

**Jobbágy Szabolcs**  
[jobbagy.szabolcs@citromail.hu](mailto:jobbagy.szabolcs@citromail.hu)

## HAZAI ÉS EU ENERGIABIZTONSÁG ÉS A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK

### *Absztrakt*

*Értékelő elemzésében egy általános képet szeretnék nyújtani az energiabiztonsággal kapcsolatos kérdéskörrel, megvilágítva legfontosabb alappilléreit. A teljesség igénye nélkül, az energiapiac összefüggéseit tanulmányozva, magyarázatot kívánok adni egyfajta megközelítésben a biztonság, és annak egyik meghatározó szegmense az energiabiztonság fogalmára. Ismeretbővítés céljából általánosságban át szeretném tekinteni az energiabiztonság alapját képező fosszilis és egyéb nem megújuló, valamint a megújuló-alternatív energiahordozók-energiaforrások tárházát, alkalmazásuk lehetőségét, majd az elemzés zárásaként összefüggéseket keresve, átfogó módon, értelmezni kívánom az Európai Unió és Magyarország energiabiztonságának a kérdéskörét. Az értékelő elemzés egyfajta összefüggéseken alapuló általános kitekintés, mint sem konkrét elemzése a téma valamely specifikus részterületének.*

*In my evaluative analysis I would like to give you a general overview about questions of energy security highlighting the most important basic principle. Without the need of completeness, studying coherency of energy market I would like to give you explanations for the concept of security and its main segments for the concept of energy security. With the aim of insight, generally I wish to overview the repertoire of fossil and other non-renewable-alternative energy sources, application possibilities. Eventually closing the evaluation, searching relationships in a comprehensive way I wish to clarify the issues of energy security of EU and Hungary. The evaluation analysis is a kind of general overview based on relationships, as not a concrete evaluation of a specific part of this topic.*

**Kulcsszavak:** *biztonság, energiabiztonság, energiaforrás, diverzifikáció, alternatívenergia ~ security, energy security, energy source, diversification, alternative energy.*

## ELŐSZÓ

A világ, amelyben élünk egy globalizált világ<sup>1</sup>. Biztonságát számos tényező veszélyezteti. A kockázati tényezők tárházában, a klasszikus értelemben vett háborúk, az erőszak, a nukleáris fenyegetettség, az új típusú kihívások, mint a terrorizmus, az információs hadviselés<sup>2</sup> [1] [2] [3], a kritikus infrastruktúra védelme<sup>3</sup> [4], az illegális migráció<sup>4</sup> [5], a globális felmelegedés mellett, napjainkban egy markáns „veszélyforrás”, az energia, az energiabiztonság, az erőforrásokért folytatott harc is képviselteti magát.

Egy olyan világban élünk, melynek alapvető mozgatórugója a különböző energiaforrások kiaknázása. Azonban Földünk energiaforrás készletei végesek. A források földrajzi eloszlása egyenlőtlen. Az energia egy mindenki számára nélkülözhetetlen szegmens, az energia hatalom. A geopolitikai feszültségek, a közvetlen konfrontáció megelőzése, az „energiaéhség” kielégítése, az alternatív-megújuló energiaforrásokra való áttérés lehetőségeinek, megoldásainak kidolgozása és megvalósítása érdekében, nagy hangsúlyt kell helyezni az energia, az energiabiztonság, mint a biztonságot alapvetően meghatározó tényező kérdésének megoldására, hazai és nemzetközi szinten egyaránt.

### A BIZTONSÁG, AZ ENERGIABIZTONSÁG FOGALMA

A biztonság szó a latin securus szóból ered, mely többek között gond nélküli, gondtalan, biztonságos jelentéssel bír. A Hadtudományi Lexikon megfogalmazásában a biztonság nem jelent mást, mint az „.....egyéneknek, csoportoknak, országoknak, régióknak, szövetségi rendszereknek a maguk reális képességein és más hatalmak, nemzetközi szervezetek hatékony garanciáin nyugvó olyan állapota, helyzete és annak tudati tükröződése, amelyben kizárható vagy megbízhatóan kezelhető az esetlegesen bekövetkező veszély, illetve adottak az ellene való eredményes védekezés feltételei.” [6]

A biztonság egy komplex fogalom, melynek magyarázatára, kategorizálására a szakirodalomban számos megfogalmazás található. A vonatkozó magyarázatokból nyilvánvalóvá válik, hogy a biztonság fogalma vitatott, nincs egységes értelmezése, az idők folyamán folyamatosan változott, átalakult, új elemekkel bővült. Nem lehet leszűkíteni csupán a katonai jellegű fenyegetésekre és az azokra adott válaszokra.

A hidegháború időszakában a legfontosabb biztonsági kihívás, elsődleges kockázati tényező a nukleáris háború elkerülése, a Szovjetunió térnyerésének, expanziós politikájának a megakadályozása volt. Ezt követően, az egykori szuperhatalom széthullásával, a bipoláris világrend megszűnésével, új kihívásokkal kellett és kell szembenézni, mint az etnikai

---

<sup>1</sup> *Globalizált világ:* A globalizáció ma már mindenki számára ismert, és gyakran használt, rendkívül összetett fogalom. A globalizáció egy olyan társadalmi, gazdasági folyamat, átalakulás, amelyben többféle „erő” hatására az országhatárok több szempontból is átjárhatóbbá válnak. A globalizációnak társadalmi, gazdasági és kulturális vonatkozásai vannak. Segítségével egymástól földrajzilag jelentős távolságban lévő emberek, közösségek is kapcsolatba kerülhetnek egymással. A globalizáció igyekszik a világot minden szempontból egységessé tenni. Olyan kölcsönös függőségi viszonyokat teremt, illetve olyan szabályokat érvényesít, amelyek bizonyos országok kormányai számára nem feltétlenül elfogadhatóak.

<sup>2</sup> *Információs hadviselés:* A fogalom az első öbölháború óta létezik. Az információs hadviselés a hadviselés egy új formája, amikor is az információ, illetve a támadások az információ, illetve az információs rendszerek ellen a hadviselés eszközeivé válnak.

<sup>3</sup> *Kritikus infrastruktúra:* Kritikus infrastruktúra alatt olyan, egymással összekapcsolódó, interaktív és egymástól kölcsönös függésben lévő infrastruktúra elemek, létesítmények, szolgáltatások, rendszerek és folyamatok hálózatát értjük, amelyek az ország (lakosság, gazdaság és kormányzat) működése szempontjából létfontosságúak, és érdemi szerepük van egy társadalmilag elvárt minimális szintű jogbiztonság, közbiztonság, nemzetbiztonság, gazdasági működőképesség, közegészségügyi és környezeti állapot fenntartásában. Kritikus infrastruktúrának minősülnek azon hálózatok, erőforrások, szolgáltatások, termékek, fizikai vagy információtechnológiai rendszerek, berendezések, eszközök és azok alkotó részei, melyek működésének meghiúsulása, megzavarása, kiesése vagy megsemmisítése, közvetlenül vagy közvetetten, átmenetileg vagy hosszútávon súlyos hatást gyakorolhat az állampolgárok gazdasági, szociális jólétére, a közegészségre, a közbiztonságra, a nemzetbiztonságra, a nemzetgazdaság és a kormányzat működésére.

<sup>4</sup> *Migráció:* Egy demográfiai, népmozgási folyamat. A migráció a személyek, és ezzel együtt az anyagi javak, a szakértelem, a magatartásformák mozgása és kölcsönhatása is.

villongások-konfliktusok, a tömeges migráció, a terrorizmus, a kritikus infrastruktúra védelme, az erőforrásokért folytatott harc, a globális felmelegedés. Ebből adódóan a hidegháború lezárulásával megnőtt az igény a biztonság fogalmának kiszélesítésére. Barry Buzan híres angol politológus megfogalmazása alapján „.....a biztonság a túlélés és a fennmaradás lehetősége és képessége a lélet fenyegető veszélyekkel szemben.” [7] Többek között ő volt az első, aki kísérletet tett a biztonság különböző kategóriáinak megkülönböztetésére. Munkássága eredményeképpen a biztonság öt fő szektorát különítette el, melyek a katonai, politikai, gazdasági, társadalmi és környezeti szektorok. A Hadtudományi Lexikon megfogalmazásában is megtalálhatóak ezek az alapvető szektorok, kiegészülve a humanitárius, a környezetvédelmi és katasztrófa-elhárítási szektorokkal. [6]

Ezen a ponton kapcsolható össze az energiabiztonság kérdése a biztonság fogalmával, hiszen a gazdasági biztonság egyik meghatározó szegmense az energiától, az alapanyagoktól való függés. A fejlett országok, többek között az Európai Unió tagállamainak a fizikai túlélése, jóléte és annak növelése, nem kis mértékben függ az energiahordozókhoz való hozzáféréstől, mely energiahordozókkal olykor legnagyobb mennyiségben az instabil államszerkezettel, bizonytalan politikai berendezkedéssel bíró, fejlődő országok rendelkeznek. Az energiához való hozzáférés biztosítása, visszatekintve a történelem viharos időszakaira, mindig is kiemelt helyet foglalt el a háborút kirobbantó esetleges okok között. [8] Az energiahordozókért folytatott „harc” napjainkban is meghatározó tényezője a geopolitikai, gazdaságpolitikai csatározásoknak. A harc egyre inkább kiélesedni látszik a készletek végeessége, kimerülése és a földrajzi elhelyezkedése miatt.

