és földgáz lelőhelyet.

A hazai kutak nem képesek fedezni a hazai kőolajszükségleteinket, ezért behozatalra szorulunk. Magyarország Oroszországból importálja legnagyobb mennyiségben a kőolajat, amely a Barátság II. vezetéken, Ukrajnán keresztül érkezik hazánkba. A Szlovákiából érkező Barátság I. kőolajvezeték a szállítási tartalék biztonságát hivatott növelni és ezek mellett épült az Adria kőolajvezeték, amely az egyoldalú importot próbálja mérsékelni [4].

Németországban továbbra is a kőolaj a legfontosabb energiahordozó 32%-os részesedéssel, azonban a felhasználás csupán 2%-át fedezi saját kitermelésből. A fennálló részt importból biztosítják. Németországba kőolajvezetéken és tengeren át, szállítóhajókkal érkezik a nyers kőolaj. A kőolajvezetékek, Oroszországból, Hollandiából, Franciaországból és Olaszországból szállítják a kőolajat Németországba. Finomított olajt is importálnak szállítóhajókkal [54].

Földgáz

Magyarországon 1960-as évek elejétől kezdett dinamikusan növekedni a földgázfelhasználás, amely egészen 1974-ig a hazai földgáztermelésből volt biztosítva. A felhasználás és az import 1985-ig növekedett, majd ezt követően közel állandósult. Míg az 1980-as években a földgázfelhasználás 26-30%-át tette ki a fosszilis energiaforrásoknak, addig ez 2012-ben megközelíti a 40%-ot [52]. A jövőben a földgázimportunk előreláthatólag növekedni fog, mert a felhasználás növekedése mellett, a hazai kitermelés folyamatosan csökken. Jelenleg földgáz Ukrajnán keresztül, a Testvériség gázvezetéken, és az egyoldalú gázellátás mérséklése érdekében az Ausztria és Magyarország között épült HAG (Hungarian Austrian Gas pipeline) gázvezetéken érkezik, melyet 1996-ban helyeztek üzembe [4]. A legújabb gázvezeték Törökország felől, Bulgárián és Szerbián át fogja elérni hazánkat, melynek a neve Déli Áramlat. Tervezett átadási határideje 2018-ban lesz [49].

Németországban 2006 óta 10%-kal csökkent a földgáz felhasználás, de a politikai döntések miatt a földgázfogyasztás a következő években feltehetően növekedni fog. A kormány döntése szerint leállítják az atomreaktorokat és a kieső villamos energia-hiányt

megújuló energiaforrásokból fogják fedezni. Amíg nem sikerül kiépíteni megfelelő mennyiségben megújuló energetikai szektort, addig a hagyományos erőművek veszik át a termelést, továbbá lakossági szinten a földgáz felhasználás folyamatosan kiszorítja a fűtőolajét. Németország Hollandiából, Norvégiából és Oroszországból importál földgázt [54].

A hazai fosszilis energiahordozók helyzetének összegzése

Magyarország energetikai téren nem önellátó ország. Behozatalra szorulunk mind primer (kőolaj, földgáz, szén) és szekunder energiahordozókból (villamos energia) egyaránt. Energiafüggőségünket legnagyobb mértékben a megújuló energiaforrások alkalmazásával lehetne csökkenteni. Ez jót tenne a gazdaságnak is, mert energiafüggőségünket tudnánk csökkenteni ezért kevésbé szorulnánk behozatalra, továbbá a beruházásokkal új munkahelyeket lehet teremteni ami csökkentené a munkanélküliséget, valamint mérsékelni tudnánk káros anyagkibocsátásunkat is.

2. Megújuló energiaforrások

Megújuló energiaforrások, vagy más néven regeneratív energiaforrások emberi léptékkel mérve kimeríthetetlennek mondhatók mert mindig megújulnak. Ezeknek az energiaforrásoknak (nap-, szél-, vízenergia, valamint a biomassa) központi energiaforrása a Nap. Ez alól kivétel a geotermikus energia, ugyanis ott a Föld magjának a hőjét hasznosítjuk. Ezeket az energiaforrásokat szokás alternatív energiaforrásoknak is nevezni, mert fosszilis tüzelőanyagaink szén, kőolaj, földgáz) kiváltására alkalmasak [28].

Továbbiakban az egyes megújuló energiaforrások ismertetése, valamint azok hasznosítási lehetőségei/módja kerül bemutatásra

2.1 Megújuló energiaforrások típusai

Napenergia

A Nap, a naprendszerünk csillaga, amely körül kering a Föld és a Naprendszerhez tartozó bolygók, kisbolygók, stb. A Nap energiát sugároz, az ultraibolya, infravörös és látható fénytartományban egyaránt. A Földfelszínhez a napsugárzás 69%-a jut el, amely a Földön fellelhető energiák túlnyomó részének a forrása. Ez az energia tartja fenn a biokémiai körfolyamatokat és magát az életet is. Közvetett módon a napenergia a forrása más energiáknak, így a szélnek, a biomasszának és a vízenergiának is [14].

Vízenergia

A víz, az élet kialakulásának alapfeltétele volt a Földön. Mintegy 4 milliárd éve van jelen cseppfolyós halmazállapotban és benne alakult ki 3,5 milliárd évvel ezelőtt a szerves élet is. A Föld különleges helyet foglal el a Naprendszerben, ugyanis a Naptól való távolsága, a közel 150 millió kilométer lehetővé teszi, hogy a Földön a víz mind a három formában jelen lehessen (jég víz, gőz,). A Napból a Földre jutó energiamennyiség 23%-a felelős az állandó vízkörforgásért. Ennek az energiamennyiségnek a 99%-a okozza a párolgás-lecsapódás körforgását, amely az emberiség számára kihasználatlan energiát jelent. A megmaradó töredék adja a víz mozgási és helyzeti energiáját. Az állóvizek csak helyzeti és nyomási energiával rendelkeznek, míg az áramló vizeknél megjelenik a mozgási energia is. A vízenergia alatt ezeknek az energiáknak az összességét értjük [2].

Szélenergia

A szél eredetét tekintve szintén a Nap energiájából jön létre. A földfelszínt érő napsugárzás mennyisége nem mindenhol egyenlő, ezért a Föld különböző pontjain nem egyformák a

hőmérsékleti és nyomás értékek. Ez a hőmérséklet-különbség eredményezi, hogy a levegő nyomásában és sűrűségében is különbségek keletkeznek. Ezek a különbségek légáramlást generálnak, mely áramlatok (szelek) egészen addig fennállnak, ameddig a hőmérséklet-, sűrűség- és nyomáskülönbségek ki nem egyenlítődnek. A szélsébséget több tényező befolyásolja. Elsődlegesen az, hogy mekkora légtömegek között áll fenn a különbség, másodlagosan, hogy a hőmérsékletük mennyiben tér el egymástól. Minél nagyobb az eltérés, a szél annál hevesebb lesz [2].

Geotermikus energia

A geotermikus energia a Föld belső hője. A magma hője továbbítódik a szilárd kérgen keresztül a felszín felé. Megkülönböztetünk aktív és passzív geotermikus területeket. Aktív területek például ahol jelenleg is vulkáni tevékenység folyik (Új-Zéland, Hawaii-szigetek, stb.). Passzívenergiának számít a termálenergia, amely a kőzetváz és a benne rejlő rétegvíz energiáját tárolja [2].

Biomassza

A biomassza a napenergia közvetett módú hasznosítása. A mező- és erdőgazdálkodás a napenergia átalakulása. A Földre érkező szerves napenergiát a növények szerves anyaggá alakítják át, amely táplálék, élelem, nyersanyag és energiaforrás is egyben. A jelenleg használt fosszilis energiaforrásaink (kőolaj, szén, földgáz) is az évmilliókkal ezelőtt a Földre érkező napsugárzás biológiailag megkötött és tárolt formája. A biomassza fogalma alatt az összes szárazföldön és a vízben élő, vagy elhalt szervezetek tömegét, vagy mikrobiológiai ipar termékeit, vagy átalakulás után keletkező valamennyi emberi, állati vagy feldolgozott hulladékot értjük. A biomassza keletkezése három csoportra tagolható. Az első csoportba a természetes növényi vegetációt, a második csoportba az állatvilág, illetve az állattenyésztés fő- és melléktermékei sorolhatók. A harmadik csoportba a feldolgozóipar gyártási melléktermékeit, valamint az emberi létezés melléktermékei tehetők [2].

2.2 Megújuló energiaforrások hasznosítása

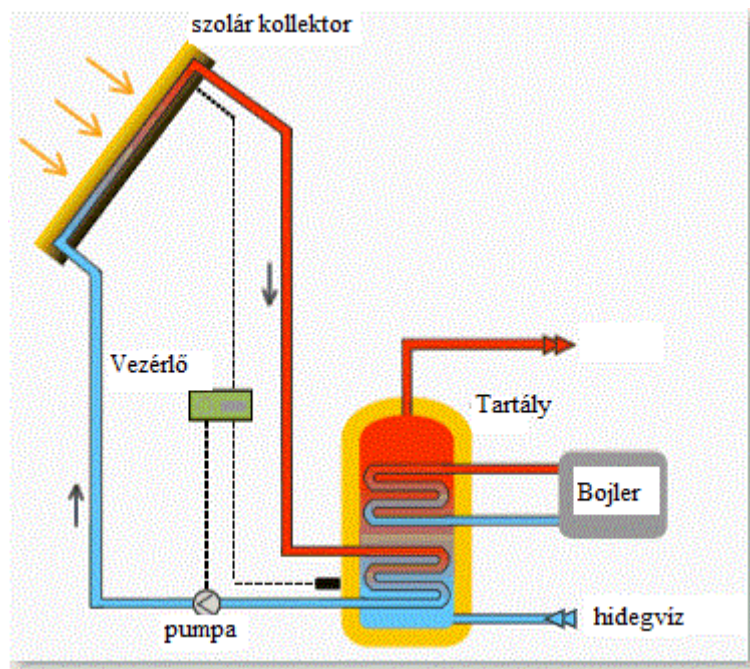
Ebben a fejezetben ismertetem az öt legelterjedtebb megújuló energiaforrás hasznosítási módját.

2.2.1 Napenergia

A napenergia közvetlen hasznosítását két csoportba lehet sorolni. Egyik az úgynevezett aktív hasznosítás, amikor valamilyen külön erre a célra épített eszköz, vagy berendezés (napkollektor, napelem) segítségével alakítjuk át a nap energiáját hővé vagy villamos energiává. A másik a passzív hasznosítás, mikor külön berendezés, vagy kiegészítő eszköz nélkül tudjuk a napenergiát hasznosítani [4].

Napenergia termikus hasznosítása

A termikus napenergia hasznosítás azt jelenti, hogy a Napból érkező energiát folyadék vagy levegő közeget áramoltató átalakító eszköz (pl.: napkollektor) révén közvetlenül hővé alakítják (1. ábra). A felmelegített folyadékot legtöbb esetben meleg víz előállítására használják fel, de más területeken is hasznosíthatóak, mint pl. épületek-, uszodák fűtése, gyümölcsök, növények szárítása vagy a padlófűtés működtetése [4] .



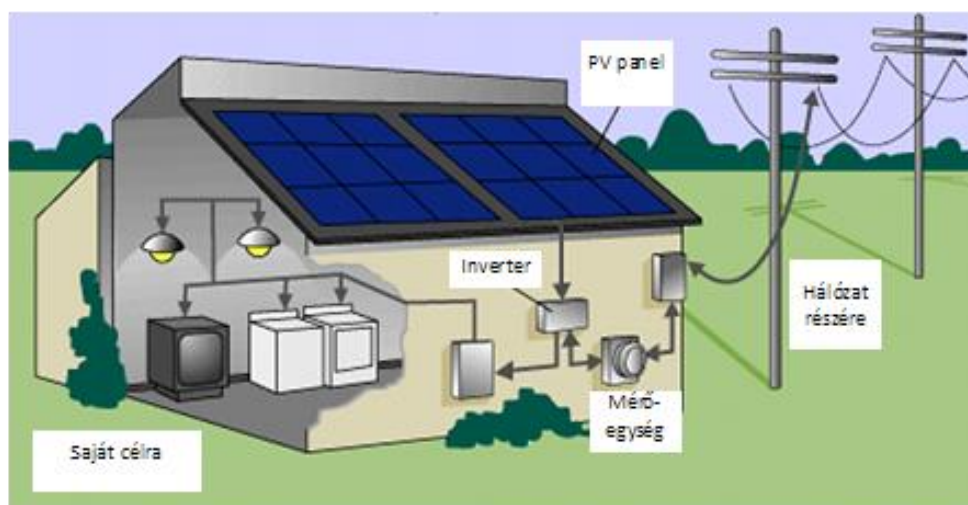
1. ábra: Napkollektoros rendszer
Forrás:[36 alapján saját szerkesztés]

A leggyakoribb probléma a fototermikus alkalmazás esetén a begyűjtött hőenergia tárolása. Az oka az, hogy sokszor akkor kellene az energiát felhasználni, amikor nem- vagy nem

megfelelő mennyiségben áll rendelkezésre, vagy fordítva, akkor van energiahozam, amikor nincs felhasználási igény. Folyadékot leggyakoribb esetben egy megfelelő méretű, szigetelt tartályban lehet tárolni, amely megtartja a hőt, így a későbbiekben bármikor rendelkezésre áll [4].

