

Magyarországi fenntartható energiastratégia

(Tanulmány)



**ENERGIA
KLUB**

Energia Klub
2006. május

Szerzők: Ámon Ada, Kardos Péter, Kazai Zsolt, Perger András, Tóth Nelli
A szerzők köszönetet mondanak az Energia Klub többi munkatársának támogatásukért és a kutatásban, adatgyűjtési munkálatokban való segítségükért.
A tanulmány kevesebb, mint egy hónap alatt készült el, 2006 májusában.

• Tartalom

Ábrajegyzék	4
0. Vezetői összefoglaló	5
1. Bevezetés, az elemzési terület behatárolása	8
2. Trendek és mozgatórugók	11
2.1. Módszertan.....	11
2.2. Erőforrások	12
2.2.1 A nem megújuló energiaforrások	12
2.2.2. Az energiafelhasználás csökkentése, a „negawattok”	17
2.3 Nemzetközi helyzet, programok	34
2.3.1 Kiotói Jegyzőkönyv	34
2.3.2. Az EU éghajlatpolitikája	35
2.3.3 Programok az EU-ban	37
2.4. Hazai helyzetkép, tendenciák.....	39
3. Jövőképek.....	44
3.1. A fenntartható jövőkép.....	45
3.2. A szokásos üzletmenet (BAU) jövőképe	50
3.3. A köztes jövőkép.....	52
4. Fenntartható energiastratégia; SWOT-analízis	54
4.1. Módszertan.....	54
4.2. Fenntartható energiastratégia; SWOT-analízis	55
Erősségek.....	56
Gyengeségek.....	57
Lehetőségek	59
Veszélyek.....	61
5. Stratégiai fókuszok kijelölése.....	64
Gyengeségek.....	64
Veszélyek.....	65
6. Program-, terv- és intézkedésjavaslatok.....	67
Felhasznált irodalom	71
Felhasznált weboldalak	73

Ábrajegyzék

1. ábra: A Brent-kőolaj havi átlagárának feltételezett, exponenciális növekedése 2000. január – 2006. április közötti tényadaton	12
2. ábra: A földgázfelhasználás szektoronként Magyarországon.	13
3. ábra: Az egy főre jutó energiafelhasználás alakulása néhány gazdasági régióra, valamint az egész világra vonatkoztatva.....	18
4. ábra: Az elsődleges energiaszükséglet és a „negajoule” alakulása az EU25-ökben A „negajoule” az 1971. évi energiaintenzitás alapján számított energiamegtakarítás.....	19
5. ábra: A világ energiafogyasztására készült előrejelzések (BAU és F4) összehasonlítása.....	21
6. ábra: A megújulóenergia-források megoszlása a világ primerenergia-ellátásán belül.....	22
7. ábra: A megújuló energia részaránya a primerenergia-fogyasztásban 2030-ban a különböző forgatókönyvek szerint	23
8. ábra: Az egyes megújuló energiafajták felhasználásával potenciálisan elérhető és jelenleg hasznosított energia mennyisége Magyarországon (PJ/év).....	24
9. ábra: A szélenergia költségeinek várható alakulása az 1998-as becslések szerint.....	25
10. ábra: A potenciálisan hasznosítható biomasza mennyisége az EU-ban.....	27
11. ábra: A napelem modulok árának alakulása 1992 és 2001 között.....	28
12. ábra: A világ régióinak részesedése a napelemgyártásból.....	29
13. ábra: A különböző stabilizációs szintekhez tartozó kibocsátási pályák.....	35
14. ábra: A teljes végső energiafelhasználás alakulása 1971 és 2003 között.....	43
15. ábra: A Megújuló energiaforrásokra vonatkozó hazai potenciálbecslési adatok szélsőértékei.....	47
16. ábra: A fenntartható jövőképhez tartozó üvegházhatású gázkibocsátás alakulása a várható nemzetközi csökkentési célértékek fényében.....	48
17. ábra: A CO ₂ -kibocsátás csökkentésének összetevői a fenntartható jövőkép esetében.....	48
18. ábra: A BAU-jövőképhez tartó üvegházhatású gázkibocsátás alakulása 2050-ig.....	51
19. ábra: A köztes jövőképhez tartozó üvegházhatású gázkibocsátás alakulása a várható csökkentési célokkal összevetve.....	52
1. táblázat: A hazai szektorok energiafelhasználása.....	20
2. táblázat: A megújulóenergia-iparban foglalkoztatottak száma az Európai Unióban	22
3. táblázat: Magyarország: Az egyes energiatermelési technológiák tőkeköltségei	23
4. táblázat: A hazai megújuló energiaforrásokra született potenciálbecslések által szolgáltatott értékek.....	24
5. táblázat: Néhány európai ország kormánya által deklarált kibocsátáscsökkentési célérték.....	36
6. táblázat: Példa a paksi atomerőmű egyik lehetséges kiváltására.....	46
7. táblázat: A fenntartható jövőképhez tartozó kibocsátási számok, valamint a hatékonyság, takarékoság és a megújuló energiaforrások alakulása.....	49
8. táblázat: A BAU-jövőképhez tartozó kibocsátási számok, valamint a hatékonyság, takarékoság és a megújuló energiaforrások alakulása.....	51
9. táblázat: A köztes jövőképhez tartozó kibocsátási számok, valamint a hatékonyság, takarékoság és a megújuló energiaforrások alakulása.....	53
10. táblázat: A Fenntartható energiastratégia SWOT-analízise.....	55

0. Vezetői összefoglaló

Elöljáróban szeretnénk megköszönni az ELTE Tudományos, Pályázati és Innovációs Központja Fenntartható Fejlődés Programirodájának a megtisztelő felkérést. Továbbá külön köszönjük Dr. Kapolyi László opponensnek azt az alapos körültekintő munkát is, amit tanulmányunk véleményezése kapcsán végzett. Végezetül köszönet illeti meg mindazokat, akik észrevételeikkel, kritikáikkal járultak hozzá az anyag jobbításához.

Mi, vagyis az Energia Klub stábja – a meglehetősen rövid, egyhónapos határidő ellenére – azért vállaltuk el ezt a munkát, mert tisztában vagyunk azzal, hogy mindazok az elképzelések, amelyeket az elmúlt években energiapolitikai koncepcióként napvilágot láttak, nem felelnek meg a fenntarthatóság kritériumainak. Ezek az anyagok elavult szemléletűek, egyoldalúak, átláthatatlan módon jöttek létre, és egy ilyen stratégiai ágazatot mindez meglehetősen sérülékennyé tesz. Tulajdonképpen azt is kijelenthetnénk, hogy Magyarországnak jelenleg nincs komolyan vehető, aktuális energiapolitikai koncepciója.

A magyar társadalom és a következő generációk szempontjából viszont elengedhetetlen, hogy megfogalmazódjon egy komplex megközelítésű, a XXI. századi elvárásoknak és helyzetnek megfelelő, átlátható, adaptív, fenntartható energiastratégia. Úgy véljük, hogy egy ilyen folyamathoz tudásunk és tapasztalataink legjavát adva nekünk is hozzá kell járulnunk.

Ez a tanulmány Magyarország fenntartható energiastratégiáját vázolja fel. A tanulmány időhorizontja 2050-ig ível, mivel ez már kellő távlatot ad ahhoz, hogy egy ilyen rugalmatlan iparág jelentős változásokon mehessen keresztül, és ez az intervallum a kormányzati politikának is nagyobb mozgásteret biztosít. Tisztában vagyunk azzal, hogy a gazdaság, a társadalom és a környezet érdekei sok esetben konfliktusban állnak egymással és a fenntarthatósági stratégiák az ezek közötti egyensúlyt próbálják megteremteni. Látni kell azonban, hogy ez a három szempont nem egyforma súllyal esik latba. Közülük a környezeti érdek a legrugalmatlanabb. Míg a társadalom vagy a gazdaság szereplőivel kompromisszumokat lehet kötni, addig a környezeti változások – elsősorban a klímaváltozás – hatásai, tekintet nélkül az emberi, gazdasági tűrőképességre, előbb vagy utóbb bekövetkeznek. Ez a 2050-ig szóló stratégia csak az első időszakot öleli fel, vagyis azt a közel félszáz évet, amely alatt fel kell készülnünk a fosszilis energiaforrások nélküli új korszakra. Ráadásul ez az ötven év abban a tekintetben is kulcsfontosságú, hogy az emberiség képes-e mérsékelni az éghajlatváltozás hatásait, illetve jelentősen csökkenteni tudja-e az üvegházhatású gázok kibocsátását.

Habár a szélesen értelmezett energiapolitika tartalmazhatná a közlekedéspolitikát is, feladatunk erre nem vonatkozott, így csak néhány helyen jelezzük ennek fontosságát a szakpolitika kialakításakor. A helyzetfeltárással foglalkozó fejezetben (2. Trendek és mozgatórugók) az egyes energiaforrásokat vettük górcső alá, különös tekintettel a fenntarthatósági kritériumoknak (környezet, gazdaság, társadalom) való megfeleltethetőségükre. Magyarország hagyományos erőforrásokban igen szegény ország, így ez a kiszolgáltatottság, és a keleti (elsősorban orosz) erőforrásokra utaltság rövid távon igen törékennyé, sebezhetővé teszi a rendszert. Ugyanakkor a források szűkössége és a kitermelés nehézségei miatt a jövőben egyre komolyabb áremelkedésekkel kell számolni, nemcsak a kőolaj, hanem a helyettesítő erőforrások esetében is, és megjegyzendő, hogy ez befolyással van még az urán árára is.

Az opponens illetve mások által is megfogalmazott kritikákból az derül ki, hogy szemléletmódunkban a legmarkánsabb nézetkülönbség a Paksi Atomerőmű megítélésében érhető tetten. Ez az egy erőmű azonban az ország energetikai felhasználásának pusztán töredékét adja, s emiatt egy energiapolitikai koncepciónak nem lehet meghatározó eleme. A lényeg, miként azt tanulmányunkban is leírtuk, máshol van.

Az ország ezzel szemben kiváló potenciálokkal rendelkezik mind az energiahatékonyság, mind a környezetkímélő energiatermelés területén. Az energiahatékonyság és -megtakarítás (negawatt, negajoule) vonatkozásában a tanulmányok minimum 30%-osra taksálják a hazai potenciált, míg a hosszú távon elérhető megújuló potenciál a teljes mai magyar energiafogyasztás 10–250%-ra tehető, ami igen nagy szórást mutat. Az elmúlt évtized megújuló technológiákban tapasztalható fejlődését tekintve ez az iparág igen sok eséllyel kecsegtet. Miután Magyarország esetében elemzésünk szerint négy erőforrásnak van jövője, így a biomassza, a szél-, a napenergia és a geotermia lehetőségeit vizsgáltuk meg alaposabban.

A fenntartható energia jövőképét (3. fejezet) az előbbi fejezetben feltárt tartalékokra alapoztuk. Fő fenntarthatósági indikátorként az energetika üvegházhatású gáz kibocsátását használtuk. Modellünkben óvatos becslésekkel éltünk, de folyamatos CO₂-kibocsátáscsökkenés mellett 2050-re 81%-os csökkenés érhető el. Ezzel szemben a „szokásos üzletmenet”, a pesszimista forgatókönyv szerint Magyarország kibocsátása már 2018-ban átlépi a jelenlegi ismereteink szerint valószínűsíthető – az ENSZ által a közeli jövőben meghatározandó – limitet.

A SWOT-elemzés (4. fejezet) a jövőkép megvalósulásának esélyeit vizsgálja meg. Az erősségek-gyengeségek, illetve lehetőségek-veszélyek részletes kifejtését követően négy fókuszterületet határoztunk meg (5. fejezet). Ezek közül kiemelendőnek tartjuk a magyar energetikai kormányzat szemléletváltásának fontosságát a hosszabb távú fenntarthatóság érdekében. A további három területre (stratégia, elemzések szükségessége, intézkedések kialakítása) részletesebb táblázatos formában tettünk javaslatot (6. fejezet). A táblázat hat kategóriába sorolja az energiapolitikai eszközök lehetséges körét: így politikai, intézményi; energiagazdálkodási, közgazdasági, szabványi, tudatosságfejlesztési és piacfejlesztési eszközöket egyaránt említ. Egy stratégiának soha nem lehet az a célja, hogy a konkrét intézkedések szintjéig fogalmazza meg a tennivalókat. Következik mindez abból, hogy egy ilyen dokumentum hosszú időtávot ölel át, folyamatokban gondolkodik, azok komplex modelljét vázolja fel, és az elemzés nyomán, a trendek figyelembe vételével távlati célokat, prioritásokat, optimális jövőképet határoz meg. Így először ezekben kell társadalmi konszenzusra jutni, és csak a stratégia elfogadása után kerülhet sor az egyes területek tennivalóinak pontosabb kidolgozására. Az alább megfogalmazottak tehát nem konkrét cselekvési terveket és részletesen megfogalmazott programokat tartalmaznak, hanem azokat az államilag lehetséges tevékenységi területeket, szabályozási elveket próbálják meg táblázatos formában összefoglalni, amelyek az általunk kívánatosnak tartott célokat szolgálják. A fejezet végén, a teljesség igénye nélkül, felsoroltuk az általunk fontosnak ítélt elemzések, tanulmányok témáit.

Az általunk készített energiastratégia alapvetően abban különbözik az eddig napvilágot látott hivatalos anyagoktól, hogy dinamikus és komplex megközelítéssel él. A mi tanulmányunkban nem azok a fix pontok, amelyekkel a hivatalos energiapolitika számol, nincsenek benne dogmák, senki által sem megkérdőjelezhető állítások. Ez a stratégia nem valamely hazai vagy külföldi energetikai érdekcsoport véleményét tükrözi, hanem független szemléletű. (Így az egyetlen hazai atomerőmű létezését sem tekinti axiómának.) A kormányzati anyagokkal

ellentétben az energiahatékonyságot kiemelten, a rendszer egészét tekintve alapvető forrásként kezeli. Tehát nem csak a négy megújuló energiaforrásra támaszkodunk, hanem azt állítjuk, hogy egy hatékonyan működő energetikában meghatározó szerepe van a helyi erőforrásoknak, az új – ma még talán nem is ismert – technológiáknak, és a környezet szempontjait is figyelembe vevő szemléletmódnak. Véleményünk szerint mind az egyes embereknek, mind a kisebb-nagyobb közösségek vezetőinek, mind a kormánynak alapvető szemléletváltásra van szüksége. Nem mindegy ugyanis, hogy milyen módon előállított energiát használunk fel és azt mire használjuk. Az energiatudatosság önmagában is óriási potenciált rejt magában: nem zsigereli ki a környezetet és hozzájárul az élhetőbb, egészségesebb társadalom kialakulásához. Ebben a folyamatban ráadásul hatalmas erőforrást jelenthet a legendás magyar „szürkeállomány” felhasználása, a magyar mérnökök, tudósok, vállalkozók részvétele. Az ő hozzájárulásuk is erősítené a fenntarthatóság megvalósításához szükséges társadalmi összefogást.

Összességében ez a tanulmány kísérletet tesz annak megvilágítására, hogy az energetika mai helyzete mind gazdasági, mind társadalmi és leginkább környezeti szempontból tarthatatlan, és nem fenntartható. Sajnálatos módon az elmúlt évtizedekben számos olyan döntés született, amely középtávon determinálja az ország mozgásterét. Úgy véljük, lényeges változásokra van szükség! Mindazonáltal, meglátásunk szerint, Magyarország jó adottságokkal rendelkezik ahhoz, hogy az ebben a fenntartható energiastratégiában leírt útra lépjen, de ehhez tudatos, előrelátó, következetes és pártatlan kormányzati hozzáállásra van szükség.

1. Bevezetés, az elemzési terület behatárolása

Ennek a tanulmánynak az a célja, hogy Magyarország fenntartható fejlődési stratégiáján belül az energetika lehetséges kitérési pontjait, területeit, irányait meghatározza. Az energetika környezetileg az egyik legmeghatározóbb szektor. Ugyanakkor az ebben a szektorban tapasztalható változások nagy hatással bírnak a gazdaságra és a társadalomra is. A tanulmány vállaltan nem foglalkozik a közlekedéspolitikával, a felkérés sem erre irányult, hiszen a „Fenntartható Fejlődés Stratégia” projekt keretében már elkészült egy, a közlekedéspolitikai fenntarthatóságát vizsgáló anyag. Ezért tanulmányunk a bioüzemanyagok kérdésével külön nem is foglalkozik. Ami az anyagban biomassza potenciálként szerepel, magában foglalja a lehetséges közlekedési célú biomassza felhasználást is.

Ugyanakkor hosszabb távon érdemes lenne ezt a két területet egy kézben tartani, együtt kezelni, hiszen az erőforrások (kőolaj és származékai, valamint a biomassza) mindenképpen csak egymás rovására használhatók itt vagy ott.

Az energetikát a fenntarthatóság hármass kritérium rendszerében vizsgálva környezeti, gazdasági és társadalmi szempontból kell egyszerre, komplex módon kezelni.

Környezeti szempontból talán egyértelmű az energetika szerepe. A globális éghajlatváltozásra gyakorolt hatása, a lokális és regionális környezeti problémák (erőművek, szállító útvonalak és bányák környéke), az erőforrások XX. században kialakult kitermelési üteme, gyors kimerülése, a sok százezer évre problémát jelentő nukleáris hulladékok sorsa egyenként is olyan mérvű probléma elé állítja az emberiséget, amellyel nehéz megküzdeni. Mára egyértelművé vált, hogy a XX. század második felére kialakult, és egyben megcsontosodottnak látszó rendszer fenntarthatatlan. Környezeti szempontból mindenképpen. A vázlatosan felsorolt költségeket, amelyeket az energiaipar másokra (környezet, társadalom) terhel, meg kell jelentetni ezen erőforrások árában. Az *externáliák internalizálása* már régóta várat magára. Fenntarthatósági szempontból bizonyára ez az első feladat. Ennek legmarkánsabb indikátora az üvegházhatású gázok kibocsátása, így ez az anyag is nagy hangsúlyt helyez ennek vizsgálatára.

Ugyanakkor **gazdaságilag** sem sokáig életképes a kialakult rendszer, még a „business as usual” (BAU) forgatókönyve szerint sem, hiszen a folyamatosan és exponenciálisan emelkedő erőforrásárak (szűkösség és kitermelési költségek) komoly terheket rónak mind az iparra, mind az egyéni felhasználókra. Hosszú távon az állam több okból sem vállalhatja át a plusz költségeket a végfelhasználóktól. Így egyrészt az adófizetőket sújtja, ami egy fejlett országban egyenlő az energiafelhasználókkal. Másrészt hamis jelzéseket ad, ami az energiagazdálkodás és a piacgazdaság alapvető elveivel nem fér össze, és pazarláshoz vezet. A szűkösség és az ezzel párosuló árak (nem kalkulálva az externális költségeket) tehát már most is jelzéseket adnak a döntéshozóknak, hogy az eddigi hozzáálláson változtatni kell.

Ebből fakad a rendszer **társadalmi** fenntarthatatlansága is. Nem áltathatjuk tovább az embereket, az energiafogyasztókat azzal, hogy minden marad a régiben. Dédnagyszüleinknek bizonyára nehéz volt hozzászokniuk a villamos energia használatához, de korántsem mehetett olyan nehezen, mint amilyen problémás lesz átállni egy merőben más rendszerre gyerekeinknek, ha nem készítjük fel a társadalmat időben a változásokra. Ez nem egy Kárpát-medencei jelenség természetesen. Vannak azonban régiók és országok, amelyeket ez sokkal nagyobb mértékben érint. Azok a térségek, amelyek hagyományos – elsősorban fosszilis – erőforrásokban szegények. Márpedig Magyarország ilyen erőforrásokban nem bővelkedik, sőt

készleteink rohamosan csökkennek, ahogy ezt majd a 2. fejezetben bemutatjuk. Ugyancsak a társadalmi fenntarthatósággal és az előbb említett hosszabb távú fejlesztésekkel összefüggésben érdemes említeni a foglalkoztatottság kérdéskörét. Az energetika hagyományosan nagy tömegeket lát el munkával, de mára egyértelmű, hogy ennek a szektornak is az alacsonyabb erőforrás-intenzitású szegmensei biztosítanak nagyobb foglalkoztatottságot, és jelentenek hosszabb távra egzisztenciát. Ezt a szempontot is igyekeztünk minden részben kidomborítani.

További társadalmi és gazdasági érdek – így a fenntarthatóság elemzésekor alapvető kritérium – az ország energiabiztonsága, ellátásbiztonsága. Ez azt jelenti, hogy a kellő mennyiségű és minőségű energiának folyamatosan és kiszámítható módon rendelkezésre kell állnia. Ez elengedhetetlen a társadalom jóléte és a gazdaság fejlődése szempontjából. Ez persze nem azt jelenti, hogy a folyamatosan növekvő igényeket próbáljuk kielégíteni az egyébként korlátos erőforrásokkal. Sokkal inkább azt, hogy ésszerű igényeket teremtünk miközben a forrásokat hatékonyan használjuk fel.

Természetesen egy ilyen terjedelmű anyag nem alkalmas a nagyon részletes tervek bemutatására, mint ahogy a rendelkezésre álló idő (bő egy hónap), valamint az erőforrások sem teszik lehetővé, hogy egy konkrét intézkedési tervet dolgozzunk ki. Ugyanakkor ez nem is lehet egy stratégia célja. Arra törekedtünk tehát, hogy rámutassunk a mai rendszer gyenge pontjaira, és felvillantsuk a jövőben rejlő potenciálokat, azokat a kitörési pontokat, amelyekre egy hosszú távú stratégiát építeni érdemes.

Első lépésben a mai rendszer adottságait és jellemzőit térképeztük fel, és az elmúlt pár évtized trendjeit elemeztük. Igyekeztünk az 1970-es évekig visszamenni – ami a legtöbb esetben, valamint a neuralgikus területeken sikerült is – hogy nagy közelítéssel tudjunk trendeket rajzolni a közeljövőre nézvést is. A 2. fejezetben azokat a legfontosabb erőforrásokat és technológiai fejlődéseket tekintettük át, amelyek Magyarország szempontjából szóba jöhetnek. Külön kiemeljük, hogy – mint a progresszív szakirodalom – mi is erőforrásként kezeljük a hazánkban meglévő energiahatékonysági, -takarékosági (negawatt) potenciált, és az anyagban következetesen ilyen megközelítésből számolunk vele.

A következő lépés a jövőkép meghatározása volt. A 3. fejezet első részében felvázoljuk Magyarország fenntartható energetikai jövőképét 2050-re. A 2050-es évszám megjelölése okozott némi dilemmát, de az energetikai infrastruktúra nehézkes és igen hosszú megtérülési idővel kalkulálható volta miatt egy hosszabb intervallum mellett döntöttünk. 2030 még nagyon közeli dátumnak tűnik ahhoz, hogy egy ilyen stratégiai ágazat és a hozzá kapcsolódó stratégiai anyag képes legyen érdemi változásokkal számolni. A fejezet további részében megvizsgáljuk a valószínűsíthető, illetve a pesszimista forgatókönyvek bekövetkezésekor kialakult helyzetet is. Ezen belül nagy hangsúlyt helyeztünk az energetikai kibocsátások, elsősorban az üvegházhatású gázok, ezen belül is a CO₂ alakulására mint a legfontosabb indikátorra.

A következő lépésként a SWOT (erősségek, gyengeségek, lehetőségek, veszélyek) elemzését végeztük el. Itt számunkra az jelentett dilemmát, hogy vajon mindezt mire értelmezzük. Végül egyértelművé vált számunkra, hogy a SWOT csakis a fenntartható jövőkép bekövetkezésére értelmezhető. Ennek megfelelően számos esetben talán furcsa megállapításokkal találkozhat majd az olvasó. A fenntartható jövőkép szempontjából ugyanis például nagyon előnyös, hogy hazánk hagyományos energiaforrásokban szegény.

A SWOT-elemzés egyértelműen meghatároz bizonyos irányokat és lehetséges kitörési pontokat. Ezeket röviden az 5. fejezetben foglaltuk össze, és a 6. fejezetben fejtjük ki az ehhez kapcsolódó lépéseket és intézkedési irányokat, amelyeket a 2. fejezetben taglaltak, valamint a hazai szakirodalomból vett olvasmányaink alapján tovább bővítettünk és némileg szélesítettünk is.

Elemzési módszerünk alapvetően dinamikus: nem a hagyományos és a magyar döntéshozók szemléletét tükröző megközelítés alapján dolgoztunk. Itt tartjuk fontosnak megjegyezni, hogy a hazai statisztikák igen hiányosak, és sok adatot csak a nemzetközi szervezetek kiadványaiból tudtunk beszerezni. Hangsúlyozzuk, hogy kiemelkedően sok információforrásra támaszkodtunk a tanulmány írásakor, különösen igaz ez a 2. fejezetre. Bizonyára lehetne frissebb adatokkal is dolgozni, de anyagi lehetőségeink nem engedték meg, hogy ezeket beszerezzük. Ugyanakkor úgy gondoljuk, hogy a stratégiaalkotásnak ebben a szakaszában ezek elégségesnek bizonyultak. Remélhetőleg a pontosabb intézkedések kidolgozásakor és a tervezés további fázisában erre is figyelemmel lesznek majd a programalkotók. Azonban ezúton is szeretnénk felhívni a figyelmet arra, hogy a magyar energiastatisztika és különösen a nyilvánosan hozzáférhető adatok sok kívánnivalót hagynak maguk után, így ezen a pontosabb programok és a hosszabb távú fejlesztési irányok kialakításakor egy kiemelt fejlesztendő területnek kell segítenie.

2. Trendek és mozgatórugók

2.1. Módszertan

A második fejezet első része az energetikát érintő erőforrások, a technológiafejlődés és az infrastruktúra változásának trendjeit, a második rész az energetikát érintő nemzetközi programokat tekinti át, míg a harmadik a magyar energiapolitika rendszerváltás óta eltelt bő másfél évtizedéről ad helyzetképet.

Az erőforrások és technológiák tekintetében az áttekintést a következő gondolati ív határozta meg. Az első részben a nem megújuló energiaforrásokra vonatkozó adatokat, tendenciákat nézzük meg közelebbről, hiszen ezekre épül a világ jelenlegi energiafelhasználásának több mint 80%-a. Az olaj és a szénhidrogének szerepe nemcsak a világban betöltött meghatározó energiahordozóként fontos, de a többi helyettesítő, bányászott erőforrás árainak meghatározása miatt is kiemelkedő. Így a szén és az urán felhasználására is hatással bír.

A második részben a világ és a magyar energia vertikumának egy jelentős szegmensét, az energiatakarékosság, -hatékonyság tartalékait és az elmúlt évtizedekben játszott szerepét elemezzük. A negawatt, vagyis a takarékoság és a hatékonyság már évtizedek óta erőforrásként jelenik meg a progresszív szakirodalomban, az energiaportfólióban. Ezt a megközelítést alkalmazzuk mi is „Az energiafelhasználás csökkentése: negawattok” c. alfejezetben.

A harmadik részben azoknak a megújuló energiaforrásoknak és a hozzájuk kapcsolódó technológiáknak a fejlődését és hazai helyzetét elemezzük, amelyek eséllyel indulnak Magyarországon. Itt tehát a nap, a szél, a biomassa, a víz, valamint a geotermia lehetséges és változatos felhasználásáról lesz szó bővebben, hazai potenciáljuk, a kapcsolódó technológiák és a megvalósíthatóság szempontjából.

A negyedik rész a jövő energetikájában fontos és az érdeemben meghatározó újításokat pásztázza végig. Így az energiátárolás leendő irányait és technológiai trendjeit, valamint az éghajlatvédelem esetlegesen szerepet játszó elképzeléseket, a hosszú távon megvalósítható (fúzió-) technológiák lehetőségeit taglalja.

Vizsgálatunk forrásaként elsősorban a hivatalos nemzetközi és hazai szervezetek (OECD, ENSZ, EU-intézmények, KSH, GKM, Energia Központ) adatait, előrejelzéseit vettük alapul, és esetenként saját becsléseket, modelleket, valamint a szakmailag mérvadó nemzetközi és hazai tanulmányok, elemzések következtetéseit használtuk fel. Vizsgálódásainkat a tudományos objektivitás mércéjével tettük, ezért erőforrásonként és technológiánként is több forrásra és adathalmazra támaszkodva ellenőriztük a kapott képet.