Az energiabiztonság szempontjából legnagyobb jelentőséggel a kőolaj és a földgáz bír, melyek egyrészt a fogyasztói társadalmak alappillérei, másrészt figyelembe véve a jelenlegi felhasználási adatokat, a növekvő igényt és a készletek állapotát, előrejelzések alapján még ebben az évszázadban könnyen egy globális összeomlást eredményezhetnek. Mint korábban említettem volt, a rendelkezésre álló készletek elfogyása egyre inkább leszűkíti a beszerzési forrásokat, geopolitikailag előnyös helyzetbe hozva a forrás és tranzit országokat, az energia piac meghatározó szereplőivé téve őket, és egyre kiszolgáltatottabb helyzetbe, függő állapotba sodorja a fogyasztó-importáló nemzeteket. Azonban a cél, az energiabiztonság, egy stabil energiapolitikai helyzet megteremtése mind a három fél számára közös érdek. Adódik ez abból, hogy a kitermelő, exportáló országoknak érdeke a biztos felvevőpiac, a piacokhoz való eljutást biztosító szállítási infrastruktúra megléte. A tranzit országok előnyös földrajzi fekvésüknek köszönhetően jelentős hasznot húzhatnak a területükön áthaladó szállítási útvonalakból, így azok megléte, illetve bővítése elsődleges érdekük. Ugyanakkor az energiára éhező, energiaforrásokkal nem vagy nem elegendő mennyiségben rendelkező országok is egy stabil, kiszámítható hozzáférési volumen, és szintén a megbízható, megfelelő kapacitással bíró szállítási útvonalak meglétét tartják ideális állapotnak. Ebből az aspektusból az exportáló, a tranzit és az importáló országok közötti kompromisszumokon alapuló kommunikáció kiemelkedő fontosságú. [8] [9] Az elhangzottak alapján, konklúzióként az energiabiztonság fogalma egyfajta megközelítésben értelmezhető úgy, mint „.....a kritikus energia, energetikai infrastruktúra normál állapota fenntartása feltételeinek összessége.” [10] Egy másik megközelítés alapján, pedig az energiabiztonság nem más, mint „.....a lakosság ellátásához, és a gazdaság folyamatos működéséhez szükséges energiahordozók folyamatos, elérhető áron történő biztosítása.” [8] A fent említett két definíció magában hordozza az energiabiztonság értelmezéséhez nélkülözhetetlen három legfontosabb tényezőt, melyek a jelentkező kereslet kielégítése – az energiahordozóknak a szükséges formában, mennyiségben, időben és helyen történő biztosítása -, a szükségletek kielégítésének folyamatossága, és az árak igazodása az energiaéhséggel küszködő piaci szereplők jövedelmi viszonyaihoz.

# ENERGIAFORRÁSOK

## Kőolaj a „fekete arany”

Annak ellenére, hogy a kőolaj, mint energiaforrás kényelmetlenebb, mint a villamos energia, környezetszennyezőbb, mint a földgáz, drága és politikai kockázatokkal terhelt, mindennapjaink egyik legmeghatározóbb energiaforrása, melynek a felhasználásától a világ jelentős mértékben függ. A számos próbálkozás, kísérlet és alternatív megoldás alkalmazása ellenére úgy tűnik, hogy a készletek teljes kiapadásáig alapvető energiaforrásként fog szerepelni a világ szinte minden régiójában.

A Nemzetközi Energiaügynökség (NEÜ)<sup>5</sup> kimutatása szerint, az energiaszektorban a kőolaj egy tetemes 40%-os részesedést birtokol. A 2008-as adatokat alapul véve, az európai régió a globális kőolaj felhasználásból mintegy 41,3%-ot tudhat magáénak. Számszerűsítve az adatokat, napi 80 millió hordós kitermelésről beszélhetünk, amelyen felül az előrejelzések szerint 2015-ig, mintegy 37,5 millió hordó többlet kitermelésre lesz szükség a fogyasztási tendenciák növekedését figyelembe véve. Ugyanakkor a Nemzetközi Energiaügynökség prognózisa szerint, pontosan a készletek véges mivolta miatt, 2015-re mintegy 12,5 millió hordós szakadék fog kialakulni a termelés és a fogyasztás között, amely tovább fogja mélyíteni az „olajéhség” okozta feszültségeket.

A kőolaj ily mértékű túlzott felhasználása a készletek kiapadására, a túlzott függőség kialakulására, a környezetszennyezésre, az alternatív megoldások keresésére hívja fel a figyelmet. Azonban az alternatív megoldásokra való áttérés egy hosszú folyamat eredménye lesz, ugyanis jelen pillanatban az új technológiák ára és hatékonysága jelentősen elmarad a kőolajban rejlő lehetőségektől, nem beszélve az alternatív technológiákra való áttéréshez szükséges tőkebefektetésről.

Többek között a kőolajjal kapcsolatos világméretű problémák kezelésére hivatott egyik legfontosabb szervezet tehát, a Nemzetközi Energiaügynökség, mely napjainkra már jelentős mértékben túlnőtt, és túllépett eredeti, alapításbeli célján és rendeltetésén. Az ügynökség az OECD<sup>6</sup> tagállamainak autonóm energetikai szervezete. Az ügynökséget a tagállamok az első olajárrobbanást követően, 1974-ben hozták létre az egységes fellépés érdekében. Alapdokumentuma a Nemzetközi Energia Programról szóló Egyezmény. Létrehozásának célja az intézményesített olajválság kezelő feladatkör volt. Napjainkban, pedig hosszú távú feladatként vállalta a tagországok energetikai problémáinak kezelését úgy, mint az olajellátás zavarait csökkentő rendszer fenntartását, a rendkívüli helyzetre való felkészülést, az energiaellátás, az energiahatékonyság növelését, és az alternatív energiaforrások kifejlesztését, az olaj és egyéb energiahordozó piacokról való állandó információs rendszer működtetését, stb. Az ügynökség legfontosabb döntéshozó szerve a Kormányzó Tanács (GB Governing Board), mely két évente miniszteri szinten tartja üléseit. Magyarország 1997-től tagja az ügynökségnek. [11]

## Földgáz

Ahhoz, hogy a túlzott mértékű kőolajon alapuló energiafelhasználásról át lehessen térni az alternatív megoldásokra, a szakemberek egybehangzó véleménye szerint szükséges egy átmeneti energiagazdaság kialakítása. Ennek a szektornak az egyik legmeghatározóbb szegmense a földgáz, azon egyszerű okból kifolyólag, hogy a kőolajhoz képest a rendelkezésre álló készletek mennyisége számottevően nagyobb, az ára valamelyest kedvezőbb, egy kényelmes energiaforrás, a felhasználás szempontjából, pedig viszonylag

<sup>5</sup> Nemzetközi Energiaügynökség (NEÜ): International Energy Agency (IEA)

<sup>6</sup> OECD: Organisation for Economic Co-Operation and Development – Gazdasági Együttműködés és Fejlesztés Szervezete, mely egy 1961-től működő nemzetközi szervezet, amely az 1948-ban megalapított OEEC (Organisation for European Economic Cooperation – Európai Gazdasági Együttműködés Szervezete) utódja. A fejlett országok gazdaságpolitikai fóruma, melynek Magyarország 1996-tól tagja. Tagjai közül néhányat megemlítve: Egyesült Államok, Anglia, Kanada, Franciaország, Belgium, Csehország, Finnország, Görögország, Hollandia, Japán, Németország, Olaszország, Spanyolország, Svájc, Szlovákia, stb.

magas tisztaság jellemzi. Azonban a kőolajhoz hasonlóan legfőbb hátránya abban rejlik, hogy földrajzilag egyenlőtlen eloszlást mutat, hiszen a termelés jelentős hányadát, mintegy 60%-át Észak-Amerika, Oroszország és a volt Független Államok Közösségének tagországai biztosítják. Ezen okból kifolyólag a korábban említett, az importáló országokra jellemző függő, az exportáló és a tranzit országoknak kiszolgáltatott helyzetben nem képes gyökeresen változtatni.