Napenergia fotovoltalikus hasznosítása

A fotovillamos megoldás során a Nap energiáját alakítjuk át közvetlenül villamos energiává. Az így kapott 12 vagy 24V-os egyenfeszültséggel lehet fogyasztókat működtetni (világítás, szellőztetés, stb.), vagy szükség esetén egy inverteres egység közbeiktatásával 230V-os váltakozó áramot lehet generálni (2. ábra) [4].



2. ábra: Napelemes rendszer

Forrás: [21]

Ez az áram már alkalmas a legtöbb háztartási eszköz működtetésére. Az ezzel a módszerrel nyert elektromos áram tárolását is meg kell oldani. A keletkezett többletenergiát általában akkumulátorokban tárolják, vagy szivattyúkat üzemeltetnek vele. Egy másik megoldás, amikor a fel nem használt elektromos energiát egy kétirányú villanyórán keresztül közvetlenül a villamosenergia hálózatba táplálják [4].

Napenergia passzív felhasználása

A passzív napenergia hasznosítást elsősorban az épületekben alkalmazzák. Az épület megfelelő tájolása, árnyékolása, megtervezése és a jó minőségű építési anyagok kiválasztása tudja biztosítani az épület megfelelő hőháztartását. A direkt napsugárzás elnyelés és raktározás, valamint a falak szigetelése biztosítja, hogy télen kellemesen meleg, nyáron kellemesen hűvös legyen az épületben. Az épületek többsége passzív módon hasznosítja a nap energiáját [4].

2.2.2 A vízenergia

A vízenergiát már évszázadok óta hasznosítjuk (vízimalmok működtetése), de a villamos energia előállításában is korán megjelent. Sokkal hamarabb, mint a többi megújuló energiaforráson alapuló berendezés. A vízerőművek építése párhuzamosan zajlott a hőerőművekével, így a kedvező lehetőségeket hamar kiaknázták, emiatt a mai megújuló energiák korszakában a vízerőművek termelte energia részarányában némi visszaesés tapasztalható [1].

A vízimalmok jelentősége a gőzgépek megjelenésével kezdett alábbhagyni. A legelső vízerőművek az 1830-as évektől jelentek meg. 1866-tól a Siemens által épített generátor segítségével képesek voltak a víz mozgási energiájából villamos áramot előállítani. 1882-ben Nicolas Tesla felfedezi a váltóáramot, és a tervei alapján építették meg a Niagarára az első váltóáramot előállító erőművet 1896-ban [6].

Vízerőművek fajtái

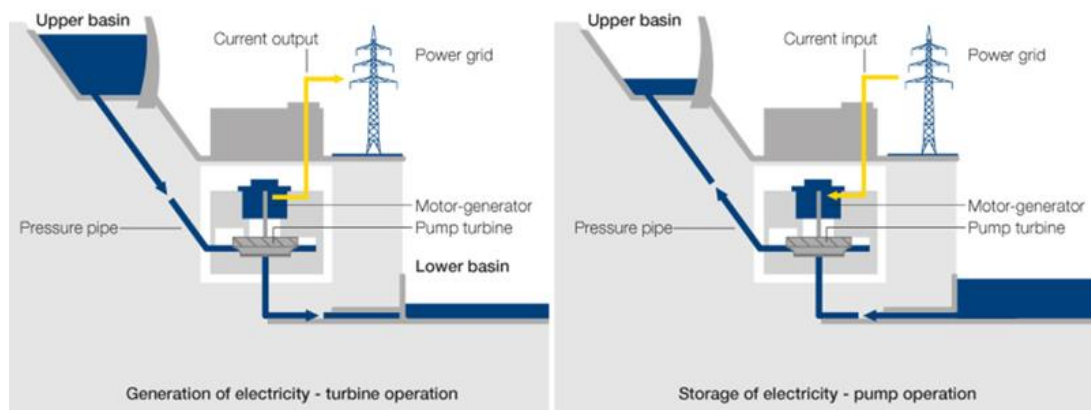
A vízerőművek talán leglátványosabb típusa a duzzasztógát. A folyó vagy patak vízének útjába épített duzzasztó gát (3. ábra) feladata, a fenti vízgyűjtő terület és az alatta lévő vízkiengedési terület között, a szintkülönbség biztosítása. A vízgyűjtőnél felgyűlt vízmennyiséget folytatják át a gátba épített turbinán, amely generátor segítségével elektromos áramot állít elő. Az energia függ az átfolyó víz mennyiségétől és a víz forrása és kilépési helye közötti magasságkülönbségtől. Ezt a magasságkülönbséget esésnek nevezik.



3. ábra: Glen Canyon Dam duzzasztógát
Forrás: [11]

Ezek az erőművek használhatók egyenletes üzemmódban, ilyenkor a teljesítménye megegyezik a paramétereit által meghatározott teljesítménnyel, de használható csúcserőműként is. Szabályozással tudják csökkenteni vagy növelni az átfolyó víz mennyiségét, ezáltal pedig növelni vagy csökkenteni az erőmű pillanatnyi teljesítményét [9].

A szivattyús-tározós erőművek csupán energiátárolóként szolgálnak (4. ábra).



4. ábra: Szivattyús tározó

Forrás: [18]

Energiafogyasztási csúcs idején a magasabban fekvő tározóból átengedik a vizet az alacsonyabban fekvő tározóba (4. ábra), így állítva elő hirtelen nagy mennyiségben villamos energiát. Amikor nincs nagy energiafogyasztás (éjszaka), akkor az alsó tározóban lévő vizet felpumpálják a felső tározóba [47].

2.2.3 Szélenergia

A szél mozgási energiájából kinyert energiát többféle energiatípussá lehet átalakítani. Az átalakító berendezéseket szélérőgépeknek nevezzük. A szél kinetikai energiája mozgási, vagy elektromos energiára alakítható át. A XX. századig kinyert mechanikai energiát malmok és gépek meghajtására használták. Ma a szél mechanikai energiáját elsősorban szivattyúk-, vagy légsűrítő berendezések meghajtására alkalmazzák. Így töltik fel a víztárolókat, vagy hajtanak meg különböző motorokat. A szél erőmű másik típusánál a szél kinetikai, majd mechanikai energiáját alakítják át villamos energiává. Az így kapott elektromos energiát legtöbb esetben akkumulátorokban tárolják [2].

Szélerőművek fajtái

A szélgenerátorok (5. ábra) a szél kinetikai energiáját alakítják át villamos energiává.



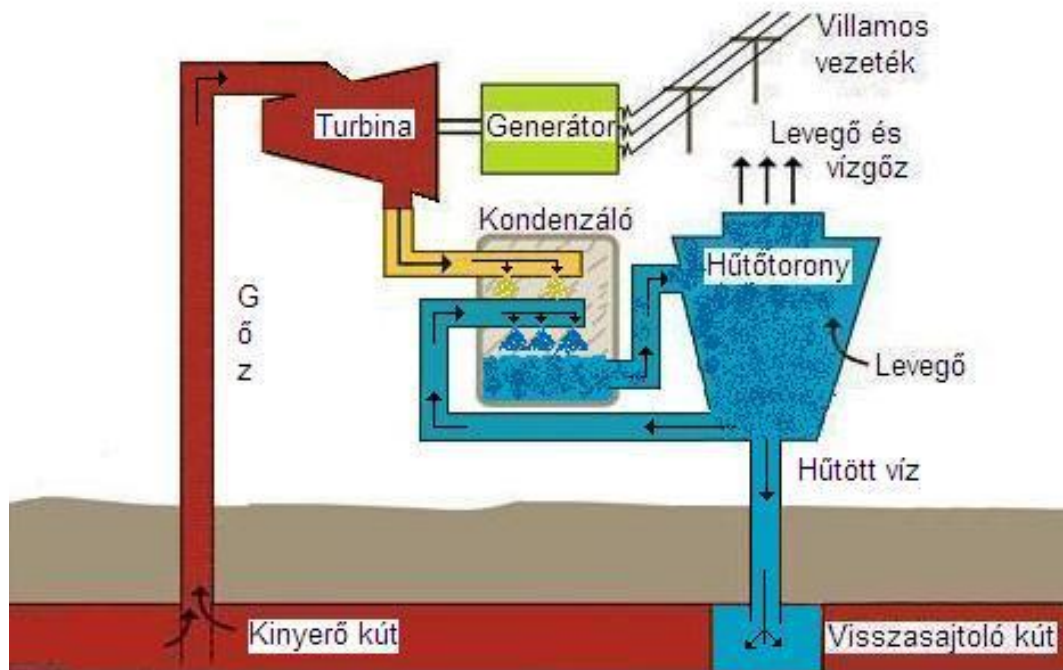
5. ábra: Szélerőmű farm
Forrás: [17]

Három csoportba sorolhatóak:

1. Kisméretű (illetve különálló) turbinák csoportja (10 kW alatt). Elektromos hálózattól távol eső helyeken alkalmazzák őket. Általában elektromos berendezések működtetésére és/vagy akkumulátortöltésre használják fel ezeket a szélturbinákat.
2. Közepes méretű szélturbinák (10-15 kW). Ezek más energiaforrásokkal is kombinálhatók, pl. napelem, dízelgenerátor.
3. Nagyméretű turbinák. Ezeknek alapvetően kétféle felhasználása létezik, az egyik a szigetüzemi helyi energiafelhasználással, a másik a hálózati, amikor megtermelt elektromos energiát közvetlenül a hálózatba táplálják [2].

2.2.4 Geotermikus energia

Az elektromos energiatermelésnél, a geotermális fluidium hőjét elektromos árammá alakítják át (6. ábra). A közvetlen hő hasznosításnál a termálvíz hőjét átalakítás nélkül hasznosítják padlófűtésre, légtérfűtésre [2].



6. ábra: Geotermális erőmű
Forrás: [16]

A termálenergiát a kőzetváz és a benne lévő rétegvizek hordozzák. A termálvizek energetikai hasznosítása két nagy területre osztható:

- Az elektromosenergia-termelésre,
- Hő hasznosításra [2].

.

2.2.5 Biomassza

A biomassza energiahasznosításának lehetőségeit a belőle előállított energiahordozó halmazállapota szerint csoportosítjuk:

- Szilárd,
- Folyékony,
- Gáz.

A biomasszát, mint szilárd energiahordozó hőenergia előállítására használható fel. A folyékony alternatív energiahordozókat pedig üzemanyagként hasznosítjuk [2].

Szilárd energetikai biomassa

A szilárd energetikai biomasszából égetéssel nyerik ki a hőenergiát. Tüzelési célra a szántóföldi és erdőgazdasági melléktermékek és hulladékok egyaránt hasznosíthatók [2].

Biohajtóanyagok

A folyékony biohajtóanyagokat két csoportra osztjuk, az első a növényi eredetű olajok és alkoholok, a másik a biogáz. A *növényi eredetű olajok* alkalmazása nem új keletű. A növényi olajok kémiai összetétele közeli rokonságban van az ásványolajjal, mivel hasonló zsírcseppekből épül fel, csupán a zsírsav arány összetételében különböznek. A növényi olaj üzemanyag felhasználása hátrányos, ugyanis nehezebben gyullad, nagyobb a kokszosodási hajlama és magasabb a viszkozitása. Önmagukban a növényi olajok nem alkalmasak motorhajtóanyagként. Az *alkoholok*, mint hajtóanyagok alkalmasak motormeghajtásra, de a benzinhoz képest kisebb az energiatartalma, ezért 25-50%-kal nagyobb mennyiségre van szükség belőle, mint a benzinből, ugyanolyan teljesítmény eléréséhez. Az alkoholok előállításához a növénynek tartalmaznia kell cukrot, keményítőt vagy cellulózt [2].



7. ábra: Biogáz előállító telep
Forrás: [31]

Biogáz előállításához szerves anyagra van szükség, pl. trágya, fekália, élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok. Az így keletkező gázokat biogáz előállító telepen gyűjtik össze, majd égetik el (7. ábra) [2].

A biogáz éghető alkotórésze a metán (CH_4), fűtőértéke nagyban függ az egyéb nem éghető alkotórészekről (N , CO_2). A metántartalom átlagosan 60%, így fűtőértéke $22,4 \text{ MJ/m}^3$. A biogáz így alap- és átalakított energiahordozóként is hasznosítható az adott energiavételezési eszközeink átalakításával, a meglévő energiarendszereinkhez kapcsolható, például a földgáz üzemű erőműveinket átállíthatjuk biogáz üzeműre [2].

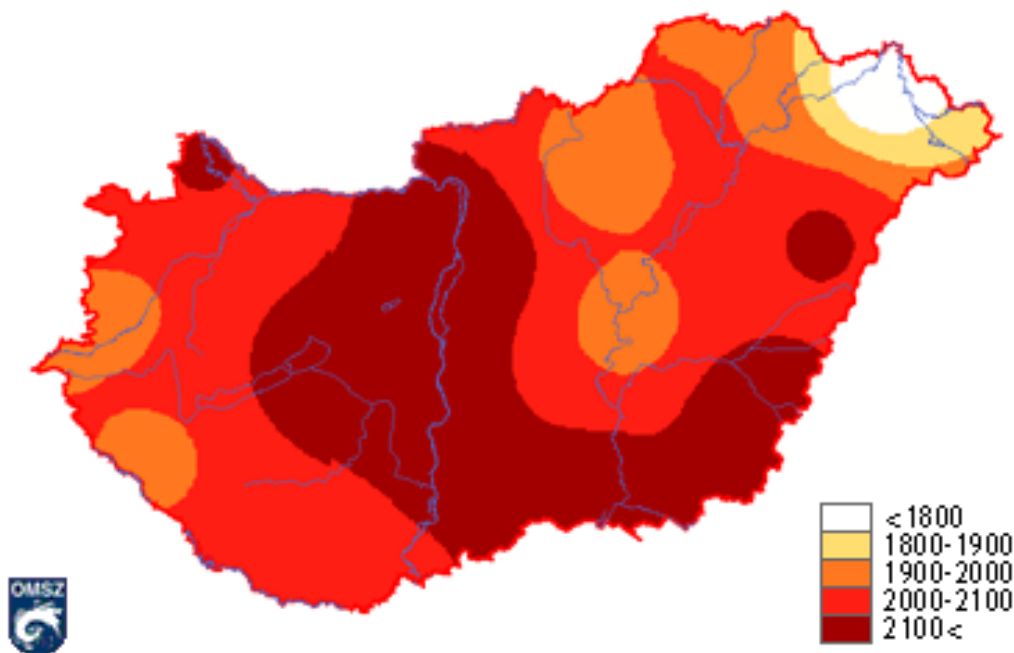
Összegezve megállapítható, hogy számos felhasználási lehetőség áll az emberiség rendelkezésére, amellyel képes energiát előállítani a környezetre mért károsító terhelések nélkül. Ezek a legelterjedtebb gyakorlatok, amellyel igyekszünk csökkenteni szénlábnyomunkat és csökkenteni a káros anyagkibocsátásunkat.