2.2. Erőforrások

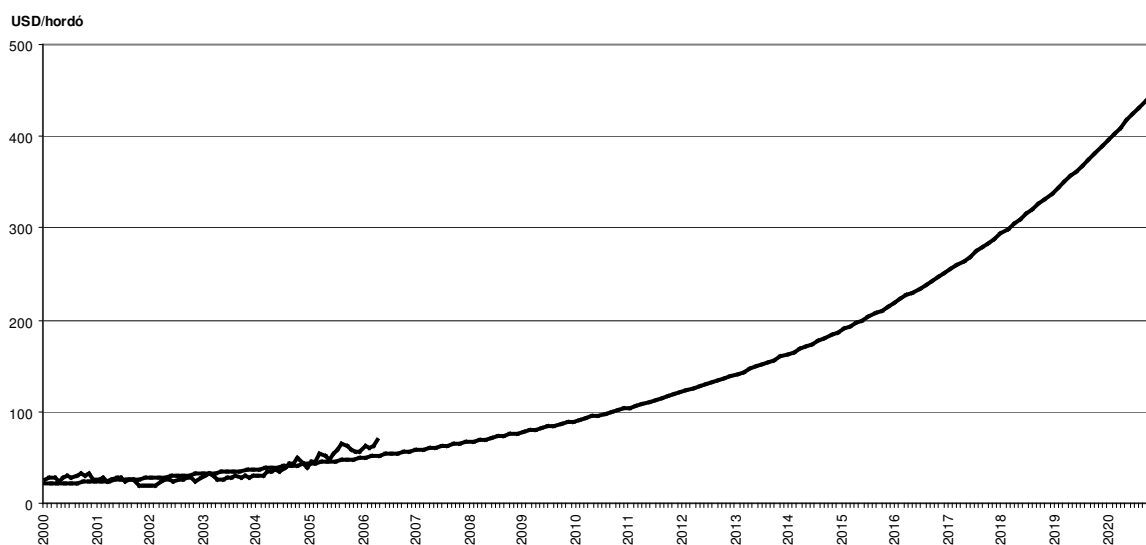
2.2.1 A nem megújuló energiaforrások

Kőolaj és földgáz

Világtrendek: felhasználás, készletek, árak

A világ energiaellátásának legérzékenyebb pontját a szénhidrogének jelentik. A kőolaj és származékai, illetve a földgáz egyfelől a világ primerenergia-ellátásának többségét adják (56,2% 2003-ban), másrészt ezen energiahordozók túlnyomó többsége politikailag bizonytalan vagy a kitermelés-szállítás tekintetében földrajzi értelemben rossz adottságú területekről származik.

A rendelkezésre álló készletek végesek. A következő 30 év utolsó évtizedében a kőolaj esetében ellátási nehézségeket okozhat a készletek fogyása, illetve azok drágulása. A kereslet jelenlegi és növekvő mértéke önmagában is árdrágító hatású, ami – egyesülve a csökkenő készletekkel, az egyre dráguló termeléssel (és az esetleges politikai konfliktusok hatásával) – valószínűsíti, hogy a 2020-as évektől nagyságrendi eltérésre kell számítani a jelenlegi (70 USD/hordó körüli) ártól (1. ábra). A becslés során a szűkösség esetén jellemző exponenciális görbével közelítettünk.



1. ábra: A Brent-kőolaj havi átlagárának feltételezett, exponenciális növekedése 2000. január - 2006. április közötti tényadaton. Forrás: www.eia.doe.gov; Energia Klub saját becslése

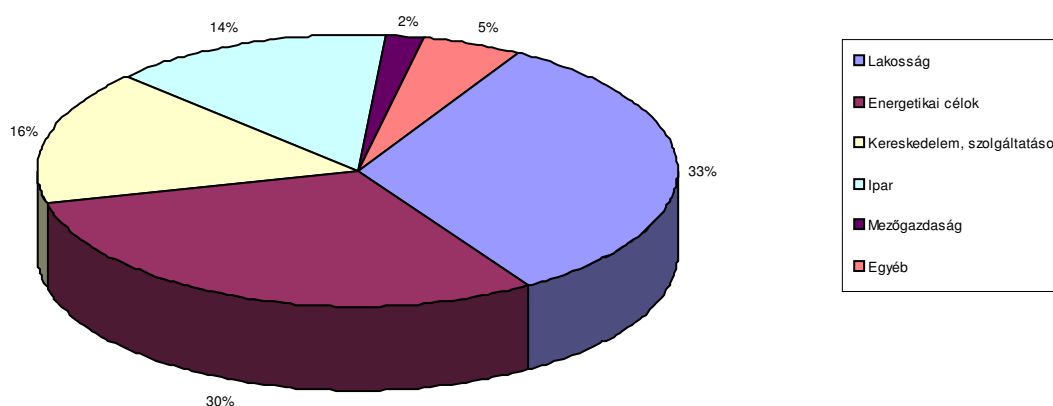
Becslésünk árstatisztikára alapozott matematikai modell, amelynél a szűkösség esetén jellemző exponenciális görbével közelítettünk. A modell értelemszerűen csak a szűkösség kialakulása után bekövetkező ármódosulást tükrözi – közvetve –, a szűkösség kialakulásának időpontjának (amikor a kereslet meghaladja a kínálatot, azaz az igény a termelést) megjelölése nélkül; a további ármódosító tényezők hatását az ábra nem szerepeltet(het)i.

Hogy miért van itt akkor az ábra? Az olaj árát igen nehéz előrejelezni, egyes tényezői (pl. háborús konfliktusok, természeti katasztrófák) gyakorlatilag kiszámíthatatlanná teszik. A jelenlegi ár közép-hosszú távú csökkenése (pl. a jelenlegi politikai-háborús konfliktusok megszűnése, új technológiák bevezetése miatti keresletcsökkenés, új készletek feltárása stb.) és növekedése (pl. készletekkel kapcsolatos adatmanipulációk lelepleződése, hamarabb kialakul a szűkösség, mint hogy arra fel lehetne készülni, a konfliktusok tartósak lesznek stb.) mellett egyaránt szólnak érvek. Az ábra célja, hogy felhívja a figyelmet arra, hogy nem engedhető meg az energiapolitikában olyan gondolkodásmód, amely szerint ezzel kapcsolatban nincs tennivaló, mert a jövő olajigénye mindenképpen kielégíthető lesz.

A földgáz esetében a rendelkezésre álló készletmennyiség és a felhasználás – jelenlegi üteme alapján – várható növekedését figyelembe véve a következő évtizedekben nem kell számítani ellátási nehézségekre. Mindazonáltal az igények kielégítésének fizikai és gazdasági korlátai (távoli, rossz klímájú forrásterületek, szállítórendszerek költséges kiépítése, stb.), az olajról történő átállás okozta fokozódó keresletnövekedés és az ennek következtében a felhasználók között kialakuló verseny nagymértékben megnehezíti az előrejelzést mind az igény, mind az árak tekintetében. A földgáz várható felértékelődése mindenképpen jelentős mértékű árnövekedést fog eredményezni a 2020-as évektől, és az igények kielégítésének korlátai miatt az ellátási nehézségeket sem lehet kizárni.

Magyarország

Magyarországon a szénhidrogének (kőolaj, kőolajszármazékok, földgáz) összességében több mint 70%-kal (2004: 71,8%) részesülnek az ország primerenergia-felhasználásában, az arányuk növekszik. A kőolaj és származékainak mennyisége és részaránya (30% körül) stagnál, míg a földgáz szerepe nő (a 2000-es 35,7%-ról 2004-re 40,2%-ra nőtt). A szénhidrogének hazai termelése csökken, miközben a felhasznált mennyiség növekszik. Az import mennyisége 2000 és 2004 között csaknem 18%-kal nőtt, így a felhasználásban az import részaránya 2004-ben 81,5%-ot tett ki. A kőolaj gyakorlatilag egyedül Oroszországból, a földgázimport Oroszországból és a FÁK országaiból érkezik, Oroszországon és Ukrajnán keresztül. A villamosenergia-termelésben a földgáz jelentősége nő (2003: 34,8%), a kőolajé csökken (4,8%).



2. ábra: A földgázfelhasználás szektoronként Magyarországon. 2003. Forrás: www.iea.org

Fenntarthatóság

Magyarország adottságaihoz képest túlzott mértékben támaszkodik a szénhidrogén-alapú energiahordozókra. Ha eltekintünk a világ készleteinek fogyásától és az ezekből adódó következményektől, az importtól való függés olyan mértékű, hogy az önmagában is ellátásbiztonsági kockázatokkal jár, amint arra a földgáz esetében a 2005. decemberi – 2006. januári gázválság is rámutatott. Az ellátás helyzetén egy esetleges tárolókapacitás-bővítés csak ideiglenesen javíthatna, mivel az ismét a gázellátás korlátlanságának hamis illúziójába ringatná a döntéshozókat és a fogyasztókat. A hibás szemléletnek köszönhetően ma már a földgázfelhasználásból a lakosság részesedik a legnagyobb arányban (2. ábra). A háztartások mintegy 70%-át kötötték be a gázhálózatba, és a háztartások 60%-a fűt vezetékes gázzal.

A helyzet alapján a további felhasználásnövekedés elkerülése és a jelenlegi felhasználási módok alternatíváinak kidolgozása halaszthatatlan feladat, mivel az ország importfüggőségének további növelése csak az ellátás biztonságának rovására valósítható meg. Hosszú távon – a fentebb vázoltak fényében – az importfüggőségből fakadó kockázatok várhatóan növekedni fognak. Különösen aggasztó ebből a szempontból, hogy a földgázimport diverzifikálására hosszú távon sem mutatkozik sok remény.

Környezeti értelemben ugyan a földgáz villamosenergetikai hasznosítása a legkedvezőbb a fosszilis energiahordozók közül – mivel a földgáznak a legalacsonyabb a fajlagos széndioxid-kibocsátása –, az eddigiek értelmében tévút lenne a hazai szenes erőművek földgáztüzelésűekkel történő kiváltása.

Egyedi probléma a földgáz esetében, hogy ma a lakossági fogyasztók nem fizetik meg a földgáz valós árát, ami nemcsak a közvetítésben részt vevő cégeket és az állami költségvetést hozhatja nehéz helyzetbe, hanem energetikai és környezeti szempontból sem előnyös. Az olcsó, korlátlanul rendelkezésre álló tüzelőanyag illúziója nem ösztönzi a fogyasztókat a takarékosagra és az előregedett, alacsony hatásfokú berendezések, rendszerek cseréjére, ezért a hatékonyság nem érvényesül a végfogyasztói szegmensben sem.

A kőolaj esetében a már középtávon (10–15 év) is várható fejlemények (készletcsökkenés, drágulás) miatt a felhasználás növekedése semmiképpen sem járható út, sőt az országnak mihamarabb el kell kezdenie a felkészülést az átállásra, és részt kell vennie az e célokat szolgáló kutatásokban. Különösen indokoltá teszi az alternatívák keresését a kőolajalapú motorizáció magyarországi szintje (a kőolaj mennyiségének mintegy 55-60%-a hasznosul a közlekedésben), illetve hogy gyakorlatilag kevés esély van az import diverzifikálására.

Szén

2002-ben a Magyarország 9 föld alatti és 12 külszíni bányájából kitermelt szén mennyisége 12,8 Mt volt, 2003-ban 13,2 Mt. A kitermelt mennyiség 5,6%-a fekete-, 35,6%-a barnaköszén és 58,7%-a lignit. 2003-ban ugyanez feketeköszénre: 5%, barnaköszén: 30,4%, lignit: 64,5%. (Forrás: MBH)

Feketeszénből 198,7 millió tonna, barnaköszénből 206,8 millió tonna, lignitből 1 421,1 millió tonna volt a 2000. január 1-én nyilvántartott ipari vagyon. (MGSZ 2002) A Magyar Geológiai Szolgálat 2005-ös jelentése szerint Magyarország szénvagyon a feketeköszénből 198,8 millió tonna, barnaköszénből 170,3 millió tonna, és lignitből 2 933,4 millió tonnára becsülhető. Ez utóbbi 21 870 PJ primerenergia-mennyiséget jelent.

A külfejtéssel művelhető, gazdaságosan elsősorban erőművi célra felhasználható, gyenge fűtőértékű lignitből a Mátra és a Bükk-hegység lábánál milliárd tonnás készletek találhatóak. Napjaink gazdasági viszonyai között a jövőben egyedül a lignitvagyon igénybevételének növekedése várható. (MGSZ, IEA, Matyi Szabó)

A hazai szénbányászat legfőbb felvevőpiacát a hazai szenes erőművek jelentik, így jövőjük is a szenes erőművek jövőjéhez kötött. Tekintettel a szenes erőművekre vonatkozó környezetvédelmi előírások szigorodására és a hazai szén világviszonylatban igen gyenge minőségére, a hazai erőműveknek mérlegelni kell, hogy végrehajtsák-e a szükséges környezetvédelmi beruházásokat, vagy tüzelőanyagot váltanak, vagy bezárnak.

Urán, atomenergia

Az atomenergia az energetika egyik legellentmondásosabb technológiája. Társadalmi megítélése és politikailag érzékeny volta miatt e tanulmányban is részletesebben foglalkozunk vele.

Jellemzők

Az atomenergia 442 működő reaktossal a világ villamosenergia-termeléséhez mintegy 16%-kal járul hozzá (2003: 15,74%), az 1996-os csúcshoz (17,60%) képest csökkenő tendenciával. Az urán világpiaci ára 2003 óta csaknem ötszörösére emelkedett (22 – 95 \$/kg U3O8), és továbbra is emelkedik, mivel a kereslet meghaladja a kitermelést. Egy új atomerőmű beruházási költsége 1700–2150 \$ beépített kW-onként. Az atomenergia részesedése a világ villamosenergia-iparának bővüléséből évi 1,5–2,5%-ot tesz ki.

Energetikai fenntarthatóság

Jelenleg a világon hivatalosan 28 reaktort építenek, többségét Ázsiában. Az Egyesült Államokban, az Európai Unióban és a volt Szovjetunió országaiban (ahol a reaktorok 74, a beépített teljesítmény 81%-a található) csökken a reaktorok száma. Az előregedő reaktorpark leállítását a jelenlegi építési ütem nem fogja tudni követni. Becslések szerint ehhez 2015-ig mintegy 80 és 2015–2025 között még további 200 reaktort kellene hálózatra kapcsolni világszerte.

Az ismert műrevaló uránkészletek a jelenlegi technológiával és felhasználási ütem mellett várhatóan 70-85 évig elégségesek. A kiégett fűtőelemek – a jelenlegi technológiával, a jelenlegi ütemben megvalósuló – reprocesszálása (most eltekintve a gazdaságossági és környezetvédelmi problémáktól) nem oldhatja meg az üzemanyag-ellátás problémáját, a nukleáris robbanófejek leszereléséből származó hasadóanyag, illetve a MOX üzemanyag alkalmazása is csak átmenetileg, vagy csak részben nyújthat megoldást.

Az ellátás problémájára a fajlagosan kisebb üzemanyagigénnyel rendelkező harmadik generációs reaktorok nem jelentenek megoldást, a még csupán tervezőasztalon létező, kutatási fázisban lévő negyedik generációs reaktortervek közül is csak némelyik, a tervezett zárt üzemanyagciklussal. Ennek megvalósíthatósága önmagában is erősen kérdéses, a tervek legkorábban 2030-ra teszik az első új típusú reaktorok megépítését. A negyedik generációs reaktorok üzembiztonságáról értelemszerűen egyelőre nem áll rendelkezésre információ, mindazonáltal az atomenergetika történetében mindig üzembiztonsági problémákkal járt az új típusú rendszerek bevezetése.

Közgazdasági fenntarthatóság

Az atomenergetika negatív tendenciáinak egyik oka a tőkehiány. A beépített teljesítményre vetített tőkeköltség alapján az atomenergiánál csak a víz-, nap- és geotermális erőművek költségesebbek. Ezért a finanszírozók az alacsonyabb tőkeigényű és biztosabb megtérülést ígérő villamosenergia-termelő megoldásokba fektetnek be. A trendek megfordításához szükséges tőke megjelenésének nincsenek jelei, az atomenergetika nem versenyképes a piaci versenyt torzító állami támogatások, garanciák nélkül.

A negyedik generációs reaktoroknak és a hozzájuk kapcsolódó rendszerek kiépítésének egyelőre ismeretlen költségei, az üzembiztonságukkal, egyebekkel kapcsolatos kérdések a befektetés megtérülését veszélyeztető tényezőként jelentkezhetnek majd, ezért kérdéses, hogy az új típusú reaktorok finanszírozása piaci alapon megvalósulhat-e.

Környezeti fenntarthatóság

Az atomenergetika ötven év alatt nem tudta megoldani a kiégett fűtőelemek kezelésének minden szempontból elfogadható megoldását. Bár rövid távú tárolásuk sok feltétel egyidejű teljesülése esetén megoldott, hosszú távon potenciális környezeti (és egyben pénzügyi) kockázatot jelentenek. Ugyan a negyedik generációs reaktorok közül a zárt üzemanyag-ciklusúak elméletben erre a problémára is megoldást ígérnek, de a megvalósíthatóságukkal kapcsolatban azok a megállapítások érvényesek, amelyeket az energetikai és a közgazdasági részben tettünk.

Éghajlatvédelmi szempontból fontos kiemelni, hogy a Kiotói Jegyzőkönyv rugalmassági mechanizmusai között nem szerepel az atomenergia. A nukleáris ipar kWh-ra vetített széndioxid-kibocsátása legalábbis vitatott, másrészt a közgazdasági realitások, a megoldatlan problémák miatt világos, hogy az atomenergiának globális méretekben, hosszú távon nem lehet szerepe az üvegházgáz-kibocsátás csökkentésére irányuló tervekben.

Az atomenergetika esetében tehát a fenntarthatóság kritériumai sem környezeti, sem közgazdasági, sem energetikai értelemben nem teljesülnek. Megállapítható, hogy egyik aspektus fenntarthatóvá tétele jó eséllyel a többi rovására történne, de a technológia tárgyilagos fenntarthatósági megítélésében így is csak részleges javulás várható.

Euratom Szerződés

Az Európai Unióban a nukleáris kérdések szabályozásával az 1957-ben Rómában az Atomenergiái Közösséget létrehozó alapszerződés („Euratom Treaty”), az általában csak Euratom-nak nevezett megállapodás foglalkozik. Az idejétmúlt szerződés a hidegháború alatt, a nukleáris iparral egy időben született. Az elmúlt 49 évben mind Európa, mind az Európai Unió (a többi alapító szerződéssel együtt!) átalakult, míg az Euratom lényegében változatlan formában maradt. Az Euratom anakronisztikus céljai (a nukleáris energiának elsőbbséget kell biztosítani, támogatni kell az iparág gyors növekedését, mivel alapvetően szükséges az EU gazdasági jólétéhez), az általa garantált versenytorzító, még az alapelvekkel sem összhangban megítélt támogatások (Euratom-hitelek), az ezekről hozott döntések antidemokratikus (az Európai Parlamentet kizáró) mivolta, illetve a nukleáris biztonsági kérdések uniós szabályozásának kudarca is az Euratom és a benne foglalt kérdések rendezésére szólít fel.

Az Euratom a Giscard d’Estaing, korábbi francia elnök vezetésével készült uniós alkotmánytervezetbe végül gyakorlatilag változtatás nélkül került be. Az alkotmány

elfogadásának elakadása után azonban ismét kérdésessé vált az Euratom és az Unió nukleáris ügyeinek sorsa.

Magyarországi helyzet

Magyarország egyetlen atomerőművében, Pakson négy szovjet tervezésű VVER 440/213 reaktor működik, jelenleg 1866 MW beépített villamos teljesítőképességgel. Az atomerőmű a Magyarországon termelt villamos energia 39,47%-át, az összesen felhasznált villamos energia 33,51%-át szolgáltatta 2005-ben.

A kis- és közepes radioaktivitású hulladékok tervezett lerakója kutatás alatt áll, a jogszabályi akadályok elhárulni látszanak. A nagyaktivitású hulladékok és a kiégett fűtőelemek hosszú távú sorsa bizonytalan, ami veszélyezteti a radioaktív hulladékokkal és az atomerőmű leszerelésével kapcsolatos kiadások fedezésére felállított Központi Nukleáris Pénzügyi Alapot, illetve az abból megvalósítandó célok teljesítését.

Klímvédelem szempontjából az olyan országokban, mint Magyarország, ahol a nukleáris ipar vertikumból (bányától a hulladékfeldolgozásig, beleértve a nagyaktivitású hulladékok végső kezelését) csak az atomerőmű található meg, az ország széndioxidkibocsátás-csökkentési terveiben és a kiotói vállalások teljesítésében szerepe lehet a már létező atomerőműnek. Ez a szerep a Kiotó (vagyis 2012) utáni vállalások fényében újraértékelődhet.

A villamosenergia-rendszerbe táplált atomerőművi villamos energia túlsúlya rugalmatlanná teszi a rendszert, és a jogszabályi, szerződési kötelezettségek teljesítése csak az atomerőmű visszaterhelésével lehetséges. Az atomerőműben jelenleg zajló teljesítménynövelési folyamat megvalósulása csak növelné a rendszer rugalmatlanságát, az üzemidő-hosszabbítás pedig hosszú távon ezt az állapotot konzerválná. Az atomerőművi energia részarányának hosszú távú fenntartása tehát veszélyezteti a fenntartható megoldások rendszerbe vezetését, azaz az üzemidő meghosszabbítása a fenntartható villamosenergia-rendszer kialakításának egyik korlátja.

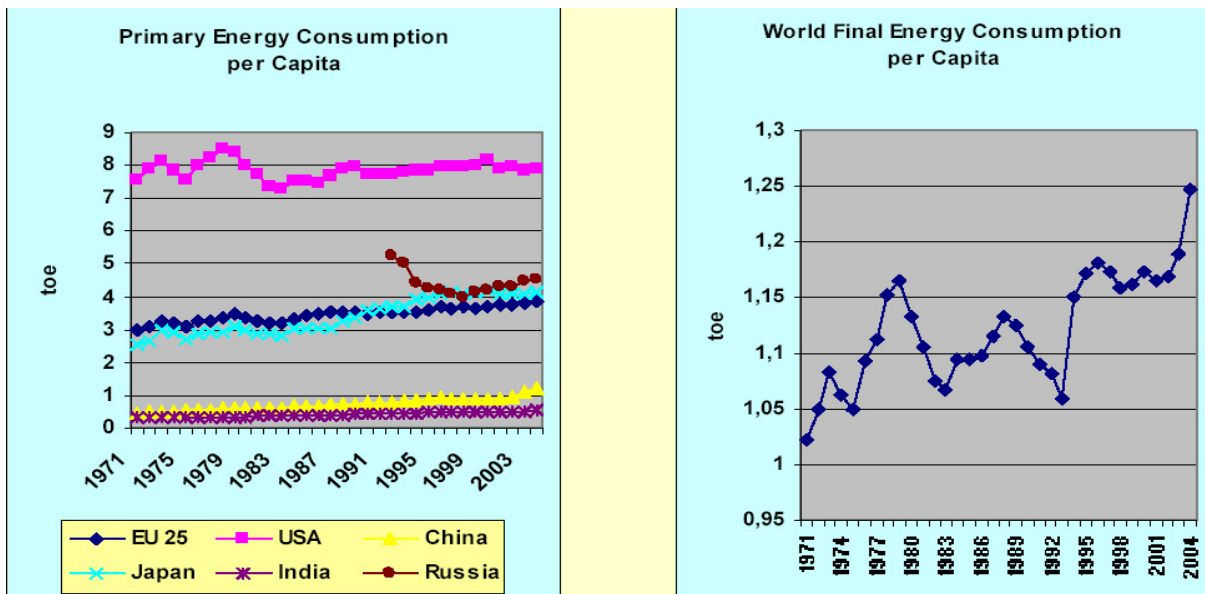
2.2.2. Az energiafelhasználás csökkentése, a „negawattok”

Energiahatékonyság

A következő évtizedekben az energetika fejlesztésének vitathatatlanul az egyik legfontosabb eszköze lesz az energiahatékonyság növelése, a primerenergia-megtakarítás különböző lehetőségeinek érvényesítése, hiszen a legolcsóbb és legtisztább energia, amelyet meg sem kell termelnünk.

A világ energiafogyasztása egy főre 1971 óta

Mára az 1 főre jutó energiafogyasztás 22%-al nőtt a 1970-es évekhez viszonyítva. A 3. ábrán az 1 főre jutó energiafogyasztás történelmi mélypontjai láthatók, amelyeket a 1973-74-es és 1979-80-as évekbeli olajválságnak, majd a volt Szovjetunióban 1990 évek elején bekövetkező gazdasági válságnak köszönhetünk. (3. ábra)



3. ábra: Az egy főre jutó energiafelhasználás alakulása néhány gazdasági régióra, valamint az egész világra vonatkoztatva

A világ végső energiafogyasztásának megoszlása meglehetősen különböző képet mutat. Amíg Amerikában a közlekedési szektor a legdominánsabb a maga 41%-ával, addig az EU-ban a lakossági és szolgáltatási szektor összesen 35%-ért, Kínában viszont egyedül az ipari szektor 44%-ért felel. Mindenesetre jól látszik, hogy a világ energiafelhasználásának 81%-át az ipar, a közlekedés és a lakossági szektor használja fel, tehát e három területen hatékonyabb energiamegtakarítási intézkedések szükségesek.

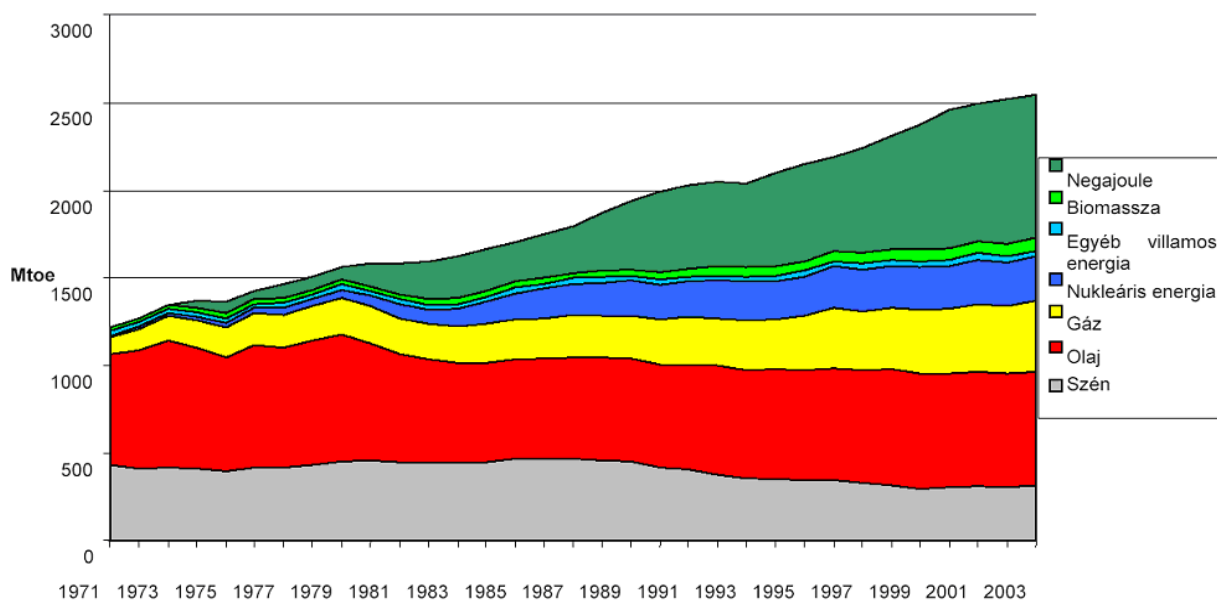
Európai szinten vezető szerepe van az energiahatékonyságnak. Nemhiába az Európai Unió 2005. évi energiahatékonyságáról szóló Zöld könyve is e három szektorra (ipar, közlekedés, lakosság) fogalmaz meg energiahatékonyságot segítő intézkedéseket. Noha az Európai 25-ök Japán után a világ egyik legnagyobb energiahatékonysággal jellemezhető régiója, belátták, ennél jóval többre is képesek lehetnek.

A 2005. évi, energiahatékonyságról szóló Zöld könyve alapján jól látható, hogy az EU energiafelhasználását legalább 20%-kal lehetne csökkenteni költségtakarékos alapon 2020-ig. Ez évi 60 milliárd euró, ami Németország és Finnország jelenlegi együttes energiafogyasztásának felel meg. Továbbá a 20%-os energiamegtakarítás elérésével 50%-os mértékben lehetne csökkenteni a széndioxid-kibocsátást.

Az Európai Unió jelenlegi teljes energiafogyasztása kb. 1725 Mtoe. Az elérendő cél (a 20%-os energiamegtakarításnak köszönhetően) az 1990. évi fogyasztási szint, azaz 1520 Mtoe fogyasztás elérése. Látható, hogy 15 éven belül (2020) a mai tendenciák folytatódása esetén a fogyasztás elérheti az 1900 Mtoe-t. (Forrás: Zöld Könyv)

Egy eredményes energiahatékonysági politika jelentős mértékben hozzájárulhat az EU versenyképességéhez és foglalkoztatásának javulásához, ami lényegi célkitűzése a lisszaboni stratégiának. Számos tanulmányt készítettek az energiahatékonysági beruházások munkahelyteremtő hatásairól, ezek szerint 1 millió USD 12–16 közvetlen foglalkoztatási munkaevet jelent. Ezzel szemben egy széntüzelésű erőműbe történő beruházással mindössze

4,1 munkaév tartozik, egy atomerőműbe történő beruházással pedig 4,5 év. Vagyis az energia-végfelhasználás hatékonyságába történő beruházások 3-4-szer annyi munkahelyet teremtenek – akár 1 millió munkahelyet is a közvetlenül érintett ágazatokban. (Forrás: „Az energiahatékony beruházási programok nemzeti és helyi foglalkoztatási hatásai”, 2000. SAVE-tanulmány, ACE, UK)



4. ábra Az elsődleges energiaszükséglet és a „negajoule” alakulása az EU25-ökben
 A „negajoule” az 1971. évi energiaintenzitás alapján számított energiamegtakarítás
 Forrás: Zöld Könyv az energiahatékonyságról, 2005.