A 2008-as adatokat figyelembe véve, a világ energiafelhasználásának mintegy 25%-át a földgáz teszi ki. Európa elég kiszolgáltatott helyzetben van, hiszen a világ fogyasztásának körülbelül 25%-a ebben a régióban realizálódik, és a kőolajhoz hasonlóan a lokális készletek hiányában ennek a mértékű fogyasztásnak a legnagyobb hányada ugyancsak import bázison nyugszik. Néhányat megemlítvén a legnagyobb importőrök közül, olyan országok találhatóak a felsorolásban a teljesség igénye nélkül, mint Oroszország, Algéria, Irán, Dánia, Norvégia, Türkmenisztán, stb. [11]

Mint az Európai Unió tagállama, Magyarország is erőteljesen importfüggő ország a földgázfelhasználás szempontjából, mely függőség a hazai kitermelés folyamatos csökkenése és a fogyasztás folyamatos növekedése miatt egyre inkább erősödik. A 2007-es kimutatások szerint az ország elsődleges energiafelhasználásának mintegy 45%-át a földgáz teszi ki, melynek elenyésző része származik csak a hazai kitermelésből. 2007-ben ez a mennyiség mintegy 13,1 Mrdm<sup>3</sup> volt, amelyből 2,6 Mrdm<sup>3</sup>-t biztosított csak az ország a saját forrásaiból, a fennmaradó 10,5 Mrdm<sup>3</sup>-t, pedig importforrásból. Előrejelzések szerint ez a mennyiség 2015-re el fogja érni a 16 Mrdm<sup>3</sup> körüli értéket. Az egyre nagyobb mértékben növekvő fogyasztási igények kielégítése érdekében szükséges a források és a felhasználási területek közötti szállítása útvonalak kibővítése, kiépítése, diverzifikálása, a szállítási kapacitások növelése, illetve az új forrásokkal történő kapcsolatfelvétel. [8] [12]

## Köszén

A köszén, különböző formákban, mint a fekete köszén, a barnaköszén, a lignit, a tőzeg, már nagyon régóta része az energiatermelésnek, melynek oka, hogy viszonylag könnyen bányászható, és elégethető. A korábban említett két nem megújuló fosszilis energiaforrással<sup>7</sup> szemben, a köszén nagy előnye az olcsó kitermelhetőségében, az általa olcsón előállítható elektromos energiában, az évszázadokra becsülhető rendelkezésre állásában, a könnyű szállíthatóságban, a jó tárolhatóságban és abban rejlik, hogy az Európai régióban is viszonylag nagy mennyiségben található meg. A köszén szállítása egyszerűen megoldható az egyéb más nyersanyagok és késztermékek szállítására hivatott infrastruktúra alkalmazása révén. A fogyasztó által felhasznált mennyiség, alapvetően a kitermelő országban kerül felhasználásra, mivel a helyi gazdaság fokozatosan ráépült a kitermelhető szénvagyonra. Továbbá a jelentős szénkészlettel rendelkező országok többlettermeléséből viszonylag szabad piac alakult ki, melyre nem jellemző a kartellesedés, egyetlen piaci szereplő sem képes alapvetően befolyásolni az árakat, a kitermelési volument, így egy sem juthat olyan előnyös helyzetbe, amelynek segítségével, az energiaforrással való rendelkezését egyéb érdekeinek az érvényesítésére használhatná fel globális szinten. [8] Ugyanakkor a szakemberek egybehangzó véleménye alapján az egyik legszennyezőbb energiaforrásnak tekinthető.

A köszén a világ villamosenergia-termelésében, globális szinten, mintegy 40%-os részesedéssel bír. Magyarország vonatkozásában megállapítható, hogy az ország primer energiaszükségletének mintegy 16%-át a köszén fedezi, és a 2015-ig előrevetített statisztikai adatokat figyelembe véve, ez az arány folyamatosan csökkenő tendenciát fog mutatni a globális szinten jellemző földgáz és kőolajfüggőség egyre nagyobb mértékű térhódításával. Abban az esetben, ha kézzelfogható megoldások fognak realizálódni a környezetszennyezés mértékének, illetve a túlzott széndioxid kibocsátás mennyiségének a csökkentésével

---

<sup>7</sup> *Fosszilis energiaforrás:* Fosszilis energiaforrások alatt a bányászott szenet, a kén és a szénhidrogéneket (kőolaj, földgáz) értjük, melyek elhalt és lebomlott növények és állatok maradványai. Energiaforrásként történő felhasználásuk elégetésükkel lehetséges, mely folyamat során jelentős mennyiségű szennyező anyag kerül a légkörbe, növelve az üvegházhatást, elősegítve a globális felmelegedést.

kapcsolatban, a földgázhoz hasonlóan, a kőszén is, a már korábban említett átmeneti energiagazdaság egyik meghatározó energiaforrása lehet. [11] [12]

## Nukleáris energia

Az atomenergia napjaink egyik legvitatottabb energiaforrása, mellyel kapcsolatban, több szempontból is jelentős mértékben megoszlik a szakemberek és a közvélemény álláspontja. Egyrészt magasztalják, mint a világ energiaproblémájának megoldását, másrészt elvetik, mint az energiatermelés legveszélyesebb módját. Sokakban a biztonságos felhasználás kételye merül fel elsőként, rettegven egy, a Csernobili atomerőműben bekövetkezett hasonló atomkatasztrófától, ismervén többek között azt a tényt, hogy napjainkban is még nem egy, ehhez az atomerőműhöz hasonló erőmű funkcionál, de említhetnénk a Three Mile Island-i balesetet<sup>8</sup> is. [13] Ezek hatására, globális szinten elég jelentős mértékben felerősödött az osztársadalmi tiltakozás, a politikai és társadalmi elfogadottság redukálódása. Vannak országok, ahol megállt a reaktorok építése, mint például az Egyesült Államokban, ahol 1978. óta nincs megrendelés új atomreaktorokra, vagy például Svédország, ahol népszavazás döntött arról, hogy 2010-re le kell állítani az atomenergia termelést. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ)<sup>9</sup> kimutatása szerint is egyre inkább csökkenő tendenciát mutat ennek az energiaforrásnak az alkalmazása. Mindezek ellenére az európai régióban a villamosenergia-termelés közel 1/3-a ennek az energiaforrásnak az alkalmazásából származik, mely a legnagyobb európai szénmentes energiaforrás. [14] Magyarországra levetítve a statisztikát, az ország primer energiafelhasználásának, pedig mintegy 13%-át szolgáltatja az atomenergia. [12] A statisztikai adatokban természetesen az is benne foglaltatik, hogy az atomenergiában rejlő előnyök felülműlják a hátrányait, és globális szinten nem egységes a megítélése, mivel a fokozódó energiaigény a felhasználásának a fokozódását vetíti előre. A rengeteg érv és ellenérv mellett sokak szerint a nukleáris energia a reneszánszát éli napjainkban, annak következtében, hogy az egyetlen környezetbarát lehetőség, nagy mennyiségű villamosenergia-előállítására. Ennek bizonyítéka Franciaország, Kína, Brazília, Japán, Pakisztán, Oroszország vagy éppen India fokozódó igénye ezen energiaforrás alkalmazására, amely országokban vagy tervezik, vagy már folyamatban van nukleáris erőművek építése. [15]

Az Európai Unió belül a tagállamoknak megadatik a döntés joga az atomenergia felhasználásával kapcsolatban, de abban az esetben, ha a mellőzése mellett döntenek, akkor mindenképpen alacsony szénkibocsátású energiaforrásokat kell az energiatermelés szolgálatába állítaniuk, az üvegházhatású gázok kibocsátásának a csökkentése érdekében. [14]

Ugyanakkor a túlzott kőolaj függőség állapotából való kikökenésen nem túl sokat segíthet az eltérő felhasználási területekből adódóan, hiszen a kőolaj egyik elsődleges alkalmazási területe a közlekedés, míg az atomerőművek alkalmazásával, pedig villamos energiát termelnek. További jelentős probléma az atomenergia energiaforrásként való felhasználásával kapcsolatban, a kőszénhez hasonlóan, a környezetszennyezés, gondoljunk csak az atomhulladék biztonságos elhelyezésére, hiszen ezeknek a radioaktív anyagoknak a felezési, lebomlási ideje nagyon hosszú években mérhető. Ugyanakkor viszont az is igaz, hogy a termelési folyamat során viszont kevesebb járulékos ipari hulladék keletkezik, mint más erőművekben. Maradván a környezetszennyezés problematikájánál, a jelenleg alkalmazott technológiák miatt, az urán dúsításához, széntüzelésű erőművek alkalmazására van szükség, mely tovább növeli a zöldek tiltakozását, a környezetszennyezés oldalára billentve a mérleg serpenyőjét. A negatívumok sorában kell megemlíteni az atomerőművek létesítésével és üzemeltetésével kapcsolatos jelentős költségvonzattal járó, időigényes beruházást is, valamint az urán egyre növekvő világszintű árát. A biztonság aspektusából megvizsgálva az

<sup>8</sup> *Three Mile Island-i baleset*: 1979. március 28-án, a Pennsylvania állambeli Harrisburg városkától nem messze található atomerőműben bekövetkezett súlyos baleset, melynek során a csernobili tragédiával ellentétben nem következett be a környezet radioaktív sugázzal történő szennyeződése. Szakértői vélemények szerint az ok tervezési hiba és a nem megfelelően elvégzett karbantartási munkálatok voltak, melynek következtében elháríthatatlan üzemzavar keletkezett, a hőelvezetés megszűnt, a reaktor bizonyos részeiben jelentős nyomás és hőmérsékletnövekedés következett be.