3. Magyarország és Németország megújuló energiafelhasználása

Ebben a fejezetben a Magyarországon és Németországban alkalmazott öt legismertebb megújuló energiaforrás múltbeli és jelenlegi alkalmazását tekintem át.

3.1 Napenergia hasznosítás Magyarországon és Németországban

Magyarországon a napsütéses órák száma megközelíti az évi 2100 órát. Ennek az éves vízszintes felületre érkező hőmennyisége 1250-1290 kWh/m²-re tehető. A 8. ábrán látható, hogy az ország déli részén legmagasabb a napsütéses órák száma, legkevesebb besugárzást az ország észak-keleti területe kapja [2].

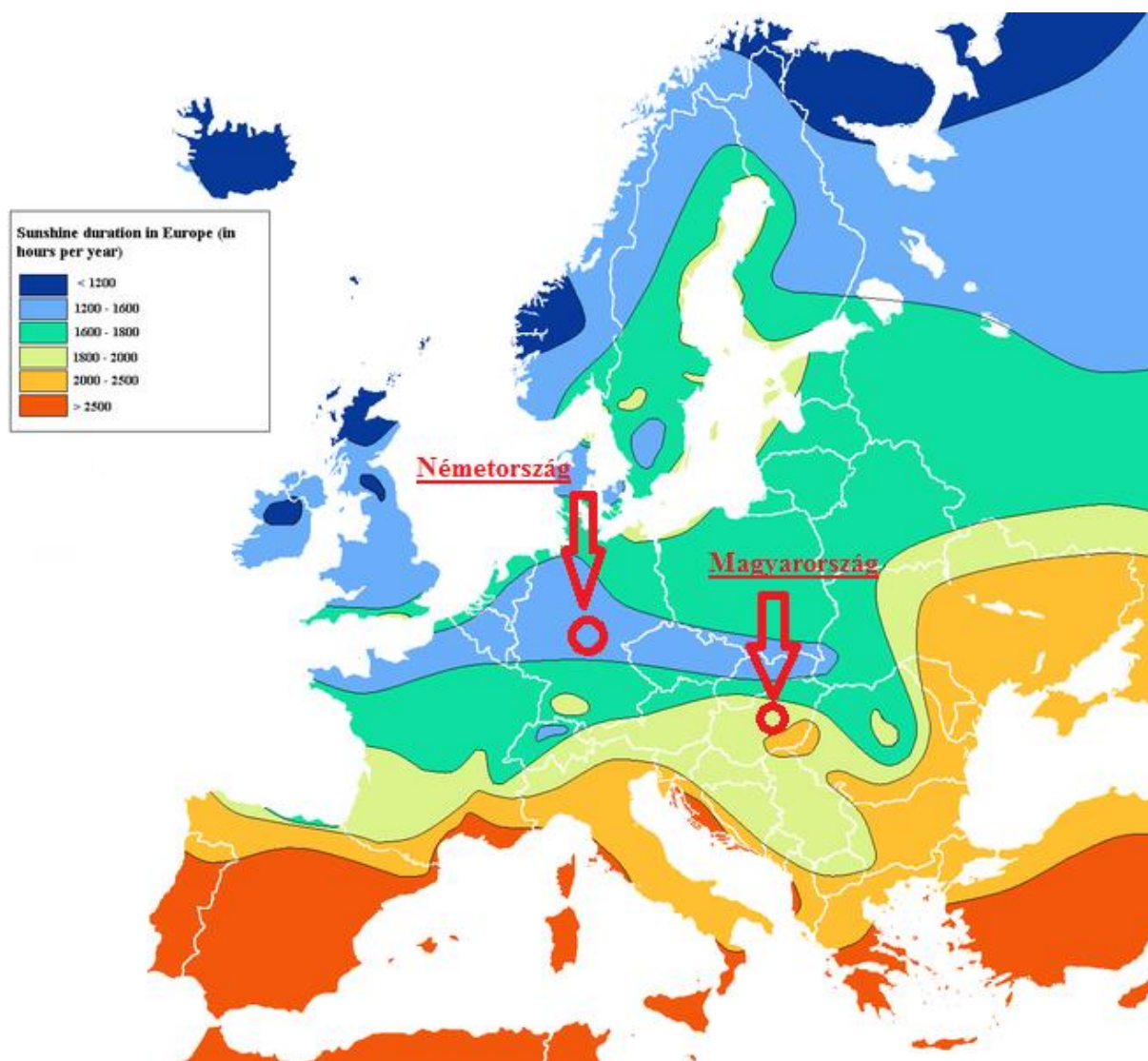


8. ábra: Magyarország napsütéses órák száma

Forrás: [27]

Az átlagos vízszintes felületre érkező hőmennyiség 1270 kWh/m². A legkedvezőbb és legkedvezőtlenebb területek közötti is 3% körüli az eltérés, így Magyarország területe egységesen alkalmas a napenergia hasznosítására [2]. Magyarországon jelenleg a napenergia hasznosításának mértéke rendkívül alacsony. Az összes megújuló energiaforrások csupán 0,2%-át teszi ki a napenergia. Számszerűsítve, 2012-ben a beépített napelemekkel előállított villamos energia éves mennyisége 7,98 GWh volt [29].

Ahogy a 9. ábra is mutatja, Németország átlagos napsütéses óráinak a száma 1200- és 1800 óra között van. Ez kevesebb a Magyarország mért értékénél.

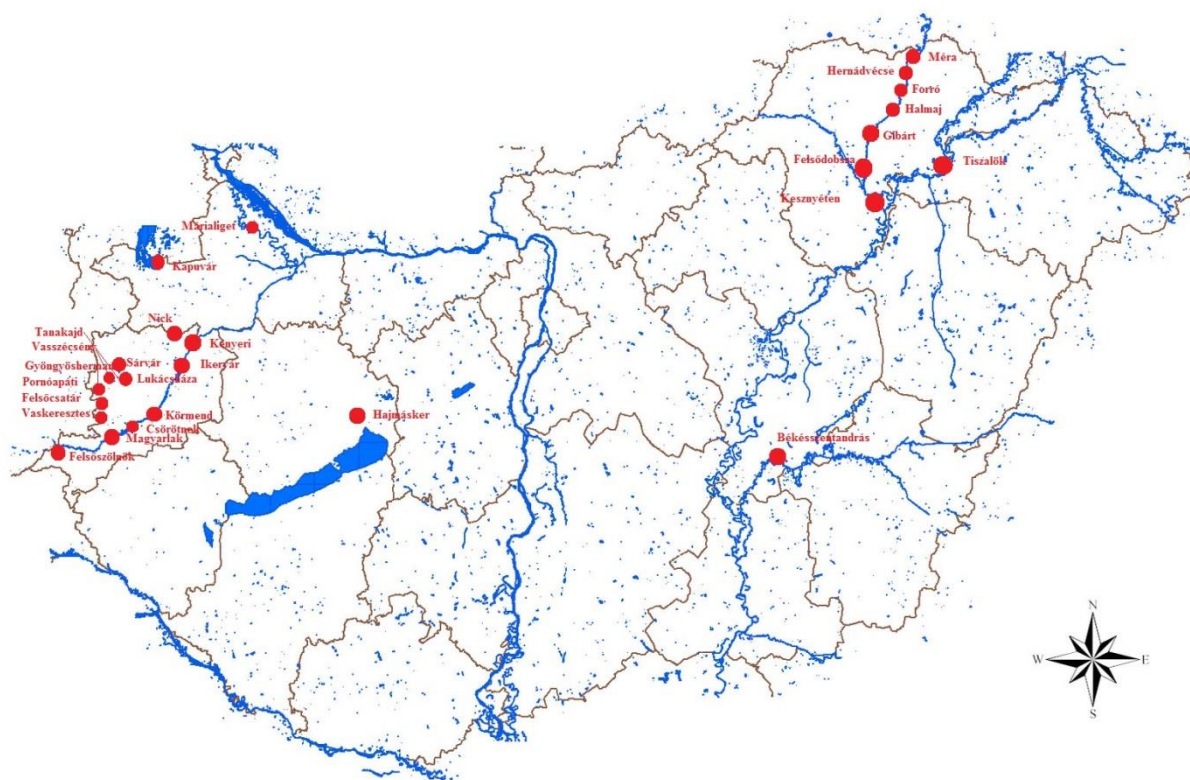


9. ábra: Európa átlagos napsütéses óráinak a száma
Forrás: [13 alapján saját szerkesztés]

Németország 2013. július 7-én rekordot állított fel a napenergiából előállított villamos energiatermelésben, a teljes ország elektromos energiaigényének 40%-át fedezte napelemek által előállított villamos energiával, ami 23,9 GWh pillanatnyi energiafelhasználást jelentett. Ez a mennyiség majdnem 12 paksi atomerőmű teljesítményének felel meg. Jelenleg 1,3-1,4 millió darab napelem működik Németországban és 8,5 millió ember él olyan épületben, amelyben napenergiával állítják elő az áramot vagy napenergiával fűtenek [10].

3.2 Vízenergia hasznosítás Magyarországon és Németországban

Magyarországon, a múlt évszázad végéig, a vízenergia-felhasználás volt az egyik legalapvetőbb energiatermelési mód volt. 1885-ben 22647 vízkerék és 99 turbina üzemelt 56 MW teljesítménnyel. Több vízimalmot átalakítottak törpe erőművekké. A ma is üzemelő 100 kW-nál kisebb teljesítményű erőművek a második világháború előtt lettek átalakítva, vagy üzembe helyezve.



10. ábra: Magyarország vízierőművei
Forrás: [38 alapján saját szerkesztés]

1. Táblázat: Magyarország vízierőműveinek táblázatos felsorolása

Teljesítmény (kW)	Megnevezés
1-50	Felsőméra, Alsóméra, Forró, Halmaj, Nick, Kapuvár, Felsőcsatár, Vaskeresztes, Szentpéterfalva, Damonya, Lukácsháza, Gencs felső, Gencs alsó, Göngyösherman, Bogát, Tanakajd, Vasszécsény, Sárvár-Újmarjor, Hajmáskér
50-100	Hernádvécse, Máriaaliget
101-500	Gibárt, Felsődobos, Alsószőlő, Csörötnök, Körmen, Pornóapáti
501-1000	-

1001-10000	Kesznyéten, Ikervár, Békésszentandrás
10001-	Tiszalök, Kisköre

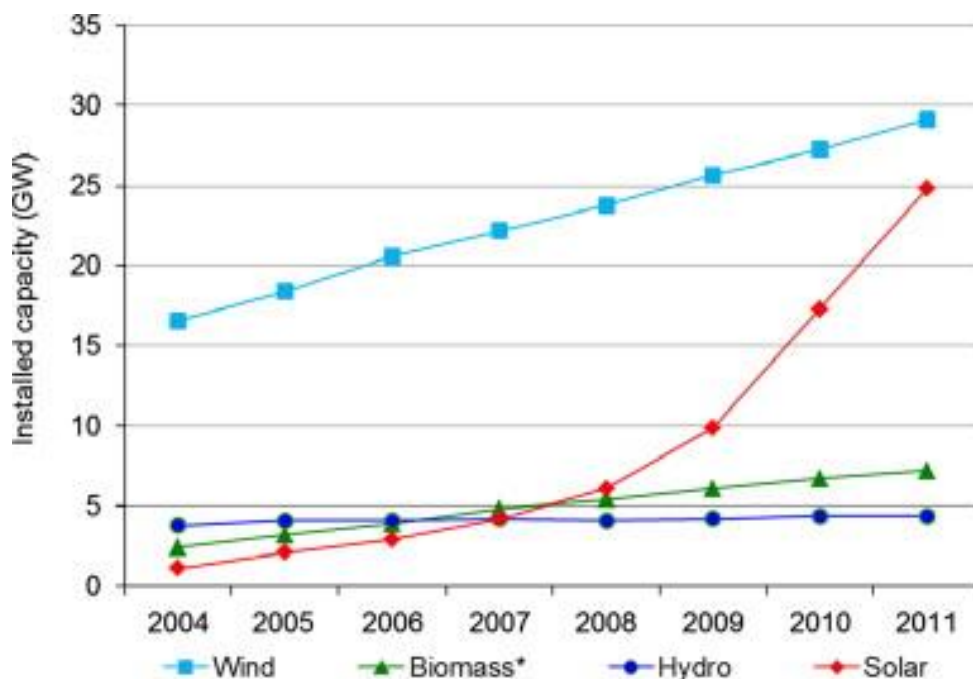
Forrás: [2]

Magyarországon a jelenleg műszakilag hasznosítható vízerő potenciálja kb. 1000 MW.

