

Műhelytanulmányok - No.8


Az energiapolitika és a klímavédelem stratégiai kérdései

Kaderják Péter, Kiss András, Szabó László, Mezősi András,
Kerekes Lajos, Andzsans-Balogh Kornél, Pató Zsuzsanna,
Ungvári Gábor, Kotek Péter

(Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont,
Budapesti Corvinus Egyetem)

Készült az Országgyűlés Hivatala megbízásából

Budapest, 2011. május



Tartalomjegyzék

Bevezetés	4
1 A Klímaváltozással kapcsolatos stratégiai kérdések	6
1.1 Bevezetés	6
1.2 Antropogén eredetű klímaváltozás?.....	6
1.3 A fenntartható fejlődés és a klímaváltozás kapcsolata	9
1.4 Adaptáció versus mitigáció.....	10
1.4.1 Adaptáció és mitigáció viszonya a Stern jelentésben	10
1.4.2 A Stern-jelentés kritikái	12
1.5 Adaptáció Magyarországon	13
1.5.1 A magyar válasz a klímaváltozásra – a VAHAVA projekt és utóélete.....	13
1.5.2 Vízgazdálkodási kérdések.....	15
1.6 Az európai ÜHG mitigációs elképzelések.....	16
1.6.1 ECF Útiterv - 2050	17
1.6.2 Az EU Bizottság 2050-es Útiterve	19
1.7 Egy szigorúbb uniós klímapolitika hatása Magyarországra.....	20
1.7.1 Potsdam Institute tanulmánya	21
1.7.2 Ecofys tanulmány	23
1.7.3 A REKK tanulmánya.....	24
1.8 A Magyarország számára követendő klímastratégia	25
2 Villamosenergia-szektor.....	27
2.1 A villamosenergia-szektor története, a liberalizáció.....	27
2.2 Erőműépítések a liberalizált villamosenergia-piacon	29
2.3 Alacsony működtetési költséggel bíró technológiák térnyerése	29
2.4 Megoldási lehetőségek	31
2.4.1 Dekarbonizációs folyamatok, forgatókönyvek.....	32
2.5 Nukleáris energia (nemzetközi trendek, régiós projektek, hazai tervek).....	33
2.6 Főbb kérdések a villamos energia kereslet oldali jövőképében	39
2.6.1 Okos mérés – okos hálózatok	40
3 Földgáz szektor	46
3.1 Földgáz készletek	48
3.2 Egyoldalú földgázfüggőség.....	54
3.3 A földgáz-árképzés jövője.....	61

3.4	<i>Hosszú távú szerződések</i>	67
4	A közlekedési szektor energiafelhasználásának és ÜHG kibocsátásának kérdései 2050-ig	71
4.1	<i>Keresleti oldalt meghatározó tényezők</i>	72
4.2	<i>Megoldási lehetőségek</i>	73
4.2.1	<i>Technológiai megoldások</i>	74
4.2.2	<i>Közlekedésszervezés</i>	75
4.2.3	<i>Közösségi közlekedés</i>	75
4.3	<i>Hosszú távú kihívások</i>	76
4.4	<i>Bioethanol gazdaság</i>	77
5	Energiahatékonyság	80
6	Összefoglaló	86
6.1	<i>Klímaváltozással kapcsolatos stratégiai kérdések</i>	86
6.1.1	<i>Adaptáció versus mitigáció</i>	86
6.2	<i>Villamos energia</i>	88
6.3	<i>Földgáz</i>	89
6.4	<i>Közlekedés, energiahatékonyság</i>	91
6.5	<i>Energiahatékonyság</i>	91
7	Irodalomjegyzék	92
7.1	<i>Klímaváltozással kapcsolatos stratégiai kérdések fejezethez</i>	92
7.2	<i>Villamos energia szektor fejezethez</i>	94
7.3	<i>A földgáz szektor fejezethez</i>	96
7.4	<i>A közlekedési energiafelhasználás fejezethez</i>	99
7.5	<i>Az energiahatékonyság fejezethez</i>	100