<sup>9</sup> *Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ)*: International Atomic Energy Agency (IAEA)

atomenergiát, pedig egy újabb negatívumot róhatunk fel rovására, hiszen ebben a globalizált világban, az új típusú kihívások egyik legmeghatározóbb alkotóeleme, a terrorizmus szempontjából sem egy biztonságos alternatíva. A terrorizmus fanatikus követői körében egyrészt egy atomerőmű nagyon könnyen elsődleges, stratégiai célponttá válhat, másrészt az energiatermelési folyamat során, a hatékonyság növelése érdekében, a fűtőanyag urán tartalmának egy részét plutóniummá alakítják, mely illetéktelen kezekbe jutva alkalmas lehet atomfegyver előállítására. [14]

Mindezen aggodalmak ellenére, sokan a jövő egyik nagy lehetőségét látják benne hatékonysága és relatíve tiszta energiaforrás létéből adódóan. A korábban felsorakoztatott energiaforrásokkal szemben kategóriákkal nagyobb mennyiségű energia előállítására alkalmas, mint a mechanikai erőn alapuló energiaforrások (szél, vízenergia) vagy az ipari forradalom vívmányaként, az ember szolgálatába állított, különböző kémiai reakciók (égési folyamatok, elektrokémiai reakciók). Az atomerőművek gazdasági szempontból fel tudják venni a versenyt az energiapiac többi szereplőjével szemben, mivel a „nukleáris üzemanyag” nagy energiasűrűségű, és jól tartalmazható, az atomerőművek üzemeltetési költsége a nagy beruházási költségek és az urán növekvő világpiaci ára ellenére alacsony, ebből adódóan az általuk termelt villamos energia, kedvező áron értékesíthető a piacon, és a technológia alkalmazása nem fokozza az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértékét. Továbbá kiemelendően jelentős szempont, hogy a nukleáris energiaforrás a kőolajjal és a földgázzal ellentétben, nem a föld politikailag, társadalmilag instabil berendezkedéssel bíró régióiból származik. [14]

Az aggodalmak, kételyek és a globális energiaproblémát megoldani képes érvek és ellenérvek között lévő összhang, talán egyetlen lehetséges módja a nemzetközi szabályozás és a szigorú biztonsági intézkedések bevezetése, új, úgynevezett 4. generációs atomreaktorok<sup>10</sup> építése, és alkalmazása, melyek segítségével a már használhatatlannak tűnő kiégett fűtőanyagok újra, illetve tovább hasznosíthatóak, megoldást találva átmenetileg a nukleáris hulladék tárolási problematikájára. [15] Erre hivatott többek között a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ), mely egy független kormányközi ENSZ szervezet. Az ügynökség 1957-ben jött létre, és jelenleg 144 tagja van, mely tagok között Magyarország is képviselteti magát, mint alapító tag. Legfőbb döntéshozatali szerve a tagállamok évente üléselő Általános Konferenciája. Az ügynökség tevékenysége három nagy területet foglal magába, melyek a nukleáris energia és más nukleáris technológiák békés célú felhasználásának segítése és támogatása, a nukleáris biztonság erősítése, továbbá a nukleáris tevékenység békés jellegének ellenőrzése, az úgynevezett biztosítéki rendszer keretében.

## A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK

Az energiafogyasztás szakadatlan növekedése az 1970-es évek derekán rádöbentette a világot arra, hogy az ipari fejlődésnek gátat szabhat az energiaforrások kimerülése, mely napjainkban egyre nagyobb mértékűt ölt. Szakértői, borúlátó vélemények alapján a Föld fosszilis energiaforrás készletei körülbelül 50-60 évre elegendőek még. Nagyjából erre az időszakra tehető az alternatív vagy megújuló energiaforrások iránti érdeklődés felébredése is, melyeknek egyre hatékonyabb és szélesebb körű alkalmazása megoldást jelenthet a kimerülő energiaforrások kiváltására.

A megújuló energiaforrás egyrészt olyan energiaforrás, amely a természeti folyamatok során folyamatosan rendelkezésre áll, másrészt olyan természeti jelenség, amelyből úgy nyerhető ki energia, hogy az, jelentősebb emberi beavatkozás nélkül, néhány éven belül újratermelődik. A megújuló energiaforrások közzé sorolandó többek között a napenergia, a szélenergia, a vízenergia, a biomassza, a geotermikus energia, stb. Olyan természeti

<sup>10</sup> 4. generációs atomreaktor: nagyobb hőmérsékleten, magasabb határfokkal működő reaktorok, mint a termikus elven működő reaktorok, amelyek azoktól eltérően, nagyobb határfokú láncreakciók eredményeképpen, az urán fűtőanyag sokkal nagyobb hányadát hasznosítják, csökkentve a nukleáris hulladék mennyiségét, egy áttekinthetőbb biztonsági rendszert és egy kevésbé kifinomult vezérlést lehetővé téve. A láncreakció lényege az urán 235-ös izotópjának gyors neutronokkal történő bombázása a hasadás nagyobb határfoka érdekében.

erőforrások tehát, amelyek hasznosításával az emberiség a szükségleteit az adott gazdasági fejlettség szintjén kielégítheti, és használatuk ellenére természetes úton újratermelődnek. Az alternatív energiaforrások egyik legelőnyösebb tulajdonsága, hogy környezetkárosító hatásuk elenyésző, a fosszilis energiaforrásokhoz képest folyamatosan, akár generációkon át kinyerhetőek a természetből, és összhangban vannak a fenntartható fejlődés alapelveivel.

A fenntartható fejlődés fogalma az 1980-as évek elején jelent meg a nemzetközi szakirodalomban. Általános ismertségét Lester R. Brown<sup>11</sup>-nak a fenntartható társadalom kialakításával kapcsolatos műve alapozta meg, melyben a szerző összekapcsolta a népességnövekedést a természeti erőforrások hasznosításával, és mindezt úgy kívánta megvalósítani, hogy a lehető legkisebb legyen a természeti környezet minőségi és mennyiségi romlása. A fenntartható fejlődés fogalmát az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága fogalmazta meg az 1987-ben kiadott „Közös Jövők” című jelentésében. Ebben a jelentésben a gazdasági növekedés egy új korszakának lehetőségét vázolta fel, amely a fenntartható fejlődés globális megvalósítására épít, megőrzi a természeti erőforrásokat, és amely megoldás lehetne a fejlődő országokban elhatalmasodó, egyre nagyobb szegénységre. A jelentés értelmében a fenntartható fejlődés fogalma nem más, mint egy „.....olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedék esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék a szükségleteiket.” A fenntartható fejlődés három alappilléren nyugszik, melyek a szociális, a gazdasági és a környezeti alappillérek. [16]

## Napenergia

Mindenki előtt ismert tény, hogy a Nap a földi élet elsődleges energiaforrása. Ez a hatalmas fúziós erőmű már több milliárd éve működik. A Napban hidrogénatomok alakulnak át héliumatomokká, óriási gravitációs nyomáson és rendkívül magas hőmérsékleten. A nap hatalmas tömegében, amely a naprendszer mintegy 99%-át teszi ki, az évmilliárdos működés ellenére még mindig több mint 70% hidrogén található, amely ilyen szempontból szinte kimeríthetetlen energiaforrásként értelmezhető. Ezen aspektusból az egyik legígéretesebbnek tűnő, megújuló energiaforrás, melynek segítségével, napkollektorok és napelemek alkalmazása révén, villamos energia és hőenergia állítható elő. Tehát az aktív energiatermelés szempontjából két eltérő módon is felhasználható.

A fosszilis energiaforrásokkal szemben hosszú távú megoldást jelenthet a globális energiaszükségletek kielégítésére, hiszen a megújuló energiaforrások egyik legfőbb ismérvének megfelelően, folyamatosan rendelkezésre áll, illetve egy szénhidrogénmentes energia előállítás valósítható meg felhasználásával, jelentős mértékben csökkentve ennek következtében a légköri-környezetszennyezést. További nagy előnye a nem megújuló energiaforrásokkal szemben, hogy segítségével egy decentralizált energiarendszer lenne megvalósítható, mely az energiapiac résztvevői-fogyasztói számára lehetővé tenné a saját energia előállítását, csökkentve ily módon az energiapiac szolgáltatói-forrás szektorától való függőséget. Azonban nagy hátránya a fosszilis energiaforrásokkal szemben, hogy még mindig sokkal költségesebben lehet vele energiát előállítani, mondjuk egy széntüzelésű hőerőműhöz képest, elsősorban a magas beruházási költségek miatt, melyek megtérülése viszonylag hosszú idő, mintegy 20-22 évre tehető. Hátrányos ismérveként kell megemlítenünk azt a tény is, hogy a folyamatos fejlesztések ellenére, még mindig viszonylag kis hatékonysággal képes a villamosenergia-előállítására, illetve a földrajzi viszonyok is jelentős hatást gyakorolnak alkalmazhatóságára a napsütéses órák számát figyelembe véve. Napjainkban, a Föld napsütésben bővelkedő területein is, a működési idő mindösszesen 22%-ban alkalmas

---

<sup>11</sup> Lester R. Brown: Az Earth Policy Institute (Földpolitikai Intézet) elnöke, akit a Washington Post a világ egyik legbefolyásosabb gondolkodójának tart. A szervezetet 2001. májusában alapította azzal a céllal, hogy terveket dolgozzon ki, és tegyen közzé a fenntartható jövő kialakításáról. Többek között az ő nevéhez kapcsolódik a fenntartható fejlődés fogalmának a megalkotása. Ő volt egy másik jelentős szervezet, a World Watch Institute (Világfigyelő Intézet) szervezetnek ugyancsak az alapítója, amelynek a létrehozását követő 26 éven keresztül ő volt az elnöke. Pályafutását gazdálkodóként kezdte, majd munkásságának eredményeképpen több mint 50 könyv fűződik a nevéhez szerzőként vagy társszerzőként, melyek több mint 40 nyelven jelentek meg. Tudományos tevékenységének köszönhetően 24 egyetem is tiszteletbeli doktorává fogadta.



energiatermelésre, egy hőerőmű ily szempontból 90%-os hatékonyságával szemben. Továbbá, mivel egy viszonylag új technológiáról van szó, a hozzá kapcsolódó iparág fellendülése, az új munkahelyek teremtése, az elszigetelt földrajzi helyek energiaellátásának megoldása, mint pozitív jellemző mellett, felvetődik a napelemek, napkollektorok életciklusának a végén jelentkező, jövőbeni hulladékkezelésnek a problematikája is. Mindezek ellenére a folyamatos fejlesztések eredményeképpen a jövő egyik legkecsegtetőbb alternatív energiaforrásainak egyike lehet. [11] [17]

## Szélenergia

A szélenergia ipar napjaink legdinamikusabban fejlődő, megújuló energiát alkalmazó, tiszta energiatermelő technológiája. Globális szinten történő alkalmazása a környezetvédelmi és a költségelőnyei miatt egyre nagyobb teret hódít, egy nagyon jó alternatív megoldást kínálva a fosszilis energiahordozókat mellőző, villamosenergia-termelésimód megvalósítására.