Negajoule: az energiahatékonysági intézkedések révén megvalósított energiatakarékosság, azaz a fel nem használt energia mennyisége

A hetvenes évek elején az olajembargói miatt az EU országainak újra kellett gondolniuk energiafogyasztásukat, hogy kevésbé függjenek az olajtól. A 70-es évek közepén valamennyi tagállamban megszakadt az addig elválaszthatatlan kapcsolat a GDP növekedése és az energiaszükséglet között, amely jól látható a 4. ábrán is. Például az energiaintenzitás 40%-kal csökkent Németországban és Dániában, Franciaországban pedig jelenleg 30%-kal kevesebb, mint a 70-es években volt.

Az energiahatékonysági technológia fejlődése nélkül, a beavatkozó hatékony politikai akarat elmaradásával, az energiahatékonyságot népszerűsítő programok, kampányok megvalósítása nélkül, a szükséges jogszabályok megszületése nélkül ma 2500 Mtoe lenne az EU energiafogyasztása, szemben a mai 1725 Mtoe-s fogyasztással.

Az energiahatékonyság éves fejlődése az 1990-es években évi 1,4% volt, de ez az arány azóta csökkent, és jelenleg 0,5%-on áll, ami azt mutatja, hogy a jelenlegi erőfeszítések, szabályozások, programok elégtelennek bizonyulnak.

Magyar helyzet

Magyarország teljes energiafelhasználásának mértéke alapján is az ipari és a lakossági, illetve a kommunális szektor a releváns, mivel e három terület energiafelhasználásunk több mint 90%-át lefedi.

Ezen belül a nem produktív, kommunális és a lakossági szektor 57%-ot képvisel, és folyamatosan növekszik. A hatékonysági és megtakarítási potenciál az elemzők egybehangzó véleménye szerint itt a legmagasabb, de itt a legnehezebb is realizálni a források hiányából adódóan.

Az ipari szektor többé-kevésbé rendelkezik megfelelő forrásokkal ahhoz, hogy hatékonyabbá tegye energiagazdálkodását. Ugyanakkor fontos lenne információs kampányokkal segíteni a beruházásokat.

A közlekedési szektornak – habár statisztikailag nem fogható meg – kiemelt szerepe van, hiszen egyszerre érint több területet is, amelyek szorosan egymásra vannak utalva – ezért célszerű az integrált személetmód.

Szektor	2004.		2003.		2000.	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%
Ipar+építőipar	382,1	35,1	379,9	34,85		31,6
Lakosság	410,3	37,7	417,8	38,3		36,9
Kommunális szektor	209,5	19,3	206,4	18,9		18,5
Szolgáltatások (szállítás, posta, távközlés)	48,2	4,4	48,1	4,4		4,7
Mezőgazdaság	38,0	3,5	37,8	3,5		3,7
Összesen	1 088,1	100	1090	100		100

1. táblázat A hazai szektorok energiafelhasználása
Forrás: KSH Statisztikai évkönyv 2004.

A GKI Gazdaságkutató Rt. (1998.) által készített tanulmány szerint nagy különbség tapasztalható az egyes szektorok energiatakarékosági potenciáljában. Ipar: 12%, lakossági szektor: több mint 30%, kommunális szektor: 2–3%.

Látható, hogy a lakossági szektorban rejlik a legnagyobb hatékonysági potenciál, bár ha a megtérülési időt is figyelembe vesszük, még szórtaabb adatokat kapunk.

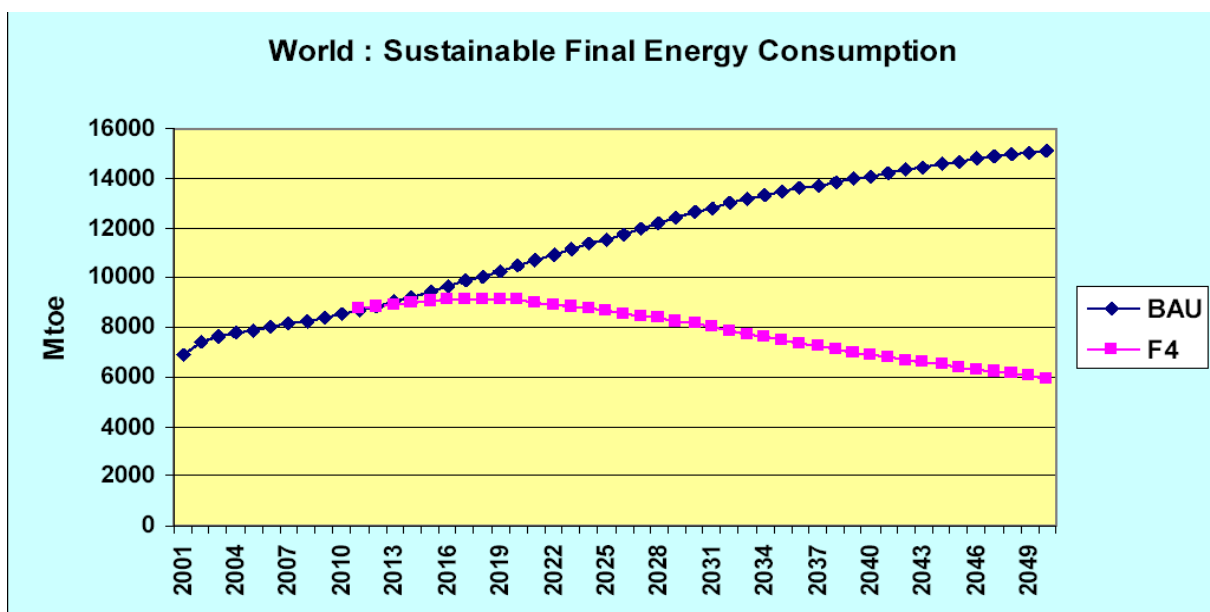
Ha a megtérülési idő kevesebb, mint 5 év, abban az esetben 10% energiamegtakarítást érhetünk el. Ha a megtérülési idő 5 és 10 év között alakul, akkor komplex felújítás esetén 15%, berendezések vagy eszközök cseréje esetén 13%. 10 év feletti megtérülési idő esetén akár 31% vagy 41,5% energiamegtakarítást is elérhetünk, de sajnos a hosszú megtérülési idő és a magas beruházási költség miatt nem éri meg.

A fenti információk alapján elmondható, hogy a teljes hazai gazdaságban könnyedén minimum 10–15% energiamegtakarítást érhetünk el. Az európai 20%-os energiamegtakarítási potenciált figyelembe véve állítjuk, hogy hazánkban 25–30%-os potenciállal számolhatunk.

Fenntartható jövőbeli energiafelhasználás

Számos kutatóintézet szerint a világ energiafogyasztására két előrejelzés van. Az egyik a jelenlegi folyamatok folytatására épít (BAU), a másik előrejelzés (F4) 2050-re az 1990. bázisév CO₂-kibocsátását a negyedére csökkenti az energiatermelésben, a szállításban és a felhasználásban.

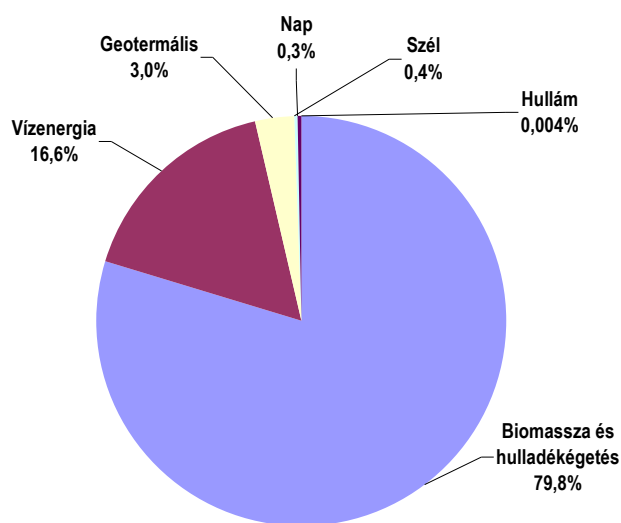
Az 5. ábrán jól látható, hogy F4 szerint 2020-ra 9000 Mtoe értéken stabilizálódik a végső energiafogyasztás, 2020 és 2050 között jelentős csökkenés érhető el az erőteljes energiahatékonysági politikának köszönhetően – akár 6000 Mtoe értékre is.



5. ábra: A világ energiafogyasztására készült előrejelzések (BAU és F4) összehasonlítása

2.2.3. Megújuló energiaforrások

Történelmi távlatokra visszatekintve elmondható, hogy az emberiség az energiafelhasználásban folyamatosan haladt az egyre nagyobb energiasűrűségű energiahordozók hasznosítása felé. Így jutott el a tűzifától az atomenergiáig. A megújulóenergia-források azonban ilyen szempontból „visszalépést” jelentenek, hiszen egyik fő jellemzőjük a kis energiasűrűség. Ennek oka legfőképpen az energiatermelésben történt szemléletváltozás, az a felismerés, hogy a decentralizált energiatermelés nagyobb hatékonyságú, biztonságosabb és környezeti szempontból is fenntarthatóbb megoldást jelent. A világ primerenergia-ellátásában (TPES) 2003-ban a megújulók 13,3%-ot képviseltek, míg a nukleáris 6,5, a fosszilis (kőolaj, földgáz, szén) pedig a maradék 80,2%-ot.



6. ábra: A megújulóenergia-források megoszlása a világ primerenergia-ellátásán belül. Forrás: IEA 2003

Ahogy a 6. ábra is mutatja, a megújulóenergia-felhasználáson belül a legnagyobb arányt a biomassza képviseli az összenergia-felhasználást tekintve. A biomassza-felhasználás nagyobb részét ma még a hagyományos tűzifaégetés adja, szemben a szél- vagy napenergia korszerű technológiájával.

A megújulóenergia-iparban foglalkoztatottak száma az Európai Unióban (ezer fő)

Technológia	2010	2020
Szél	184	318
Napelem	30	245
Napkollektor	70	280
Biomassza	338	528
Bioüzemanyagok	424	614
Kis vízi erőmű	15	28
Geotermális	6	10
Összesen	1067	2023

2. táblázat

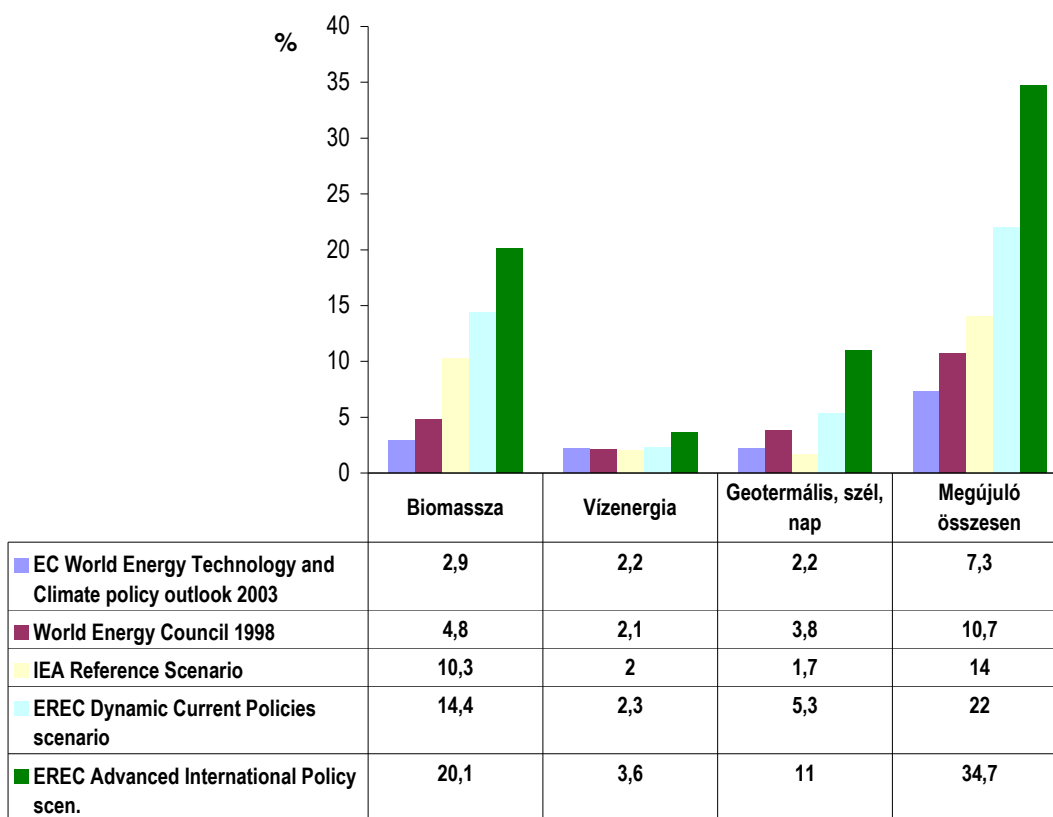
Forrás: Renewable Energy in Europe, EREC 2004

A világ villamosenergia-termelésének 16%-át a vízerőművek adták, a maradék 1%-ot a biomassza-a további 1%-ot pedig, geotermális, nap- és szélenergia. Így 2003-ban a megújulókból termelt villamos energia részaránya a világban elérte a 18%-ot. A megújuló energiaforrások felhasználása dinamikusan növekszik, amelyből kiemelkedik a szél- és a napenergia, ezek felhasználásának évi növekedési üteme 30–50% közé tehető 1971 és 2003 között.

A megújulóenergia-ipar fejlődése együtt jár az ágazatban foglalkoztatottak számának

növekedésével. Az Európai Unióban a megújuló technológiák közül a biomassza- és a szélenergia-iparban a legmagasabb a foglalkoztatottak száma (2. táblázat). A szélenergia-iparban Európa vezető helyen áll a világban. A legnagyobb forgalmat lebonyolító vállalatok Németországban, Dániában és Spanyolországban találhatók. Ezen országokban már a 90-es évek közepén is közelítőleg 92–117 ezer ember dolgozott a szélturbinák gyártásában, telepítésén vagy kereskedelmében.

A megújuló energia részarányának jövőbeni alakulásával kapcsolatban megoszlanak a vélemények. A különböző időszakokban vagy különböző intézetek által készített előrejelzésekben eltérő becsléseket találunk. Ebből ad ízelítőt a 7. ábra is, ahol markáns eltéréseket láthatunk a különböző prognózisok között. Általánosságban elmondható azonban, hogy az eddigi tapasztalatok szerint az előrejelzéseket – különösen a szél- és napenergia-hasznosítás növekedése esetében – a valóság mindig felülmúlta.



7. ábra A megújuló energia részaránya a primerenergia-fogyasztásban 2030-ban a különböző forgatókönyvek szerint (Saját szerk.)

Szén	800–1300
Nukleáris	1700–2150
Szél (szárazföldi)	900–1100
Szél (tengeri)	1500–1600
Fotovoltaikus	4000–7000
Bioenergia	1500–2500
Geotermális	1800–2600
Víz	1900–2600

A megújulóenergia-technológiák beruházási és termelési költségeiben is egyre versenyképesebbek a hagyományos energiatermeléssel szemben (3. táblázat). Mindebben szerepet játszik a fosszilis készletek csökkenése, a tőkeerős vállalkozások számának növekedése a megújuló piacon, illetve az állami támogatások.

3. táblázat: Magyarország: Az egyes energiatermelési technológiák tőkekötségei (\$/kW) Forrás: World Energy Investment Outlook, IEA 2003

Magyarország

A megújuló energiaforrások hasznosításának lehetőségét vizsgáló kutatások már a múlt század 70-es, 80-as éveiben megindultak, köszönhetően az olajválságnak. Ennek ellenére a megvalósítás fázisába kevés elképzelés került, így a kilencvenes évek végére is még csak mintaprojektként üzemeltek biomassza- és geotermális fűtőművek az országban a csekély vízenergia mellett. Az ország energiaigényének biomasszával történő kielégítésére már a 80-as évek első felében születtek tervek, de megvalósításukat többek között megakadályozta az akkori Szovjetunióval kötött földgázellátásról szóló megállapodás.

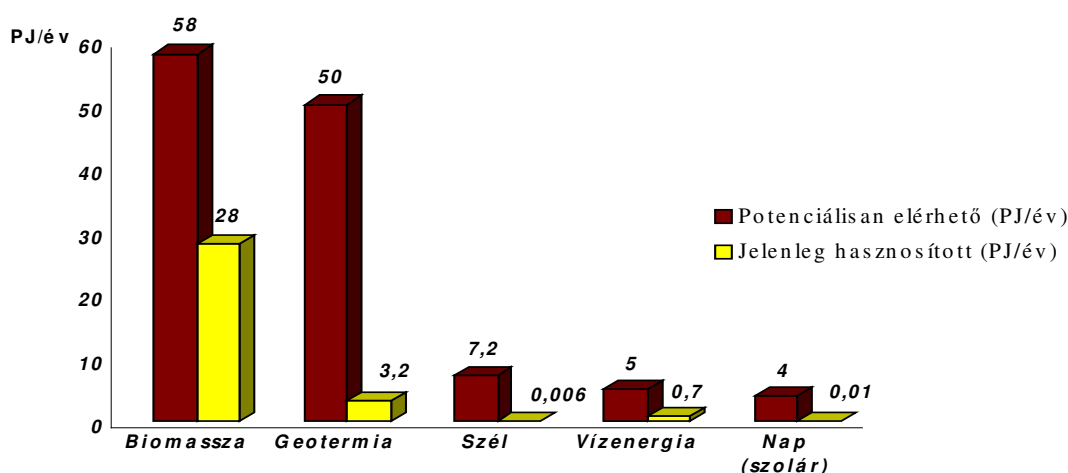
Erőforrástípus	PJ/év
Szélenergia	1,3–533
Napenergia	3,6–1749
Biomassza	58–223
Geotermikus	50–63
Vízenergia	1,2–14
Összesen	114–2582

4. táblázat: A hazai megújuló energiaforrásokra született potenciálbecslések által szolgáltatott értékek

Kutatások. Emiatt igen nagy az eltérés a különböző szerzők potenciálbecslései között. Ezt mutatja be a 4. táblázat, amelyhez az adatokat a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, a Magyar Napenergia Társaság, a Magyar Biomassza Társaság, az Országos Meteorológiai Szolgálat potenciálszámításaiból gyűjtöttük.

A magyar energiapolitikai döntéshozatalban használt potenciáladatok szerint Magyarországon a biomassza-hasznosításban rejlik a legnagyobb lehetőség, amelyet megközelít a hazai geotermális adottság. Ezek szerint azonban jóval elmarad a szél-, a nap- és a vízenergia, ahogyan azt a 8. ábra is mutatja. Figyelembe kell venni azonban, hogy ezen adatok legalább

A biomassza korai kutatásának köszönhetően a megújulók közül erről a fajtáról rendelkezünk a legtöbb és legrészletesebb információval, mind a potenciálokat, mind a hasznosítás technológiáit tekintve. Ezen kívül a geotermikus energia kapott még nagyobb figyelmet a korábbi geológiai kutatások miatt. A szél- és napenergia vonatkozásában nagyobb intenzitással csak a 2000-es évek elején indultak energetikai szempontú



8. ábra: Az egyes megújuló energiafajták felhasználásával potenciálisan elérhető és jelenleg hasznosított energia mennyisége Magyarországon (PJ/év)

Forrás: Prof. Dr. Marosvölgyi Béla (2003)

két évtizedesek, amely idő alatt a technológiai fejlődés teljes mértékben átírta a lehetőségeket. Jó példa erre a szélenergia, ahogyan ezt a fentiekben is bemutattuk, illetve utalunk rá a későbbiekben.

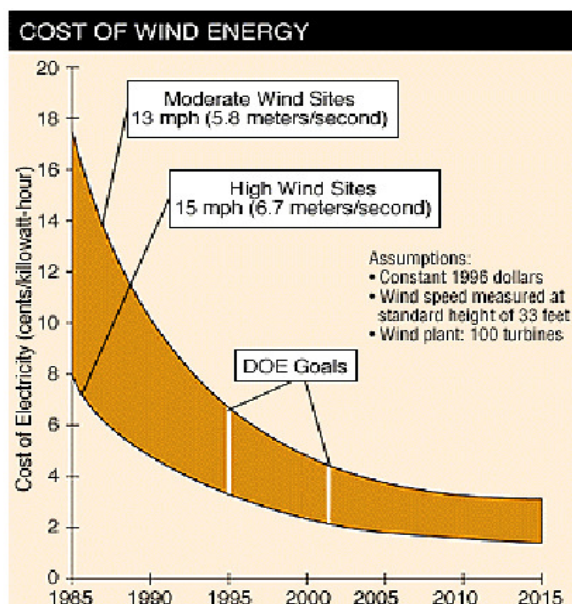
A megújuló energiaforrások részesedése az energiatermelésben és -felhasználásban a 80-as évektől 2003-ig számottevően nem változott. Az Európai Unióhoz történt csatlakozással Magyarország kötelező vállalást csak a villamosenergia-termelés tekintetében tett, miszerint a 2002-es 0,6%-os szintről 3,6%-ra növeli a megújulók részarányát 2010-re. Magyarország már 2005-ben teljesítette 2010-es vállalását, hiszen a megújuló energiából termelt villamos energia ma meghaladja a 4%-ot, 2010-re pedig várhatóan eléri az 5,8%-ot. Aggodalomra ad okot azonban, hogy ennek több mint 90%-át a nagyerművi faapríték-tüzelés adja, amelynek fenntarthatósága megkérdőjelezendő. (ld. később)

Szélenergia

A szélenergia egyike azon megújuló energiaforrásoknak, amelyek kiaknázása az emberiség történelmének egészen korai szakaszára visszavezethető. A XX. században a 70-es évektől indult meg az áramtermelő berendezések fejlesztése.

Ettől kezdve a szélgenerátorok hatékonysága dinamikusan növekszik, míg az általuk előállított energia költsége hasonló arányban csökken. Az 1990-es években, elsősorban Európában az egyik leggyorsabban fejlődő iparágáá nőtte ki magát a szélturbina-gyártás.

A tömegtermelés tovább csökkentette az előállítási költségeket, miközben több százezer új munkahely jött létre. Egy mai modern szélturbina 180-szor több villamos energiát képes termelni kevesebb mint fele kWh-ra vetített költséggel, mint 20 évvel ezelőtti változata (9.ábra). A beruházási költségek országonként eltérőek, de Európában átlagosan 1000 euro/kW egy modern szélturbina üzembe helyezésének költsége.



9. ábra: A szélenergia költségeinek várható alakulása az 1998-as becslések szerint
 Forrás: U.S. DOE, 1998;

A technológiai fejlesztés mellett párhuzamosan komoly kutatások indultak a szélenergia-potenciál meghatározására. Ennek nyomán az 1990-es években új lehetőségek adódtak, mivel készen állt a technológia a potenciálok kihasználására most már nemcsak a tengeri, illetve tengerparti, de a belső szárazföldi területeken is. Olyannyira, hogy pl. Németországban 1998-ban még 65% fölött volt a tengerparti egységek részaránya az összes telepítésből, ma már ez az arány megfordult a kontinentálisok javára. Ez köszönhető annak, hogy a mai berendezések már 2,5 m/s-os szélesebségnél is képesek versenyképesen villamos energiát termelni. Németországban napjainkban a szélenergia-hasznosításra fordított állami támogatások folyamatosan csökkennek, ami annak köszönhető, hogy a szélenergia-ipar annyira megerősödött, hogy pusztán piaci alapon is versenyképes.

Komoly kutatási terület ma már a szélerőművek villamosenergia-termelésének rendszerirányításra gyakorolt hatása. Az EU-ban több megoldás is létezik a fluktuáló szélenergia-termelés kiküszöbölésére. A különböző erőműi háttérkapacitások kiépítése, bevonása mellett egyre nagyobb szerepet kap az energetikai célú meteorológiai szélelőrejelzés is. A rendszerirányításban jelentkező többletköltségek országosan eltérőek.

Európában a beépített szélenergia kapacitás növekménye az előzetes piaci prognózisokat évről-évre felülmúlja. 2005-ben a beépített kapacitás Európában 40 504 MW volt. Ezzel Európa elérte és túllépte az 1997-ben még az Európai Szélenergia Társaság által „csak” 2010-re becsült 40 ezer MW-os mennyiséget. A jelenlegi célkitűzések szerint 2030-ra Európában mintegy 100 000 MW-nyi működő beépített kapacitás várható. Ez a mai számítások szerint 20%-a az EU-ban kiaknázható szélenergia-potenciálnak, és 10%-a az EU villamosenergia-igényének. Mindehhez az EU területének kevesebb mint 0,3%-a szükséges.

Magyarország

Hazánkban az Európai Unióhoz képest meglehetősen nagy késéssel, csak a 2000-es évek elején indult meg a szélenergia hasznosítása a villamosenergia-termelésre modern szélturbinák segítségével. Az első szélerőmű 2000 decembere óta üzemel, míg az első a villamosenergia-hálózatra termelő szélerőmű 2001 óta. 2005-re hazánkban a beépített kapacitás 17 MW-ra nőtt. 2010-ig várhatóan mintegy 330 MW beépített kapacitás lesz Magyarországon, mivel a Magyar Villamos Energia Ipari Rendszerirányító és a Magyar Energia Hivatal a rendszerirányítás biztonságára hivatkozva ennyit engedélyez. Ezzel szemben 2006 márciusáig 1138,1 MW-ra érkezett engedélykérelem.

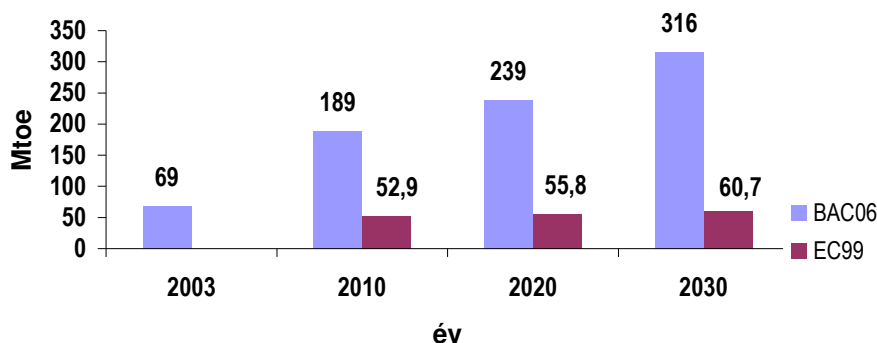
A hazai szélenergia-potenciálokat övező bizonytalanságokat jól tükrözi az Országos Meteorológiai Szolgálat által kiadott tanulmány, amelyben energetikai célú hasznosításra mintegy 40-szer nagyobb értéket állapít meg a GKM által is használt, korábban a hazai szakirodalomban publikálnál. A tanulmány szerint 100 m-es magasságra számítva Magyarország szélenergia-potenciálja 77,6 TWh/év, ami közel kétszerese a jelenlegi hazai villamos energiaigénynek. Az ország szelesebb ($v > 6\text{m/s}$) területeit figyelembe véve is a jelenlegi szükséglet felét lehetne így módon kinyerni az ország területének 4,5%-áról (Hunyár, Veszprémi, Szépszó; 2005). A hazai szélpotenciálok felülvizsgálatán túl részletes elemzésre is szükség lenne a villamosenergia-rendszer fejlesztésére vonatkozóan. Jelenleg a döntéshozatal ugyanis ezek hiányában hoz hosszú távú döntéseket.

Biomassza

A biomassza felhasználását illetően megfelelő kompromisszumot kell kötni abban a tekintetben, hogy az adott társadalom a rendelkezésre álló biomassza-tömeget milyen mértékben használja fel élelmezési, mezőgazdasági vagy energetikai célokra. A biomassza a megújuló energiaforrásokon belül a legösszetettebb. Csoportosítható az alapanyag keletkezése, valamint a felhasználás módja szerint. A biomassza használata a hő- és villamosenergia-termelésben, valamint a közlekedésben játszik fontos szerepet. Jellemző, hogy az egész világon a megújuló energiaforrásokon belül a biomassza képviseli a vízenergia után a legnagyobb hányadot mind az összenergia-felhasználás, mind a villamosenergia-termelés tekintetében.

Az Európai Unióban a biomassza-hasznosítás terén is, mint általában a megújulók tekintetében, ambiciózus terveket fogalmaztak meg. A 2006-ban elkészült Biomassza Cselekvési Tervben (BAC 06) lefektetett elképzelések szerint 2010-re több mint 2,5-szeresére

nő az energiatermelésre hasznosított biomassza mennyisége a 2003-ban hasznosítotthoz képest (10. ábra).



10. ábra: A potenciálisan hasznosítható biomassza mennyisége az EU-ban (Saját szerk.)

Érdekes módon az Európai Bizottság (EC99) 1999-ben készített prognózisában szereplő 2030-ra vonatkozó értéket több mint ötszörösen múlja felül a friss becslés. A biomassza a többi megújuló energiafajtaéhoz képest kiemelt szerepe az EU-ban nem csak az energiapolitika hangsúlyos szerepének köszönhető. Legalább ilyen fontos kérdés az uniós agrárpolitika is, amelyben szintén egy lehetséges kitörési pont az energetikai célú szántóföldi növénytermesztés. Ezen keresztül pedig a regionális fejlesztések egyik eszközeként a rurális térségek számára nyújthat új alternatívát. Az EU-ban jelenleg a biomassza képviseli a legnagyobb arányt a mintegy 60%-os részesedésével az összes megújulóenergia-felhasználásból.