Ennek a százalékos megoszlása:

- Duna 72%
- Tisza 10%
- Dráva 9%
- Rába, Hernád 5%
- Egyéb 4%

Jelenleg a Dunán, hazai tulajdonban nincs erőmű. A Tiszán található hazánk két legnagyobb erőműve, a Tiszalöki Vízerőmű 11,5 MW kapacitással és a Kiskörei Vízerőmű 28 MW beépített teljesítménnyel (10. ábra). A Dráván jelenleg nincs erőmű. A Rábán és a Hernádon üzemel a hazai kis- és törpe erőműveink legnagyobb része [12]. A Körösön Békésszentandrásnál 2013-ban adták át a legújabb kisvízi-erőművünket, 2 MW beépített teljesítménnyel [39]. 32 darab vízierőművünk 57 MW beépített összteljesítménnyel rendelkezik [12], amelyeknek éves energiatermelése 2013-ban 204 GWh volt [26].

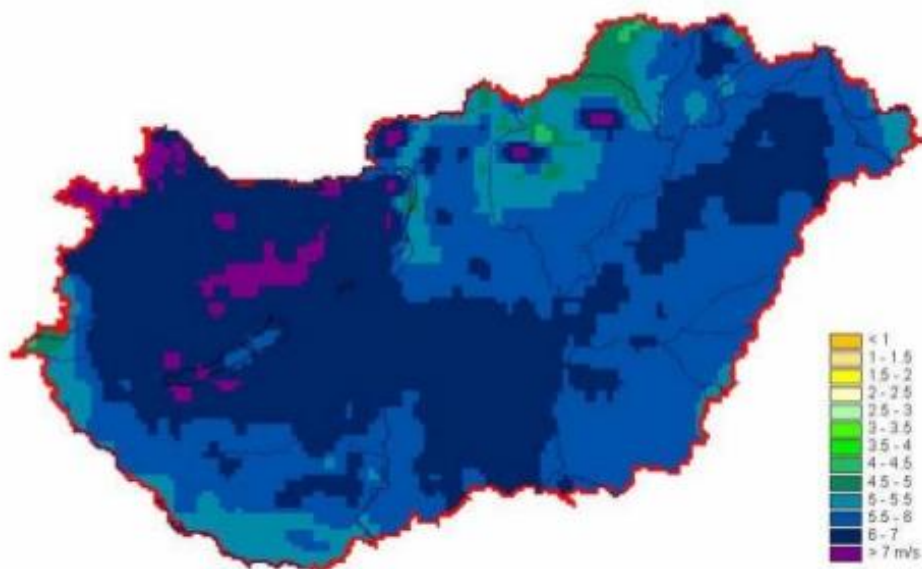


11. ábra: Megújuló energiaforrások beépített kapacitásának a növekedése 2004-2011 között
Forrás:[5]

Amíg az elmúlt években Németország megújuló energiatermelésének ágazataira folyamatos növekedés jellemző, addig a vízenergia ágazat növekedése többnyire változatlan mértékű volt (11. ábra). 20 évvel ezelőtt az egyetlen számottevő megújuló energia a vízenergia volt 91%-os részesedéssel. 1992-ben a többi megújuló energiával együtt termelt energia összes mennyisége 1836 GWh volt [5]. Míg Magyarországon jelenleg összesen 32 db vízerőmű termel elektromos áramot, addig Németországban 2006-ban 7300 db kis- (1 MW teljesítmény alatti) és további 354 db közép- és nagyteljesítményű vízerőmű működött 4700 MW beépített összteljesítménnyel. 2006-ban 2,16 GWh áram származott a víz erejéből [19]. 2011-re a kis vízerőműveinek száma 212 darabbal bővült. Németország 7512 kisvízerőművel vezető helyet foglal el az Európai Unión belül és a kisvízerőművekkel előállított villamos energia mennyisége 8034 GWh volt 2011-ben [5].

3.3 Magyarország és Németország szélenergia hasznosítása

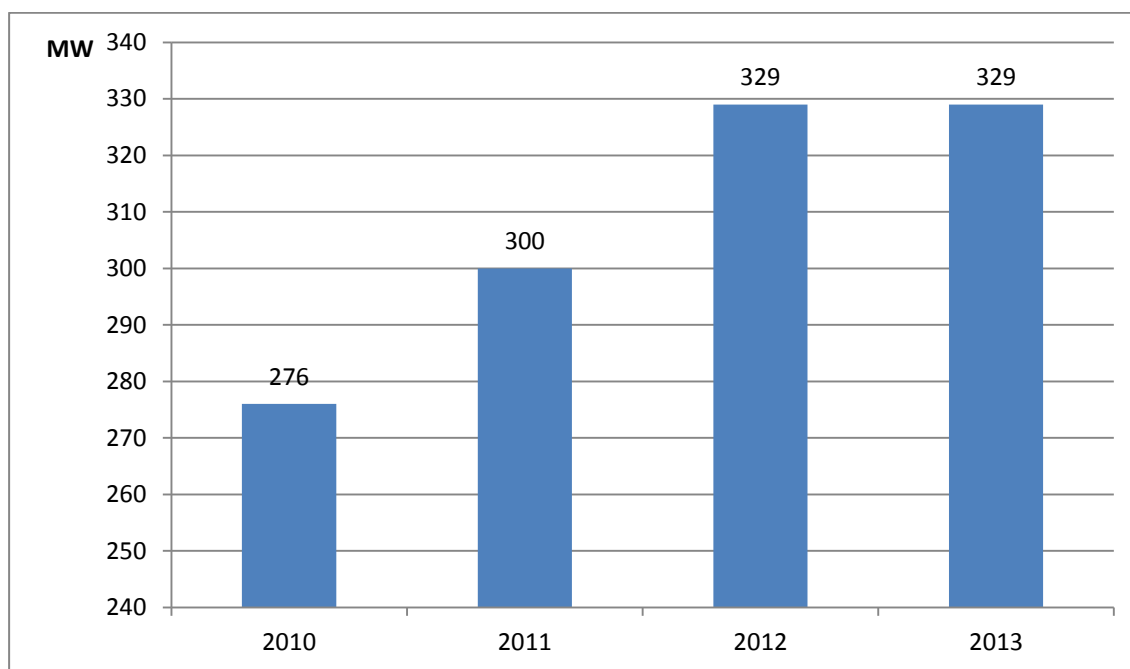
A manapság nagy számban telepített szélturbinák 10-14 m/s-os szélsősebesség mellett üzemelnek. Ez megfelel 36-50,4 km/h-ás szélsősebességnek. A gazdaságilag megfontolandó 5,5 m/s-os szélsősebesség az, ami mellett képesek villamos energiát termelni. Magyarországon ez a sebesség 75 m magasságban, az ország területeinek 43%-ra jellemző érték. Viszont a gyors technológiai fejlődés következményeképpen a 2000-ben még szokásos 67 m-es oszlopmagasság helyett, 2006-tól már 100 m magasságban építik meg a turbinákat a biztosabb megtérülés érdekében.



12. Ábra Magyarország átlagos szélsősebessége 100 m magasságban
Forrás: [51]

Magyarországon 100 m magasságban az átlagos szélsősebesség 4-6 m/s közé tehető (12. ábra). Magyarországon 2006 tavaszáig 330 MW kapacitás kiépítésére adott engedélyt a Magyar Energetikai Hivatal. 2010 őszére 155 üzembe helyezett szélenergia-mű működött, mintegy 295 MW összteljesítménnyel (13. ábra) [1].

2012-re további 21 darab szélturbinát telepítettek. Az így működő, 176 darab szélturbina névleges összteljesítménye már eléri a 2006-ban kitűzött 330 MW-ot, és mintegy 329 MW névleges teljesítmény leadására képes.

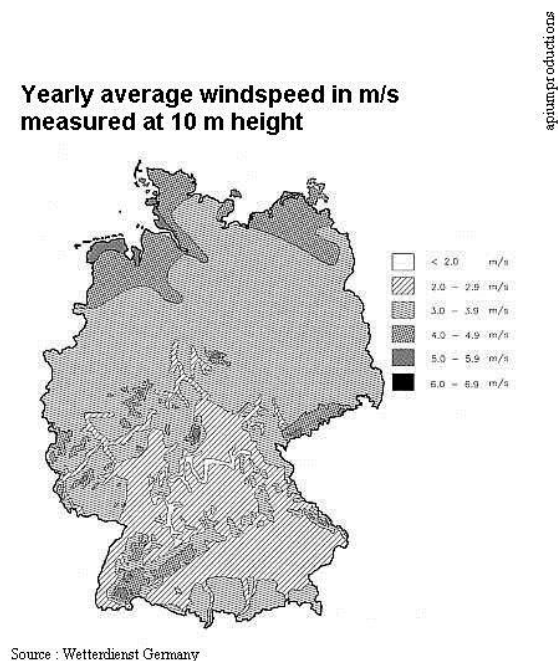


13. ábra: Magyarországon telepített szélérőmű turbinák teljesítményének növekedése 2010-2013 között (MW)

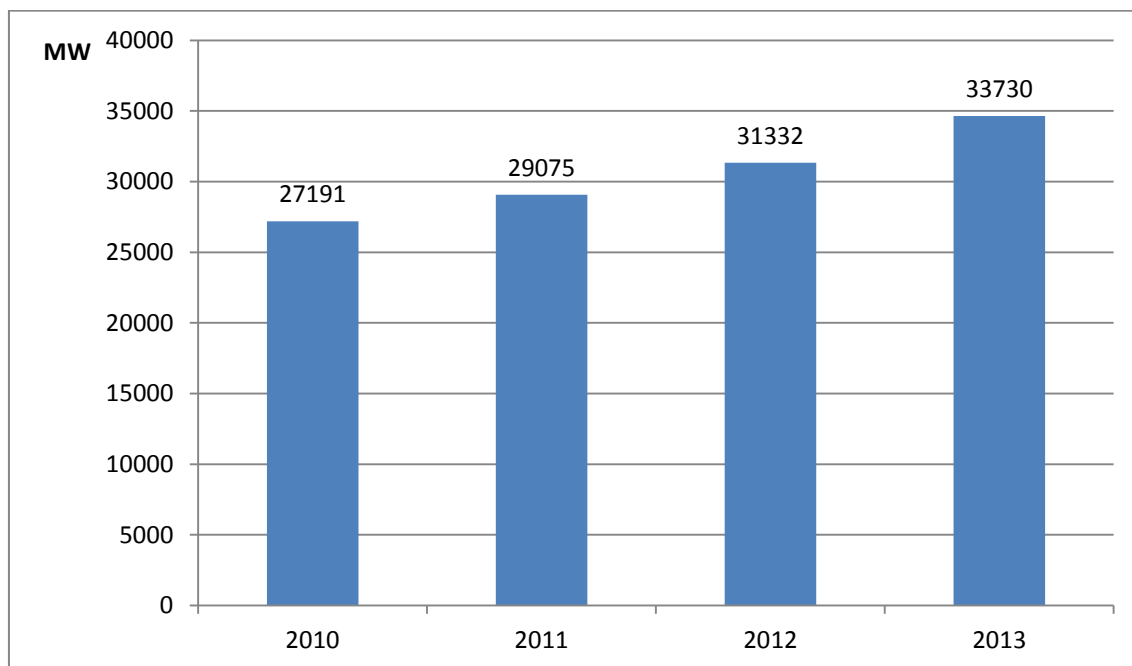
Forrás: [24]

2012-ben az így megtermelt villamos energiával 77,6 millió m³ földgázt váltottak ki és 1,73%-ban járultak hozzá a magyar villamos energiafogyasztók kielégítéséhez. Ez az érték azóta változatlan [30].

Németország éghajlata mérsékelt, de jellemző az óceáni, és az óceáni-mérsékelt keveredése az ország középső területén. A 14. ábráról leolvasható, hogy az átlag szélesség 10 m magasságban 2-5 m/s közé tehető. [15].