Az elv messzemenőig egyszerű, a légtömeg mozgásából „forgó” energiát nyerni, majd ezt a mozgási energiát generátorok segítségével elektromos energiává alakítani. A szélenergia kitermelésének modern formája tehát a szélturbina lapátjainak forgási energiáját alakítja át elektromos energiává, mely ily módon alkalmas hálózatba integrálható villamosenergia-előállítására, komplex „szélfarmok” vagy kisebb „széltelepek” keretébe szervezve a berendezéseket. Ugyanakkor a napenergiához hasonlóan, ez az energiaforrás is alkalmas egyéni energiatermelésre (nemzeti vagy akár konkrét fogyasztói szinten), mely lehetőség megoldást jelenthet a fosszilis, nem megújuló energiaforrásokhoz való hozzáférés okozta piaci kiszolgáltatottságra, függőségre. Az alkalmazott eszközök legfontosabb jellemzője a magas műszaki színvonal és a csekély karbantartási igény.

Alkalmazásával kapcsolatban azonban problémák is felvetődnek, melyek többek között a szélturbinák méretéből adódó nagy térigény, valamint a kis megbízhatóság, hiszen a működési idő nagy részében jóval a maximális teljesítmény alatt működnek. A szélenergia jelentős mértékben ki van szolgáltatva az időjárási körülményeknek, melyek alapvetően meghatározzák a primer energia, a szél rendelkezésre állását és „minőségét”, mely utóbbi tényező alatt elsősorban a szélerősség, szélesebbésség kérdése értendő. [18] Továbbá gondot jelenhet a telepítési hely körülmények megválasztása is, mely egyrészt összefüggésben van az imént említett földrajzi – környezeti – időjárási tényezővel, másrészt a szélturbinák működési elvéből adódó, zavaró hatású, zaj és fénytényezőkkel. Ezen okokból kifolyólag a telepítési helyszínek általában nagy távolságokra helyezkednek el a felhasználás helyszínétől, melynek következtében a szélerőművek által termelt elektromos energiát viszonylag nagy távolságokra kell elszállítani, ami növeli az alkalmazás járulékos költségeit. Ez alatt elsősorban a szállítási infrastruktúra kiépítésével kapcsolatos költségeket kell érteni, illetve azoknak a beruházásoknak a költségeit, amelyek egyfajta tárolókapacitásként szolgálnak a szélenergia, környezeti tényezők által befolyásolt, rendelkezésre állása okozta, energia kimaradások kiküszöbölésére, a villamosenergia-hálózat egyensúlyának megteremtése érdekében.

A szélenergia felhasználással kapcsolatos kutatások és fejlesztések terén többek között Németország, Spanyolország, valamint Dánia jár az élen. A folyamatos kutatás-fejlesztés eredményeképpen, egyre nagyobb kapacitású, egyre jobb hatékonyságú szélturbinák előállítására és alkalmazására nyílik lehetőség, egyre nagyobb szerephez jutva, a fosszilis energiahordozókon alapuló villamosenergia-termelés szektorában.

A szélenergia alkalmazásában hazánk is képviselteti magát a Mosonmagyaróváron vagy a Somogy megyei Öreglak térségében telepített szélparkkal, melyek a villamosenergia-termelésre hivatott szélerőművek két különböző családját – az előbbi betáplálja a megtermelt energiát a villamos energiarendszerbe, míg az utóbbi a helyben történő felhasználásra termel energiát – testesítik meg. [11] [14] [17]

## Vízenergia

A vízenergia alkalmazása történelmi múltra tekint vissza. Már a régi kultúrákban is, mint például Mezopotámiában, Kínában vagy Egyiptomban is hasznosították, elsősorban a

vízkerékek alkalmazásával, többek között a mezőgazdasági művelés alá vont területek öntözésére, illetve az ivóvíz ellátás biztosítására. Ezt követően a római birodalomban kezdték el használni elsőként a vízimalmokat, illetve a hajókra épített úszómalmokat, a gabona őrlésére. Továbbá alkalmazták a vízkerékek energiáját a kovácsműhelyekben a fém megmunkálására vagy a fűrészüzemekben darabolásra.

Az egyik leggazdaságosabb energiaforrás, melynek segítségével a víztömeg mozgási energiáját átalakítva villamos energia nyerhető. Viszont alkalmazásának lehetőségét jelentős mértékben befolyásolja, a nap vagy a szélenergiához hasonlóan, a természetföldrajzi környezet. Ebben a tekintetben Magyarország nincs éppen a legelőnyösebb helyzetben, ugyanis gazdaságossági szempontból, az energetikai kihasználhatósága alacsony határfokú, nem úgy, mint például az Alpokban vagy a Skandinávfélszigeten. Ugyanakkor környezetvédelmi szempontból sem az egyik legkedvezőbb alternatív energiaforrás, a vízerőművek, a duzzasztógáták által okozott negatív környezeti következményekből adódóan, gondolván az érintett folyók, folyóparti területek élővilágára és ökoszisztémájára gyakorolt hatásokról. [11]

## Bioenergia

A bioenergia vagy más néven a biomassza fogalma általánosságban nem jelent mást, mint a Földön lévő összes élő tömeg, egy adott élettérben, egy adott pillanatban jelen lévő szerves anyagok és élőlények összessége.

Napjaink globalizált világában a bioenergia az alábbi nemzetgazdasági forrásokból származhat: a növénytermesztésben és erdészetben keletkező melléktermékek, az állattenyésztés, az élelmiszeripar (itt elsősorban a növényolaj-iparra kell gondolnunk), valamint a kommunális és ipari hulladékok. Mindezeket figyelembe véve, a biomassza, a keletkezése alapján három nagy csoportba kategorizálható. Az elsődleges kategóriába tartoznak a természetes vegetáció alkotóelemei, melyek alatt a mezőgazdasági növényeket, az erdőket, a mezőket, a réteket, a legelőket, a kertészeti és vízben élő növényeket értjük. A második nagy kategóriát az állatvilág, illetve az állattenyésztés fő és melléktermékei, valamint hulladékai alkotják. A harmadlagos biomassza csoportba, pedig a feldolgozóiparok és az emberi életműködés melléktermékei sorolhatóak.

A biomasszák legnagyobb előnye abban rejlik, hogy felhasználásuk által a fosszilis energiahordozók kiválthatóak, megtakaríthatóak, megvalósítva ily módon a fenntartható energiafelhasználást, a fenntartható fejlődést, csökkentve a levegő szennyezettségét és az általa okozott globális problémák sorát, mint az üvegházhatás és a felmelegedés. Megújuló energiaforrásnak tekinthetőek, hiszen megfelelő kezelés révén, rövid életciklusok során, általában egy éven belül újratermelődnek.

A biomassza, a fosszilis energiaforrások, a kőolaj, a szén és a földgáz után, a világon a negyedik legnagyobb energiaforrás, mely elsősorban villamos energia és hőenergia termelésre hasznosítható. Globális szinten a felhasznált energia mintegy 14%-át, de a fejlődő országokban több mint a 35%-át ennek a típusú bioenergia forrásnak a felhasználása biztosítja.

A biomasszákat a felhasználási területnek megfelelően az alábbi kategóriákba sorolhatjuk: tüzelhető, elgázosítható és gépjármű üzemanyagként hasznosítható biomasszák, mely csoportok egyértelműen utalnak arra, hogy elsődlegesen a hőtermelésre, a hőenergia előállítására, illetve a gépjárművek meghajtására kínálnak alternatív megoldásokat.

A tüzelhető biomasszák alapvetően viszonylag kis nedvességtartalmúak, és ennek megfelelően magas fűtőértékkel rendelkeznek. A velük szemben támasztott legfontosabb követelmény többek között az, hogy az égési folyamat melléktermékeként keletkező hamu olyan vegyi összetételű legyen, hogy az ne károsítsa a különböző fűtőberendezéseket, illetve ne okozzon jelentős levegőszennyezést. A legtipikusabb tüzelhető biomassza fajták a tűzifa apríték, a fűrészpor, a szalma, az energiafű, illetve az ezekből előállított pellet<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> *Pellet*: olyan nagy nyomáson préselt szálas, rostos anyag, amelyet vagy a saját anyaga vagy a belekevert kötőanyag tart egyben.