Magyarország

Hazánkban a biomassza az Európai Unióhoz hasonlóan szintén kiemelt szerepet kap a megújuló energiaforrásokon belül. Potenciálját a legnagyobbra becsülik – szemben a többi megújulóval –, és az EU-hoz hasonlóan az agrár- és vidékfejlesztés egyik eszközeként tartják számon. Jelenleg a megújuló energiaforrásokon belül a biomassza hasznosítása képviseli a legnagyobb arányt a maga több mint 85%-ával. A villamosenergia-termelésen belül is jelenleg nyomasztó fölényrel áll első helyen a biomassza, mintegy 82%-os részesedéssel a megújulók között. Tudnunk kell azonban, hogy amíg a biomassza több biológiai eredetű forrást takar, addig Magyarországon egyelőre – sajnálatos módon – kihasználatlan a biogáz-, vagy a bioüzemanyag-potenciál, továbbá olyan kapcsolt megoldások, mint pl. a bio-szolár, bio-geo stb. rendszerek.

Magyarország a biomassza-felhasználásnak köszönhetően már 2005-ben teljesíteni tudta az EU-ban 2010-re kötelező érvényű vállalását, miszerint a villamosenergia-felhasználásban 3,6%-kal kell részesedniük a megújuló energiaforrásoknak. A jelenlegi tendenciák alapján 2010-re 5,8%, míg 2013-ban 11,4%-os részesedésre számít a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium. Pontosan nem tisztázott, hogy ezt milyen módon kívánja elérni az állam, mivel elfogadott energiapolitika, illetve megújulóenergia-stratégia még nem létezik. Az előzetes tervek alapján valószínűsíthető, hogy a biomasszának továbbra is meghatározó szerepet szánnak.

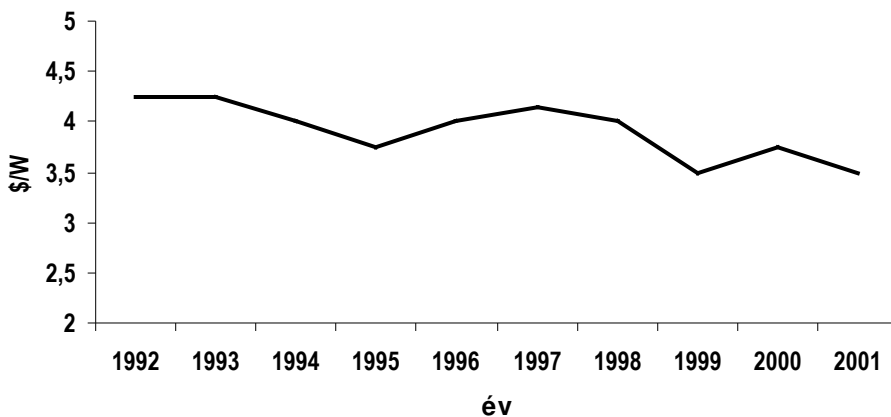
A biomassza felhasználása környezetvédelmi és fenntarthatósági szempontból az egyik legkritikusabb a megújuló energiaforrások közül. Azt, hogy milyen veszélyeket hordoz

magában, sajnos jól mutatja a hazánkban kialakult helyzet. Jelenleg a biomasszából termelt villamos energiát kizárólag korábbi szenes nagyerőművi blokkokban állítják elő a 2003-ban indult fejlesztéseknek köszönhetően. Energetikai szempontból ezek az erőművek alacsony hatásfokkal dolgoznak, mivel a keletkezett nagy mennyiségű hőt nem hasznosítják. Ez nem is áll érdekükben, hiszen a villamos energiáért kapják a kiemelt átvételi árat. A három nagy erőmű, az ajkai (25MW), a kazincbarcikai (30MW) és a pécsi (49,9 MW) együtt mintegy 800 ezer tonna fát éget el – nem megfelelő hatékonysággal – évente. Környezetvédelmi szempontból pedig szintén elfogadhatatlan, hogy ezen erőművek akár több száz km-es távolságból is szállítanak alapanyagot, köztük olyan országokból, ahol még erősebben megkérdőjelezhető, hogy a faanyagot fenntartható erdőgazdálkodásból termelték-e ki. Ezzel szemben szakértői számítások mutatják, hogy környezeti és gazdasági szempontból mintegy 50 km-es maximális beszállítási távolság fogadható el. (Kohlheb, 2005) A nagyerőművi kereslet, továbbá a hazai tűzifapiac két év alatt több mint duplájára emelte az árakat, valamint elvonta a szükséges alapanyagot a kisebb kapacitású, nagyobb hatékonysággal üzemelő fűtő- és erőművektől. Ez utóbbiak helyzetét tovább nehezíti egy több éve húzódó szabályozási anomália, amely szerint nem engedélyezhető energetikai célú fás ültetvények létesítése Magyarországon, mivel minden ilyen jellegű ültetvény korábban az Erdőtörvény hatálya alá tartozott. 2006-ban ugyan kikerült alóla, azonban az ezt helyettesítő rendelkező jogszabály még nem készült el.

A hosszú távú fejlesztési irányokban nagyobb szerepet kell kapnia a szilárd biomassza-felhasználásban a kapcsolt hőtermelésnek, illetve a biogáz-hasznosításnak, valamint a több megújuló energiaforrást egyszerre hasznosító rendszereknek. Mindezeket integráltan, decentralizált formában települési, illetve kistérségi szinten kell ösztönözni.

Napenergia

A napenergia-hasznosítás nemzetközi viszonylatban igen látványos fejlődésen ment keresztül az utóbbi három évtizedben. A Nap energiáját gyakorlatilag kimeríthetetlennek tekinthetjük földi léptékben és az emberiség energiaigényéhez viszonyítva. Hasonlóan a szélenergiához, a napenergia hasznosítása is piacbővülést és az energiatermelés tekintetében évi 30%-os növekedést produkált és produkál várhatóan a jövőben is, amely messze felülmúlja más megújuló technológiák fejlődési ütemét. A napenergia-hasznosítás mind kiépítettségben, mind eljárásaiban szinte teljesen új technológiának számított az 1970-es években, ennek is köszönhető a látványos fejlődés. Figyelemre méltó a bekövetkezett változás a napcellák és a



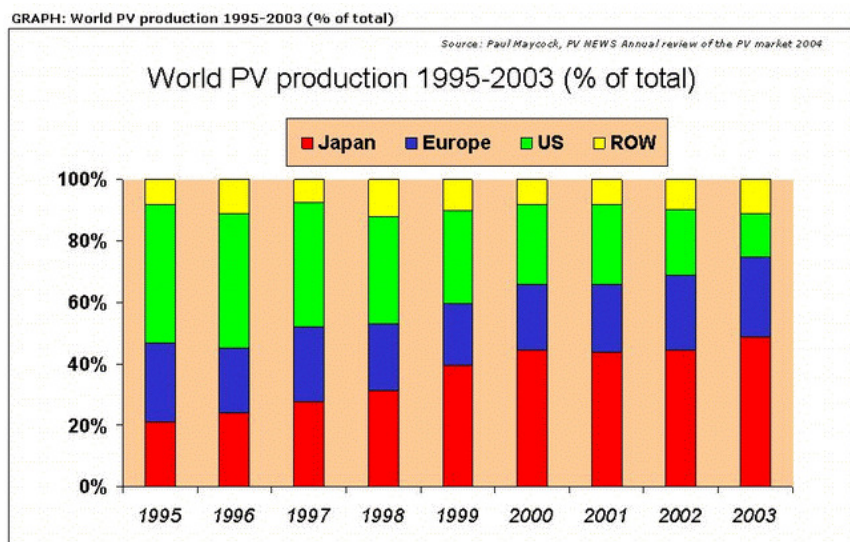
11. ábra: A napelem modulok árának alakulása 1992 és 2001 között. Forrás: Renewable Energy World 2002/4

napkollektorok árában és hatásfokában. Eleinte a támogatásoknak, később a tömegtermelés beindulásának köszönhetően pl. a napcellák előállítási ára az 1976-os 30 USD/W-ról 1994-re 10 USD/W-ra csökkent. (U.S. DOE, 1997) Az európai statisztikák is hasonló ütemű csökkenésről adnak számot, hiszen az 1978-as ~22 ECU/Wp-ről ~8 ECU/Wp-re csökkent a PV modulok ára. (EC, 1996) A hatékonyság ezzel szemben több mint hétszerezésére nőtt ugyanebben az időszakban, és 1994-re valamivel meghaladta a 14%-ot (az elméleti maximum a szilíciumkristályos típusnál 30%). 2004-től kereskedelmi forgalomba került egy 20%-os hatásfokú modell is.

A mai technológiai színvonal mellett már lehetővé vált, hogy nagyobb naperőműveket is építsenek több helyen a világban. Ezek beépített kapacitása elérheti az 5–10 MW-ot. Európa legnagyobb fotovoltaikus naperőműve a németországi Lipcse közelében található, 5 MW-os névleges teljesítménnyel. Az EU 1997-es Fehér könyvében megfogalmazott ambiciózus céljai között 1 millió új napelemes rendszer telepítését tűzte ki 2010-ig, amelynek felét az EU területén, felét pedig a fejlődő országokban kívánja végrehajtani. (EC, 1997) A Fehér könyvben megfogalmazott célokat ebben az esetben is felülírta az élet, ugyanis a jelenlegi piaci trendek szerint 2010-ben várhatóan kétszeres beépített kapacitás lesz Európában a korábban tervezettnél – az EurObservEr 2006-os adatai szerint.

A Nap hőenergiáját óriási tükörfelülettel összegyűjtő, majd azt egy ún. Stirling-motorral villamos energiává átalakító erőművek építése is folyamatban van, jelenleg az USA-ban, Kalifornia államban.

A napenergia-hasznosítás is elmozdult már tehát a kis, modulus hasznosításról a nagyobb teljesítményű erőművek irányába.



12. ábra: A világ régióinak részesedése a napelemgyártásból

Magyarország

Hazánkban a napenergia közvetlen hasznosítása szintén nagy lehetőségeket rejt magában. Az ország földfelszínére érkező napsugárzás energiája 1200–1500 kWh/m² egy évre vetítve, amelynek kiaknázása esetén bőven fedezhető lenne a honi energiaigény. Természetesen az

elméleti potenciál nem egyenlő a technikaival, de ha a nemzetközi trendekkel összehasonlítjuk adottságainkat, könnyen belátható, hogy hazánkban is óriási kiaknázatlan tartalékok rejlenek a napenergia közvetlen hasznosításában.

Mindezek ellenére a napenergia hasznosítása marginális szerepet kap az állami stratégiákban. Relatív magas beruházási költsége elriasztja a döntéshozókat attól, hogy megkönnyítsék a hazai alkalmazások terjedését. A napenergiát hasznosító berendezések közül a családi házak igényeire tervezett napkollektoros rendszerek terjednek leginkább. Érthetetlen a népszerűségük ellenére alacsony mértékű támogatásuk a hazai döntéshozatal részéről, és ennek a támogatásnak is az évről-évre történő lebegtetése. Az 1107/1999-es kormányhatározatban 2010-re kitűzött célnak, miszerint 20 000 tetőn lesz napkollektor Magyarországon, 2004-ig – tehát öt év alatt – csak 2%-át sikerült teljesíteni. 2004-ben ráadásul a támogatásokat meg is szüntették, ami megkérdőjelezi a cél megvalósíthatóságát.

A napenergia hasznosításának további ígéretes módja a passzív hasznosítás. A gépészeti megoldásokon túl lehetőség nyílik a napterek, hőtároló tömegek, a nyílászáró- és transzparencsszigetelések stb. helyes megválasztásával jelentős mennyiségű hő- és villamos energia megtakarítására mind a családi, mind az irodaházakban. Szakszerű tanácsadással és típustervek kidolgozásával lehet segíteni a komplex tervezés minél szélesebb körben történő alkalmazását.

Vízenergia

Jelenleg a megújuló energiaforrásokon belül ez a fajta képviseli a legnagyobb arányt a világon. Éves növekedési üteme azonban elmarad a többi megújulótól. Ez köszönhető annak, hogy a vízenergia-potenciál nagyobb részét már kiaknázta az emberiség, valamint hogy a nagy víztározós erőművek környezetre gyakorolt hatása inkább negatív.

Nagy lehetőségek vannak azonban az ún. kisvízi erőművek létesítése terén. Kis vízi erőműnek tekinti a szakirodalom a 10 MW teljesítmény alatti vízi erőműveket. Ezek fontos elemei lesznek a jövőben egy decentralizált energiatermelési struktúrának.

EU

Az Európai Unióban a 2004-es bővítés előtti 15 tagállamban (EU-15) a gazdasági potenciálok nagy részét, 82%-át már kihasználták, míg a csatlakozott tíz további tagállamban (EU-10) csak 36%-át. Az EU 25 tagállamában 17 288 db kiserőmű működik, mintegy 10 820 MW összkapacitással. Az átlagos beépített teljesítmény 0,3 és 1,6 MW között mozog. A vízenergiával termelt villamos energiát – más megújulókhöz hasonlóan – kiemelt átvételi áron keresztül támogatják. Egy kWh ára 2,4–3,2 eurocent az újonnan csatlakozott tagállamokban átlagosan, és 5–15 eurocent az EU-15-ök országaiban.

Magyarország

Magyarország vízenergia-hasznosítási adottságai nem kedvezőek. Ezt jól jellemzi a fajlagos potenciális vízenergia-készlet, amely nálunk 110 ezer kWh/km². Ennél európai összehasonlításban csak Hollandia adottságai rosszabbak. (Bulla M.–Tóth P., 2005)

Hazánkban nagy hagyományokra tekint vissza a kis vízi erőműi energiatermelés, azonban az utóbbi évtizedekben fejlesztések hiányában inkább fogyatkozott az ilyen erőművek száma, 1990 óta pedig stagnál. A meglévő erőműi állományban nincs 40 évesnél fiatalabb. Az összes

beépített kapacitás 8,4 MW volt 2003-ban, mintegy 30 GWh villamosenergia-termeléssel, amely a hazai termelés mintegy 0,11%-a. Hasonlóan csekély a részesedése az összes vízenergiából termelt villamos energiából, itt mintegy 0,5%-ot képviselnek.

A jelenlegi termelés mintegy felét képezi a hazai, gazdaságilag még potenciálisan kitermelhetőnek, amely 68 GWh évente a jelenlegi gazdasági környezetben. Figyelemre méltó azonban, hogy a technikai potenciál ennek mintegy négyszerese, és ez kedvező körülmények között kiaknázzható.

Geotermális energia

A geotermális energia felhasználásának üteme szerényebb ugyan, mint a szél- vagy a napenergia esetében, de szintén az egyik legnagyobb potenciállal rendelkező erőforrás. E területen is különböző energiatermelési technológiák léteznek, elsősorban a földtani adottságoknak és a felhasználás területeinek megfelelően. A villamosenergia-termelésre alkalmas nagyobb erőművektől, a települési fűtőművektől a kisebb, családi házakban elsősorban fűtésre alkalmas hőszivattyúig széles a technológiai megoldások skálája.

EU

Az Európai Unióban 2002-ben már 883 MW villamosenergia-termelő és 1052 MW hőtermelő kapacitás állt az energiatermelésben. Jellemző, hogy a villamosenergia-termelő beépített kapacitás 97,5%-a Olaszországban koncentrálódik. A hőtermelésben már kiegyenlítettebb a kép, de Olaszország itt is vezető helyet foglal el, hiszen a kapacitás több mint 40%-a itt található. A hőszivattyúk alkalmazásában és a fejlesztésekben az európai éllovas Svédország. Itt közel a fele található az EU-ban alkalmazott hőszivattyús berendezéseknek.

Magyarország

Hazánk adottságai kiemelkedők mind Európában, mind a világ többi országával összehasonlítva. Ennek oka, hogy a litoszféra vékonysága miatt a geotermikus gradiens értéke $5C^0/100m$, ami mintegy másfélszerese a világtátlagnak. Értéke területenként változó, de általánosságban elmondható, hogy a Dél-Dunántúlon és az Alföldön nagyobb, míg a Kisalföldön és a hegyvidéki területeken kisebb, mint az országos átlag.

Magyarországon egyelőre kizárólag geotermikus alapú hőtermelés van, villamosenergia-termelés nincs. Ez utóbbira jelenleg még csak kísérletek vannak. A hőtermelés azonban több évtizede működik hazánkban, gazdaságosan és versenyképesen a fosszilis energiahordozókkal szemben is. Napjainkig mintegy 750 MW beépített kapacitás valósult meg, amely kb. mintegy 3,6 PJ geotermikus energiafelhasználást tesz lehetővé. A potenciálszámítások szerint mintegy 50 PJ lenne felhasználható Magyarországon évente.

Energiatárolás

Az időjárási körülményektől függő megújuló alapú energiatermelés kulcskérdése, hogy milyen technológiai fejlődésre lehet számítani az energia tárolása terén. Jelenleg az alábbi megoldásokat alkalmazzák.

Szivattyús energiatározó (SZET)

Lényege, hogy napi ciklusban, éjszakai „olcsó” villamos energiával szivattyúüzemben, csővezetéken vízzel fel kell tölteni a felső tározót, amelyből a víz leengedésével turbinaüzemben napi csúcsidőszakban értékes villamos energia nyerhető. Ez különösen fontos lehet a megújuló energia szempontjából, hiszen több országban az energiatárolás e formáját alkalmazzák pl. a szélerőművi termelés fluktuációinak kiegyenlítésére. Legfőképpen olyan helyeken ésszerű ilyeneket létesíteni, ahol a természeti adottságokat kihasználva „könnyedén” biztosítható a szükséges több száz méteres esésmagasság. Magyarország, domborzati adottságainál fogva nem alkalmas nagyméretű SZET létesítésére. Ezt csak jelentős környezetrombolás és tájátalakítás útján lehetne megvalósítani az eddigi elképzelések szerint. Továbbá a magas beruházási költségek, az alacsony hatékonyság és a nagy átalakítási veszteségek miatt gazdaságossági szempontból sem ésszerű az energiatárolás ezen módját választani.

Hidrogén

A hidrogént szokták az olajkorszak utáni legfőbb energiahordozóként emlegetni. A megújuló energiaforrások kapcsán is felmerül az energiatárolási gondok egyik lehetséges megoldásaként. Ennek egyik példája, amikor a szélerőművek vagy napcellák által termelt villamos energiával elektrolízis révén hidrogént állítanak elő, amely tárolható és szállítható energiahordozó. Hidrogént vízből, biomasszából és szénhidrogénekből is elő lehet állítani, ám mindegyik eljárás jelentős mennyiségű villamos energiát igényel. A világ fejlett országaiban, elsősorban az autóiparban komoly kutatásokat folytatnak a hidrogén gazdaságos hasznosítása érdekében. Az amerikai képviselőház például 2006-ban 50 millió dolláros díjalapot hozott létre a hidrogén üzemanyagként való felhasználásának kutatása érdekében. Közben folyik a verseny az EU, USA és Japán között a hidrogénalapú gazdaság kiépítésében.

Akkumulátor

A megújuló energiaforrásokkal termelt villamos energia tárolásának jelenleg egyetlen általánosan alkalmazott technológiája. Az akkumulátorok fejlődése-fejlesztése dinamikus volt az utóbbi évtizedekben, elég, ha csak a mobiltelefonokra gondolunk. Az akkumulátorok fejlődése ugyan látványos, de egyes vélemények szerint az üzemanyagcellákkal nem fognak tudni lépést tartani. Ezek átvehetik szerepüket nemcsak a közlekedésben, de akár a mobiltelefonok piacán is.

Egyebek

Fúziós energia

A fúziós energia hasznosításáért folyó kutatások legkevesebb 50 évre teszik az energiaforrás munkába állítását, így jelen munka kereteibe nem fér bele ennek a lehetőségnek a taglalása. Mindazonáltal érdemes megjegyezni, hogy az ITER-projektre fordított összegek aránytalanul nagyok a közvetlen gyakorlati jelentőségükhöz képest szerény és bizonytalan célokhoz. A projekt ugyanis nem nyújt megoldást a jelen problémáira. Egy, a fúziós energiával kapcsolatos esetleges, de időben mindenképp távoli siker semmivel sem járulna hozzá a fenntartható energiarendszer kialakításához.

„Tiszta szén” technológiák

A tiszta szén technológiák alapelve az, hogy a földkéregben megtalálható szénvagyon a lehető legnagyobb hatáskörrel, lehetőleg légköri kibocsátás nélkül kerüljön felhasználásra. Miután ezek a technológiák a fosszilis szénvagyonra alapoznak, környezeti értelemben nyilvánvalóan *nem fenntarthatók*, ráadásul néhány technológia típus további komoly környezeti aggályokat vet fel.

Általánosságban az a vélekedés elterjedt, amely szerint a szénelapú energiatermelés még sokáig fontos szerepet tölt be, ezért a tiszta szén technológiákat is a kibocsátáscsökkentési portfólió részeként kell számon tartani.

Ennek ellenére több területen is komoly kutatások és fejlesztések folynak, amelyek célja, hogy a tiszta szén technológiák fajlagos költségeit lecsökkentsék, és ezzel a szénelapú energiatermelési módokat továbbra is versenyben tartsa.

Jelenleg az alábbi tiszta széntekológiák ismeretesek:

1. A széntüzelés során történő károsanyag-szűrés

Ennek lényege, hogy a keletkező egyéb égéstermékeket a füstgázokból különböző módszerekkel eltávolítják, ezzel csökkentve a környezetterhelést. A jelenlegi módszerekkel különösen a NO_x és SO₂-kibocsátás jelentős része (99%) megszüntethető.

2. Szénkivonás és tárolás (CCS)

Az utóbbi években felmerültek a légkör széndioxid-tartalmának aktív csökkentésére az egyre hatékonyabb technológiát képviselő CCS-módszerek. A CCS alá több technológia is tartozik. Lényege, hogy az ipari és energetikai eredetű széndioxidot nem engedik ki a légkörbe, hanem elszállítják egy tárolóba, ahol hosszú ideig biztosítva van a légkörtől való elszigeteltsége. A CCS-technológiákat a csökkentési portfólió egyik elemeként, mindig kiegészítő és nem egyetlen üdvözítő megoldásként kell kezelni. Általában nagy pontforrások esetében alkalmazható. A jelenlegi technológiákkal az erőművekben megtermelt széndioxid 85–95%-a megfogható, amely azonban 10–40%-kal több működésenergia-igényt jelent az erőmű részéről. Ez az összehatásfok romlását eredményezi.

A tárolásra több lehetséges megoldást is vizsgálnak. A geológiai tárolók esetében az olaj- és gázipar által használt technológiákat alkalmazzák. Másik megoldásként az óceánokban kívánják elnyelelni a széndioxidot egy-két kilométeres mélységben, de ez több egyéb aggályt is felvet. Pl. az óceánvíz savasodását okozza, valamint egyszerűen elpusztítja az óceán környékbeli élővilágát. Ezért ez a módszer jelenleg még kutatási fázisban van. Szintén kutatási fázisban van a harmadik módszer, amely a fémoxidokkal való reakcióra alapoz, tekintettel a nagy mennyiségben rendelkezésre álló szilícium-dioxidra, bár egyelőre ez tűnik a legköltségesebb megoldásnak. Végül néhány iparág a széndioxidot nyersanyagként használja fel, bár ez volumenben várhatóan kisebb nagyságrendet képvisel, mint az előző három módszerrel kivonható széndioxid.

A becsült CCS-potenciál világszerte körülbelül 2 millió Mt. Ez a becslések szerint a csökkentési portfólióban érvényesülve hozzávetőlegesen 30%-kal csökkentheti a széndioxid-szint stabilizációs költségeit.

A CCS költségei meglehetősen változatos képet mutatnak az erőművek és a tárolási, szállítási módszerek függvényében. Ez 20–240 USD/tCO₂ közé tehető, ezen belül a gázturbinás erőművek esetén jelentkeznek alacsonyabb, 20–90 USD/tCO₂ árak.

3. *Elgázosítási módszerek*

Ezek a technológiák a nyers szén kémiai módszerekkel történő oxidálásán alapulnak, ahol az oxidálást nem a hagyományos tüzelőberendezésekkel végzik, hanem kémiai folyamatokkal hidrogént nyernek a szén oxidációja során, majd a gázturbinákban ennek elégetésével történik az energiatermelés. A felszabaduló energia fedezi a hidrogén-előállítás energiaszükségletét, és az energiatermelést is biztosítja. A technológiának további előnye, hogy a széndioxid koncentráltan szabadul fel, amelyet ezek után könnyebben lehet a CCS-technológiákkal kezelni. Az ezzel a módszerrel történő hőfelszabadítás hatásfoka elérheti a 73%-ot, az elektromosáram-termelésre vonatkozó hatásfok pedig 60% körüli, amelyekben már a CCS is benne van.

2.3 Nemzetközi helyzet, programok

2.3.1 Kiotói Jegyzőkönyv

Az éghajlatváltozás elleni küzdelem csak globális összefogással lehet sikeres. Ezt az összefogást testesíti meg a 1992-ben, Rióban megszületett Éghajlatváltozási Keretegyezmény (UNFCCC), amely azóta is összefogja, koordinálja a nemzetközi törekvéseket az éghajlatváltozás terén. A Keretegyezménynek ma már gyakorlatilag minden ENSZ tagállam részese, így valóban a teljes Földet átfogó egyezményről van szó. A Részes Felek évente egyszer üléseznek, ekkor születnek azok a döntések, amelyek az országok konszenzusos véleményét tükrözik.

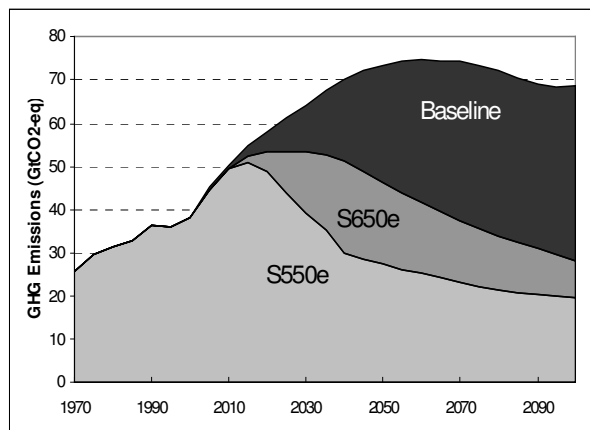
A döntések előkészítéséhez a Meteorológiai Világszervezet (WMO) és az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP) által életre hívott Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) 5-6 évente ad ki Értékelő Jelentéseket. A 2. értékelő jelentés után, amely meglehetősen pesszimista képet vetített előre a XXI. századra, megkezdődött a Kiotói Jegyzőkönyv előkészítése. Ez már konkrét üvegházhatású gáz (ÜHG) kibocsátás-csökkentési célokat is tartalmazott. A Jegyzőkönyvben a 34 legfejlettebb ország vállalja a 2008–2012 közötti időszakra kibocsátásaik átlagosan 5,2%-kal történő csökkentését az 1990-es bázisévhez képest. A Jegyzőkönyv 2005. február 16-án lépett életbe, de már azt megelőzően megindultak a tárgyalások a 2012 utáni időszak csökkentési céljairól.

Az IPCC harmadik jelentése (2001) a korábbiaknál is szomorúbb képet festett a jövőről. 2100-ig 1,4 és 5,8 fok közé tehető a földi átlaghőmérséklet növekedése. Az azóta megjelent tanulmányok azonban 2 fokos melegedéshez rendelik a katasztrofális éghajlatváltozás kritériumát. Amennyiben ezt meghaladja a melegedés, az katasztrofálisan érinti az emberiséget, az egész földi ökoszisztémát, továbbá a folyamat visszafordítására sem marad esély.

2.3.2. Az EU éghajlatpolitikája

Az Éghajlatváltozási Keretegyezmény céljai alapján az EU szakpolitikai célként elfogadta, hogy a globális átlaghőmérséklet emelkedése nem haladhatja meg 2°C-kal az ipari forradalom előtti szintet. Jelenleg a 2°C-os cél a legoptimistább (!) esetben lefordítható úgy is, hogy a hosszú távú ÜHG-koncentráció a légkörben nem haladhatja meg az 550 ppm (550 részecske jut egy millió részecskére) CO₂-ekvivalenst. A legújabb kutatások szerint azonban ez a stabilizációs szint elégtelen a 2°C-os cél eléréséhez. A nagyobb valószínűséghez 400–450 ppm-es szint szükséges, ami azt jelenti, hogy ezek a számok csak szigorodhatnak!

Az 550 ppm szintből következő globális kibocsátáscsökkentési kihívás a csatolt grafikonon látható. Az ehhez szükséges kibocsátáscsökkentés az 1990-es szinthez képest 15–20%-os globális kibocsátáscsökkentést jelentene 2050-re, vagy 50-60%-os csökkentést a szokásos üzletmenet-forgatókönyvhöz képest. Elképzelhető, hogy további tudományos eredmények tükrében az emberi eredetű ÜHG-kibocsátást a fentieknél nagyobb mértékben kell csökkenteni a visszafordíthatatlan és minden szempontból jelentősen negatív hatások elkerülése érdekében.



13. ábra: A különböző stabilizációs szintekhez tartozó kibocsátási pályák

Egy 2004-ben elkészült tanulmány szerint, amely öt forgatókönyvet vizsgált meg, az EU kibocsátáscsökkentésének az 1990-es szinthez képest 2025 körül 30–45%-os szinten kellene lenni és 2050-ben 70–90% körül, amennyiben az EU az 550 ppm-es CO₂-ekvivalensszint alatti célt szeretné teljesíteni saját hozzájárulása arányában.