14. ábra: Németország átlagos szélesség térképe 10 m magasságban
Forrás: [41]

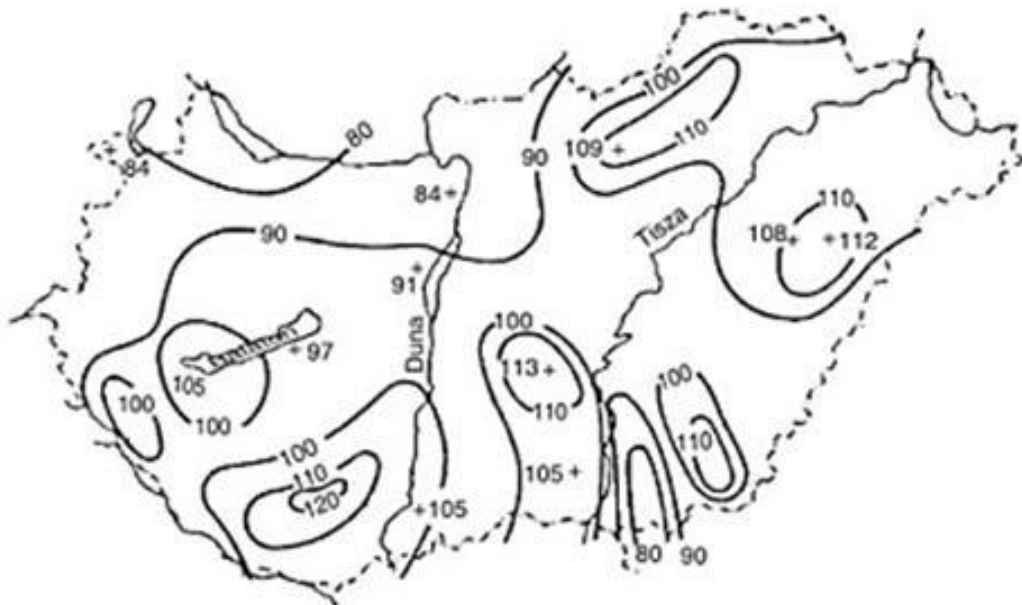


15. ábra: Németországban telepített szél turbinák teljesítményének növekedése 2010-2013 között (MW)
Forrás: [25]

Németországban 1989. óta folytatnak széleskörű vizsgálatot a megújuló energiák hatékonyságával, ezen belül a szélenergiával kapcsolatban is. Az 1970-es évek végén kezdődött a szélerőművek technológiájának fejlesztése. Két meghatározó ág bontakozott ki, az egyik a magántulajdonú, többnyire farmokon felszerelt kisebb teljesítményű szélturbinák átlagosan 10-50 kW-os rendszerekkel, a másik a nagyobb teljesítményű közvetlenül a hálózatra kapcsolt szélturbina farmok rendszere. Ezeknek a berendezéseknek a teljesítménye meg sem közelíti a mai berendezéseket. Míg Németországban a 90-es évek első felére elsősorban a 200-500 kW teljesítményű szélturbinák voltak a jellemzőek, addig a 90-es évek közepére megjelentek az első 1-1,5 MW teljesítményű szélturbinák is. 2000 tavaszán kezdődött a 2-2,5 MW teljesítményű szélturbinák beüzemelése. A fejlesztések folyamatosak voltak. Megjelentek a legelső 3-5 MW teljesítményű prototípusok is. 1999-ben csupán 1.600 db szélturbina termelt villamos energiát 350 MW névleges összteljesítménnyel [3], 2013-ban már 23,645 db szélturbina termelt villamos energiát, melyek beépített teljesítménye 33,730 MW volt (15. ábra) [37].

3.4 Magyarország és Németország geotermikus energiahasznosítása

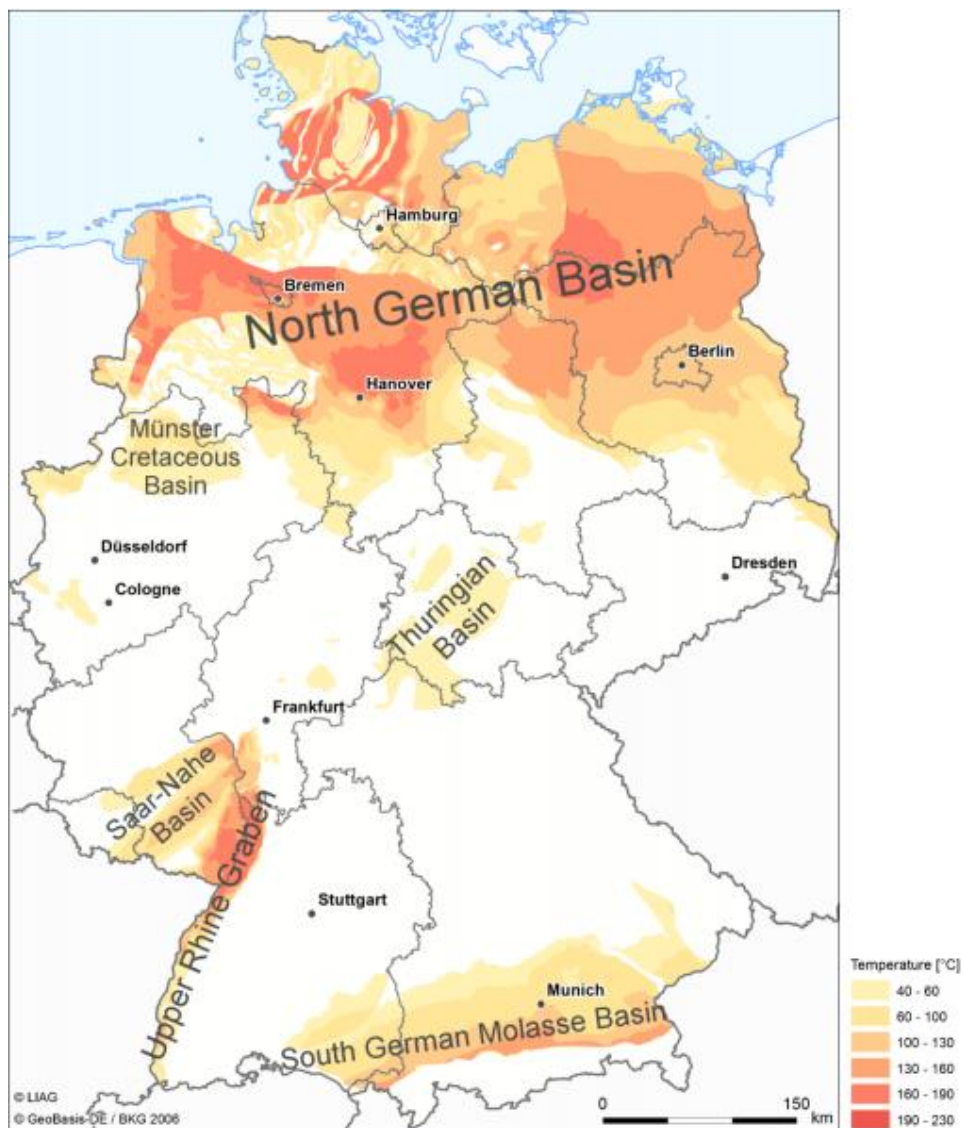
Magyarország, mint a Kárpát-medence központi része, kiemelkedően jó geotermikus adottságokkal rendelkező terület. Ennek egyik oka, hogy Magyarország területe alatt a Földkéreg csupán 24-26 km vastag, ez 15-25 km-rel vékonyabb a világ más területeihez képest [2].



16. ábra: A földi hőáram-sűrűség eloszlása Magyarországon (mW/m^2)
Forrás: [34]

Továbbá porózus, jó hőszigetelő üledékes réteg található több kilométeres vastagságban, amely segít a hőt megtartani és tárolni (16. ábra). Hazánk jelentős mennyiségű termálvízzel rendelkezik, mely a geotermikus energia legfontosabb hordozó közege. A kedvező adottságok ellenére jelenleg a geotermikus energia hasznosítása nem kap nagy szerepet országunk energiaellátásában. A geotermikus energiát csupán 40-50 település hőellátásában alkalmazzák, pedig hazánk területének 40%-án jelentős mennyiségű termálvíz tárható fel, melynek becsült kitermelhető mennyisége 50-300 milliárd m³. Sajnos nem használjuk ki a geotermikus energia adta lehetőségeket, holott az Alföldön található a termálvíz lelőhelyeink legnagyobb mértékben, amely egybeesik az ország kevésbé fejlett térségeivel. A termálvíz épületfűtésre történő felhasználása nagyban hozzájárulna a gazdaságosabb és biztonságosabb távhőellátáshoz [2]. Magyarországon a geotermikus gradiens közel másfélszerese a világ átlagának. A jó adottságok ellenére is elenyésző a hasznosítás mértéke. Jelenleg a geotermikus energia a teljes energiafelhasználás igen csekély, 0,5%-át jelenti. Direkt hasznosításban, távfűtési rendszerekben 2008-ban 190 ezer tonna kőolaj fűtőértékének megfelelő termálvizet használtak fel. 2011-ben 595 aktív termálkút működött, 68,5 millió m³ termálvíz kitermeléssel, amely 695,48 MW hőenergiának felel meg. Ebből a mennyiségből 241,84 MW energiát hasznosítottak épületek, üvegházak és más létesítmények fűtésére [35]. A geotermikus energiát nem csak fűtőanyagként tudjuk hasznosítani. Léteznek geotermikus erőművek is, amelyek elektromos áramot állítanak elő a Föld hőjének felhasználásával. Magyarországon jelenleg nem működik geotermikus erőmű [1].

Németország északi és déli részén igen jó geotermikus potenciállal rendelkezik (17. ábra)
Németországban a geotermikus energia legnagyobb részét fűtésre hasznosítják.



17. ábra: Németország geotermikus hőenergia-termelési térképe
Forrás [22]

2011 végére a beépített fűtési kapacitás elérte a 3500 MW összteljesítményt, melynek az éves fűtőértéke 4600 GWh volt. 2012-re a fejlesztéseknek köszönhetően ez az érték elérte az évi 5000 GWh-ás termelési értéket. 2012-re a hőszivattyúk száma 244.000-re emelkedett, mintegy 3000 MW beépített fűtési kapacitással. Éves energiatermelésük 3870 GWh. Mély föld-hőből kitermelt beépített energia kapacitása 211 MW, amelyet 170 létesítményben hasznosítanak épület- és medencefűtésre, melynek éves energiatermelése 730 GWh [23].

3.5 Magyarország és Németország biomassza felhasználása

Hazánk, köszönhetően annak, hogy kedvező természeti adottságokkal rendelkezik az agrárgazdasági termeléshez, igen jó biomassza potenciállal rendelkezik. A teljes biomassza készletet 350-360 millió tonnára lehet becsülni, aminek az évenként megújuló és felhasznált mennyisége 100-110 millió tonna. Ebből az elsődleges biomassza 54 millió tonna szárazanyag, amelyből a mezőgazdasági termelés 46 millió tonna, az erdészeti pedig 8 millió tonna (2. Táblázat). A Magyarországon jelenleg felhasznált biomassza 50%-át a fa, azon belül a tűzifa adja [2].

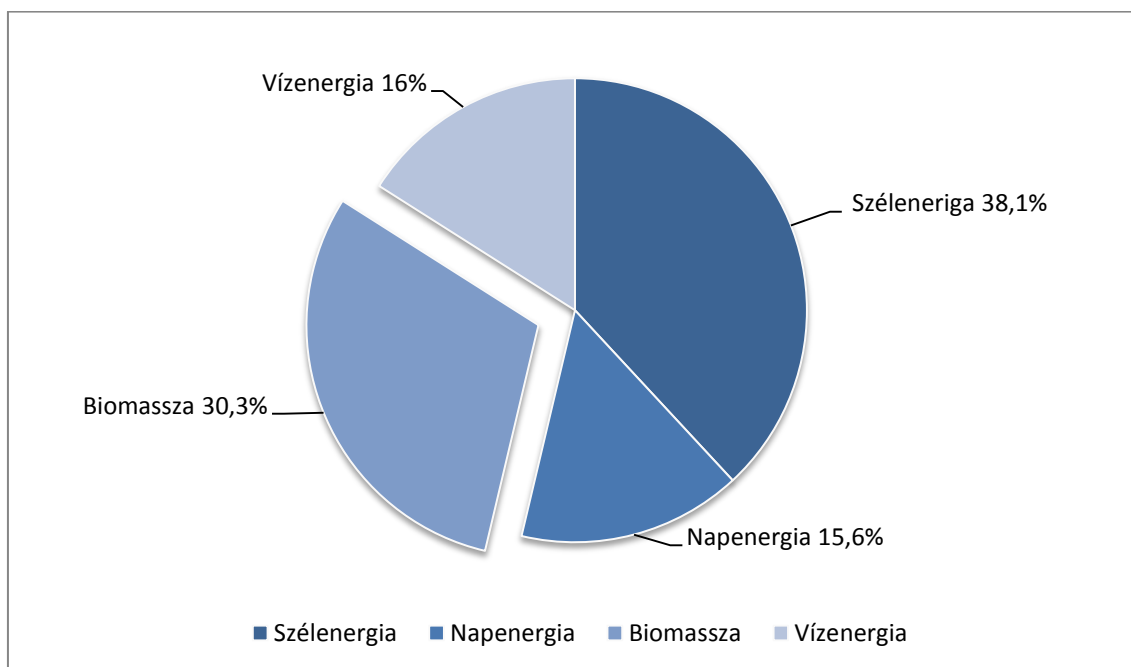
1. Táblázat: Magyarország elméleti energetikai biomassza potenciálja

Évenként keletkező elsődleges biomassza mennyiség	54 millió tonna	Mezőgazd.	46 millió t.
		Erdészeti	8 millió t.
Energiacélú hasznosításra évenként			
Primer biomasszából	251 PJ (69,5TWh)		
Secunder biomasszából	91 PJ (25,2 TWh)		
Tercier biomasszából	75 PJ (20,7 TWh)		
Összesen:	417 PJ (115,5 TWh)		

Forrás: [2]

Ha az összes elméleti energetikai biomasszát hasznosítanánk, az éves energiaigényünk 34-36%-át tudnánk fedezni vele. Természetesen nem lehet az elméletileg rendelkezésre álló adatokat maximálisan kihasználni, de az sem természetes, hogy a ténylegesen rendelkezésre álló mennyiség csupán 10%-át hasznosítjuk. [2]. Másik nagy felhasználási területe a biomasszának a *bioüzemanyagok* és a *biogáz* hasznosítása. Magyarországon a *bioüzemanyagok* (biodízel, bioetanol) jelentős volumenét a repce és a napraforgó adja. Jelenleg Szabadegyházán és Győrben állítanak elő közlekedési célra bioetanolt, évi mintegy 150 ezer tonna mennyiségben [2]. Jelenleg 46 üzem állít elő *biogázt*, 37 MW villamos energiatermelő kapacitással. Legnagyobb biogáz erőművünk Nyírbátorban található, amely részben mezőgazdasági, részben a baromfivágásból eredő hulladékot dolgozza fel, 3,6 MW teljesítménnyel [32].