Az elgázosítható biomasszák, a tüzelhető biomasszákhöz képest, nagyobb nedvességtartalmú növényi vagy állati hulladékból állnak, mint például a cukortartalmú növények, a zöld növényi hulladék, az állati szennyvíziszap, a trágya, stb. E típusú biomasszák egyik kiemelkedő megvalósulási formája a biogáz<sup>13</sup>. A biogáz alkalmazása elsősorban a környezetvédelem szempontjából jelentős, hiszen többek között például meggátolja a háztartási, állattartási hulladékokból spontán felszabaduló metánnak a légkörbe jutását.

Az üzemanyagként hasznosítható biomasszákat két nagy csoportba sorolhatjuk, a benzin és a diesel üzemanyagként hasznosítható biomasszák. Az első kategóriába elsősorban a magas cukor (cukorrépa, cukornád) vagy magas keményítő (kukorica, burgonya, búza) vagy a magas cellulóztartalmú növények (szalma, fa, nád, energiafű) sorolhatóak, amelyekből különböző kémiai eljárásokkal etanol<sup>14</sup> gyártható. Az utóbbi típusú biomassza esetében, pedig elsősorban az olajtartalmú növényekre (repce, olíva, napraforgó, stb.) kell gondolnunk, amelyekből az olaj kisajtolható, és különböző eljárások révén, egyszerűbb vegyszeres kezeléseket követően, a diesel üzemanyaghoz hasonló olaj nyerhető belőlük.

A biomasszában rejlő lehetőségek a fosszilis energiaforrások kiváltása érdekében Magyarországon kedvező reményekkel kecsegtetnek. Országunkban a mezőgazdaság, a növénytermesztés és az állattartás szerepe mindig is kiemelt helyet foglalt el, köszönhetően az ország kedvező földrajzi adottságainak. A mezőgazdaság, pedig mint az korábban elhangzott, a biomassza megjelenésének egyik legfőbb forrása. Ennek a típusú megújuló energiaforrásnak az egyre fokozottabb alkalmazására történő áttérés segítségével, az ország elektromos és hőenergia szükségletének egyre jelentősebb része lenne biztosítható, csökkentve hazánk importfüggőségét és energiapiaci kiszolgáltatottságát. [18] [19]

## Geotermikus energia

A geotermikus kifejezés görög eredetű kifejezés, melynek jelentése földi hő, vagyis a Föld belső hőjéből származó energia. A geotermikus energia a magmából ered, és a földkéreg közvetíti a felszín felé. A föld hő egyik legfontosabb jellemzője a korábban említett megújuló energiaforrásokkal szemben, hogy állandóan, folyamatosan, a kitermelés helyén áll rendelkezésre, rugalmasan alkalmazható, és a meteorológiai viszonyok nem befolyásolják. A korábban említett napenergiához hasonlóan szintén korlátlan, és ugyancsak a környezetet nem szennyező energiahordozóról van szó, amely nálunk csak egyes helyeken koncentrálódó, helyi energiaforrás, mely viszonylag alacsony energiaszinttel rendelkezik.

A geotermikus források felfedezése a történelmi múltba, a római kor idejéig nyúlik vissza. Elsőként a termálvizet alkalmazták elsősorban gyógyászati célokra. A 19. században vált lehetővé elsőként, a technikai új vívmányainak köszönhetően, a földfelszín alatt rejlő termikus erőforrások felfedezése és feltárása, majd a 20. században meginduló villamosenergia-termelés eredményeképpen ebben a szektorban is megjelent. Napjainkban is, globális szinten, elsősorban villamos és hőenergia előállítására használják.

A Kárpát-medence, de főleg Magyarország területe alatt a földkéreg az átlagosnál vékonyabb, ezért országunk geotermikus adottságai igen jók. A geotermikus energia hordozója ebben a régióban elsősorban a termálvíz. Hazánkban a geotermikus energia hasznosítása a hő hasznosításban, illetve a balneológiában<sup>15</sup> nyilvánul meg. A hő hasznosítás egyrészt szezonális jellegű, másrészt egyoldalú és extenzív<sup>16</sup> jellegű, az elhasznált melegvizet nem nyomják vissza, hanem országosan a felszín alatti víztározókba vagy az élővizekbe engedik, ezen okból kifolyólag a felhasználok nagy többsége a tárolt vízkészletekhez, direkt

<sup>13</sup> *Biogáz*: A biogáz a szerves anyagoknak a baktériumok segítségével történő lebontása anaerob (oldott oxigénben és kémiaileg kötött oxigénben szegény környezet) körülmények között, mely körülbelül 45-70% metánt (CH<sub>4</sub>), 30-55% szén-dioxidot (CO<sub>2</sub>), nitrogént (N<sub>2</sub>), hidrogént (H<sub>2</sub>), kénhidrogént (H<sub>2</sub>S) és egyéb maradványgázokat tartalmaz (pl. metil-merkaptánt (CH<sub>3</sub>SH)).

<sup>14</sup> *Etanol*: A benzint helyettesítő vagy annak adalékaként szolgáló bioüzemanyag.

<sup>15</sup> *Balneológia*: Gyógyvíztudományt jelent. A balneológiások kezeléseket a gyógyvizek kémiai összetételén alapulnak.

<sup>16</sup> *Extenzív*: Kifelé haladó, terjeszkedő.

módon tud hozzájutni. A hő hasznosítás műszaki színvonala még viszonylag alacsony színvonalú és hatékonyságú, valamint a geotermikus alapú villamos energiatermelés még nem nagyon jellemző felhasználási mód.

## A HAZAI ÉS AZ EU ENERGIABIZTONSÁG

Meglátásom szerint az energiabiztonság, a biztonság fogalmához hasonlóan egy összetett fogalom, komplex kérdéskör. Véleményem szerint, összefüggéseiben figyelembe véve a fent elhangzottakat, az energiabiztonság kérdése nem csupán az energiaforrásokhoz való hozzájutást, azoknak a kimerülését, és az ebből következő feszültségeket és problémákat jelenti. Mindezekben túlmenően, szoros összefüggésben van az alkalmazott energiatermelési mód biztonsági kockázataival és a környezetre gyakorolt hatásaival is, a nukleáris fenyegetettség vagy az új típusú kihívások, mint a terrorizmus, a globális felmelegedés és a klímaváltozás egyre égetőbb kérdése miatt, mely, pedig a biztonság e szektorának szerves részévé teszi az alternatív-megújuló energiaforrások alkalmazására való áttérésben rejlő, megoldásra váró kérdéseket és nehézségeket is.

Napjainkban az energiabiztonság egyre inkább stratégiai kérdéssé válik mind az Európai Unió mind, pedig a NATO számára. Nem végződhet úgy csúcstalálkozó, konferencia, hogy a napirendi pontok között ne szerepeljen az energia, mint a biztonság szempontjából egyre nagyobb jelentőséggel bíró kockázati tényező. Adódik ez azon egyszerű okból kifolyólag egyrészt, hogy az energiahordozókból Európa az egyre inkább növekvő szükségleteihez képest nem rendelkezik elegendő mennyiségű saját készlettel, így a hiányzó részt földrajzilag is egyre távolabb eső forrásokból kell beszereznie, pótolnia, kiszolgáltatott, importfüggő helyzetbe kerülve így az energiapiac egyéb, energiahordozókkal rendelkező szereplőire képest. Természetesen globális szinten is egyre inkább növekszik a korábban említett „energiaéhség”, párhuzamosan azzal, hogy a véges energiakészletek, a könnyen kitermelhető energiaforrások mennyisége folyamatosan csökken, földrajzilag egyre inkább behatárolódik. Ez az ellentét magával hoz egyfajta versenyhelyzetet, melyben a világ különböző gazdasági-politikai centrumainak versenybe kell szállniuk egymással az energiaforrásokért. Mint korábban mondtam volt, az energia hatalom, így ebből a versenyből győztesen kikerülő fél, előnyös helyzetét, fel tudja használni majd egyéb érdekeinek az érvényesítésére is. [8] Ezt a túlsúlyt, fölényt, mint például a Gazprom monopol helyzetét azonban nem szabad engedni, kompromisszum kész megoldások felvázolásával, az energiapiac szereplőit, kölcsönösen érdekelt, és legfőbbképpen egyenrangú félként kell bevonni a probléma megoldásába.