Ezért – habár még nincsenek meg a konkrét csökkentési célok – 2012 után igen komoly szigorításokra kell számítani, amely az eddigiekkel szemben már Magyarország számára is komoly korlátozást, valódi intézkedéseket jelent. A 2006-ban induló tárgyalásokon az Európai Unió valószínűsíthetően a 2020-ig szóló 15–30%-os csökkentést fogja képviselni.

Az IPCC következő Értékelő Jelentése 2007 novemberétől lesz nyilvános, amely az elmúlt hat év kutatási eredményeit is magában foglalja. Annyi már most is bizonyos, hogy a korábbi, az évszázad végére egyre pesszimistább képet mutató tendencia folytatódik. Egyre több kutatás erősíti meg a már 2001-ban megfogalmazott előrejelzést, sőt nagyon sok jel utal arra, hogy a melegedés gyorsuló, ezért a rendelkezésre álló (reakció-) idő rendkívül rövid.

A jövőbeli éghajlat-politikai rendszerben a jelenlegi modellek szerint minden fejlett országnak (Magyarország ebbe a csoportba tartozik) kibocsátáscsökkentési vállalásokat kell teljesíteni és a fejlődő országoknak is fokozatosan, fejlettségi szintjük és ÜHG-kibocsátásuk figyelembevételével részt kell vállalniuk a kibocsátások csökkentésében. **A fejlett országoknak 2050-re várhatóan 60–80%-kal kell csökkenteni kibocsátásaikat.**

A jelenleg meglévő kibocsátáscsökkentési modellek számos alapvető változót kezelnek, amelyek függvényében változik a költsége és a versenyképességi kihatása is. Ezek közül a négy legfontosabb:

- A kibocsátáscsökkentés globális mértéke (stabilizációs szint meghatározása)
- A kibocsátáscsökkentés során a kibocsátási jogok elosztásának módszere
- A kibocsátáscsökkentésben részt vevő országok (pl. Egyesült államok, Ausztrália, fejlődő országok szerepe)
- A gazdasági fejlődés szintje és módja

Tekintve, hogy a fejlett országok jelentős mértékben fognak importálni kibocsátáscsökkentési egységeket, a kereskedelmi rendszer formája meghatározó számukra azok költségeit tekintve. Ennek megfelelően a kibocsátáscsökkentési költségek jelentős mértékben emelkednek, amennyiben a fejlődő országok, valamint az Egyesült Államok nem vagy csak részben kapcsolódnak be az erőfeszítésekbe. Szintén kritikus a dinamikusan fejlődő és a nagyobb fejlődő országok részvétele a kibocsátáscsökkentési erőfeszítésekben, hiszen nélkülük a 2°C-os cél nem tartható, és a költségek is magasabbak.

Az EU szempontjából a jelenleg vizsgált két fő kibocsátáscsökkentési politikai modell („összehúzóds és összetartás”, többfokozatú megközelítés) nem eredményez jelentős eltérést az EU–25 hosszú távú vállalásait illetően.

A holland FAIR modell eredményei alapján az EU–25 számára a 30%-os kibocsátáscsökkentés 2020-ra a nemzeti jövedelem 0,6–3,1%-a között mozog, a peremfeltételeknek megfelelően. Természetesen ezek a költségek országonként is változnak az EU–25-ön belül. Előzetes hazai vizsgálatok alapján feltételezhető, hogy a költségek Magyarország számára az EU-átlagnál alacsonyabbak lesznek.

Az alábbi táblázat néhány európai ország kibocsátáscsökkentési terveit mutatja. Látható, hogy nagyságrendi eltérés nincs, általában az EU célkitűzéseinek megfelelnek a célértékek.

Ország	Csökkentési célérték	Időtáv	Bázisév
Németország	-40%	2020	1990
	-80%	2050	
Franciaország	-75%	2050	1990
Hollandia	-80%	2050	1990
Egyesült Királyság	-60%	2050	1997
Svájc	-60%	2030	1990
Csehország	-30%	2020	2000

5. táblázat: Néhány európai ország kormánya által deklarált kibocsátáscsökkentési célérték

2.3.3 Programok az EU-ban

Az éghajlatváltozás mérsékléséért folytatott küzdelem jegyében az EU még a Kiotói Jegyzőkönyv életbe lépése előtt, már 2000 júniusában elindította az Európai Éghajlatváltozási Programot (ECCP). A program célja, hogy az – akkor még EU-15-ök számára – vállalt –8%-os kiotói célt a lehető legnagyobb költséghatékonysággal és környezetkímélő módszerekkel elérje. 2005-ben zárult le a program első fele, amelyben a feltárt 20 €/tonna alatti költséggel elérhető technikai csökkentési potenciálra **664–765 millió tonna széndioxid-egyenérték** üvegházhatású gáz adódott. Ez lényegében duplája az EU-15-ök kiotói vállalása szerinti 336 millió tonnának. A technikai potenciál kihasználása azonban nagyon sok tényezőtől függ, ezért a rövid távon alkalmazható 42 intézkedést 3 kategóriába sorolták.

Az elsőbe az EU-ETS-ről, az épületek energiafelhasználásáról, a bioüzemanyagokról, a hatékony energiafelhasználásról és a fluorozott gázokról szóló direktívák által lefedett hozzávetőlegesen 240 millió tonna széndioxid-egyenérték tartozik.

A második kategóriába tartoznak a kombinált hő- és energiatermelésről, az energiaszolgáltatókról, az elektronikai készülékekre vonatkozó minimális hatásfokszabványról szóló direktívák által lefedett intézkedések, valamint egyéb hatékonyságnövelő, kibocsátáscsökkentő kezdeményezés révén elérhető potenciálok. Ez nagyságrendileg 140 millió tonna széndioxid-egyenértéket képvisel.

A harmadik kategóriába tartoznak az egyelőre még nehezen körülhatárolható és meglehetősen heterogén képet mutató potenciálokat lefedő intézkedések. Ide vehető a megújuló energiával kiváltott hőtermelés, az energiaintenzív iparágakkal kötött hosszú távú szerződések, valamint az egyes iparágak által vállalt egyéb önkéntes kötelezettségvállalások és a közlekedés területén nagy fejlődésnek indult technológiai újítások mind az üzemanyaggyártás, mind pedig a járművek tekintetében.

Az üvegházhatású gázok Közösségen belüli kereskedelmének rendszere (EU-ETS)

A rendszer az EU-15 számára előzetes számítások alapján 9 milliárd euróval csökkenti a Jegyzőkönyvben foglalt kibocsátáscsökkentési célok végrehajtásának költségét. A költségek további csökkenésével jár az irányelvben foglalt rendszer összekapcsolása a Kiotói Jegyzőkönyv alapján létrejövő projektalapú mechanizmusokkal. Ennek a kapcsolatnak az eredményeképp a Közösségen belüli ÜHG-kibocsátáscsökkentés költsége tovább csökken az emissziókereskedelmi rendszer hatálya alá tartozó szektorokban. Az EU 2003/87/EK irányelve az üvegházhatású gázok kibocsátási egységei Közösségen belüli kereskedelmi rendszerének létrehozásáról és a 96/61/EK tanácsi irányelv módosításáról egy, az EU-ban létrehozandó kibocsátáskereskedelmi rendszer alapjait teremti meg.

Az irányelv módosításával integrálták a kiotói projektalapú mechanizmusokból származó egységek kereskedelmét is. Az irányelvhez kapcsolódik a nemzeti kibocsátási egységforgalmi jegyzék létrehozását szabályozó rendelet, amely a kibocsátási egységek elektronikus nyilvántartását szolgáló számítógépes rendszer funkcionális és technikai specifikációját tartalmazza. A kibocsátáskereskedelmi rendszerben részt vevő létesítmények kibocsátásainak nyomon követését, hitelesítését és jelentését szabályozza az EU Bizottság 2004. január 29-ei C(2004)130 határozata az üvegházhatású gázok kibocsátásának nyomon követéséről és jelentéséről. Az irányelv értelmében az Unióban 2005. január 1-jéig kellett bevezetni a kibocsátáskereskedelmi rendszert, amelynek első elszámolási időszaka 2005–2007-ig tart, az

azt követő elszámolási időszakok 5 éves periódusokat fednek le. A kibocsátáskereskedelmi rendszer az első időszakban EU-szinten a széndioxid-kibocsátásoknak körülbelül a felét érinti.

A megújuló energiaforrások támogatásának formái az Európai Unióban

A megújuló energiaforrások felhasználásával termelt villamos áram támogatása az EU-ban megengedett, formáját az EU-jog nem szabályozza. Legfontosabb formái az alábbiak:

- A hálózatba betáplált áram kötelező átvétele és ártámogatása
- Forgalomképes „zöld” bizonyítványok
- Adókedvezmények a befektetőknek
- Befektetési tőketámogatás

Általános körkép az EU-ban megvalósult támogatási rendszerekről:

- a) **Egyetlen átvételi árat** Görögország és Luxemburg alkalmaz, mint fő támogatási formát.
- b) **A Zöld bizonyítvány** rendszere működik jelenleg Belgiumban, Nagy-Britanniában és Svédországban. 2002-ig Olaszországban, 2003-ig Hollandiában is ilyen rendszer működött, de áttértek a kötelező átvételre. Dánia tervezi ilyen rendszer bevezetését, de nemrög elhalasztották az erről szóló törvény elfogadását.
- c) **Differenciált átvételi árak** vannak érvényben Ausztriában, jelenleg még Dániában, Franciaországban, Németországban, Portugáliában, illetve Olaszországban és Hollandiában is áttértek erre a megoldásra. Spanyolországban a termelő választhat egy rögzített ár és a kereskedelmi ár felett fizetett prémium között (ez a gyakoribb).
- d) **Pályázatok** formájában támogatják a megújulókat Írországban.
- e) **Adókedvezmények, támogatások** vannak érvényben a megújulókra Finnországban.

Általánosságban alkalmazott, hatékonynak bizonyuló eszköz az EU-országokban az energiatakarékosság fokozására, valamint a megújuló energiahordozók felhasználásának növelésére az „önkéntes megállapodások rendszere”, ami Magyarországon jelenleg – gazdasági hatékonyságbeli hátrányaink miatt – még nem tekinthető reális lehetőségnek. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a megújuló energiaforrások hasznosításának terjedése a differenciált és degresszív átvételi áras rendszer mellett a legintenzívebb.

Zöld könyv az energiahatékonyságról

Európai szintéren vezető szerepe van az energiahatékonyságnak. Noha az Európai 25-ök Japán után a világ egyik legnagyobb energiahatékonysággal jellemezhető régiója, ennél jóval többre is képes lehet.

A 2005. évi, energiahatékonyságról szóló Zöld könyve alapján jól látható, hogy az EU energiafelhasználását legalább 20%-ával is lehetne csökkenteni költségtakarékos alapon 2020-ig. Ez évi 60 milliárd euró, ami Németország és Finnország jelenlegi együttes energiafogyasztásának felel meg. Továbbá a 20%-os energiamegtakarítás elérésével 50%-os mértékben lehetne csökkenteni a széndioxid-kibocsátást.

Az Európai Unió jelenlegi teljes energiafogyasztása kb. 1725 Mtoe. Az elérendő cél (a 20%-os energiamegtakarításnak köszönhetően) az 1990. évi fogyasztási szint, azaz 1520 Mtoe fogyasztás elérése. Látható, hogy 15 éven belül (2020) a mai tendenciák folytatódása esetén a fogyasztás elérheti az 1900 Mtoe-t. (Forrás: Zöld Könyv)

Egy eredményes energiahatékonysági politika jelentős mértékben hozzájárulhat az EU versenyképességéhez és foglalkoztatásához, ami lényegi célkitűzése a lisszaboni stratégiának. Számos tanulmányt készítettek az energiahatékonysági beruházások munkahelyteremtő hatásairól, ezek szerint 1 millió USD 12–16 közvetlen foglalkoztatási munkaévet jelent. Ezzel szemben egy széntüzelésű erőműbe történő beruházással mindössze 4,1 munkaév tartozik és egy atomerőműbe történő beruházással 4,5 év. Vagyis az energia-végfelhasználás hatékonyságába történő beruházások 3-4-szer annyi munkahelyet teremtenek, akár 1 milliót is teremthetne a közvetlenül érintett ágazatokban. (Forrás: „Az energiahatékony beruházási programok nemzeti és helyi foglalkoztatási hatásai”, 2000. SAVE-tanulmány, ACE, UK)

A Zöld Könyv három fő területet sorol fel, ahol hatékonyabb energiamegtakarítási intézkedések szükségesek: a közlekedés; épületek, valamint a háztartások és az ipar.

2.4. Hazai helyzetkép, tendenciák

A hazai energiapolitikát a rendszerváltás óta alapvetően a sodródás jellemzi. Habár 1993-ban a Parlament elfogadott egy akkor igen progresszívnek számító energiapolitikai koncepciót (21/1993 (IV.9) OGY. Hat.), ez mára kiüresedetté, elavulttá vált. Sokkal nagyobb baj azonban, hogy az abban foglaltakat sem vitték végig a törvényalkotók, döntéshozók. Ez a fejezet röviden összefoglalja az elmúlt bő 15 év energiapolitikai történéseit, majd végül képet ad a 2006-os állapotokról.

A rendszerváltás után a magyar szakpolitikák legtöbbje revízióra szorult, így az energiapolitikát is új alapokra kellett helyezni. A rendszerváltás utáni Magyarország energiapolitikájának alapjait tehát 1993-ban fektették le. Az erre vonatkozó országgyűlési előterjesztésben, amelyet 21/1993. (IV.9.) OGY határozattal fogadtak el, már szerepelnek olyan stratégiai szempontok, mint az európai egységes energiapiac vagy a liberalizáció kérdése. Az akkori energiapolitika főbb alapelvei között szerepelt az energiaimport-függőség mérséklése, a beszerzési források diverzifikálása, a stratégiai készletek növelése, az energiahatékonyságra, energiatakarékosságra kidolgozandó programok igénye, a környezetvédelmi szempontok érvényesítése, továbbá az energiafogyasztók érdekeit szem előtt tartó piackonform szervezeti rendszer kiépítése. A határozatban az Országgyűlés felkéri a kormányt, hogy a célok teljesülésének érdekében két évente tartson felülvizsgálatot. Nem a határozat hibája, hogy a 2000-es évek első feléig nem történt érdemi változás az ország energiaellátásának rendszerében, így a megújuló energia hasznosítás arányában és az érdemi, kormányzati intézkedéseknek köszönhető hatékonyságjavulásban sem. Egy új energiapolitikai koncepcióra mindenképpen szüksége lenne Magyarországnak, hiszen az 1993-as határozat eleve nem tekinthető annak, és már több szempontból is elavult. Ezek közül kiemelendő, hogy 1993-ban még nem zajlott le a privatizáció folyamata, hazánk nem volt az EU tagja, és csak ezután csatlakozott olyan jelentős nemzetközi szervezetekhez, mint pl. a Nemzetközi Energiaügynökség, valamint ratifikálta a Kiotói Jegyzőkönyvet.

1993-ban vertikálisan átstrukturálták a villamosenergia- és gázszolgáltatási szektort. 1994 során új törvényi keretet kap a gáz- és a villamosenergia-szolgáltatás, és ugyanebben az évben megszületik a privatizációs törvény is. A szektort szabályozó törvények létrehozták a hatósági

felügyeletet is. 1995-ben gyorsított tempóban részleges eladásra kerültek a magyar energetika értékesíthető részei: az erőművek többsége (kivéve a kisebb szeszesek, amelyeket később bánya-erőmű integrációjával tartanak életben, valamint az atomerőmű), a 6 regionális áramszolgáltató és gázszolgáltató szakmai befektetők birtokába került, miközben a MOL Rt-t pénzügyi befektetők veszik meg. Később nagyobb arányú tulajdont szereztek a külföldi tulajdonosok, és a cégek egymás között is cseréltek részvényeket.

A hirtelen privatizációnak a legtöbb elemző szerint nem energiapolitikai oka volt, hanem sokkal inkább a költségvetés súlyos állapotára vezethető vissza. Az 1 milliárd dolláros rekordbevétel húzza ki az országot az adósságválságból. Elemzésünk szerint a hirtelen adásvétel és az ezt megelőző megállapodások nem teremtették meg a lehetőségét egy higgadt és kiszámítható energetikai fejlődési pálya kialakításának, ahogyan vélhetően az árat is befolyásolták a kialakulatlan viszonyok: a levegős szabályozás hiánya és kiszámíthatatlansága, a korábban kialakult – de fel nem mért – környezetkárosítással kapcsolatos felelősség tisztázatlansága, az aranyrészvényekkel járó állami jogok és kontroll homálya, valamint a költségviszonyok tisztázatlansága. Máig hatóan befolyásolta továbbá a hazai energetikát a fix eszközarányos nyereség törvényi garantálása és a hosszú távú szerződések megkötése az új erőmű-tulajdonosokkal, amelyek miatt mindkét vezetékességi energiahordozó piacán anomáliák tapasztalhatók, de ez hangsúlyosabb a villamosenergia-piacon. Mára mindkét vezetékességi energiafajta vonatkozásában minimális az állami, kormányzati mozgástér.

A villamosenergia-szektor legnagyobb kihívása a 2007-es teljes piacnyitási kötelezettség. Ezt azonban erősen torzítják a meglévő hosszú távú szerződések, amelyek fájdalommentes feloldására igen kevés esély mutatkozik. A villamosenergia-rendszer azonban nemcsak pénzügyi szempontból, hanem fizikailag is igen rugalmatlan, köszönhetően a Paksi Atomerőmű és a lekötött import igen magas részarányának. Ez a két tényező már a meglévő erőművek esetében is nehézséget jelent, nem beszélve az új belépőkről, beleértve a megújuló energiaforrásokból termelt áram kötelező átvételével jelentkező problémákat. Magyarországon igen magas a hálózati veszteség is, 10% fölére becsülhető a KSH adatai alapján. Ezzel kapcsolatban problémát jelent, hogy itt kerül elszámlásra az „áramlopások” volumene is, így nehezen megbecsülhető, hogy ebből a technikai fejlesztések mennyit tudnának lefaragni. A hivatalos jelentések szerint a 2010 utáni időszakban 4000 MW kapacitás leállításával számolnak, bár ezek az erőművek többnyire magánkézben vannak, így az államnak erre vonatkozólag is csak közvetett módon lehet ráhatása, ami komoly környezeti szigorítást feltételez. Úgy tűnik, ennek eszköze lenne az állam kibocsátáscsökkentése, tehát az EU-ETS szigorítása.

A gázszolgáltatás területén a legnagyobb probléma a gázfelhasználás egyoldalú eltolódása a lakosság irányába. Fontos ezen a ponton megemlíteni, hogy a nyolcvanas években útjára indított és a kilencvenes években tovább erőltetett gázprogram folytán a lakosság döntő része áll át a gáz alkalmazására, ami Európában egyedülálló függőséget és kiszolgáltatottságot alakított ki mára. Az akkori ígérek szerint olcsó és tiszta erőforrás mára nemcsak drágává vált, de ahogy 2006 januárjában láttuk, igen sérülékennyé teszi energetikai rendszerünket. Mivel a földgáz csaknem 70%-a a téli hónapokban lakossági (fűtési) célokat szolgál, ezért a kényszerintézkedések terén igen kevés mozgástér hagy a szabályozóknak. Folyamatosan növekszik tehát egyoldalú kiszolgáltatottságunk az orosz Gazprom és általában a volt Szovjetunió térségéből érkező erőforrás felé, ezzel párhuzamosan pedig apadnak a hazai földgázkészletek. Nagy kérdés, hogy ez meddig fokozható. A hazai energia-döntéshozók válasza erre egyértelmű: újabb tározókat és vezetékeket kell kiépíteni. Az erre szánt fejlesztési források százmilliárdos nagyságrendűek, ám ennek alternatíváit senki nem vizsgálta meg.

Meg kell jegyeznünk, hogy a most jelentkező problémák és az EU törekvései egy évtizeddel ezelőtt is pontosan (előre-) láthatók voltak már.

Többszöri próbálkozás és a szakma sürgető jelzései ellenére sem sikerült az elmúlt évtizedben újabb energiapolitikai koncepciót kialakítani és elfogadtatni. Ennek ellenére az Országgyűlés számos alkalommal módosította az ágazati törvényeket, amelyek pusztán tüneti kezelésnek bizonyultak a mélyebb és súlyosabb strukturális problémákra. Érzékletes, hogy a 2003-ban hatályba lépett VET (CX/2001) több mint tízszer került kisebb-nagyobb módosításra napjainkig. Idén újabb módosítás van kilátásban a teljes piacnyitás kényszere okán. De hasonló frekvenciával változott a gázszolgáltatásról szóló 2003. évi XLII. törvény, valamint számos alkalommal módosították a távhőszolgáltatásról szólót is. (XVII/2005; korábban. XVIII/1998) Itt említhető meg a 2005. év végén az Országgyűlés elé benyújtott paksi élettartam meghosszabbításáról szóló előterjesztés, amelyet a Parlament anélkül „vett tudomásul”, hogy ismerné a teljes energiarendszer hosszabb távú stratégiáját.

EU

Az EU energiapiaci liberalizációs törekvései komoly kihívást jelentenek a már fentebb említett megkötöttségek miatt is, ráadásul tovább súlyosbítja a helyzetet. Jól érzékelhetően az energetikáért felelős tárcának nincs pontos elképzelése arról, hogy hogyan tudná komolyan befolyásolni a szektort. Az EU Bizottsága többször is komoly kritikával illette a magyar kormányzati tevékenységet ezen a területen. Az első Nemzeti Fejlesztési Terv (NFT) elképzeléseivel kapcsolatban hiányolták a megújuló projekteket, de a második NFT előtárgyalási periódusában is kifogásolták a projektötleteket. Ahogyan a megújuló részarányra tett „óvatos” vállalásunkkal sem voltak kibékülve, amely – a villamos energia tekintetében – a maga 3,6%-ával az EU tagországai között a legalacsonyabb.

Mostani aggályaik az energiapiacok felszabadításával kapcsolatosak. 2006-ban a MAVIR-nak mint a villamosenergia-rendszer irányítójának a függetlenségét kérdőjelezték meg a 2005-ös törvénymódosítás eredményeként újraegyesített MAVIR-MVM holding miatt. Többször is kifogásolták továbbá ezzel némileg összefüggésben, hogy nem körvonalazódik a teljes piacnyitás pontos menetrendje sem. Ez utóbbinak 2007-ben már az összes tagállamban tisztán működnie kell.

Energiahatékonyság, -takarékoság, megújuló energiaforrások

Habár már az 1993-as OGY-határozat is nagy hangsúlyt helyez az energiatakarékoság fontosságára, sokáig ez pusztán retorikai szinten jelenik meg a kormányzati lépésekben, kevés forrást társítanak a célokhoz, és azok is általában külföldi, nemzetközi szervezetek, intézmények részéről érkeznek. A 1107/1999-es kormányrendelet hatására 2000-ben már költségvetési forrásokat is allokálnak ilyen célokra, és később a Széchenyi-tervben is önálló címszökeként szerepel az energetikai beruházások támogatása. Pár éves fellendülés és viszonylag gyenge programmenedzsment után ez a lehetőség is bedugul. 2004 óta gyakorlatilag ilyen célokra pusztán az NFT csatornáin keresztül jut forrás, de ez nem teszi lehetővé a kisebb, lakossági vagy pár milliós összköltségű önkormányzati projektek támogatását.

Az energiatakarékoság és -hatékonyság a magyar energetika legígéretesebb erőforrása lehetne. Ezt egyébként szóban és írásban is rendszeresen elismerik a döntéshozók és döntés-előkészítők, miközben kevés előrelépés történt, és a rendszerváltás óta pusztán a szocialista ipar összeomlása miatt számolhatjuk el a legtöbb megtakarítást országos szinten. Ugyanakkor a leglátványosabb előrelépés az iparban tapasztalható, ez azonban nem kormányzati

intézkedéseknek köszönhető, hanem az előbb már említett jelenségnek (nehézipar összeomlása) és a piaci folyamatoknak. Ez utóbbiak előnye a gazdasági logikából és az ilyen beruházásokra fordítható tőke meglétéből származik. Ugyanakkor a lakossági és kommunális szférában, amelyben sokkal kevesebb a mozgósítható tőke, nagyon csekély hatékonyságnövekedés tapasztalható.

Általánosságban elmondható, hogy az energiahatékonyság, és -takarékoság hazai potenciáljáról csak becslések állnak rendelkezésre, és átfogó tanulmány ezen a területen jelenleg nem áll rendelkezésre. Ezen a területen a „legfrissebb” dokumentumot a GKI Gazdaságkutató Rt. készítette még 1998-ban.

Az energiahatékonyságban és -megtakarításban rejlő nagy hazai potenciálra azonban több jel is mutat. Ilyen például, hogy az IEA 2003-as adatai alapján az egységnyi gazdasági teljesítményre jutó kibocsátásunk 30%-kal magasabb, mint az EU-15-ök átlaga.

2001 folyamán fogadta el a parlament azt a módosítási csomagot (VET CX/2001), amely a megújuló forrásokból termelt villamos energia kötelező átvétele mellett fix árat is szavatol a befektetőknek 2003-as hatályba lépését követően. Ennek köszönhetően mára nagyszámú – elsősorban szélenergia- – projekt van engedélyezési eljárás alatt. A Magyar Energia Hivatal (MEHI) és a rendszerirányító (MAVIR) véleménye szerint azonban a benyújtott 1160 MW-os nagyságrenddel szemben pillanatnyilag csupán 330 MW „fér” bele a rendszerbe. Ennek értelmében a MEHI egyenként engedélyezi a szélprojekteket, amelyet a befektetői körökben igen nagy felzúdulás kísér.

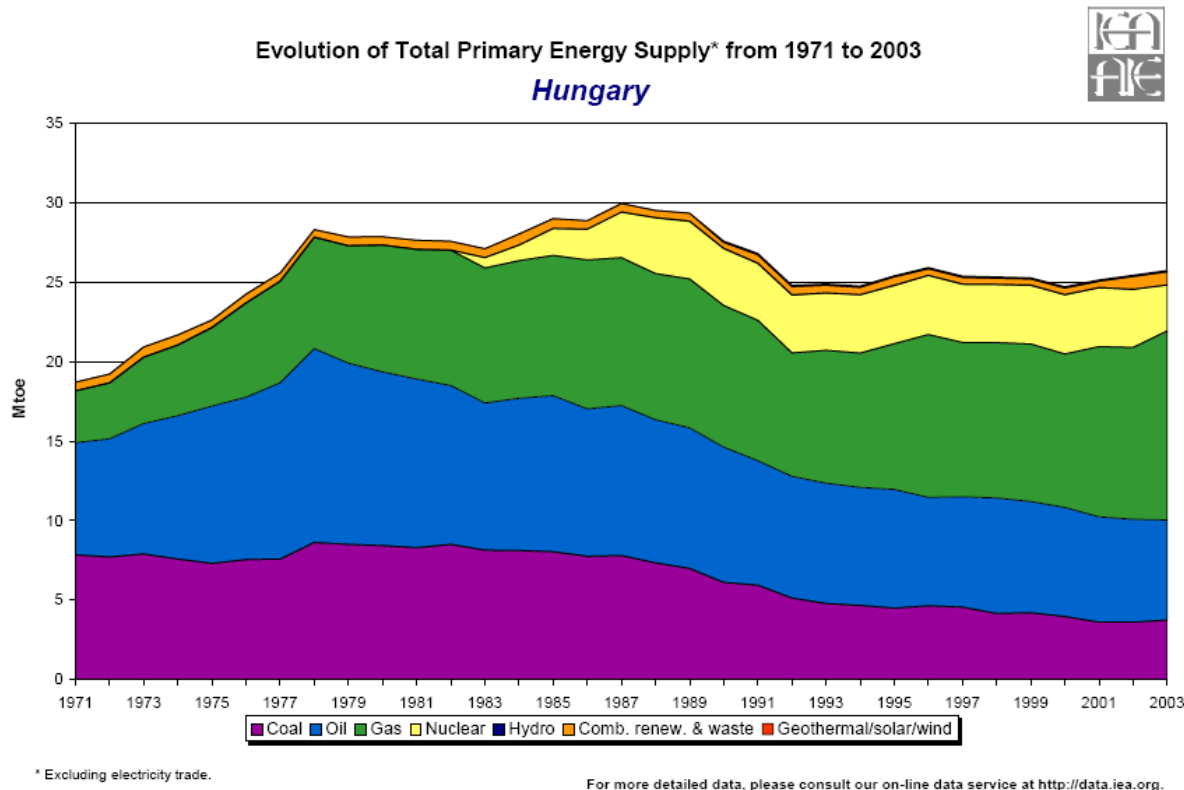
Ezzel párhuzamosan a biomassa-felhasználás is erőre kapott, és rövid idő alatt számos erőművállalat is átállította kazánjait alapvetően növekményfa-forrás égetésére. Az alacsony hatásfokú, ellenben viszonylag nagy blokkok semmiképpen nem nevezhetők fenntarthatónak. Mindenesetre az elmúlt pár év során pusztán a biomassa-alapú erőművek a villamosenergia-szektoron belül biztosították, hogy 2005 végére az ország túlteljesítse (több mint 4%) a 2010-ig vállalat 3,6%-os megújuló villamosenergia-arányt.