Németországban a megújuló energiaforrások egyharmadát (18. ábra) a biomassza adja, ezen belül is a fa és a biogáz a legjelentősebb [8].



18. ábra: Megújuló energiaforrások, azon belül a biomassza részesedési aránya Németországban (2011)

Forrás: [7 alapján saját szerkesztés]

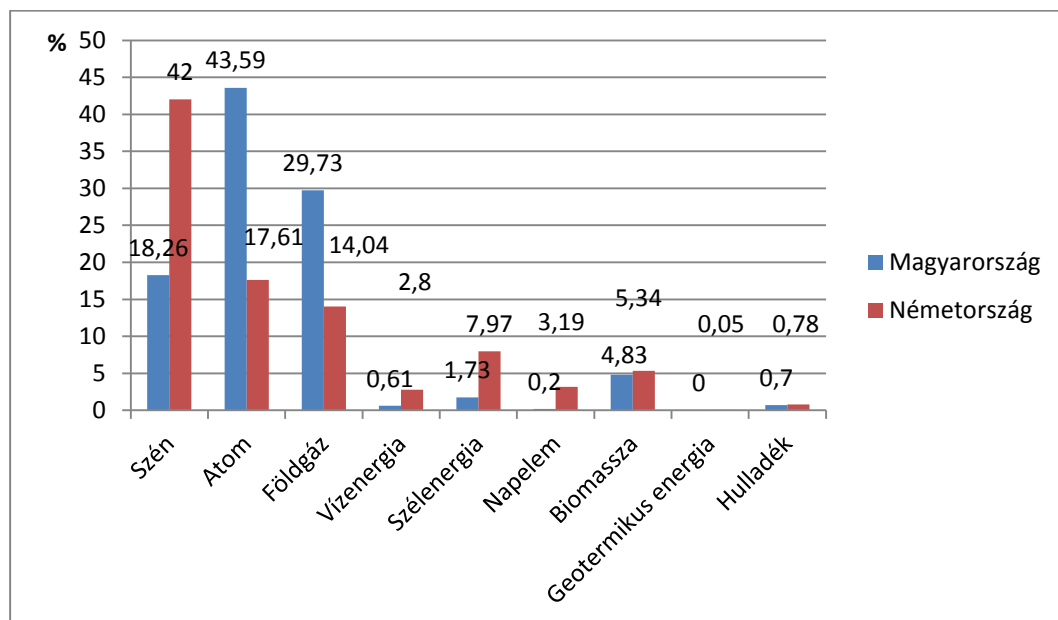
A német fakitermelés 40%-a biomassza erőművekben kerül felhasználásra. Az Európai Unión belül Németország vezető a biogáz termelésben is. Az Európában 2011-ben előállított biomassza 60%-át itt állították elő 2011-ben a szántóföldek 17%-át energetikai célra használták fel. 2012-ben a biomassza részesedésének növekedése a következőképpen alakult:

- 5,7%-kal a villamos energiatermelésben,
- 9,2%-kal a hőképzésében,
- 5,5%-kal a bioüzemanyagok felhasználásában.

Ma Németországban több mint 600 PJ (166,6 TWh) energiát hasznosítanak biomasszából. A helyi elemzések szerint ezt az értéket akár a kétszeresére is lehetne növelni, amivel a primer energia igény $\frac{1}{10}$ -ét tudnák fedezni [8].

Magyarország és Németország megújuló energia termelésének összehasonlító elemzése

Az összehasonlítás alapját elsősorban a megújuló energiaforrások által termelt villamosenergia (a geotermikus energiánál hőenergia) százalékbeli megoszlására alapozom a két ország terület- és lakosságbeli különbségei miatt.



19. ábra: Magyarország és Németország elektromos energia termelésének százalékos megoszlása 2011-ben

Forrás: [50 alapján saját szerkesztés]

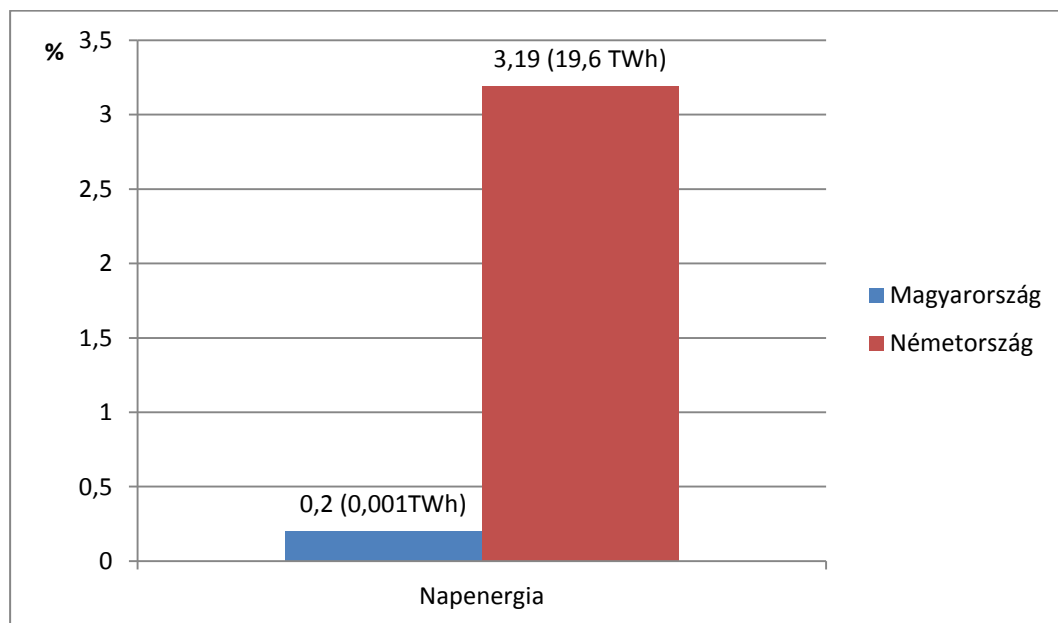
Magyarország az Európai Unióhoz való 2004-es csatlakozásakor kötelezettséget vállalt arra, hogy 2010-re a megtermelt energiából a megújuló energiák részesedése elérje a 3,6%-ot. 2005-ben, elsőként érte el kötelezettségét 4,5%-os részesedéssel [43]. A 19. ábra jól szemlélteti, hogy Németországban 2011-ben a megújuló energiaforrások aránya közel 20,13%-os volt. Ezzel szemben Magyarországon csak 7,89% volt. Az ábráról leolvasható, hogy a teljes energiatermelésünk 91%-át fosszilis és nukleáris energiaforrásokból fedezzük.

Németország elsőségét a megújuló energiatermelés területén az 1980-90-es években alapozta meg. 1980-ban megalapult a zöldek pártja, akiknek a munkája nagyban befolyásolta a német energiapolitikát. Hamar felismerték, hogy a károsanyag-kibocsátást csak megújuló energiák felhasználásával lehet csökkenteni. 1990-ben lépett hatályba a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia közműhálózatba való betáplálásáról szóló törvény. A törvény előírta, hogy a közmű szolgáltatók kötelesek mindenkitől átvenni, azaz megvásárolni a villamos energiát, amit megújuló energián alapuló berendezéssel termeltek

meg [45]. A megújuló energiaforrások részesedése jelentős a teljes villamos energiatermelésben (19. ábra), ami a lakosság bevonásának is köszönhető.

Napenergia

Magyarországon ma legelterjedtebbek a termikus hő hasznosító berendezések (napkollektor), de ezek hasznosításának mértékéről nincs pontos adat, mivel beüzemelése nem jár bejelentési kötelezettséggel. A fotovillamos napelemek használata igen csekély mértékű (0,001 TWh) (20. ábra). Ennek oka, az igen magas beruházási költség és a beruházás megtérülési időtartalmának a hosszúsága. Amíg egy termikus napenergia-hasznosító berendezés 30-50%-os hatásfok mellett képes üzemelni (ez az érték a nyári időszakban elérheti akár a 90%-ot is), addig egy fotovillamos napelem hatásfoka sokkal alacsonyabb. Hiába a vissza nem térítendő állami támogatások, a beruházás költsége így is nagyon magas, ezért lakossági szinten nem terjedt el a fotovillamos berendezések alkalmazása. A szakemberek számítása alapján a fotovillamos napelemek elterjedése rövid időn belül megkezdődhet, amint a beruházás költsége csökken és a hatásfok nő [46]. A lakossági szinten történő villamos energia átvételéről szóló törvény megalapozása sem hozott látványos növekedést a napelemek elterjedésében [20].



20. ábra: Magyarország és Németország napenergiából előállított villamos-energia termelés százalékbeli különbsége 2011-ben

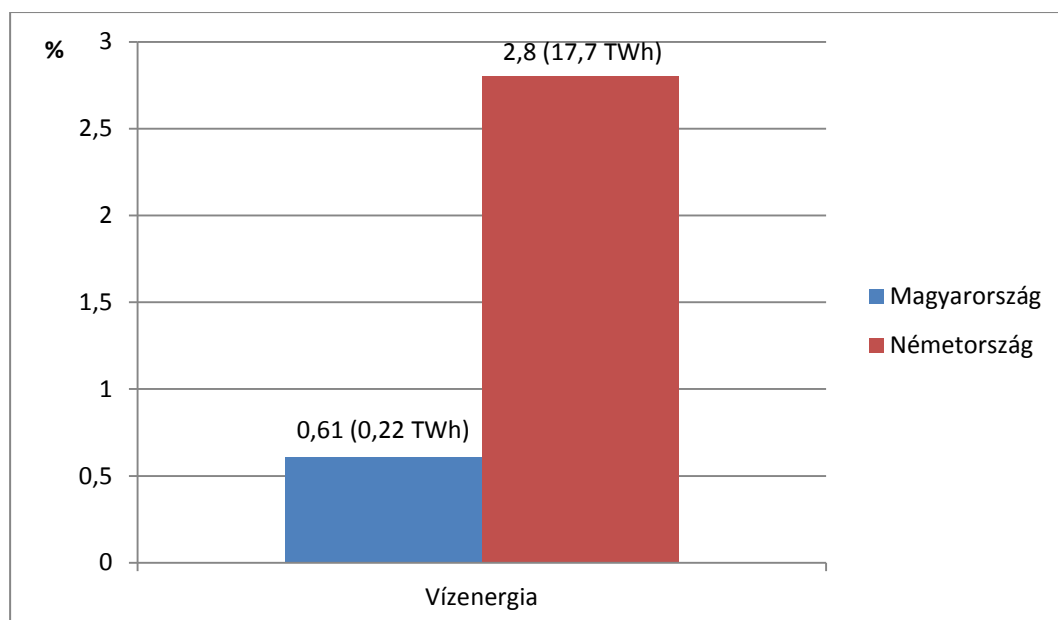
Forrás: [50 alapján saját szerkesztés]

A **Németországban** érvényes energetikai törvény előírja, hogy a lakosság által megtermelt megújuló villamos energiát a közmű szolgáltató köteles átvenni a fogyasztótól. A

napenergia hasznosítása a leginkább lakosság központú, ezért igen elterjedt és népszerű megújuló energiahasznosítási módszer. Ennek egyik legfőbb meghatározó tényezője az, hogy 2000-től a regisztrált felhasználók minden megtermelt kilowattóra áramért 15 eurocentet kaptak [44]. A 20. ábra is jól tükrözi, a magyar és német termelés közötti különbséget. Míg Németországban 19,6 TWh elektromos áramot termeltek fotovillamos napelem rendszerekkel, addig Magyarországon ez az érték csak 0,001 TWh volt.

Vízenergia

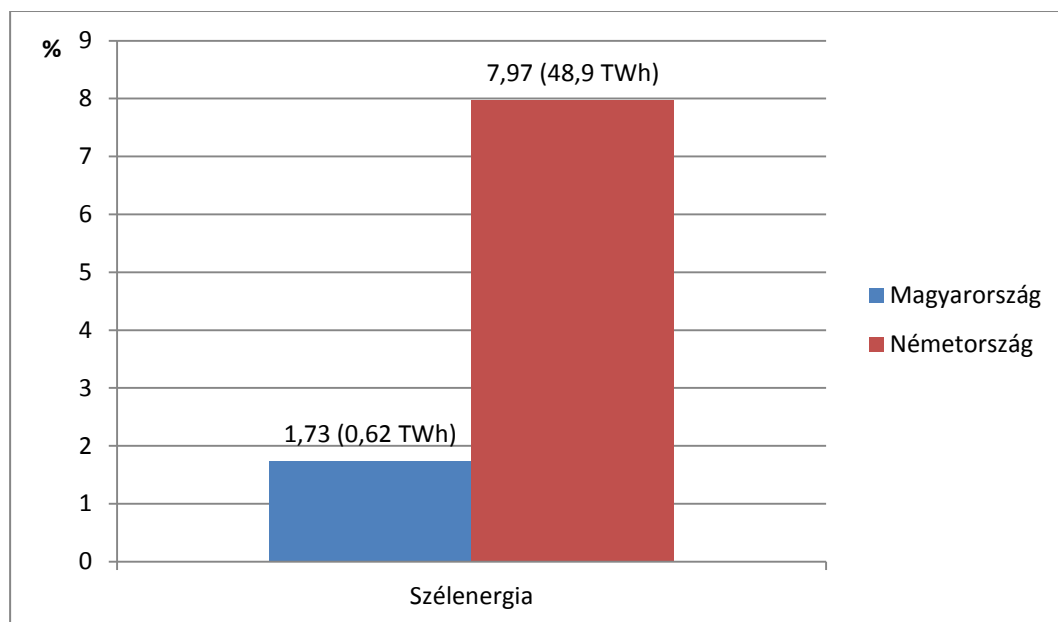
Magyarország vízenergia adottságai csak részben kedvezőek. Az ország morfológiai adottságai nem teszik lehetővé nagy esésű, így nagy energiatartalmú folyószakaszok kialakulását. A vízerőmű építésekről tervek már az előző évszázad közepétől rendelkezésre álltak, de az 1980-as években megerősödő környezetvédelmi aktivisták folyamatosan megakadályozták a tervezési és építési munkálatok elkezdését [42]. Jelenleg a legnagyobb folyónkon, a Dunán, egyetlen hazai tulajdonban lévő vízerőmű sem üzemel, ami az egyik legnagyobb vízenergia potenciál ki nem használását eredményezi. Új tervek készítésével, vagy a már elkészültek újragondolásával fel lehetne virágoztatni a dunai vízenergiából kinyert villamos energiatermelést. Hazai viszonylatban a kis és törpe vízerőművek az elterjedtek, de az ezek által megtermelt elektromos energia mennyisége igen csekély.