Mint azt korábban említettem, az energiabiztonság szempontjából az egyik leginkább meghatározó tényező a kőolaj és a földgázellátás helyzete, mely nem megújuló energiaforrásoknak a beszerzési forrásait, a szállítási útvonalait stabilizálni és diverzifikálni kell. Ez a biztonság megteremtésének egyik alapvető kritériuma. Különösen igaz ez az európai régióra, annak is a keleti részére, így Magyarországra, aki ebben a tekintetben eléggé kiszolgáltatott helyzetben van, hiszen például a földgázimport vonatkozásában, legnagyobb mértékben Oroszországtól függ. Sokáig nagy reményeket fűztek a Makó térségében található földgázlelőhelyhez, melynek feltárása során fokozatosan vált nyilvánvalóvá, hogy az ott rendelkezésre álló készletek elég mélyen vannak, valamint nagyon magas a kénszennyezettségük, melynek következtében a kitermelés és a felhasználható tisztaságúvá alakítás jelentős tökebefektetést igényelne, melyet az ország nem képes vállalni. [8] Az európai legfőbb import irányok, az orosz forrás mellett, az Északi-tengeri, valamint az Észak-Afrikai régió, mely utóbbi, elsősorban az észak olasz iparvidék energiaszükségletének a kielégítésére hivatott. A forrásokhoz való szélesebb körű hozzájutást, diverzifikálást biztosítanak az újonnan megépítésre kerülő vezetékek, mint például a Nabucco, amely Közép-Ázsiából szállítana gázt a régióba Oroszország megkerülésével vagy a Déli Áramlat. A MOL csoport tagjaként a Magyarországi Földgázszállító (FGSZ) élen jár a források és a szállítási útvonalak diverzifikálásában. Jelen pillanatban Magyarország területére egy keleti és egy nyugati beszállítás ponton keresztül érkezik földgáz, a HAG vezetéken keresztül Ausztriából

Mosonmagyaróvár belépési ponttal mintegy 4,4 Mrdm<sup>3</sup> éves, 12 Mm<sup>3</sup> napi kapacitással, valamint a Testvériség földgázvezetéken keresztül Beregdaróc belépési ponttal Ukrajna felől 10 Mrdm<sup>3</sup> éves, 30 Mm<sup>3</sup> napi csúcskapacitással. A hazai termelésből 3,5 Mrdm<sup>3</sup> éves, 11,2 Mm<sup>3</sup> napi csúcskapacitás származik, melynek növelése lehetőségeinkhez mérten a jövő távlati célkitűzése. A fejlesztések több irányúak, mely jelenti egyrészt a hazai vezetékszakaszok kibővítését a föld alatti tározók kibővítése, illetve az ország jövőbeni várható tranzitország-szerepének elősegítése érdekében, valamint a különböző összekötő vezetékek megépítését a szomszédos országok irányából érkező földgázvezetékek csatlakoztatása érdekében, mely szolgálja egyben a saját szükségletek kielégítését és szintén a tranzitvezetékek áthaladását országunk területén. [12]

A napjainkra jellemző, egyrészt előnyös gazdasági fejlődés, szoros velejárója tehát a globális energiaigény fokozódása, mely, ha a fejlődés jelenlegi trendje nem változik, szakértői előrejelzések alapján 2030-ra mintegy 50%-al fog növekedni. A földgáz vonatkozásában az Európai Unió Energia és Közlekedési Főigazgatóságának az előrejelzése szerint 2030-ra mintegy 84%-ot is elérheti a gázimport mértéke. A források diverzifikálása és stabilizálása mellett, bárkiben jogosan vetődhet fel a kérdés, hogy rendelkezésre fognak-e állni egyáltalán megfelelő mennyiségben a szükséges energiaforrások, a fogyasztók mennyire férhetnek hozzá biztonságosan a forrásokhoz, továbbá hogyan és milyen mértékben lehet helyettesíteni a hagyományos értelemben vett energiahordozókat az alternatív, megújuló energiahordozókkal. Az alapvető probléma egyrészt abban rejlik, hogy a forrásokkal rendelkező országok demokratikus berendezkedése, bel és külpolitikai helyzete nagyon sérülékeny, gondoljunk itt elsősorban Azerbajdzsánra, Türkmenisztánra, Kazahsztánra vagy Oroszországra bizonytalan és kiszámíthatatlan külpolitikai helyzetére. Azonban minden bizonnyal az Európai Unió növekvő gázfüggőségének egyik legnagyobb haszonélvezője ennek ellenére Oroszország lesz, akinek ugyancsak szüksége lesz az európai piacokra. Alternatív forrásként jöhet szóba a Kaszpi-tenger térségéből érkező földgáz és kőolaj import, mellyel kapcsolatban két fő probléma merül fel. Egyrészt a forrásokat olyan demokratikus tekintélyuralmi rendszerek ellenőrzik, melyek nem tudnak önállóan, Oroszországtól függetlenül megjelenni az európai piacon, másrészt gondot jelenthet a tranzitútvonalak biztonsága, a szállítási útvonalak védelme, az energiahordozók biztonságos eljuttatása a fogyasztó nemzetekhez. A szakértők véleménye azonban az, hogy az energiabiztonság megteremtéséből ki kellene zárni a politikát, abban elsősorban a szabad piacnak, a különböző cégek közötti megállapodásoknak kellene a legfőbb szerepet játszani. Ily módon a kisebb ellátási problémák könnyen kezelhetőek lehetnének, az országok közötti megállapodások, a kiépített vezetékek és a tározók segítségével.

A diverzifikáció másik lehetséges módja az alternatív, megújuló energiaforrásokra való, egyre szélesebb körű áttérés lehetőségeinek a kiaknázása. Az Európai Unió egyik közös összefogás eredményeképpen, egyre nagyobb hangsúlyt kell helyeznie ezen energiahordozókban rejlő lehetőségek kiaknázására, minimálisra redukálva alkalmazásuk által, a fosszilis energiahordozóktól való túlzott függést, a környezetszennyezést, illetve oldva az általuk okozott gazdasági-politikai feszültségeket.

A kérdés időszerűsége nem vitatott, hiszen az Európai Unió nagyon szigorú követelményeket és elvárásokat fogalmaz meg a tagállamok részére a szén-dioxid és egyéb üvegházhatású gázok kibocsátási mértékével kapcsolatban, melynek alapja többek között a Kiotói jegyzőkönyv, melynek értelmében, a „B” függelékében feltüntetett országok, vállalták, hogy 2008 és 2012 között, öt év átlagában meghatározott mértékben, az 1990-es kibocsátási szint alá csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátásának a mértékét. Ebben a jegyzőkönyvben az Európai Unió vállalta, hogy a nevezett időintervallumban mintegy 8,2 %-al csökkenti a környezetszennyező gázok kibocsátásának a mértékét. Az Unió, a megújuló energiaforrások 2020-ra elérendő részarányát 20%-ban határozta meg, mely Magyarország vonatkozásában mintegy 13%-os részarányt ír elő, céloz meg, az energiatermelés egyéb módjainak részarányához képest.

Mindezeknek a vállalásoknak a teljesítéséhez természetesen mind Uniós mind, pedig nemzeti szinten jelentős támogatásra és tőkeinvestícióra van szükség a kutatás-fejlesztés és a

gyakorlatba való átültetés terén. Ennek kiemelkedő példája Magyarország vonatkozásában a Kormány 2008. szeptember 3-án elfogadott „Stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére 2008-2012 között” című KHEM<sup>17</sup> előterjesztés, mely elsősorban a villamosenergia-termelésben alkalmazandó alternatív energiaforrásokkal foglalkozik, mint a biomassa, a geotermikus energia és a szélenergia. A folyamatos kutatások és fejlesztések eredményeképpen egyre nagyobb hatásfokú, kapacitású, egyre költségtakarékosabb, megbízhatóbb technológiák kifejlesztésére nyílik lehetőség, mely magával hozza a fosszilis és egyéb nem megújuló energiaforrásokkal szemben, az alternatív megoldások részarányának a növekedését az energiatermelésben. [14]

A biztonság harmadik általam megjelölt szegmensének, a jelenleg is alkalmazott energiatermelési módokban rejlő kockázatoknak és kihívásoknak a vonatkozásában, pedig elsősorban a nukleáris energia tekintetében kell vizsgálnunk. Az atomenergia vonatkozásában a legfőbb megoldásra váró kérdés, az új típusú, úgynevezett 4. generációs atomerőművek kifejlesztése és tökéletesítése, melyek kis túlzással minden, ebben az energiatermelési szektorban jelentkező problémát orvosolni képesek. Ezek alatt értendő többek között a technológia folyamat során keletkező plutónium részarányának a lecsökkentése, a nukleáris fűtőanyagok és hasadási termékek proliferációjának a megakadályozása, kiküszöbölve az elvi és gyakorlati lehetőségét egy esetleges atomfegyver előállításának, a nukleáris erőművek biztonságosabbá tétele, a reaktorbalesetek elkerülése, és egy súlyos probléma, a környezetet és az emberiséget veszélyeztető, szennyező nukleáris, radioaktív hulladék keletkezési és tárolási a problémájának a megoldása. Az új fejlesztéseknek köszönhetően ez az energiatermelési szektor, mely gyakorlatilag kimeríthetetlen tartalékokkal rendelkezik, a jövőben is fenntartható lesz oly módon, hogy nem fog hozzájárulni a kedvezőtlen környezeti hatásokhoz, a klímaváltozáshoz, a globális felmelegedéshez. [19]

## KONKLÚZIÓ

Korunkban az energiatermelés legnagyobb hányadában még mindig a fosszilis energiahordozókra épül, melyek meghatározó szerepet játszanak az üvegházhatású gázok kibocsátásában, előidézve, fokozva a környezetszennyezést, a globális felmelegedést, a klímaváltozást. Az energiahatékonyság növelése, az alternatív, megújuló energiaforrásokra történő áttérés megvalósításával talán már el is késtünk, de minden bizonnyal halasztást nem tűrő probléma globális szinten, mivel a fosszilis energiaforrások alkalmazásával járó negatív hatások már réges régen beindították az éghajlatváltozásnak a földi létre gyakorolt kedvezőtlen folyamatait.

A globalizáció, a gazdasági fejlődés előrehaladtával a világ meghatározó gazdasági centrumainak az energiaigénye fokozatosan növekszik, mellyel párhuzamosan az energiapiac függőségi, kiszolgáltatott, feszültségekkel teli viszonyai is fokozódnak, felerősödnek.