A fenti két példából arra lehet következtetni, hogy a törvényalkotás folyamatába nem épült bele az a már Európában intézményesült lépés, amit hatáselemzésként ismer a szakirodalom. Ennek segítségével megbecsülhető lett volna, hogy egy-egy módosítás, avagy a megváltozott átvételi árak milyen módon hatnak majd a befektetői hajlandóságra, és ezen keresztül az erdővagyonra hosszú távon, milyen kapcsolódó jogszabályokra lenne szükség (pl. erdőtvény). Ennek a hiátusnak a számlájára írható az is, hogy kevéssel az eu-s vállalat teljesülése előtt az energetikai kormányzat még mindig túlzottan tekintette a 3,6%-os célt 2010-re, habár 2005 végére teljesült.

Az intézkedésekből és a kormányzati kommunikációból egyértelműen kitűnik, hogy a villamos energia a kitüntetett terület, és ezen belül is a biomassza kap prioritást, míg a geotermiáról és a naps alkalmazásokról (elsősorban termikusról érdemes beszélni) sokkal kevesebb szó esik. Ugyanakkor Magyarország Európán belül kiemelkedő potenciállal rendelkezik földhőben, és a lakossági energiaellátás vagy a tanyasi problémák megoldásában hatalmas szerepe lehetne akár középtávon is a napenergiának. Érdemes megemlíteni a már létező kisvízi erőműveket is, amelyek szabályozási szempontból sokkal nagyobb figyelmet érdemelnének.

IEA Energy Statistics

Statistics on the Web: <http://www.iea.org/statist/index.htm>



14. ábra: A teljes végső energiafelhasználás alakulása 1971 és 2003 között

Az ábrán jól nyomon követhető a magyar energiafelhasználás erőforrásonkénti alakulása, az egyes energiaforrások részarányának változása. Jól látható, hogy mára két erőforrás esetében tapasztalható részarány és nominális növekedés, a földgáz és a megújulók vonatkozásában. Eközben a szén és az olaj meghatározó szerepe jelentősen csökkent. Az ábrán az is plasztikusan kivehető, hogy az 1980-as évek közepén tapasztalható csúcshoz képest az ország mostani teljes energiafelvétele még mindig jelentősen alacsonyabb.

3. Jövőképek

Energetikai jövőképek vizsgálatánál a legfontosabb kérdés, hogy milyen szintű energiafogyasztást és milyen energiamixet várunk a jövő egy meghatározott időpontjában. Vizsgálatunkban a 2050-ig várható (a feltételezett energiafogyasztásból és energiamixből kiindulva meghatározott) CO₂-megtakarításra koncentráltunk elsősorban: a CO₂-kibocsátás ugyanis az egyik legobjektívabb mérőszáma a környezeti fenntarthatóságnak.

Vizsgálatunk során három különböző jövőképet vázoltunk fel, amelyeket „fenntartható”, „szokásos üzletmenet szerinti (BAU)” és „köztes” forgatókönyveknek neveztük el. Az elnevezések fenntarthatósági szempontú megközelítést tükröznek: annak függvényében sorolhatók be a forgatókönyvek, hogy javaslatunk közül mennyi és milyen mértékben valósulhat meg. A számítások során a jövőképek szempontjából legsarkalatosabb paramétereket változtattuk. Ilyen paraméter az egy főre jutó energiafelhasználás, az energiahatékonyság, a megújuló energiaforrásokból megtermelt éves energiamennyiség, valamint a nukleáris energiatermelés alakulása.

A kibocsátási pályákat egy igen leegyszerűsített számítással határoztuk meg, ezért az így kapott eredményeket csak nagyságrendvizsgálatnak érdemes alávétetni. A kibocsátási pályák becslésekor az volt a célunk, hogy a feltárt potenciálok ismeretében felvázolhassunk egy lehetséges jövőbeli energiamixet, illetve ezek várható környezetvédelmi hozadékait.

Egyszerűsített modellünk lényege, hogy az előző fejezetekben vizsgált trendek, tényadatok alapján számítja ki az energiatermeléssel kapcsolatos kibocsátások alakulását. Ezek a kibocsátások az összes üvegházgáz-kibocsátásnak jelenleg kb. 80%-át jelentik, CO₂-ekvivalensre átszámítva. Ezért *első egyszerűsítés gyanánt* a továbbiakban csak az energetikai szempontból releváns 80%-os hányad jövőjével foglalkozunk. A maradék 20%-os CO₂eq-mennyiséget – a perzisztenciaelv alapján – 15 Mt CO₂eq/év (2005-ös adat) mennyiségben az összkibocsátás kalkulációjakor hozzáadtuk az energiafelhasználásból származó kibocsátáshoz.

A második egyszerűsítéssel a fosszilisenergia-termelés fajlagos széndioxid-kibocsátásával kapcsolatban éltünk. A könnyebb számítás érdekében a modell által lefedett időszakban állandónak vettük ezt az értéket. Ezzel burkoltan azt is feltételeztük, hogy a fosszilisenergia-termelés során felhasznált különböző karbonintenzitású energiahordozók aránya a fosszilisok hányadán belül nem módosul számottevően, továbbá a karbonintenziás javulását az energiahatékonyság foglalja magában. Az energiatermelésre vonatkozó karbonintenziást a 2005-ös év tényadatai alapján állapítottuk meg úgy, hogy a fosszilisenergia-termelés kibocsátásait és a fosszilisprimer-forrásokból felhasznált energiamennyiséget vettük figyelembe.

Az energia hatékony felhasználását, valamint az energiamegtakarítást egy közös számmal jellemeztük, amelyre csak becslések léteznek. A 2. fejezet alapján 20–40% közé tehető a jelenlegi energiafelhasználásra vonatkozó megtakarítási és hatékonysági potenciál. Ezek a számok az összes szektor (lakosság, ipar, közlekedés és szolgáltató szektor) vonatkozásában átlagnak tekinthetők, ezért így alkalmaztuk számításaink során is.

A harmadik egyszerűsítés az volt, hogy a népesség változását mindhárom forgatókönyvben ugyanazzal a számsorral jellemezzük. Miután nem feladatunk az ezzel foglalkozó szakemberek becsléseit felülírni, a tanulmányban a KSH Népesedéstudományi Kutató Intézet

adatait használtuk. 2050-re az Intézet 8,7 millióra becsli a hazai lakosság lélekszámát, ami évi átlagban 32 ezer körüli népességfogyást jelent.

Minden forgatókönyv esetében elsőként a hazai népesség változását [a 7-9. táblázatok (1) oszlopa], valamint az egy főre jutó éves energiafelhasználás változását vizsgáltuk [(2) oszlop]. Ebből jól kalkulálható a 2005-ös energiahatékonyság/hatásfok szintjéhez tartozó primerenergia-igény változása [(3) oszlop].

Második tényezőként az energiahatékonysági potenciált építettük be a modellszámításba. Az (5)-ös *modelloszlopban* a 2050-ig szóló energiahatékonysági csökkentési hányadok szerepelnek forgatókönyvenként más és más értékekkel. Az ebből kapott energiahatékony primerenergia-felhasználást tartalmazza a (4)-es oszlop. Az (5)-ös oszlop mutatja tehát a 2005-ös bázishoz tartozó relatív energiahatékonysági és -megtakarítási csökkenést. A (6) oszlop a 2005-ös bázison számított energiahatékonyságból származó, ki nem bocsátott széndioxid mennyiségét mutatja.

Harmadik tényezőként a széndioxid-semleges energiatermelést vizsgáltuk. Ezt rögtön kettébontottuk a nem fenntartható, de hazai viszonyok mellett CO₂-semlegesnek tekinthető nukleáris energiára, valamint a megújulóenergia-forrásokra. Az atomenergia a Paksi Atomerőmű jövőbeli sorsától függően járul hozzá a primerenergia forrásaihoz (7), valamint játszik szerepet az összes széndioxid-kibocsátás alakulásában (8).

A megújuló energiaforrások primer hozzájárulását tartalmazza a (9)-es oszlop, majd a széndioxid-semleges energiatermelési módokat összegzi a (10)-es oszlop. A (11)-es oszlopban a megújuló energiaforrások által előidézett széndioxid-megtakarítás szerepel.

A negyedik blokk foglalja össze az üvegházhatású gázok kibocsátásait. A (12)-es oszlop az energiatermeléssel összefüggő széndioxid-kibocsátásokat tartalmazza. Ez a fosszilis eredetű primerenergia felhasználása során keletkező széndioxid-mennyiséget mutatja, ami úgy adódik, hogy figyelembe vettük az energiahatékonyságot, és levontuk az összes primerenergia-forrásból széndioxid-semleges energiatermelési módon előállított energiamennyiséget. Ehhez jön hozzá a nem energiatermelés során keletkező egyéb üvegházhatású gázok széndioxid-egyenértéke, amelyet állandónak (15 Mt CO₂eq/év) tekintettünk. Az így kapott eredménnyel közelítjük Magyarország ÜHG-kibocsátását a (13)-as oszlopban. A (14)-es oszlop a kiotói bázishoz viszonyított arányt mutatja.

A kibocsátási görbéket tartalmazó ábrákon minden forgatókönyv esetén feltüntettük a jelenlegi ismeretek szerint várható ENSZ kibocsátás-csökkentési célokat is.

3.1. A fenntartható jövőkép

A fenntartható jövőkép alatt a környezeti, gazdasági és társadalmi szempontból is fenntartható jövőképet értjük. A 2. fejezetben feltárt jelenlegi helyzetből, az elérhető trendekből, előrejelzésekből, valamint becslésekből kiindulva állítottuk fel a 2050-ig szóló emissziós görbét, valamint a primerenergia-felhasználás fenntartható alakulását. A fenntartható jövőképnél az alábbi sarokpontokat használtuk:

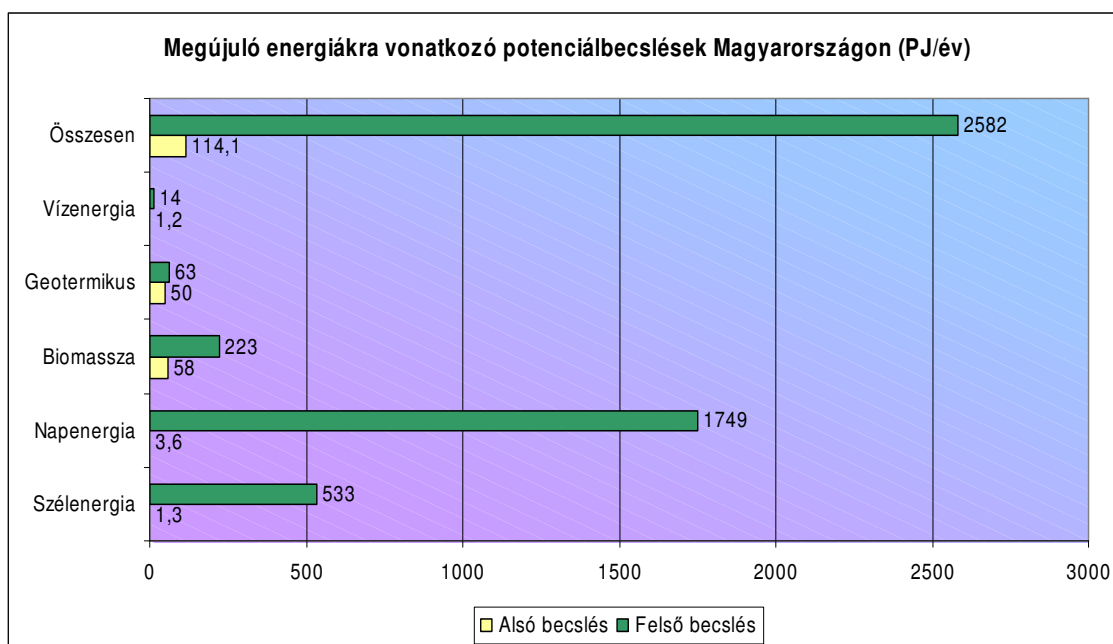
1. A 2005-ös évhez képest az energiafelhasználási hatékonyság és energiamegtakarítás 2050-ig 30%-kal csökkenti az 1 főre jutó energiafelhasználást.

2. Az atomenergia kikerül a magyarországi primerenergia-portfólióból, a paksi blokkok élettartamuk lejártával leállnak.
3. A megújuló energiaforrások éves energiatermelése eléri a jelenlegi termelés közel 9-szeresét, azaz az 500 PJ-t (itt kívánjuk megjegyezni, hogy a potenciál egyes elképzelések szerint akár a 2500 PJ-t is elérheti; ld. 2. fejezet).

Mint látható anyagunk azzal számol, hogy a Paksi Atomerőmű tervezett üzemideje végével leáll. Az atomerőmű helyettesítését számos forrásból oldhatja meg az ország. A 6. táblázat a számba jöhető lehetőségek közül egy nagyon szolid és konzervatív becslést ad. A magyar erőművek meglehetősen alacsony hatásfoka miatt a következő bő egy évtized alatt jelentős hatásfok növekedést érhetnek el. A hálózati veszteség ugyancsak kimagasló és majdhogynem egyedülálló a kontinensen. Ennek következtében a hálózat korszerűsítése szintén jelentős megtakarítással kecsegtet. Hasonló hatékonyság javulás becsülhető a fogyasztói oldalon is, amit jelentősen segíthet majd a magasabb energiaár. Végül a megújulóknak a táblázatban használt részaránya akár már 2015-re is biztosítható, ahogyan ezt a minap napvilágot látott kormányzati anyagok is sejtetik.

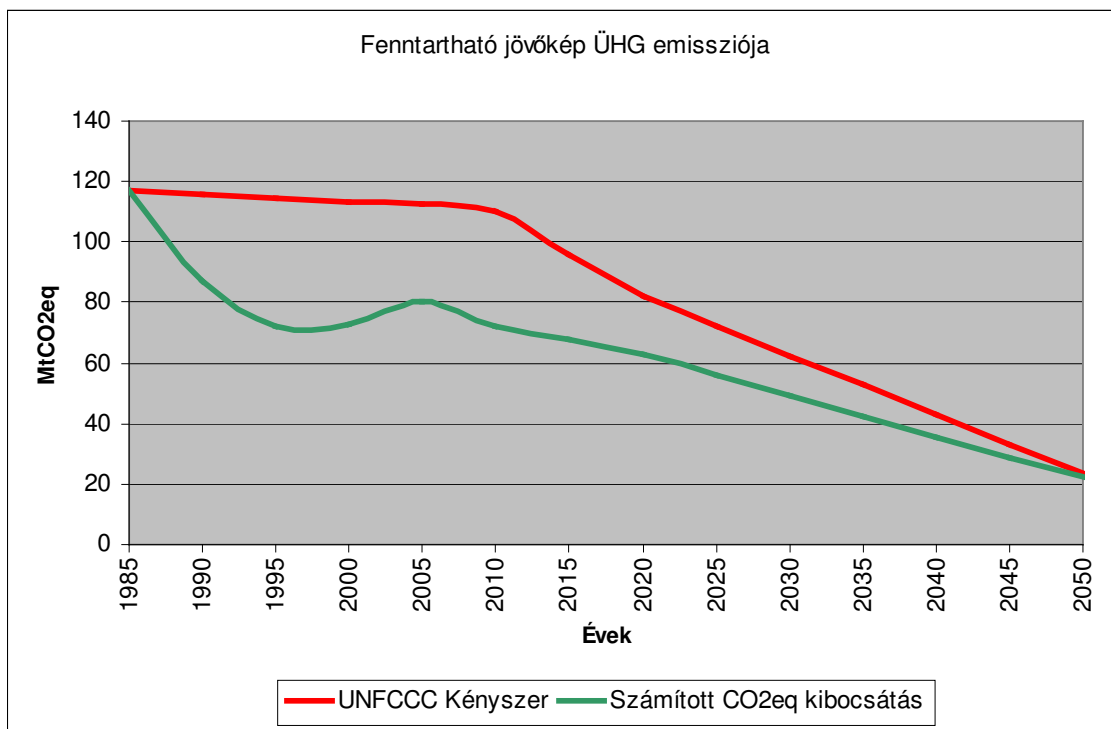
Előállítási hatékonyság növekedés	5%
Hálózati veszteség csökkentése	7%
Felhasználás oldali hatékonyság	8%
Megújulók	13%
Összesen	33%

6. táblázat: Példa a paksi atomerőmű egyik lehetséges kiváltására

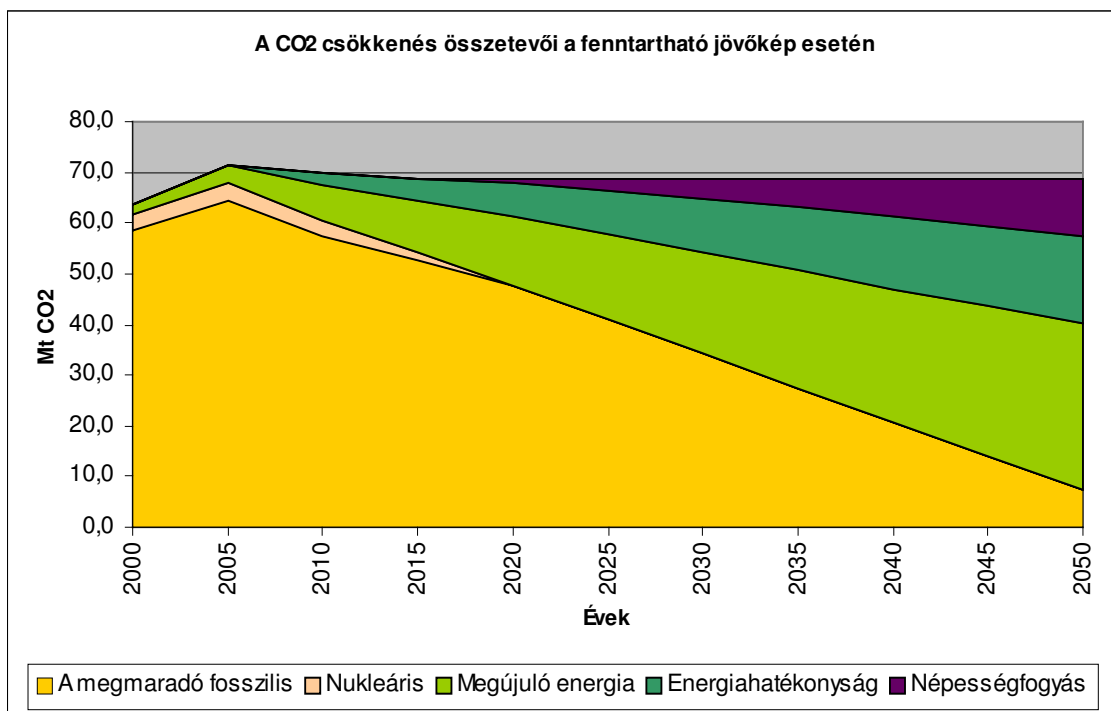


15. ábra: A Megújuló energiaforrásokra vonatkozó hazai potenciálbecslési adatok szélsőértékei (Források: GKM/Marosvölgyi, KvVM, Napenergia Társaság, OMSZ)

A 15. ábra azt mutatja, hogy a megújuló energiaforrásokra vonatkozóan az elmúlt időszakban milyen szélsőségesen eltérő potenciálbecslések kaptak nyilvánosságot. Ebből az olvasható ki, hogy egyes elemzők szerint megújulókra alapozva akár a mostani magyar energiaigény 2 és félszerese is előállítható. Ennek mi szintén - meglehetősen szolidan és konzervatívan – csak az egyötödét kalkuláltuk bele a 2050-re szóló jövőképünkbe.



16. ábra: A fenntartható jövőképhez tartozó üvegházhatású gázkibocsátás alakulása a várható nemzetközi csökkentési célértékek fényében



17. ábra: A CO₂-kibocsátás csökkentésének összetevői a fenntartható jövőkép esetében

A fenntartható jövőkép az egyszerűsített modellünk alapján azt eredményezi, hogy 2050-ben az energetikai eredetű CO₂-kibocsátás 7,4 Mt lesz, a perzisztenciaelvvvel származtatott összes üvegházhatású gáz kibocsátásra pedig 22,4 Mt CO₂eq adódik, amely a kiotói bázisévünkhöz képest 80,89%-os csökkentést jelentene. Ezzel hazánk megfelelne a jelenleg körvonalazódó csökkentési céloknak, továbbá miután kibocsátásunk végig a csökkentési célértékek alatt marad, rendkívül jelentős állami bevételre számíthatunk a Kiotói Jegyzőkönyv rugalmassági mechanizmusai révén.

A fenntartható jövőképre vonatkozó eredményeinket a 7. táblázat foglalja össze, a 16. ábra mutatja az üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulását 2050-ig, a 17. ábra a CO₂-kibocsátás csökkentésének összetevőit szemlélteti. A fosszilis eredetű kibocsátás (sárga színnel) jelentkezik valós kibocsátásként, a többi szín a csökkentés különböző összetevőit mutatja.

Év	Lakosság			Primerenergia-felhasználás (PJ)					Ebből CO ₂ -semleges energia (PJ)					Számított CO ₂ eq-kibocsátás				
	Népesség (fő)	%	MJ/fő/év	En. hat. nélkül	En. hat.	En. hat. arány	MtCO ₂ eq	Atom	MtCO ₂ eq	RES	RES arány	Összesen	RES MtCO ₂ eq	Energia CO ₂	Össz. Mt	Arány		
																	(1)	(2)
1985	10680934	100%																
1990	10554011	99%	117,87		1244,00										93,6	117,0	100,00%	
1995	10491417	98%	101,70		1067,00										69,6	87,0	74,36%	
2000	10329326	97%	101,17	100,00%	1045,00	0,00	1045,00	0%	0,00	51	3,35	28,0	2,7%	79,0	1,8	58,4	73,0	62,39%
2005	10194002	95%	106,73	105,50%	1088,00	0,00	1088,00	0%	0,00	51	3,35	56,9	5,2%	107,9	3,7	64,4	80,5	68,80%
2010	10013477	94%	105,98	104,76%	1061,25	0,00	1029,41	3%	2,09	51	3,35	106,1	10,3%	157,1	7,0	57,3	72,3	61,81%
2015	9945565	93%	105,23	104,02%	1046,61	-0,11	979,89	6%	4,38	25	1,64	155,4	15,9%	180,4	10,2	52,5	67,5	57,72%
2020	9866036	92%	104,49	103,28%	1030,87	0,93	930,36	10%	6,60	0	0,00	204,6	22,0%	204,6	13,4	47,7	62,7	53,58%
2025	9752800	91%	103,74	102,54%	1011,74	2,19	878,95	13%	8,73	0	0,00	253,8	28,9%	253,8	16,7	41,1	56,1	47,93%
2030	9594056	90%	102,99	101,80%	988,10	3,74	825,06	17%	10,71	0	0,00	303,1	36,7%	303,1	19,9	34,3	49,3	42,14%
2035	9400638	88%	102,24	101,06%	961,15	5,51	770,12	20%	12,55	0	0,00	352,3	45,7%	352,3	23,1	27,5	42,5	36,29%
2040	9187041	86%	101,50	100,32%	932,44	7,40	715,65	23%	14,24	0	0,00	401,5	56,1%	401,5	26,4	20,6	35,6	30,46%
2045	8965490	84%	100,75	99,58%	903,25	9,31	662,76	27%	15,80	0	0,00	450,8	68,0%	450,8	29,6	13,9	28,9	24,73%
2050	8741545	82%	100,00	98,85%	874,15	11,23	611,91	30%	17,23	0	0,00	500,0	81,7%	500,0	32,9	7,4	22,4	19,11%

7. táblázat: A fenntartható jövőképhez tartozó kibocsátási számok, valamint a hatékonyság, takarékoság és a megújuló energiaforrások alakulása

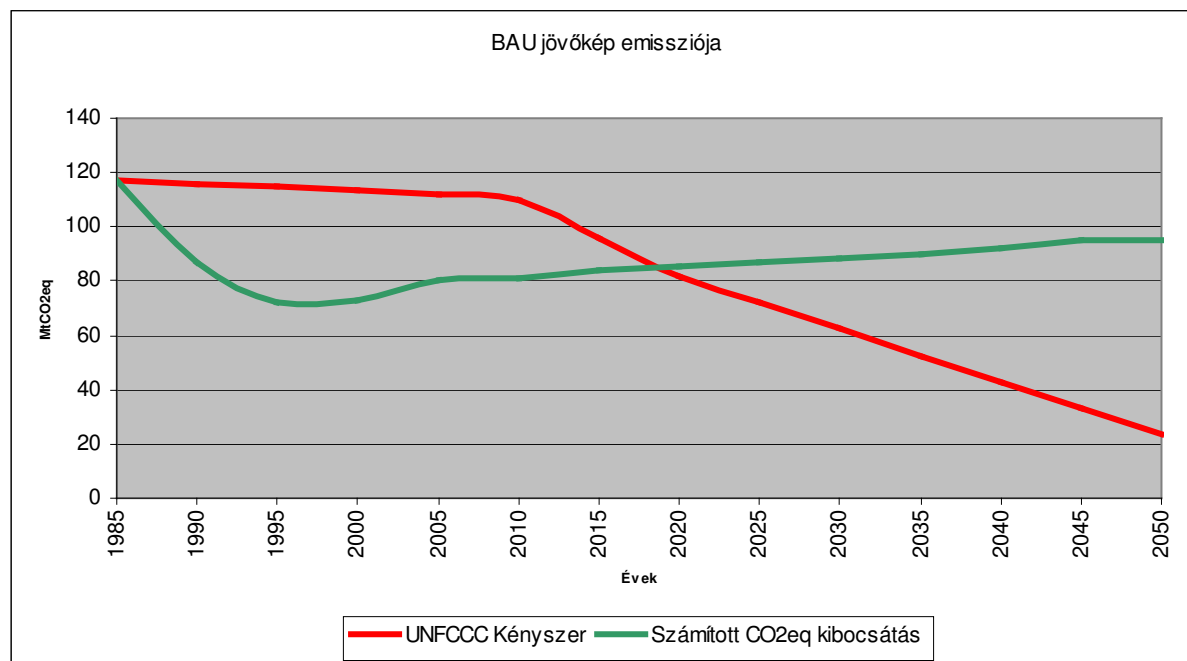
3.2. A szokásos üzletmenet (BAU) jövőképe

A szokásos üzletmenethez (BAU) tartozó jövőkép esetében azt feltételeztük, hogy semmilyen lényegi intézkedés nem történik a fenntarthatóságra való törekvés jegyében, tehát a jelenlegi trendek érvényesülnek, és a napjainkban érzékelhető folyamatok lendülete kitart 2050-ig.

A jövőkép vizsgálatok az alábbi sarkalatos pontokat alkalmaztuk:

1. Az egy főre jutó energiafelhasználás 2050-re 50%-kal lesz magasabb, mint 2000-ben.
2. Az energiahatékonyság terén tehát semmilyen intézkedés nem történik, folytatódik a fogyasztásösztönzés.
3. A megújuló energiaforrások bővülése 2050-ig mindössze 100 PJ-ig járul hozzá a primerenergia termeléséhez.
4. A Paksi Atomerőmű jelenlegi blokkjainak élettartamát 20 évvel meghosszabbítják, valamint további két 1000 MW-os blokk épül, amelyek 2020-ban kezdik meg működésüket.

A BAU-jövőkép modellezéséből kapott eredmények szerint a kibocsátások tovább nőnek, és 2050-re és a teljes üvegházhatású gázkibocsátásra 95,2 Mt CO₂eq adódik, amely mindössze 18,6%-kal van a kiotói bázisév alatt. Ez egyben azt is jelenti, hogy a katasztrofális éghajlatváltozás elkerüléséhez kijelölt kibocsátási pályát elhagyjuk, és már 2019-ben meghaladjuk a csökkentési célokat, elveszítve ezzel a 90'-es évekbeli ipari szerkezetváltás során szerzett előnyünket. Ezenfelül a nemzetközi kibocsátáskereskedésben is vásárlóként jelentkezünk. Ezek alapján ez a jövőkép nem képezheti egy fenntartható stratégia alapját.