21. Ábra: Magyarország és Németország vízenergiából előállított villamos energia mennyiség százalékbeli különbsége 2011-ben
Forrás: [50 alapján saját szerkesztés]

Németország európai szinten elsőnek számít a kis vízerőművek működtetésében. Hamar felismerték, hogy a kis vízerőműveknek kisebb a beruházási költsége és gyorsabb a megtérülési ideje, mint a nagy vízerőműveknek.

Szélerenergia

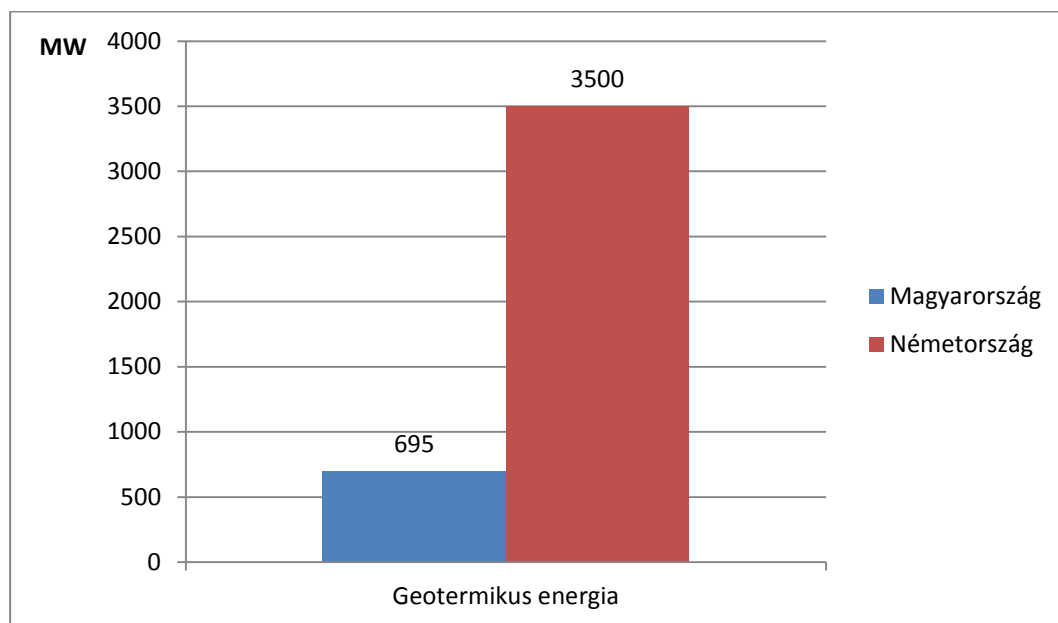


22. Ábra: Magyarország és Németország szélerenergiából előállított villamos energia mennyiség százalékbeli különbsége 2011-ben
Forrás: [50 alapján saját szerkesztés]

Magyarországon a szélerenergia ipar fejlesztése a 2011-12-es fejlesztések óta változatlan. Az Európai Unióban belül, csak 2012-ben 11 556 MW összteljesítményű szél turbinát helyeztek üzembe. Magyarország szerepel azon az ötfős listán, amely országok egyetlen új szél turbinát sem telepítettek az elmúlt években. Egy 2010-ben meghirdetett pályázat 410 MW-ra bővítette volna a meglévő beépített teljesítményt, amelyre 1200 megawattnyi fejlesztési terv érkezett, de később a bővítési folyamat félbe maradt [33]. Az Európai Unióban jelenleg **Németország** rendelkezik a legnagyobb termelési kapacitással és az évenként üzembe helyezett új szél erőművek számának tekintetében is első helyen állnak [33]. A 22. ábra is jól szemlélteti, hogy Németország 48,9 TWh villamos energiát termelt pusztán szél turbinák által. Ez az érték nagyobb, mint Magyarország 2011-ben megtermelt összes villamos energia mennyisége, ami 35,95 TWh volt (19. ábra). Hazánkban 0,62 TWh áramot állítottak elő szél farmok segítségével (22. ábra). A termelésbeli különbség jól mutatja a hazai szélerenergetikai ipar lemaradását.

Geotermikus energia

A geotermikus energiatermelés összevetésénél azért vettem figyelembe a beépített fűtőértéket, mert Magyarországon nem termelnek villamosenergiát geotermikus energiát hasznosító berendezésekkel, így csak a beépített fűtőérték képezhetette az összehasonlítás alapját. A geotermikus energiából előállított villamos energia termeléséhez szükséges berendezések beruházási költsége jelenleg igen magas és a beruházás megtérülése is kétséges [57].



23. ábra: Magyarországon és Németországon kitermelt geotermikus energia fűtőértéke 2011-ben (MW)

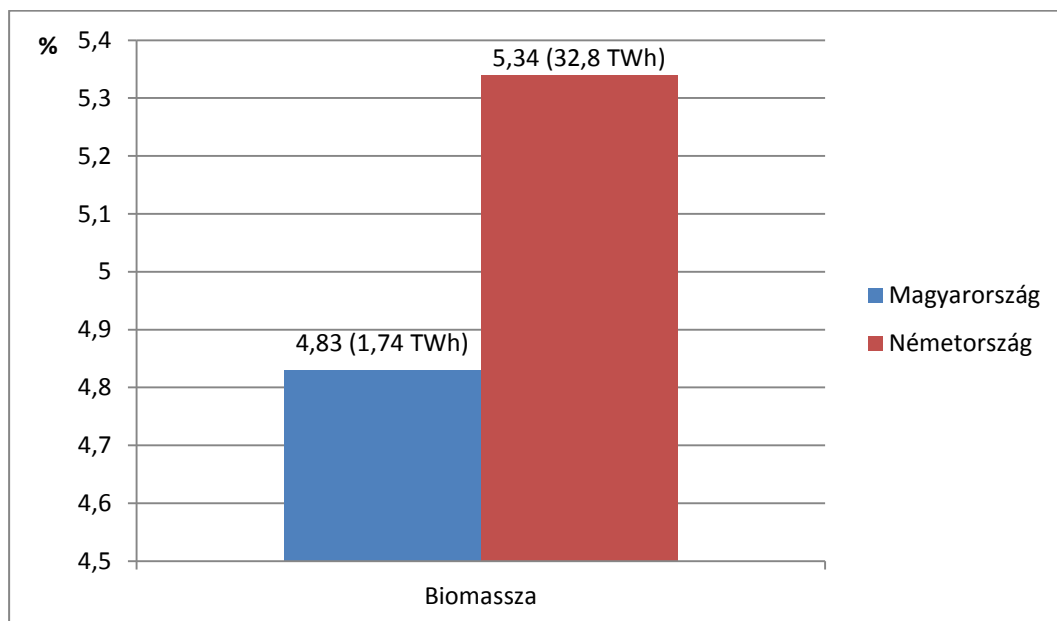
Forrás: [50 alapján saját szerkesztés]

Magyarországon jelenleg nem állítanak elő geotermikus energiából villamosenergiát pedig a geotermikus gradiensünk kitűnőnek mondható világviszonylatban is. A geotermikus energiát, amely termálvíz formájában raktározódik, jelenleg épületek és létesítmények fűtésére használjuk 695 MW beépített összes fűtési hőmennyiséggel (23. ábra).

Németországban 2011-ben a fűtésre hasznosított geotermikus energia beépített mennyisége 3500 MW volt (23. ábra). Ezt a magas értéket Németország hőszivattyúk használatával érte el. Ellentétben Magyarországgal, Németországban hasznosítják a geotermikus energiát villamosenergia előállításra is, amely a német villamosenergia-termelés 0,05%-át adta a teljes villamosenergia-termelésnek 2011-ben (19. ábra).

Biomassza

Az Európai Unióban vállalt 3,6%-os megújuló energiaforrásokból megtermelt energia mennyiséget az erőműveink széntüzelésről biomassza tüzelésre történő átállításával tudtuk elérni. Jelenleg **Magyarországon** a biomasszának van a legnagyobb részesedése. Ennek 50%-át a tűzifa adja és lakossági felhasználásban fűtőanyagként szerepel. 2011-ben a biomasszára átvált erőművek és az állati hulladék és szennyvíztelepeknél beüzemelt biogáz erőművekből megtermelt villamos energia mennyisége 1,74 TWh volt (24. ábra).

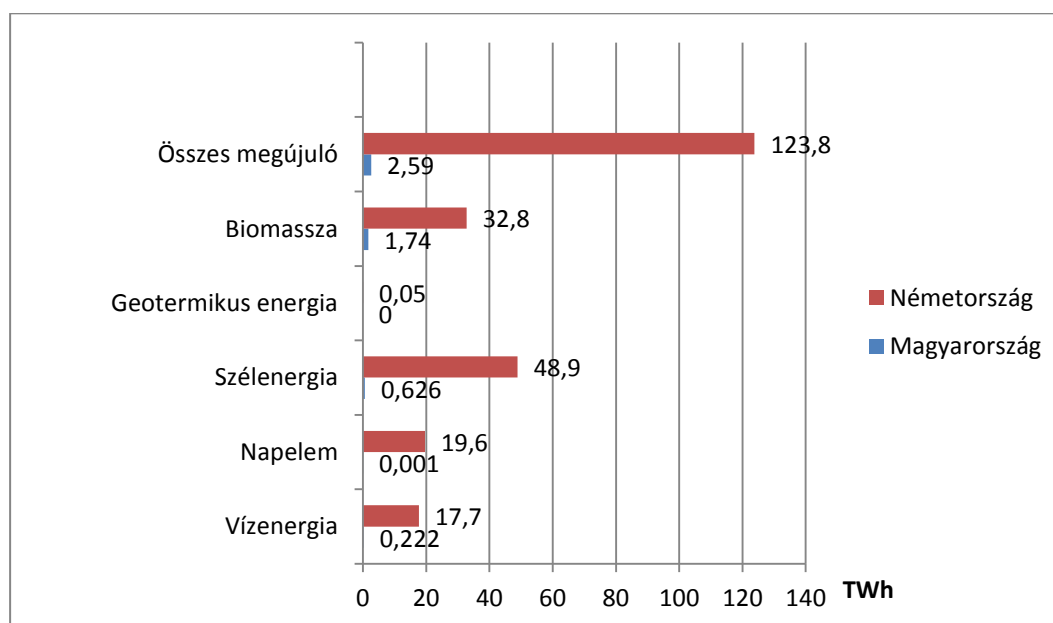


24. ábra: Magyarország és Németország biomasszából előállított villamos energia mennyiség százalékbeli különbsége 2011-ben
Forrás: [50 alapján saját szerkesztés]

Németországban nagy hangsúlyt fektetnek a biomasszára, mint energiahordozóra. 5,3%-os részesedéssel kiemelkedő helyet foglalt el a 2011-es német villamos energiatermelésben, 32,8 TWh-os értékkel (24. ábra), amelynek legnagyobb arányát biogáz égetésből nyerték. Németország Európa összes biogáz előállításának 60%-át tudhatja magáénak [8].

Összefoglalás

Magyarország energiatermelésében, ezen belül, a megújuló energiatermelésében rengeteg kihasználatlan lehetőség van. Jelen összehasonlítás példát mutat arra, hogy a bizonyos szempontokból rosszabb földrajzi adottságú Németország (ha a területbeli különbségektől ez esetben eltekintünk) jól tudja hasznosítani természeti adottságait. Megfelelő gondolkodásmóddal és energiapolitikával a világon kiemelkedő módon képes az összes rendelkezésére álló megújuló energiát kihasználni és folyamatosan fejleszteni. Külön kiemelkedő, ahogyan képesek az új technikákat, prototípusokat bevezetni a gyakorlatba a hatékonyságuk maximálisra növelésével. Magyarország és a magyar energiapolitikai irányzatok példát vehetnek a német beruházásokról és fejlesztésekről.