Napjainkra az energia a geopolitikai első számú faktoraként, a változások fő hajtóerejét képezi. Újra kell gondolni jó néhány geopolitikai elméletet, többek között azt az elképzelést, hogy a globalizációnak köszönhetően a határok értelmüket veszítik, az információ és a tudás a legfontosabb és, hogy az energiaforrások szabadon mozognak. A fent elhangzottakból mindenki számára egyértelművé válik, hogy az energiaforrásokban gazdag földrajzi területek értéke, napjainkban, óriási mértékben felértékelődött, az elhelyezkedés jelentősége, az energiaalapú világ miatt, Adódik ez azon egyszerű okból kifolyólag, hogy amelyik ország kedvezőbb földrajzi fekvéssel bír, sokkal nagyobb az esélye a természeti erőforrásokhoz, az energiahordozókhoz való hozzájutásra, az energiapiac meghatározó, domináns szereplőjévé válásra, különösen a földgáz és a kőolajlelőhelyek tekintetében.

Az energiabiztonság kérdését komplex módon kell kezelni, melyben globális szinten a Föld minden országának, az energiatermelési szektor minden résztvevőjének jelentős feladata van.

---

<sup>17</sup> KHEM: Környezetvédelmi, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Az információs hadviselés hazai kormányzati kihívásai. Tanulmány kivonat. – p. 1-6. (Forrás: [http://www.enoadvisory.com/doc/Informacios\\_Hadviseles\\_Tanulmany\\_EXTR\\_ACT\\_ENO\\_Advisory.pdf](http://www.enoadvisory.com/doc/Informacios_Hadviseles_Tanulmany_EXTR_ACT_ENO_Advisory.pdf) /letöltés ideje: 2009.10.24./)
- [2] Szabó András: Az információs hadviselés és a hadtudomány. – In: Hadtudomány A Magyar Hadtudományi Társaság folyóirata, 1998. december, VIII. évfolyam 4. szám (elektronikus). (Forrás: <http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/1998/ht-1998-4-5.html> /letöltés ideje: 2009.10.24./)
- [3] Nemzetközi Hírközlési és Informatikai Tanács - Információs Társadalom Technológia Távlatai - Körkép 2007. Szeptember Október. – p. 1-25. (Forrás: [http://www.nhit-it3.hu/it3-cd/IT3\\_korkep\\_07szept\\_okt.pdf](http://www.nhit-it3.hu/it3-cd/IT3_korkep_07szept_okt.pdf) /letöltés ideje: 2009.10.24./)
- [4] 2080/2008. (VI. 30.) Kormányhatározat a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról. – p. 1-22. (Forrás: [http://www.bm.hu/web/jog\\_terv.nsf/0/19659F03FD726909C12574C20034751C/\\$FILE/2080\\_2008\\_Korm-hat.pdf](http://www.bm.hu/web/jog_terv.nsf/0/19659F03FD726909C12574C20034751C/$FILE/2080_2008_Korm-hat.pdf) /letöltés ideje: 2009. 10.23./)
- [5] Glatz Ferenc: Migráció a kibővített Európai Unióban. – p. 400-407. (Forrás: <http://www.glatzferenc.hu/upload/file/Kotetek/5K-50.pdf> /letöltés ideje: 2009.10.24./)
- [6] Magyar Hadtudományi Társaság: Hadtudományi Lexikon I. kötet. Szabó József (főszerk.). – Budapest, 1995. – ISBN 963 04 5227 8
- [7] Matus János: A biztonság és a védelem problémái a változó nemzetközi rendszerben. – In: Hadtudomány A Magyar Hadtudományi Társaság folyóirata, 2005. december, XV. évfolyam 4. szám (elektronikus). (Forrás: [http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2005/4/2005\\_4\\_24.html](http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2005/4/2005_4_24.html) /letöltés ideje: 2009.10.24./)
- [8] Fodor Péter: A NATO és energiabiztonság. – In: Hadmérnök A ZMNE Bólyai János Hadtudományi Kar és a Katonai Műszaki Doktori Iskola On-Line Tudományos Kiadványa, 2009. szeptember, IV évfolyam 3. szám (elektronikus) – p. 168-179. (Forrás: [http://www.hadmernok.hu/2009\\_3\\_fodor.pdf](http://www.hadmernok.hu/2009_3_fodor.pdf) /letöltés ideje: 2009.10.31./)
- [9] Biztonságpolitikai szemle Corvinus Külügyi és Kulturális Egyesület. – Corvinák. – 1. A biztonsági kihívások új felfogása. - Az új típusú biztonsági kihívások új elméleti keretben. (Forrás: [http://bizpol.playhold.hu/?module=corvinak&module\\_id=4&cid=1](http://bizpol.playhold.hu/?module=corvinak&module_id=4&cid=1) /letöltés ideje: 2009.10.24./)
- [10] Dr. Nagy Károly: Energiabiztonsági központok. – In: Hadmérnök a ZMNE Bólyai János Katonai Műszaki Kar és a Katonai Műszaki Doktori Iskola On-Line Tudományos Kiadványa, 2008. március, III. évfolyam 1. szám (elektronikus) – p. 165.-171. (Forrás: [http://www.zmne.hu/hadmernok/archivum/2008/1/2008\\_1\\_nagy.pdf](http://www.zmne.hu/hadmernok/archivum/2008/1/2008_1_nagy.pdf) /letöltés ideje: 2009.10.24./)
- [11] Biztonságpolitikai szemle Corvinus Külügyi és Kulturális Egyesület. – Corvinák. – 2. Új típusú biztonsági kihívások – Energiabiztonság. (Forrás: [http://bizpol.playhold.hu/?module=corvinak&module\\_id=4&cid=19&scid=27](http://bizpol.playhold.hu/?module=corvinak&module_id=4&cid=19&scid=27) /letöltés ideje: 2009.10.24./)
- [12] Dr. Zsuga János: Földgázszállítás – Powerpoint előadás – 2009. Budapest.

- [13] World Nuclear Association – Three Mile Island Accident (2001 march). (Forrás: <http://www.world-nuclear.org/info/inf36.html> /letöltés ideje: 2009.10.29./)
- [14] Körmendi Krisztina, Solymosi József: A villamosenergia termelés környezetre gyakorolt hatása, a szén-dioxid kibocsátással nem járó villamosenergia termelés lehetőségei és korlátai. – In: Hadmérnök A ZMNE Bolyai János Hadtudományi Kar és a Katonai Műszaki Doktori Iskola On-Line Tudományos Kiadványa, 2009. szeptember, IV évfolyam 3. szám (elektronikus) – p. 11-127. (Forrás: [http://www.hadmernok.hu/2009\\_3\\_kormendi.pdf](http://www.hadmernok.hu/2009_3_kormendi.pdf) /letöltés ideje: 2009.10.31./)
- [15] Halász László, Hanka László, Vincze Árpád: A nukleáris erőművek negyedik generációjának és egy korszerűbb reprocesszási eljárás jövőbeni alkalmazásának lehetősége a nukleáris hulladékok növekvő mennyiségének és elhelyezési problémájának tükrében. - Hadmérnök A ZMNE Bolyai János Hadtudományi Kar és a Katonai Műszaki Doktori Iskola On-Line Tudományos Kiadványa, 2008. szeptember, III évfolyam 3. szám (elektronikus) – p. 25-48. (Forrás: [http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/3/2008\\_3\\_hanka.pdf](http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/3/2008_3_hanka.pdf) /letöltés ideje: 2009.11.01./)
- [16] Magyar UNESCO Bizottság – A fenntartható fejlődés fogalma, célkitűzése. (Forrás: <http://www.unesco.hu/index.php?type=node&id=131> /letöltés ideje: 2009.10.27./)
- [17] Kasza Anett: A napenergia és a szélenergia alkalmazásának lehetőségei hazánkban. – Hadmérnök A ZMNE Bolyai János Hadtudományi Kar és a Katonai Műszaki Doktori Iskola On-Line Tudományos Kiadványa, 2009. június, IV évfolyam 2. szám (elektronikus) – p. 29-40. (Forrás: [http://www.hadmernok.hu/2009\\_2\\_kasza.pdf](http://www.hadmernok.hu/2009_2_kasza.pdf) /letöltés ideje: 2009.10.31./)
- [18] Bakosné Diószegi Mónika: Hazai energiabiztonság növelésének lehetőségei. – Hadmérnök A ZMNE Bolyai János Hadtudományi Kar és a Katonai Műszaki Doktori Iskola On-Line Tudományos Kiadványa, 2009. június, IV évfolyam 2. szám (elektronikus) – p. 5-18. (Forrás: [http://www.hadmernok.hu/2009\\_2\\_bakosne.pdf](http://www.hadmernok.hu/2009_2_bakosne.pdf) /letöltés ideje: 2009.10.31./)
- [19] Bakosné Diószegi Mónika, Solymosi József: Lágyszárú mezőgazdasági növényből előállított pellet vizsgálata, az energiabiztonság növelését szolgáló lehetőség szemszögéből. - Hadmérnök A ZMNE Bolyai János Hadtudományi Kar és a Katonai Műszaki Doktori Iskola On-Line Tudományos Kiadványa, 2008. szeptember, III évfolyam 3. szám (elektronikus) – p. 14-24. (Forrás: [http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/3/2008\\_3\\_dioszegi.pdf](http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/3/2008_3_dioszegi.pdf) /letöltés ideje: 2009.11.01./)