Év	Lakosság			Primerenergia-felhasználás (PJ)				Ebből CO ₂ -semleges energia (PJ)					Számított CO ₂ eq-kibocsátás					
	Népesség (fő)	%	MJ/főév	En. hat. nélkül	En. hat.	En. hat. arány	MtCO ₂ eq	Atom	MtCO ₂ eq	RES	RES arány	Összesen	RES MtCO ₂ eq	Energia CO ₂	Össz. Mt	Arány		
	(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		(10)	(11)	(12)	(13)	(14)		
1985	10680934	100%												93,6	117,0	100,00%		
1990	10554011	99%	117,87		1244,00									69,6	87,0	74,36%		
1995	10491417	98%	101,70		1067,00									57,6	72,0	61,54%		
2000	10329326	97%	101,17	100,00%	1045,00	0,00	1045,00	0%	0,00	51	3,35	28,0	2,7%	79,0	1,8	58,4	73,0	62,39%
2005	10194002	95%	106,73	105,50%	1088,00	-2,83	1088,00	0%	0,00	51	3,35	56,9	5,2%	107,9	3,7	64,4	80,5	68,80%
2010	10013477	94%	111,98	110,69%	1121,33	-5,02	1121,33	0%	0,00	51	3,35	61,7	5,5%	112,7	4,1	66,3	81,3	69,47%
2015	9945565	93%	117,23	115,88%	1165,96	-7,95	1165,96	0%	0,00	51	3,35	66,5	5,7%	117,5	4,4	68,9	83,9	71,70%
2020	9866036	92%	122,49	121,07%	1208,45	-10,74	1208,45	0%	0,00	63	4,14	71,3	5,9%	134,3	4,7	70,6	85,6	73,15%
2025	9752800	91%	127,74	126,26%	1245,81	-13,19	1245,81	0%	0,00	75	4,93	76,1	6,1%	151,1	5,0	71,9	86,9	74,30%
2030	9594056	90%	132,99	131,46%	1275,92	-15,17	1275,92	0%	0,00	75	4,93	80,8	6,3%	155,8	5,3	73,6	88,6	75,72%
2035	9400638	88%	138,24	136,65%	1299,57	-16,73	1299,57	0%	0,00	75	4,93	85,6	6,6%	160,6	5,6	74,8	89,8	76,78%
2040	9187041	86%	143,50	141,84%	1318,30	-17,96	1318,30	0%	0,00	51	3,35	90,4	6,9%	141,4	5,9	77,3	92,3	78,91%
2045	8965490	84%	148,75	147,03%	1333,60	-18,96	1333,60	0%	0,00	25	1,64	95,2	7,1%	120,2	6,3	79,7	94,7	80,96%
2050	8741545	82%	154,00	152,22%	1346,20	-19,79	1346,20	0%	0,00	25	1,64	100,0	7,4%	125,0	6,6	80,2	95,2	81,40%

8. táblázat: A BAU-jövőképhez tartozó kibocsátási számok, valamint a hatékonyság, takarékoság és a megújuló energiaforrások alakulása

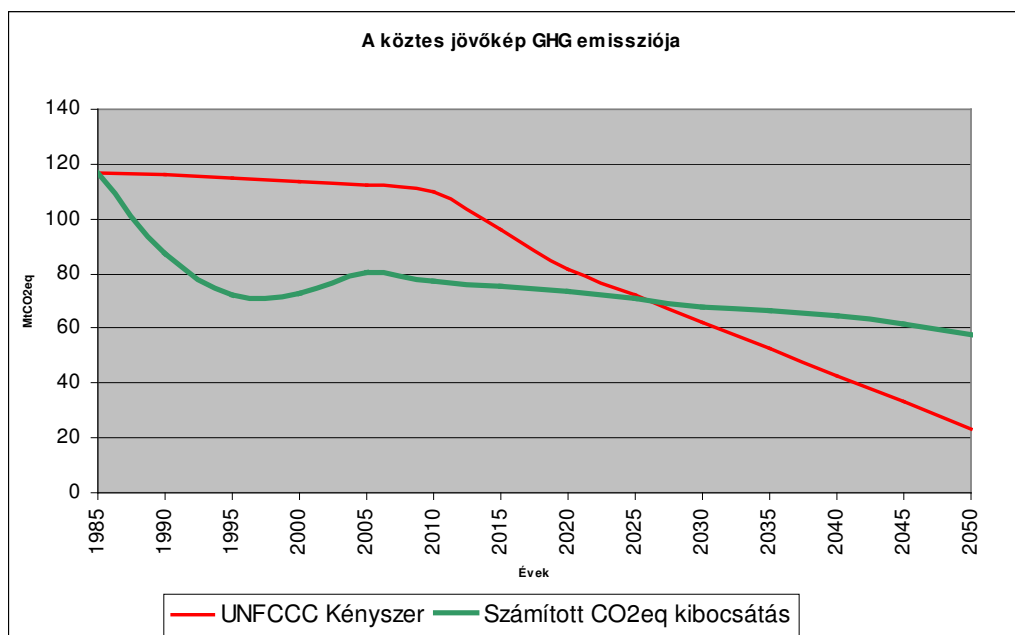
3.3. A köztes jövőkép

A köztes jövőképpel megpróbáltuk lefedni egy olyan jövőkép alakulását, ahol az egyes intézkedések megvalósulása vegyes képet mutat. Valamelyikük célba ér, és teljesen megvalósul, lesz olyan, amelyik nem jár sikerrel. Ezért modellünkben a változtatható paramétereket egy köztes értékre állítottuk be, feltételezve azt, hogy a nagyszámú ellenkező előjelű tényezők kioltják egymás hatását, ezzel lehetőséget teremtve arra, hogy egy ilyen képzeletbeli lehetőséget is megvizsgálhassunk.

A köztes jövőkép esetében az alábbi sarkalatos pontokat alkalmaztuk:

1. Az egy főre jutó energiafelhasználás 2050-ig 25%-kal nő.
2. Az energiahatékonyság 2000-hez képest 15%-kal javul.
3. A Paksi Atomerőmű jelenlegi blokkjainak élettartamát 20 évvel meghosszabbítják.
4. A megújuló energiaforrásokból származó energia évente 300 PJ-ra nő 2050-ig.

A 17. ábra mutatja a köztes jövőképhez tartozó ÜHG-emissziós görbét. Látható, hogy a valószínűsíthető szigorításokkal 2027-ben ütközik a kibocsátásunk, annak ellenére, hogy mérsékelt csökkenés tapasztalható. 2050-re ugyanis ezen forgatókönyv szerint 58 Mt CO₂eq-kibocsátás valószínűsíthető. A fenntarthatóság kritériumaként a CO₂-kibocsátást tekintve ezt a forgatókönyvet sem tekinthetjük fenntarthatónak.



19. ábra: A köztes jövőképhez tartozó üvegházhatású gázkibocsátás alakulása a várható csökkentési célokkal összevetve

Év	Lakosság				Primerenergia-felhasználás (PJ)					Ebből CO ₂ -semleges energia (PJ)					Számított CO ₂ eq-kibocsátás			
	Népesség (fő)	%	MJ/főév		En. hat. nélkül	En. hat.	En. hat. arány	MtCO ₂ eq	Atom	MtCO ₂ eq	RES	RES arány	Összesen	RES MtCO ₂ eq	Energia CO ₂	Össz. Mt	Arány	
																		(1)
1985	10680934	100%													93,6	117,0	100,00%	
1990	10554011	99%	117,87		1244,00									69,6	87,0	74,36%		
1995	10491417	98%	101,70		1067,00									57,6	72,0	61,54%		
2000	10329326	97%	101,17	100,00%	1045,00	0,00	1045,00	0%	0,00	51	3,35	28,0	2,7%	79,0	1,8	58,4	73,0	62,39%
2005	10194002	95%	106,73	105,50%	1088,00	0,00	1088,00	0%	0,00	51	3,35	56,9	5,2%	107,9	3,7	64,4	80,5	68,80%
2010	10013477	94%	109,15	107,89%	1092,95	-3,15	1082,03	1%	0,72	51	3,35	83,9	7,8%	134,9	5,5	62,2	77,2	66,01%
2015	9945565	93%	111,57	110,28%	1109,60	-4,24	1079,09	3%	2,01	51	3,35	110,9	10,3%	161,9	7,3	60,3	75,3	64,33%
2020	9866036	92%	113,99	112,67%	1124,59	-5,23	1073,99	5%	3,33	51	3,35	137,9	12,8%	188,9	9,1	58,2	73,2	62,53%
2025	9752800	91%	116,41	115,06%	1135,28	-5,93	1064,32	6%	4,66	51	3,35	164,9	15,5%	215,9	10,8	55,7	70,7	60,47%
2030	9594056	90%	118,82	117,45%	1140,01	-6,24	1048,81	8%	5,99	51	3,35	192,0	18,3%	243,0	12,6	53,0	68,0	58,08%
2035	9400638	88%	121,24	119,84%	1139,76	-6,23	1028,64	10%	7,30	26	1,71	219,0	21,3%	245,0	14,4	51,5	66,5	56,83%
2040	9187041	86%	123,66	122,23%	1136,09	-5,99	1005,44	12%	8,58	0	0,00	246,0	24,5%	246,0	16,2	49,9	64,9	55,47%
2045	8965490	84%	126,08	124,63%	1130,38	-5,61	980,60	13%	9,84	0	0,00	273,0	27,8%	273,0	17,9	46,5	61,5	52,56%
2050	8741545	82%	128,50	127,02%	1123,29	-5,14	954,80	15%	11,07	0	0,00	300,0	31,4%	300,0	19,7	43,0	58,0	49,59%

9. táblázat: A köztes jövőképhez tartozó kibocsátási számok, valamint a hatékonyság, takarékoság és a megújuló energiaforrások alakulása

4. Fenntartható energiastratégia; SWOT-analízis

4.1. Módszertan

Az alábbi SWOT-elemzést az általunk felvázolt optimista jövőkép megvalósulásához javasolható stratégiára végeztük el. Ehhez a mai helyzetből indultunk ki, a mostani körülményeket vettük figyelembe.

Az erősségek, gyengeségek, lehetőségek, veszélyek elemzésekor az jelentett dilemmát, hogy vajon mindezt mire értelmezzük. Végül egyértelművé vált számunkra, hogy a SWOT az optimista jövőkép bekövetkezésére értelmezhető csakis. Ennek megfelelően számos esetben első látásra talán meglepő megállapításokkal találkozhat az olvasó. Az optimista jövőkép szempontjából például nagyon is előnyös, hogy hazánk hagyományos energiaforrásokban szegény, míg egy hagyományos energiapolitikai dokumentum ezt meglehetősen káros, sajnálatos tényként kezelné. Ugyancsak furcsa lehet, hogy a lehetőségek között például szerepel a természeti katasztrófák gyakoribb előfordulásának kockázata. Természetesen nem drukkolunk, hogy így legyen, és ártatlan emberek életét vagy életkörülményeit sem akarjuk veszélyeztetni vagy nehezíteni. Ezek a fokozódó éghajlati kockázatok azonban olyan jelzéseként szolgálhatnak a döntéshozók számára, amelyek jobb eséllyel vezetnek feltétlen és igen szigorú intézkedésekhez, szemben azokkal a tudományos modellekkel vagy a környezetvédők „riogatásával”, amelyek eddig sem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket.

Elemzésünk részint a már meglévő 2. fejezetre alapozódik, amelyben helyzetképet adunk a világ, Európa és Magyarország erőforrás-ellátottságáról, tendenciáiról, valamint technológiai állapotáról, a fejlődés lehetséges irányairól. Ebben a fejezetben a rendszerváltás óta eltelt bő másfél évtized hazai energiapolitikai trendjeiről is értekezünk, amely szintén alapul szolgál a hazai SWOT feltérképezéséhez.

Elemzésünket a hagyományos és szigorú szabályok szerint készítettük.¹ Az előrelátó, körültekintő tervezéshez elengedhetetlen, hogy a stratégiaalkotó felmérje reális lehetőségeit. Több olyan elemzési módszert is kifejlesztettek már, amely ezt a célt szolgálja. Ezek közül a SWOT-analízist alkalmaztuk. Az elemzés eredményeként egy olyan táblázatot kapunk, amely segít a vállalat, stratégia, cél helyzetének kritikus értékelésében. Fontos sajátossága a SWOT-analízisnek, hogy míg az első két terület – tehát az erősségek és a gyengeségek – a vizsgált objektum (vállalat, stratégia vagy ország) belső tulajdonságaira kérdez rá, addig a második kettő – azaz a lehetőségek és a veszélyek – az ezt körülvevő környezet vizsgálatát célozza. Erősségeink és gyengeségeink belső tényezők, ezért befolyásolni tudjuk őket, azonban a veszélyek és a lehetőségek olyan külső adottságokat jelentenek, amelyekre csak a legkritikább esetben tudunk hatással lenni. Hangsúlyos szabály még, hogy egy tényező, egy jellemző nem kerülhet fel két terület alá, tehát minden tényezőről el kell tudnunk dönteni, hogy vizsgálatunk tárgyának melyik „oldalát” jellemzi valójában. Miután minden területet alaposan és kritikusan megvizsgáltunk, a különböző területek alá besorolt külső és belső tényezőket át kell alakítanunk konkrét célokká és tevékenységekké, amelyeket az elkövetkezendő időszakban meg kell valósítani. Ezek után érdemes elgondolkozni azon, hogy az erősségek hogyan

¹ Forrás: Chikán Attila: Vállalatgazdaságtan. Aula Kiadó. Budapest, 1997.

illeszkednek a terület veszélyeihez, valamint azon, hogy a lehetőségek kompenzálják-e a gyengeségeket?

4.2. Fenntartható energiastratégia; SWOT-analízis

Az alábbi táblázatban az általunk felvázolt optimista jövőkép megvalósulásához javasolható stratégiára végeztünk el egy SWOT-elemzést. Ehhez a mai helyzetből indultunk ki, a mostani körülményeket vettük figyelembe. Az értelmezés és az egyértelműség kedvéért a táblázatban található címszavakban röviden leírt tényeket, folyamatokat kifejtik részletesebben is.

<p><u>Erősségek</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. VET Kötelező átvételi ár 2. Igény és érdeklődés a környezettudatosságra 3. EU-tól érkező források 4. Ébredő önkormányzati testületek, régiók 5. Erősödő civil szféra 6. Az egy főre jutó energiafelhasználás relatíve alacsony 	<p><u>Gyengeségek</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A klímastratégia hiánya 2. Az energiapolitika hiánya, beágyazatlansága 3. Hiányoznak a potenciálfelmérések, adatok 4. Átláthatatlan döntéshozatal 5. Elavult döntéshozói szemlélet 6. Megcsontosodott oktatás 7. Ad-hoc kormányreakciók a nemzetközi folyamatokra: pl. gáztározós beruházások 8. SZET, Bős-NM, Toronyi lignitbánya, +2 atomreaktor, stratégiai gáztározó 9. Energiamix 10. Az energiafogyasztás megoszlása 11. Magas energiaintenzitás 12. Az Érinthetetlen Paksi Atomerőmű 13. Villamoshálózati adottságok 14. A DSM hiánya 15. Hosszú távú szerződések
<p><u>Lehetőségek</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eu-s nyomás 2. Az energiapiac liberalizációja 3. ECCP (Európai Éghajlat-változási Program) 4. A megújuló és hatékonysági technológiák dinamikus fejlődése 5. Kevés fosszilisforrás 6. Sok RES, EE 7. RES és EE által generált foglalkoztatottság 8. Elavult erőműpark 9. Növekvő kőolajár 10. Természeti katasztrófák, éghajlatváltozás 11. Demográfia 	<p><u>Veszélyek</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gyenge EE/RES-lobby* 2. Erős fosszilis-, atomenergia-lobby 3. Oligopolisztikus piac 4. Az európai energiapolitika alakulása 5. Fogyasztói társadalom 6. Autópálya-program 7. Orosz mackó (GAZPROM) 8. Az éghajlatváltozásra csak műszaki megoldások keresése

10. táblázat: A Fenntartható energiastratégia SWOT-analízise

* EE – energiahatékonyság (energy efficiency), RES – megújuló energiaforrások (renewable energy sources)

Erősségek

Az erősségek szempontjából azokat a pozitív, már most tapasztalható folyamatokat és adott tényeket soroltuk fel, amelyek hosszú – de akár már rövidebb – távon is hozzájárulhatnak a fenntartható energia jövőképeinek megvalósulásához.

1. VET Kötelező átvételi ár

A hatályos villamosenergia-törvényben foglaltak vonatkozó része már most is jól érzékelhető módon élénkítette a megújuló technológiák piacát. Erről tanúskodik a szélprojektek és a biomassza-beruházások számának növekedése.

2. Igény és érdeklődés a környezettudatosságra

A társadalom részéről tapasztalható érdeklődés komoly felhajtóerőt jelent a környezetkímélő, környezetbarát technológiák számára. Ezt az igényt ki kell szolgálnia az államnak; példákkal, információval, ismeretterjesztéssel lehet gyorsítani a társadalmi szemléletváltást, a környezettudatosság elmélyülését.

3. EU-tól érkező források

Az EU mostani energiapolitikája, direktívái és a fejlesztési források irányultsága egyértelműen a hatékonysági potenciálok kiaknázását és a megújuló energiaforrások használatának megerősítését szolgálják. A KIOP és az egyéb pályázati források az energetika területén új szemlélet megteremtéséhez járulnak hozzá.

4. Ébredő önkormányzati testületek, régiók

Az önkormányzati szektor is egyre inkább alakítójává akar válni a hazai energiahelyzetnek. Meglátásunk szerint ebben igen nagy szerepe van az energiaárak alakulásának és szorító költségvetésüknek, valamint a lakossággal szembeni felelősségüknek a távhőszolgáltatás területén. Egyre több önkormányzati kezdeményezésű energiaprojekt (hatékonyság, megújuló beruházások, avagy kombinációi) valósul meg országszerte.

5. Erősödő civil szféra

A civil szféra, a szakmai, érdekképviseleti szervezetek (fogyasztó-, környezetvédelem) és egyéb helyi kezdeményezések szerepe ugyan még nem meghatározó az energetikai döntéshozatalban, de jelentős mértékben növekedett befolyásuk az egyes elképzelések alakításában. Hatással vannak a klímavédelmi intézkedések kimunkálásában, a kompenzációs rendszerek kialakítására, stb. Szerepük továbbá nagyon fontos lehet a lakosság és az önkormányzatok energiatudatosságának folyamatos elmélyítésében.

6. Az egy főre jutó energiafelhasználás relatíve alacsony

Habár a lakosság energiafelhasználási mutatói romlanak – vagyis nőnek –, de a hazai egy főre jutó energiafelhasználás az európai mezőnyben még mindig előnyösnek mondható. Ehhez párosul a nem elhanyagolható megtakarítási, hatékonysági potenciál, ami jó eséllyel magasabb, mint az EU-15-ök esetében becsült könnyedén realizálható 20%-nál. Egyes szakértői becslések szerint 30% körül mozog. (Ennek pontos meghatározása nem feladata e tanulmánynak, de sürgős feladata a mindenkori kormányzatnak.)

Gyengeségek

A gyengeségek címszó alatt azok a folyamatok vagy már ma is ismert tények kaptak helyet, amelyek hátráltatják az általunk felvázolt fenntartható energia jövőképeinek megvalósulását.

1. A klímastratégia hiánya

Első helyre a klímastratégia hiányát soroltuk, mivel meglátásunk szerint ennek a dokumentumnak kellene meghatároznia az energetika hosszú távú fejlesztési irányát, az állami intézkedések sorrendjét e szakterületen is. Kibocsátáscsökkentési célok hiányában a kormányzat sötétben tapogatózik, és megvan annak a veszélye, hogy az energetikai kibocsátás olyan mértékben „elszabadul”, ahonnan már csak lényegesen nagyobb erőfeszítések árán tornázható vissza elfogadható szintre.

2. Az energiapolitika hiánya, beágyazatlanság

Az energiapolitika sodródása kedvez a hagyományos energialobbyknak, ugyanakkor igen kiszámíthatatlanná teszi az új belépők számára a piaci környezetet. Ez tovább gyengíti a fenntarthatóság irányába tett tétova lépéseket. További gond, hogy ez a stratégiai szakpolitika sosem integrálta magába a kapcsolódó szakpolitikákat, habár az energetika nagy hatással van, lehet a vidékfejlesztésre, a földhasználatra, a foglalkoztatottságra, a környezetpolitikára, környezet-egészségügyre stb. közvetlen és közvetett módon.

3. Hiányoznak a potenciálfelmérések, adatok

Igen komoly hiányosság, hogy nincsenek megbízható kiindulási adatok a döntéshozók kezében a magyar energetikai helyzetről. Az autentikus forrásnak számító KSH évkönyveire sem lehet ilyen szempontból támaszkodni. Érdekes módon a Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) adatai jobban használhatók ilyen szempontból, és frissebbek is számos esetben, mint az itthon publikált, jobbára csak pénzért hozzáférhető adatsorok. A legnagyobb hiány a potenciálok tekintetében mutatkozik, mind a megújulók, de leginkább a hatékonysági lehetőségek esetében. Ezeket nélkülözve igen nehéz megalapozott stratégiát alkotni.

4. Átláthatatlan döntéshozatal

Habár az elmúlt másfél évtizedben érzékelhetően nyitottabb lett az energetikai kormányzat, még mindig sok kívánnivalót hagy maga után a döntéshozatali folyamat. Még akkor is, ha sok esetben az anyagok megismerhetők a döntés előtt, az olvasónak arról kevés tudása van, hogy milyen formában járulhat hozzá annak változásához, milyen szempontok szerint kerül elbírálásra írott véleménye, hozzászólása. A mostani koncepcióalkotási folyamat ennek egyik ékes példája. A GKM honlapján megtalálható anyagok esetlegesen jelennek meg, a folyamat menetéről, határidőkről a honlap nem tájékoztat, a résztvevők sötétben tapogatóznak, aztán egyszer csak elvesztik érdeklődésüket. Társadalmi és szakmai konszenzus nélküli szakpolitika születhet ugyan így is, csak hogy annak hatékonysága manapság már erősen megkérdőjelezhető.

5. Elavult döntéshozói szemlélet

Az energetikai kormányzat általános szemlélete alapvetően forrásoldali és az elmúlt időszak tapasztalataiból nem építkező. Az eddigi hivatalos igény-előrejelzések rendre megghiúsultak, tehát jelentősen kevesebb tényleges fogyasztás volt tapasztalható, mint amit ezek a dokumentumok terveztek. Ennek ellenére máig él a GDP-növekedés és energiafogyasztás növekedése közötti szoros korreláció „hite”. Ugyancsak problémásnak tekinthető, hogy a hivatalos dokumentumokban még mindig tetten érhető az állami beavatkozás a teljes piaci struktúrára való áttérés folyamatába, amely minimum piactorzító hatású lenne. Az energiaárak

tendenciáját tekintve egyértelmű, hogy hamarosan a megújuló piacképesek lesznek az állami segítség nélkül is. Magyarország elemi érdeke, hogy az ezekre épülő technológiák (ellátás biztonság, versenyképesség miatt) gazdaságilag is megerősödjenek.

6. Megcsontosodott oktatás

A műszaki oktatásban nem érhető tetten a jövőtechnológiák ismeretanyagának átadása. Magyarország „szürkeállományának” e téren való kiaknázása nemcsak tudomány- és oktatáspolitikai cél lehetne, hanem az energetika jövőjének is záloga.

7. Ad-hoc kormányreakciók a nemzetközi folyamatokra: pl. gáztározós beruházások

A kormányzat nincs felkészülve a krízisek, az előre is látható problémák kezelésére, diplomáciailag nem erős, geopolitikailag gyenge. Ez jelentősen növeli a költségeket is ebben a szektorban, és igen jelentős kormányzati, eu-s forrásokat köt le olyan célokra, amelyeknek jövője – legalábbis – megkérdőjelezhető.

8. SZET, Bős-Nagymaros, Toronyi lignitbánya, stratégiai gáztározók, +2 atomreaktor

Az itt felsorolt beruházások, projektötletek mind olvashatók a kormányzati papírokból. Az is egyértelmű, hogy komoly költségvetési források vagy kormányzati garanciák nélkül megvalósulásuk esélytelen. Ezek az egyenként is százmilliárdos tételek azon túl, hogy környezeti kockázatuk beláthatatlan, torzítják az energiapiacot, valamint ellehetetlenítik a megújuló piacra jutását, a környezeti szempontból előnyösebb fejlesztésektől (a rendszer rugalmasságának megteremtése, hatékonyság, hálózati veszteségcsökkentés) veszik el a forrásokat.

9. Energiamix

A mai magyar energiaforrás-allokáció igen törekennyé, rugalmatlanná teszi a rendszert. A földgáz egyre növekvő részaránya, az atomerőmű hegemóniája a villamosenergia-szektorban a két legfontosabb probléma. Nem is látszik, hogy ezekre milyen megoldások léteznek, sőt ezek a problémák a most ismerhető intézkedési tervekkel csak tovább erősödnek majd.

10. Az energiafogyasztás megoszlása

A lakossági földgázfelhasználás kiemelkedően magas aránya a legégetőbb probléma. A lakosság növekvő energiafelhasználása pedig általánosságban jelent gondot annak ellenére, hogy a legnagyobb megtakarítási és hatékonysági potenciál is itt található az elemzők szerint.

11. Magas energiaintenzitás

A magyar energiaintenzitás még a vásárlóerő-paritáson is igen magas értéket mutat. Tekintve az energiaárak alakulását, ez versenyképességünket hosszabb távon visszavetheti, gyengítheti.

12. Az Érinthetetlen Paksi Atomerőmű

Az ismert energiastratégiák mindegyike axiomatikusnak tekinti a Paksi Atomerőmű továbbműködtetését, esetleg további blokkokkal való bővítését. Ez önmagában nem lenne baj, ha számításokkal is alá lenne támasztva, és hosszú távon is bizonyítható lenne jótékony volta. Enélkül azonban csak dogma, és látszólag a kisebb léptékű beruházások, a jövő energiaforrásainak gátja.

13. Villamoshálózati adottságok

Magyarország a határkeresztesző kapacitások tekintetében igen gyenge, így a piaci versenynek ez is gátat szab. Ugyanakkor a jelentős hálózati veszteség (10%) komoly veszteséget jelent nemzetgazdasági szinten is.

14. A DSM hiánya

A kormányzati szemlélet elavultságának tulajdonítjuk, hogy a mind fogyasztóvédelmi, mind környezetvédelmi szempontból káros folyamatok – fogyasztásösztonzés – következmény nélkül maradnak a szolgáltatók körében, míg a hatékonyság ösztönzése meg sem jelenik. Az igénybefolyásolás (DSM), tehát a pl. hatékonyság növelése vagy a csúcsidei fogyasztáscsökkentés nem áll érdekében a szolgáltatóknak, hiszen a szabályozás és a tarifák nem kedveznek az ilyen szolgáltatáscentrikus hozzáállásnak.

15. Hosszú távú szerződések

A villamosenergia-piacot 2010–20 időszakáig kalodában tartják a privatizációs szerződések megkötésekor aláírt hosszú távú áramvásárlási megállapodások. Ebből a megcsontosodott rendszerből nem látszik kiút az eddigi próbálkozások és az EU fenyegetései ellenére sem.

Lehetőségek

A lehetőségek körébe azok a tények, trendek, tendenciák, nemzetközileg érvényesülő folyamatok kerültek be, amelyeket a magyar döntéshozók nem vagy csak meglehetősen kicsiny mértékben befolyásolhatnak. Ezek Magyarország szempontjából teljességgel külső, de az általunk felrajzolt fenntartható jövőkép szempontjából pozitív tényezőknek tekinthetők.

1. Eu-s nyomás

Az EU létező energiapolitikája és a tagországokkal szembeni kritériumok egyértelműen a hatékonyságnövelésre, illetve a megújulóenergia-források részarányának növelésére irányulnak. A megújuló források arányának növelésére minden tagországnak célt kellett megfogalmaznia 2010-re, és ma már a 2020-as vállalásokról lehet hallani. Az energiahatékonyság területén újabb direktívák születnek, szintén számszerű indikátorokkal az évenként elérendő hatékonyságnövekedésre. Hangsúlyosan szerepel az állami intézmények hatékonysági potenciáljának kiaknázása és a példamutatás fontossága a kormányzat oldaláról. A hazai piacnyitással kapcsolatos brüsszeli aggodalmak szintén nyomásként nehezednek a hazai kormányra, ami jó esetben a kialakult és rugalmatlan struktúrák lazítását, megtörését eredményezheti.

2. Az energiapiac liberalizációja

Az energiapiac liberalizációja immáron egy évtizede elkezdett folyamat, és pár éven belül a gáz- és a villamosenergia-piac teljesen felszabadul. Ezzel párhuzamosan kell a tagállamoknak lebontaniuk a szennyező iparágaknak (bányászat, szenes erőművek stb.) nyújtott, valamint a piactorzító támogatási rendszereket, s ezekre minden érintett tagállamnak menetrendet kellett kidolgoznia. Itt fontos megemlíteni, hogy a megújulóenergia-források gyorsabb térhódítása érdekében adott kormányzati engedmények, támogatások mostani formájukban (fix betáplálási ár, zöldbizonyítvány-rendszer, beruházási támogatás) az Európai Bíróság döntése értelmében nem számítanak piactorzító intézkedéseknek. Társadalmi és környezeti előnyeik túlmutatnak az esetlegesen jelentkező problémákon.

3. ECCP (Európai Éghajlat-változási Program)

E program leírása a 2. fejezetben található részletesen. Az ECCP talán legismertebb eszköze a már Magyarországon is bevezetésre került EU-ETS. A programhoz egyébként uniós csatlakozásunkkal automatikusan társultunk mi is. E tanulmány szempontjából azért tartottuk fontosnak külön is kiemelni ezt az intézkedéscsomagot, mert a 3 kategóriába sorolt 42-féle intézkedés számos ponton kapcsolja össze a más programok alatt futó egyéb, de a

klímavédelmet direkt, indirekt segítő folyamatokat, intézkedéseket, amelyek példaértékűek lehetnek hazánk számára is a klímastratégia kialakításakor.

4. A megújuló és hatékonysági technológiák dinamikus fejlődése

Önmagában a megújuló technológiák fejlődése drasztikus változásokat idézett elő az európai energiapiacra: pár év alatt több 10 ezer MW-os beépített kapacitás épült meg (szél, biomassza). Ugyancsak komoly fejlődés tapasztalható az építőiparban a hatékonyabb épületek területén (aktív, passzív rendszerek), valamint a termikus megújuló technológiák vonatkozásában (hőszivattyú, napkollektorok stb.). Megtérülési idejük szempontjából ez is jelentős pozitívumokkal jár, amit tovább erősít, hogy a fosszilisenergia-árak folyamatosan emelkednek. Így komparatív előnyük folyamatosan javul, és hosszú távú összehasonlításban egyre jobb paramétereket mutat.