25. ábra: Magyarország és Németország megújuló energia termelése 2011-ben (TWh/év)
Forrás: [50 alapján saját szerkesztés]

Németországban az 1990-es években megindult egy új szemlélet, aminek az alapjai a környezetvédelemre épültek. Ez az új irányelv lett a meghatározó pillére az Európai Unió energetikai programjának is [45]. A 25. ábra nagyszerűen tükrözi a különbségeket a német és magyar megújuló energetikai gondolkodásmód között. Míg Magyarország energia igényeit további atomreaktorokkal és a Déli Áramlat gázvezeték vonal kiépítésével kívánja kielégíteni, addig Németország, a fukushimai atomreaktor balesetből is tanulva, a megújuló energiákban látja az energiaellátás potenciálját. Jelenleg a teljes energia előállításuk 20%-át megújuló energiákból fedezik, és további bővítésekkel kívánják 50%-ra növelni ezt, az atomreaktorok folyamatos leállítása mellett. Magyarországon az energiafelhasználásunkat továbbra is a

fosszilis és nukleáris energiahordozókból fedezzük. A megújuló energia fejlődése szinte stagnáló tendenciát mutat. Véleményem szerint, a hazai gondolkodásmódnak kellene új irányba elmenni és fokozottabban kellene bevonni a lakosságot az energiatermelésbe, ahogy azt tette Németország is. Legfőbb energetikai szektor, ami azonnali fejlesztést igényelne a vízenergia, ezt követi a napenergia, ugyanis a víziparunk fejlődése az elmúlt évtizedekhez mérten csökkenő tendenciát mutat. A napenergia felhasználásunk robbanásszerű növekedése még várat magára. Folyamatos beruházásokkal és pályázatokkal lemaradásunk rövidtávon mérsékelhető lenne. Hosszabb távon akár fel is zárkozhatnánk az élmezőnyhöz.

Felhasznált irodalom

- [1] Biró T., (szerk.): Megújuló energiák: legjobb gyakorlatok: Szigetbecs Száz Magyar Falu Vidékfejlesztési Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft., [2011] ISBN 978-963-08-0809-5
- [2] Lukács G. S., Megújuló energiák könyve = Book of renewable energies. Budapest: Szaktudás, 2010. ISBN 978-963-9935-53-2
- [3] Megújuló energiák Magyarországon és Németországban : 2000. szeptember 14-16., Budapest : előadaskötet Düsseldorf : VDI Verl., [2000] ISBN: 963 420 654 9
- [4] Sembery P., Tóth L. (szerk.): Hagyományos és megújuló energiák Budapest: Szaktudás Kiadó Ház, 2004. ISBN 963-9553-15-8
- [5] Spänhoff, B. (2014): Current status and future prospects of hydropower in Saxony (Germany) compared to trends in Germany, the European Union and the World. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews. 30 p.518–525.
- [6] Vízenergia In: <http://alternativa.ewk.hu/vizenergia> (Letöltés időpontja: 2014.09.17. 17:29)
- [7] German government expects increased biopower development In: <http://biomassmagazine.com/articles/8341/german-government-expects-increased-biopower-development> (Letöltés időpontja: 2014.09.17. 18:03)
- [8] Energy Transition <http://energytransition.de/2012/09/e-biomass/> (Letöltés időpontja: 2014.09.17. 18:49)
- [9] Barótfi I., Környezettechnika In: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/kornyezettechnika-eloszo/ch02s08.html> (Letöltés időpontja: 2014.09.18. 16:31)
- [10] <http://cleantechnica.com/2013/07/07/breaking-germany-sets-solar-power-record-again-23-9-gw/> (Letöltés időpontja: 2014.09.18. 16:57)
- [11] Glen Canyon Dam In: http://www.thestickfish.com/wp-content/uploads/2014/12/Glen_Canyon_Dam_2522.jpg (Letöltés időpontja: 2014.09.19.20:36)
- [12] Mayer I., Vízenergia hasznosítás Magyarországon In: http://mta.hu/data/cikk/12/90/28/cikk_129028/89MayerViz.pdf (Letöltés időpontja: 2014.09.20. 19:12)
- [13] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f8/Europe_sunshine_hours_map.png/655px-Europe_sunshine_hours_map.png (Letöltés időpontja: 2014.09.20. 19:35)
- [14] Izsák T., 2004 Természetföldrajzi fogalmak szótára In: <http://mek.oszk.hu/02900/02912/02912.htm> (Letöltés időpontja: 2014.09.20. 20:21)
- [15] Németország története és természeti-társadalmi képe In: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/foldrajz/regionalis-foldrajz/nemetorszag-tortenete-es-termeszeti-tarsadalmi-kepe/nemetorszag-termeszeti-kepe> (Letöltés időpontja: 2014.09.20. 20:47)
- [16] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/hu/1/1d/Dry_steam_plant.jpg (Letöltés időpontja: 2014.09.21. 18:11)

- [17] <http://www.ewea.org/blog/wp-content/uploads/2013/01/Ofshoreturbein3.jpg>
(Letöltés időpontja: 2014.09.17. 18:43)
- [18] <http://www.thehea.org/wp-content/uploads/2012/07/pump-storage-gr.jpeg>
(Letöltés időpontja: 2014.09.22. 14:05)
- [19] A víz ereje In:
http://www.budapest.diplo.de/Vertretung/budapest/hu/05__Wi/Energiepolitik/Wasser_kraft__Seite.html (Letöltés időpontja: 2014.09.22. 15:27)
- [20] A villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény 13. § In:
<http://www.complex.hu/kzldat/t1300145.htm/t1300145.htm> (Letöltés időpontja: 2014.09.22. 18:22)
- [21] Ádám B.,: Energiaellátás, alternatív energiaforrások hasznosítása In:
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2010-0019_Energiaellatas_alternativ_energiaforrasok_hasznositasa/ch12s02.html (Letöltés időpontja: 2014.09.23. 20:17)
- [22] Suchi, E.; Dittmann, J.; Knopf, S.; Müller, C.; Schulz, R. Geothermal Atlas to visualise potential conflicts of interest between CO₂ storage (CCS) and deep geothermal energy in Germany. Z. Dt. Ges. Geowiss. 2014, in press (Letöltés időpontja: 2014.10.07. 11:23)
- [23] Ganz, B. [et al.]: Geothermal Energy Use in Germany In:
http://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/EGC/2013/EGC2013_CUR-13.pdf (Letöltés időpontja: 2014.09.25. 16:42)
- [24] Tóth P., Bulla M., Nagy G.: Energetika In:
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s03.html
(Letöltés időpontja: 2014.09.25. 17:19)
- [25] Burger, B: Fraunhofer institute for solar energy systems In:
<http://www.ise.fraunhofer.de/en/downloads-englisch/pdf-files-englisch/news/electricity-production-from-solar-and-wind-in-germany-in-2013.pdf>
(Letöltés időpontja: 2014.09.25. 16:26)
- [26] A Magyar Villamosenergia-Rendszer (VER) 2012. évi statisztikai adatai In:
http://www.mekh.hu/gcpdocs/86/MAVIR_MEKH_VER_statiztika_2012.pdf
(Letöltés időpontja: 2014.09.26. 17:32)
- [27] Országos Meteorológiai Szolgálat Elmúlt évek időjárása 2006 In:
http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_ev_ek_idojarasa/images/ySst/ySst2006.gif (Letöltés időpontja: 2014.09.26. 19:12)
- [28] Tóth P., Bulla M., Nagy G., 2011: Energetika In:
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04.html
(Letöltés időpontja: 2014.09.26. 20:28)
- [29] A Magyar Villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2012. In:
https://www.mavir.hu/documents/10258/15461/Forr%C3%A1selemz%C3%A9s_2012.pdf/afac965c-b567-4738-af14-847a94013532 (Letöltés időpontja: 2014.09.26. 20:38)
- [30] A Magyar Villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2012. In:

- https://www.mavir.hu/documents/10258/15461/Forr%C3%A1selemz%C3%A9s_2012.pdf/afac965c-b567-4738-af14-847a94013532 (Letöltés időpontja: 2014.09.27. 13:06)
- [31] Biogas: Bore Hill Farm Biodigester 2012 In: http://www.biogas.org.uk/images/upload/plants_58_2.jpg (Letöltés időpontja: 2014.09.27. 15:34)
- [32] Bíró T., Mézes L., Szabó A., Turay R., : Biogáz Technológiák In: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0010_05_Biogaz_technologiak/4212/index.html (Letöltés időpontja: 2014.09.29. 10:54)
- [33] Magyarország ismét lemaradt a szélenergia rekordéveről In: http://www.portfolio.hu/vallalatok/magyarorszag_ismet_lemaradt_a_szelenergia_rekordeverol.179840.html (Letöltés időpontja: 2014.09.29. 13:43)
- [34] Ádám B.: Energiaellátás, alternatív energiaforrások hasznosítása In: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Energiaellatas_alternativ_energiaforrasok_hasznositasa/ch05.html (Letöltés időpontja: 2014.09.29. 16:02)
- [35] Nádor A. [et al.]: Geothermal Energy Use, Country Update for Hungary In: http://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/EGC/2013/EGC2013_CUR-15.pdf (Letöltés időpontja: 2014.09.30. 19:34)
- [36] Solar for energy: Solar Collectors In: <http://www.solar-for-energy.com/solar-collectors.html> (Letöltés időpontja: 2014.09.30. 20:11)
- [37] German Wind Energy Association Statistics In: <http://www.wind-energie.de/en/infocenter/statistics> (Letöltés időpontja: 2014.09.30. 22:39)
- [38] Magyarország domborzati és vízrajzi térképe: Magyarország vízrajza In: <http://cms.sulinet.hu/get/d/82c15aa8-d6a7-4269-a857-11ccf31bee88/1/8/b/Normal/K0743.jpg> (Letöltés időpontja: 2014.10.01. 17:25)
- [39] Átadták a békésszentandrás kisvízerőművet In: <http://www.bekesszentandrasivizeromu.hu/index.html> (Letöltés időpontja: 2014.10.01. 18:36)
- [40] Gross electricity production in Germany from 2011 to 2013 In Statistisches Bundesamt Production In: <https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/EconomicSectors/Energy/Production/Tables/GrossElectricityProduction.html> (Letöltés időpontja: 2014.10.01. 19:16)
- [41] Németország átlagos szélesebsége 10 m magasságban In: <http://ptcentre.net46.net/documents/img/windmapde.jpg> (Letöltés időpontja: 2014.10.01. 20:27)
- [42] Mészáros Cs.: A vízenergia-hasznosítás hazai lehetőségei és korlátozó tényező In <http://www.matud.iif.hu/2014/07/04.htm> (Letöltés időpontja: 2014.10.03. 09:10)
- [43] Megújuló energiaforrások helyzete itthon és külföldön In: <http://energiapedia.hu/megujulo-energiaforrasok-helyzete-itthon-es-kulfoldon> (Letöltés időpontja: 2014.10.03. 11:23)

- [44] <http://www.alternativenergia.hu/nemetorszagban-csokkentik-a-megujulo-energia-allami-tamogatasat/65818>(Letöltés időpontja: 2014.10.04. 19:21)
- [45] Németh Á.,: A megújuló energiaforrások kiaknázásának ösztönzése az Európai Unióban és Németországban In: http://elib.kkf.hu/edip/D_15118.pdf(Letöltés időpontja: 2014.10.04. 20:03)
- [46] Megújuló energia: Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve 2010-2020 In: http://2010-2014.kormany.hu/download/2/b9/30000/Meg%C3%BAjul%C3%B3%20Energia_Magyarorsz%C3%A1g%20Meg%C3%BAjul%C3%B3%20Energia%20Hasznos%C3%ADt%C3%A1si%20Cselekv%C3%A9si%20terve%202010_2020%20kiadv%C3%A1ny.pdf(Letöltés időpontja: 2014.10.5. 16:23)
- [47] <http://hu.wikipedia.org/wiki/V%C3%ADzer%C5%91m%C5%B1>(Letöltés időpontja: 2014.10.06. 14:39)
- [48] Tóth P., Bulla M., Nagy G.: Energetika In: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s03.html (Letöltés időpontja: 2014.10.06. 17:22)
- [49] Sz. Bíró Zoltán: A Déli Áramlat és a Nabucco In: http://www.nemzetesbiztonsag.hu/cikkek/sz_biro_zoltan-a_deli_ramlat_es_a_nabucco.pdf (Letöltés időpontja: 2014. 10. 08. 21:44)
- [50] International Energy Statistics In: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12> (Letöltés időpontja: 2014.10.09. 16:37)
- [51] Wantuchné D. I. [et. al], Széltérképek Magyarországról „Szélenergia Magyarországon” In: <http://image.slidesharecdn.com/leventecsokhweahungarywindopportunitieslcs-140514071202-phpapp01/95/opportunities-in-the-hungarian-wind-energy-market-7-638.jpg?cb=1400069612> (Letöltés időpontja: 2014.10.20. 14:32)
- [52] Magyar Földgázkereskedő Zrt. Hazai energiaipar és földgáz esélyek in. Magyarország földgázfelhasználása <http://www.magyarfoldgazkereskedo.hu/hu/Termek/MagyarFoldgazf/Lapok/default.aspx> (Letöltés időpontja: 2014.10.16. 20:21)
- [53] Germany In: <http://www.euracoal.org/pages/layout1sp.php?idpage=72> (Letöltés időpontja: 2014.10.21. 10:47)
- [54] Oil & Gas Security: Energy Response of IEA Countries In: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/germanyoss.pdf> (Letöltés időpontja: 2014.10.21. 12:36)
- [55] Környezeti helyzetkép 2011 In: <http://epa.oszk.hu/02300/02305/00002/pdf/kornyhelyzetkep2011.pdf> (Letöltés időpontja: 2014.10.22. 09:12.)
- [56] Oláh Gy., Kőolaj és földgáz után: A metanolgazdaság Budapest: Better, Cop. 2007 ISBN 978-963-86233-5-5
- [57] Deep Geothermal Energy Production in Germany In: www.mdpi.com/1996-1073/7/7/4397/pdf (Letöltés időpontja: 2014.11.07. 11:23)