5. Kevés fosszilisforrás

A világon tapasztalható szűkösség árfelhajtó hatásán túl a magyar energiapolitika szempontjából az is adottság, hogy hazánk meglehetősen szegény hagyományos energiaforrások tekintetében. Ezen változtatni nem lehet, tehát egyértelmű, hogy hosszabb távon ezen erőforrásokra alapozni nem célszerű, így a hatékonyságban rejlő lehetőségeknek és a megújuló technológiáknak kell olyan gazdasági és szabályozási környezetet biztosítani, az ehhez kapcsolódó intézményrendszert kiépíteni, amely az ellátásbiztonság és versenyképességünk szempontjából kedvező feltételeket jelent a jövő Magyarországa számára.

6. Sok RES, EE

Ezzel szemben Magyarország relatíve nagy hatékonysági potenciállal és sok megújuló energiaforrással rendelkezik. A becslések szerint a hatékonyságban rejlő potenciál a 30%-os mértéket is eléri, de ez döntően a lakossági, valamint az önkormányzati (kommunális) szektorban található. A megújulók tekintetében négy alapvető forrással lehet számolni: biomassza, szél, nap, geotermia. A potenciálbecslések szerint a mostani összenergia-felhasználás fizikailag előállítható lenne ezeken a forrásokon alapulva. A hatékonysági potenciállal is számolva a helyzet tovább javul.

7. A RES és EE által generált foglalkoztatottság

Ugyancsak a fenti erőforrások (hatékonyság, megújulók) malmára hajtja a vizet, hogy az európai szinten komoly gondot jelentő foglalkoztatottsági problémák szempontjából kedvező mutatókkal rendelkeznek ezek a technológiák. Nemzetközi tanulmányok rámutatnak, hogy ezen technológiák munkaintenzívebbek és hosszabb távon jelentenek foglalkoztatást, mint a hagyományos energiaipar.

8. Elavult erőműpark

A múlt században kiépült hazai, szennyező erőműpark erősen elöregedett. Ha nem is abban az ütemben, ahogy azt a kormányzati anyagok tartalmazzák, de a következő évtizedekben ezek az erőművek kiesnek a magyar villamosenergia-rendszerből. Helyükre várhatóan – ismerve a beruházási hajlandóságot – karakterében más, egyre kisebb, hatékonyabb blokkok lépnek. A piaci körülmények és a kockázatok miatt a nagyobb erőművek finanszírozása a befektetők és a bankok számára nem elfogadható. A szigorodó környezeti szabályozás pedig tovább drágítja az így termelt energiát, ami hosszú távon rontja versenyképességét.

9. Növekvő kőolajár

Ellentétben a pár éve még hangoztatott szólamokkal, a kőolaj ára már egyértelműen emelkedik, és a piaci elemzők sem számítanak arra, hogy ez a folyamat megfordulna. Becsléseink szerint 2020-ra 400 dollár fölé emelkedhet a nyersolaj hordónkénti ára, ami magával húzza a többi helyettesítő erőforrás – elsősorban a földgáz – árát is. Ez erősíti a fenntartható energiaforrások, technológiák (hatékonyság, megújulók) versenyképességét, a már fentebb leírt okok miatt.

10. Természeti katasztrófák, éghajlatváltozás

Az éghajlatváltozás mára konkrét és jól érzékelhető változásokat idéz elő akár hazánkban is. Úgy tűnik, hogy a klimatológusok által előre jelzett jelenségek valamivel hamarabb is bekövetkeztek, mint ahogy azt számították. Az áradások, hurrikánok, aszályok, hirtelen hőmérsékletváltozások komoly gazdasági károkként (épületállomány, mezőgazdaság, infrastruktúra) is jelentkeznek, számos egyéb, az emberek mindennapjait nehezítő problémákon túl. Ez mára politikai tényezővé vált. Gyors és hatékony intézkedéseket kíván a nemzetközi közösségtől és a nemzeti kormányoktól is. Látható, hogy az EU tagállamai igen drasztikus kibocsátáscsökkentési célokat tűztek ki.

11. Demográfia

Magyarország demográfiai jellemzői az elmúlt évtizedben romlottak az aktív népesség tekintetében. A népességszám stagnál, és a hosszabb távú előrejelzések szerint a következő évtizedekben inkább konstans csökkenéssel lehet számolni. Habár a népmozgalmi folyamatokat a kormányzat kismértékben tudja befolyásolni, ez egyrészt nem az energiapolitika hatásköre, ugyanakkor a legtöbb elemzés szerint a GDP növekedésével és a modernebb, fogyasztói társadalmakban a gyermekvállalási hajlandóság csökken. Így nagy biztonsággal becsülhető, hogy 2050 tájára az országhatárokon belül 8,7 millió lélekszám várható. Ez az energiafelhasználás további csökkenését erősítheti, még ha más szempontból nem is ítéltető kedvező folyamatnak.

Veszélyek

A veszélyek címszó alatt összegyűjtött tényezőkként azokat vettük számba, amelyek gyengítik a fenntarthatóság irányában tett lépéseket, de a magyar kormányzat számára adottságként értelmezhetők, befolyásolásukra kevés esélye van a döntéshozóknak.

1. Gyenge EE/RES-lobby

2. Erős fosszilis-, atomenergia-lobby

A mai helyzetben a hagyományos energiaforrásokra épülő iparágak sokkal erősebb érdekérvényesítő erővel bírnak mind a kormányzati politikák alakításában (szabályozás, kedvezmények), mind a gazdasági erőfölény tekintetében. A zömében kis- és közepes vállalkozásokból álló EE- és RES-iparág szétforgácsolt és jó ideig eltart, amíg érdekeiket felismerve (játékelmélet) egyesítik erőiket. Habár szövetségeseik már jelenleg is képviselnek némi súlyt a magyar energiapolitikai döntéshozatalban, de összehasonlítva a pár jól szervezett óriáscéggel szemben (multinacionális olaj- és infrastruktúra-vállalatok, bányavállalatok, állami tulajdonú holdingszervezetek) rövid távon esélytelennek tűnnek.

3. Oligopolisztikus piac

Európában ma az elemzők szerint 6 nagy cég tartja kezében az energetikai piac döntő hányadát, és a folyamat további piaci koncentrációt hoz magával. Így várhatóan egy évtized múlva 3-4 óriáscég lesz egyeduralkodó nemcsak az energia, de a közszolgáltatások (energia- és vízszolgáltatás, valamint hulladékgyűjtés) piacán is. Habár ennek megtörésére vannak

próbálkozások, ezek meglehetősen erőtlenné tűnnek. Ez azt a veszélyt hordozza magában, hogy ezek a cégek az állam az államban gyakorlata szerint saját maguk döntenek el az európai energiapiac alakulásának irányait, amibe az államnak és az EU intézményeinek igen kevés beleszólást hagynak majd. Ennek jele a magyar energetikában is mutatkozik, hiszen a 3 legnagyobb és legmeghatározóbb szereplő (E.ON, EdF, RWE) komoly politikai nyomást is kifejt a nagyobb horderejű döntések megszületésében. Ugyancsak itt említhető a Gazprom és az E.ON gázüzletággal kapcsolatos tapogatózása.

4. Az európai energiapolitika alakulása

Az olajárak drasztikus emelkedése, a januári gázkrízis Brüsszelben is kisebb pánikot váltott ki a 2006-os év első felében. Újabb energiapolitikai koncepciók láttak napvilágot, és agytröszt-szervezetek („think tank”), EU-intézmények kezdtek el dolgozni a válságkezelés esetleges alternatíváin, ahogy ez a többi világpolitikát meghatározó országaiban is történik manapság. Félő, hogy ez a folyamat az állami beavatkozást és a szennyező iparágak állami támogatását fogja előtérbe helyezni, és a gyors megoldások mellett elsikkadnak, forrás nélkül maradnak a hosszabb távú, biztonságosabb fejlesztési irányok. Itt említhetők az atomenergia újraélesztésére szövetkezett atomlobby és a mellettük álló kormányok.

5. Fogyasztói társadalom

A fogyasztói társadalom mint világjelenség szerepel ebben a felsorolásban. Két szempontból fontos itt megemlíteni. Egyrészt azért, mert a fokozott individualizálódás, az egyre kisebb családok, generációk szegregálódása, a különköltözések folyamatos egy főre jutó energiaigény-növekedést okoznak. Profán módon leírva minden lakásban külön fűtési rendszer, új hűtő, mosógép stb. kerül. Másrészt egyre több – elvileg! – komfortot növelő berendezést vásárolnak az emberek: elektromos kenyérszeletelő, mosogatógép, légkondicionáló stb.

6. Autópálya-program

Az autópálya-programnak a logikát követve nem ebben a tanulmányban kellene szerepelnie, de forráselvonó hatása, energiaintenzív mivolta és a kibocsátások további növekedése szempontjából nem tekinthetünk el ettől a problémától. Maga az útépités is jelentős energiaigénnyel rendelkezik, de számunkra leginkább a fenntartható energiastratégia fejlesztéséhez szükséges források elvonása miatt jelent igazi problémát.

7. Orosz mackó (GAZPROM)

Az orosz és a volt szovjet köztársaságok energiavagyonától való függésünk igen fenyegető. Mostanra már világossá vált, hogy az orosz energiaipari óriás cég, a Gazprom az eddigi áron és mennyiségben az adott körülmények között nem szállít földgázt. A médiából ismert tárgyalási folyamat alapján arra lehet következtetni, hogy ahogy Európában, úgy hazánkban is a cég a további szállítást stratégiai pozíciók megszerzéséhez, kizárólagos megállapodásokhoz köti. Ez a szorongató helyzet, a szerződések, valamint az esetleges fejlesztések olyan központi forrásokat igényelnek, és olyan mértékben betonozzák be a struktúrát, hogy meglehetősen kevés forrás és tér marad a progresszívebb fejlesztéseknek.

8. Az éghajlatváltozásra csak műszaki megoldások keresése

Az éghajlatváltozásra adott műszaki találmányok, mint a tiszta szén vagy a CO₂-elnyelés, -tárolás, meglehetősen költséges, bizonytalan (akár környezetileg is kockázatos) és energiaintenzív megoldások a mai ismeretek alapján. Olvasmányaink alapján a hatékonyság kiaknázása, valamint a fenntartható energiatermelésre való átállás sokkal hatékonyabb eszköze lehet a hosszú távú éghajlat-politikának. Az előbbi bizonytalan módszerek azonban

csak technokrata és tüneti kezelések lehetnek, amelyek tovább ösztönözhetik a fosszilis energiaforrások felélését, és forrásokat vonnak el a pozitív fejlesztésektől, elodázva és hirtelenné, drasztikussá, társadalmilag költségessé téve az elkerülhetetlen átállást.

5. Stratégiai fókuszok kijelölése

A fenntartható jövőkép megrajzolása és az ennek esélyét elemző SWOT után módunkban áll ütköztetni ezeket egymással. Ennek eredményeként határozzuk meg azokat a kitörési pontokat, stratégiai területeket, amelyekre fókuszálva elérhető a kívánt célállapot a meghatározott időre. A gyengeségeket az erősségek, a veszélyeket a lehetőségek ellenpontosítják a SWOT-ban. Ebben a fejezetben alapvetően a gyengeségekre és a veszélyekre koncentrálunk, és az ott foglaltakra próbálunk meg stratégiai válaszokat adni a mindenkori döntéshozók számára.

A 4. fejezet SWOT-analízisében található „gyengeségek” rész alatt igen sok, 15 pontban kerül felsorolásra a hazai energetikahelyzet fenntarthatóságát gyengítő problémahalmaz, amelyet ott részletesebben ki is fejtettünk. Ezeket csoportosítottuk, és 4 kategóriát állítottunk fel. Az egyes klaszterek a következők:

A probléma megoldása

- A) kiforrott stratégiát igényel;
- B) elemzést igényel;
- C) szemléletváltást igényel;
- D) intézkedést igényel.

Gyengeségek

1. A klímastratégia hiánya	A
2. Az energiapolitika hiánya, beágyazatlansága	A
3. Hiányoznak a potenciálfelmérések, adatok	B
4. Átláthatatlan döntéshozatal	C
5. Elavult döntéshozói szemlélet	C
6. Megcsontosodott oktatás	C
7. Ad-hoc kormányreakciók a nemzetközi folyamatokra: pl. gáztározós beruházások	A
8. SZET, Bős-NM, Toronyi lignitbánya, +2 atomreaktor	C
9. Energiamix	D
10. Az energiafogyasztás megoszlása	B
11. Magas energaintenzitás	D
12. Az Érinthetetlen Paksi Atomerőmű	C
13. Villamoshálózati adottságok	B
14. A DSM hiánya	C
15. Hosszú távú szerződések	D

A fenti táblázatból jól látható, hogy a problémák túlnyomó többsége (6 db) a „C” kategóriába esik, ezek a döntéshozói szemléletváltást igénylő problémák az átláthatatlan döntéshozataltól az oktatási problémákon keresztül a nagy állami beruházások erőltetésén át egészen a DSM hiányáig. Ez már keményebb dió! A szemléletváltás jelen esetben a centralizált kontra decentralizált rendszerek között húzódó mély szakadék áthidalását jelentené. A kérdés valahogy így tehető fel: Elhiszi-e a mai döntéshozó, hogy 2040-ben vagy 2050-ben kevés 200 MW fölötti erőműi blokk fog működni, egyszerűen azért, mert a nagy energiasűrűségű erőforrások olyan drágák lesznek, hogy nem éri meg? Tehát hajlandó-e olyan irányba forgatni

a kormánykerekét, hogy ez a folyamat a társadalomnak, a gazdaságnak és magának az energiaszektorban kevésbé legyen fájdalommentes? A mai rendszer továbbélése az előző fejezetekben kifejtettek miatt nemcsak környezetileg, hanem gazdaságilag is fenntarthatatlan, és ennek jelei egyre gyakrabban megmutatkoznak. Évtizedek alatt beivódott szemléletet, hozzáállást azonban tanulmányokkal nem lehet megváltoztatni. Pedig a régimódi szemlélet a kormányzati területen a legkártékonyabb. Ehhez talán generációváltásra van szükség, vagy egy hirtelen felismerésre, paradigmaváltásra a döntéshozói fejekben, amely az egekbe szökő olajártól, az Európát sújtó árvizektől vagy a megújuló megtérülési mutatóinak drasztikus javulásától várható csak. Az utóbbi felsorolásban foglaltak azonban igen valószínűleg.

Az összes többi kategóriában 3 probléma szerepel. A kisebb problémát jelentő csoport az elemzést igénylő problémák halmaza, hiszen kellő szakértelemmel és komolyabb források bevonása nélkül megoldható. Tanulmányok, elemzések, döntést segítő anyagok megszületése a cél a teljesebb informáltság és a körültekintő döntéshozatal érdekében. Az „A”-val jelölt, tehát a stratégiát igénylő problémákra, amelyekből elemzésünk szerint szintén 3 található, a fentebb szereplő elemzések és tanulmányok („B”) alapján adható megoldás. Ahhoz azonban, hogy fenntarthatóságot elősegítő stratégia szülessen, a döntéshozói szemléletváltás elengedhetetlen. A „D” kategóriás problémák intézkedést igényelnek, amelyek leginkább egy kiforrott energiapolitikai stratégiából vezethetők le. A 6. fejezetben azokat a rövid távon is alkalmazható és 2-3 éven belül megtehető intézkedéseket soroljuk fel, amelyek egy ilyen stratégiához szervesen illeszkednek, és amelyek a SWOT-ból levezethetők.

Veszélyek

1. Gyenge EE/RES-lobby	C
2. Erős fosszilis-, atomenergia-lobby	C
3. Oligopolisztikus piac	A
4. Az európai energiapolitika alakulása	A
5. Fogyasztói társadalom	C
6. Autópálya-program	C
7. Orosz mackó (GAZPROM)	B
8. Az éghajlatváltozásra csak műszaki megoldások keresése	B

A fenti kategorizálást megtehetjük a veszélyekre is, habár, mint a SWOT-fejezetben ezt kifejtettük erre a magyar kormányzatnak vajmi kevés befolyása van. Úgy tűnik azonban, hogy a „lehetőségek”² oldaláról sokkal több segítséget kap a fenntartható stratégia, mint a mai helyzetet inkább tükröző „erősségek”³ oldaláról. Ez kiolthatja a „veszélyek” és akár a „gyengeségek” egy jelentős részét is. Fentebb már utaltunk néhány olyan, a lehetőségek között felsorolt tényezőre, amik kijózanítóan hathatnak a döntéshozói körökre.

Összességében a magyar fenntartható energiastratégia megszületésének érdekében a legfontosabb fókuszterületek a következőképpen írhatók le. Első helyen említhető a **szemléletváltás** fontossága. A társadalom vagy a gazdasági szereplők szemléletváltozása és energiatudatosodása nagymértékben függ a döntéshozók következetességétől és a

² *Lehetőségek:* Eu-s nyomás; Energiapiac liberalizációja; ECCP (Európai Éghajlat-változási Program); Megújuló és hatékonysági technológiák dinamikus fejlődése; Kevés fosszilisforrás; Sok RES, EE; RES és EE által generált foglalkoztatottság; Elavult erőműpark; Növekvő köölajár; Természeti katasztrófák, éghajlatváltozás; Demográfia (4. fejezet)

³ *Erősségek:* VET kötelező átvételi ár; Igény és érdeklődés a környezettudatosságra; EU-tól érkező források; Ébredő önkormányzati testületek, régiók; Erősödő civil szféra; Az egy főre jutó energiafelhasználás relatíve alacsony (4. fejezet)

kormányzati programok minőségétől, hatékonyságától. Ahhoz, hogy a közpénzek hatékonyságát ezen a téren is javítsuk, és a programok a várt eredményeket hozzák, komoly, széles látókörű és szakszerű **elemzésekre** van szükség. Ezek alapján indulhat meg egy olyan **stratégia** kialakítása, amelyhez társadalmi támogatást is szerezhetsz a kormányzat. A stratégiát tehát széles társadalmi párbeszédnek és szakmai műhelymunkának kell megelőznie. A hosszú távú célok szem előtt tartása mellett kiemelt helyen kell szerepelnie ebben a rövid távú intézkedéscsomagban a földgázfüggőség enyhítésének, az atomerőmű mielőbbi kiiktatásának, valamint a hosszú távú szerződések által okozott villamosenergia-piaci problémák kezelésének.

6. Program-, terv- és intézkedésjavaslatok

Egy stratégiának soha nem lehet az a célja, hogy a konkrét intézkedések szintjéig megfogalmazza a tennivalókat. Következik mindez abból, hogy egy ilyen dokumentum hosszú távot ölel át, folyamatokban gondolkodik, azok komplex modelljét vázolja fel és az elemzés nyomán, a trendek figyelembe vételével, távlati célokat, prioritásokat, optimális jövőképet határoz meg. Így először ezekben kell társadalmi konszenzusra jutni, és csak a stratégia elfogása után kerülhet sor az egyes területek tennivalóinak pontosabb kidolgozására. Az alább megfogalmazottak tehát nem konkrét cselekvési terveket és részletesen megfogalmazott programokat, tartalmaznak, hanem azokat az államilag lehetséges tevékenységi területeket, szabályozási elveket próbálják meg táblázatos formában összefoglalni, amelyek az általunk kívánatosnak tartott célokat szolgálják.

Az 5. fejezetben vázolt 4 fókuszterület – szemléletváltás, elemzések, stratégiai dokumentumok, intézkedések kidolgozása – közül az utóbbi három tartalmára tennénk javaslatot azzal a kitételrel természetesen, hogy 2050-ig nem adhatunk pontos intézkedési tervet. Az alábbiakat azonban nagy biztonsággal le merjük írni mint a fenntartható energiastratégia kezdeti lépéseit.

Újból hangsúlyozzuk, hogy egy adott ország fenntartható energiapolitikájának megteremtése érdekében két oldalról kell megközelíteni a problémát. Egyrészt az energiahatékonyság növelését, a környezetbarát energiaellátási módokat, vagyis a megújuló energiaforrások minél szélesebb körű alkalmazását kell elérni. A másik oldalról a fenntarthatóság kritériumainak nem megfelelő erőforrásokat kell kiiktatni, így a fosszilis- és nukleárisenergia-termelést fokozatosan vissza kell szorítani, minimalizálni.

Mi az alábbi alapelveket tartjuk fontosnak felsorolni a fenntartható energiapolitika megteremtésében:

- (a) Egy sikeres politika megvalósításához társadalmi **összefogásra**, a kormányzaton belül pedig a tárca közötti széleskörű együttműködésre van szükség.
- (b) Az energiahatékonyság és megújuló energiák szerepének, fontosságának **tudatosítása** az ország közvéleményében, az energiahatékonyság érdekében történő munkálkodás és áldozatvállalás (adópenz-ráfordítás) szükségességének elismertetése.
- (c) Az **energia- és környezetpolitikának**, ezen belül a klímapolitikának az eddigieknél szorosabb összehangolása.
- (d) Az energiahatékonyság és a megújuló energia szektorokon átívelő jellegének elfogadtatása, a kormányzaton belül az **összes érintett tárca** együttműködése a cél érdekében.
- (e) Az energiahatékonyság és a megújuló energiák állami **intézményrendszerének** továbbfejlesztése, az állami intézmények hatáskörének bővítése, működési hatékonyságának javítása.
- (f) Az energiahatékonyság és a megújuló energia gazdaságpolitikai szerepének eddigieknél fokozottabb mértékű **elismerése**, különös tekintettel az importterhek mérséklésére és a munkahelyteremtő hatásokra. A magyar **tudomány és ipar lehetőségeinek kiaknázása** az energiahatékonysági és megújuló világpiacon.
- (g) Az energetikailag hatékony technológiák és viselkedésmódok fokozottabb elterjesztése, **szemléletformálás** és információtovábbítás minden területen.

- (h) Az energiahatékonyságra és a megújuló energiák alkalmazására **ösztönző jogi háttér** kialakítása.

Az alábbiakban egy táblázatos formában foglaljuk össze azokat az energiapolitikai eszközöket, amelyek a kormányzat számára lehetőséget biztosítanak az energetika alakítására. A tanulmány terjedelmi korlátai miatt ennek részletesebb kifejtésére nincs módunk, de a szakterületet ismerő olvasó számára egyértelmű, hogy az egyes pontok alatt mit értünk és szükség esetén ez természetesen tovább bontható, kifejthető részletesebben. Fontos megjegyezni, hogy a táblázat számozása során az egyes pontokat nem rangsor szerint írtuk le, a számozás a könnyebb hivatkozás és érthetőség kedvéért pusztán felsorolásként értendő.

A fenntartható energiapolitika eszközei

A fenntartható energiapolitika eszközei		Szükséges intézkedés	
		Jogszabály	Finan- szírozás
Politikai, intézményi eszközök			
1	Energiahatékonysági és megújuló energiákat szabályozó törvények megalkotása	§	
2	A szakági energiahatékonysági és megújuló energia stratégiák kidolgozása	§	
3	Az energia- és kapcsolódó szakpolitikák (pl: környezetpolitika) fokozottabb összehangolása	§	
4	Évenkénti bontású energiahatékonysági és megújuló energia programok elkészítése	§	€
5	Hatékony és ütőképes nemzeti és helyi energiaügynökség létrehozása, fenntartása	§	€
6	Korszerű és naprakész statisztikai rendszer kialakítása	§	
Energiagazdálkodási eszközök			
7	Szakképzett energetikus alkalmazása az önkormányzatoknál, kistérségeknél, vállalatoknál	§	€
8	Energetikai veszteségfeltáró auditok, energiahatékonysági potenciált meghatározó vizsgálatok elkészítése	§	€
Közgazdasági eszközök			
9	Környezetileg és közgazdaságilag helyes energiaárak kialakítása	§	
10	Differenciált átvételi tarifák az alternatív villamosenergia-termelésre	§	
11	Az energiahatékonysági és megújulós beruházások támogatása (VNT támogatás, kedvezményes hitel, preferenciális adópolitika)		€
Kötelező szabványok			
12	Energiahatékonysági előírások épületekre, épületek energiatanúsítványának elkészítése	§	
13	Energiahatékonysági előírások háztartási készülékekre	§	
14	Energiahatékonysági előírások egyéb energetikai berendezésekre	§	
Tudatosságfejlesztés			
15	Energiahatékonysági tudatosságfejlesztő kampányok a lakosság részére		€
16	A megújulós technológiák és az energiahatékonyság szerepének növelése az oktatásban (jövőorientált szakképzés)		€
17	Civil és szakmai szervezetek tudásának és adottságainak fokozottabb igénybevétele		€
Piacfejlesztés			
18	Az energiahatékonysági és megújulós K+F támogatása		€
19	Az energiahatékonysági vállalkozások (ESCO-k) működési feltételeinek javítása	§	
20	Energiahatékonysági és megújulós KKV-k fejlesztése		€

(Jelmagyarázat: § – jogszabályi támogatást, jogszabály-módosítást igényel az eszköz hazai alkalmazása; € – állami szerepvállalással létrehozott finanszírozási forrás biztosítását igényli az eszköz hazai alkalmazása)

Szükségesnek tartjuk felsorolni még a teljesség igénye és sorrendiség nélkül azokat az elemzéseket, tanulmányokat, amelyek nélkül a fenti intézkedések, eszközök megalapozatlanok maradnának. Így kiemelt fontosságú lenne egy-egy **potenciálemzés a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság területén**, mert az általunk ismert anyagokban a megújuló energiaforrásokra igen nagy szórással, az energiahatékonyságra pedig csak becslésként jelennek meg adatok. Ugyancsak érdemes lenne a megújuló területén a **differentiált átvételi árak** lehetséges bevezetésének vizsgálata, ami a KÁP teljes költségének csökkentését is lehetővé tenné esetleg. Ezzel kapcsolatban a kötelező átvételhez rendelhető (környezeti, energetikai) kritériumokat, minimumokat is meg kellene állapítani. Fontos lenne a **szektoronkénti felhasználást** jobban és megbízhatóbban mérni, különösen a lakossági felhasználás tekintetében megbízhatatlanok az információk. Az egyes **energiahordozók helyettesíthetőségét** is fel kellene mérni a lehetséges intézkedések alkalmazhatóságának, bevezethetőségének mérlegeléséhez. Továbbá meg kellene vizsgálni a hazai **hálózatok lehetséges fejlesztési irányait**, a veszteségcsökkentés lehetőségeit. Nem utolsósorban a **hosszú távú szerződések problémájára** adható válaszokat mielőbb fel kellene térképezni.

Felhasznált irodalom:

- Bulla Miklós–Tóth Péter: Újabb áttekintés az alternatív energiaforrásokról. Széchenyi István Egyetem Környezetmérnöki Tanszék. Győr, 2005.
- Commission of the European Communities, 2005. Communication from the Commission - Biomass Action Plan, Brussels COM (2005) 628 final
- EREC, 2004. Renewable Energy in Europe
- EurObserv'ER, 2006. Photovoltaic Energy Barometer, http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro172.pdf
- European Commission, Directorate – General for Energy, 1999. Energy in Europe – European Union Energy Outlook to 2020
- European Commission, Directorate – General for Energy, 1996. Photovoltaics in 2010, Brussels, Luxembourg
- European Commission, 1997. Energy for the future: renewable sources of energy - White Paper for a Community Strategy and Action Plan COM(97)599 final (26/11/1997)
- EWEA, 2006. News Release, http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/press_releases/2006/060201_Statistics_2005.pdf
- Herzog V. A., Lipman E. T., Kammen M. D., Renewable Energy Sources, <http://rael.berkeley.edu/eolss.pdf>
- IEA. 2002. Beyond Kyoto. Energy dynamics and climate stabilization. Paris: OECD/IEA
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 1995. Climate Change 1995, 2nd Assessment Report
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. Climate Change Synthesis Report 3rd Assessment Report
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2005. Carbon Capture and Storage, Special Report
- Kohlheb Norbert: Energiaültetvények termesztésének gazdasági jellemzői. In: Új utak a mezőgazdaságban. Energia Klub. Budapest, 2005.
- KSH Évkönyv. Központi Statisztikai Hivatal. Budapest, 2000.
- KSH Évkönyv. Központi Statisztikai Hivatal. Budapest, 2004.
- Melthaus, M. 2005. On the risk of overshooting 2 °C. Scientific symposium „Avoiding dangerous Climate Change”, Exeter, MetOffice, UK, 2 February 2005.
- TNSHP, 2004. Small Hydropower Situation in The New EU Member States and The Candidate Countries, prepared by the marketing working group of the thematic network of small hydropower,
- Potecz Béla: 2003. Szivattyús energiatároló (SZET) létesítés helyzete és lehetőségei a magyar villamosenergia-rendszerben. A Magyar Villamos Művek Közleményei 2003/1

Energia Klub – Magyarországi fenntartható energiastratégia

Schneider, M. – Froggatt, A.: The World Nuclear Industry Status Report 2004; The Greens/European Free Alliance, Brussels, 2004

World Energy Investment Outlook; OECD/IEA, 2003

Felhasznált weboldalak:

<http://www.iaea.org/programmes/a2/> IAEA Power Reactor Information System

www.eia.doe.gov

www.iea.org

www.meh.hu

www.npp.hu

www.wupperinst.org/download/1085_overview.pdf

www.fiacc.net/

www.fiacc.net/pro/processlist.htm

library.iea.org/dbtw-wpd/textbase/pamsdb/search.aspx?mode=cc

KSH Népesedéstudományi Kutató Intézet: <http://w3.ksh.hu/>