Bevezetés

Az energiastratégia és a fenntarthatóság kapcsolatának vizsgálatát ma egyértelműen a klímaváltozás és a fosszilis energiahordozók kitermelése és felhasználása során kibocsátott széndioxid és egyéb üvegház hatású gázok (ÜHG) közötti összefüggések elemzése határozza meg. A Római Jelentés idején a fő hangsúly még azon a kérdésen volt, mikor fogy ki az emberiség az elsődleges energiaforrásokból. A növekvő népesség és a töretlen világgazdasági fejlődés ellenére az erőforrások szűkösségének kérdése ma háttérbe szorult: a fogyasztás ütemével lépést tartani látszik a feltárás és kitermelés. Ma úgy tűnik, a légkör karbon befogadó képessége szűkösebb erőforrás, mint fosszilis energiahordozó készleteink. Ezért a kiemelt súlyú ÜHG kibocsátást produkáló energiaszektor működését, viselkedését, beruházási döntéseit ma meghatározó módon befolyásolják a klímaváltozásra adott gazdaságpolitikai és gazdaság szabályozási válaszok.

Az energiastratégiának ezért lényeges eleme, hogy hogyan értékeli a klímavédelem és az energetikai szektorok fejlődési lehetőségeinek kapcsolatát. Ez alapján kell eldöntenie, hogy milyen súlyt ad más energiastratégiai célok (ellátás biztonság, versenyképes áron elérhető energetikai szolgáltatások biztosítása, gazdasági növekedés élénkítése) mellett vagy azokkal összefüggésben a klímavédelem szempontjainak céljai kitűzésekor és az azok elérését szolgáló intézkedései megválasztásánál. Mivel az energetika rendkívül tőkeigényes szektor, e választások a nemzetgazdasági beruházások jelentős hányadára lesznek befolyással.

Jelen tanulmányban az energia szektort hosszútávon, jellemzően 2050-ig érintő legfontosabb kihívásokat tekintjük át. A dolgozatnak nem célja, hogy ezen kihívásokat mélyrehatóan, kvantitatív módszerekkel elemezze. Az alábbi területek főbb problémaköreinek feltérképezésére kerül sor:

- A klímaváltozással kapcsolatos stratégiai kérdések;
- A villamos energia szektort érintő kérdéskörök;
- A földgáz szektor hosszú távú kihívásai;
- A közlekedési szektor energetikai kérdései;
- Az energiahatékonyság kérdésköre.

A tanulmány szerkezete is ezt a struktúrát követi, melyben az első három fejezet mélyebb áttekintést nyújt, míg a közlekedés és energiahatékonyság fejezetek esetében a főbb tendenciák felvázolására vállalkoztunk.

1 A Klímaváltozással kapcsolatos stratégiai kérdések

1.1 Bevezetés

Ebben a fejezetben először arra keressük a választ, hogy van-e tudományos konszenzus a klímaváltozással kapcsolatban. Részletesen elemezzük a 2006-ban publikált *Stern jelentést* és bemutatjuk annak kritikáit is. A fejezet ezt követő részeiben vizsgáljuk az EU-nak és hazánknak a klímaváltozással kapcsolatban megfogalmazott alkalmazkodási jellegű (adaptációs) és elhárítási jellegű (mitigációs) válaszait. A hazai eredmények közül kiemeljük az ún. VAHAVA projekt legfontosabb eredményeit, illetve a klímaváltozás által érintett egyik legsérülékenyebb területtel, a vízgazdálkodással kapcsolatban felmerülő problémákat is felvillantjuk. Ezután a mitigációs politikával foglalkozó legfontosabb európai és hazai kutatási eredményeket foglaljuk össze. A fejezet végén pedig néhány, Magyarország számára lehetséges klímastratégiát vázolunk fel.

1.2 Antropogén eredetű klímaváltozás?

Joseph Fourier már 1827-ben rámutatott arra, hogy a Föld hasonlóan viselkedik, mint egy üvegház, azaz a Napból érkező sugárzás egy része elérve a földfelszínt és visszaverődve onnan ismét csak visszaverődhet a földfelszínre bizonyos gázoknak köszönhetően. Ennek összefüggését vizsgálta és publikálta 1896-ban Svante Arrhenius svéd kémikus, rámutatva arra, hogy a széndioxid-kibocsátás és a Föld átlaghőmérséklete között létezik bizonyos fajta összefüggés (Faragó 2007).

Ugyanakkor a szén-dioxidra csak az 1960-1970-es évektől kezdve tekintenek káros anyagnak. Az igazi áttörésre 1987-ig kellett várni, amikor a Gro Harkem Brundland által vezetett ENSZ bizottság elkészítette *Közös jövőnk* (ENSZ 1987) című dokumentumát, amely többek között hangsúlyozta, hogy a széndioxid-kibocsátás jelentős hatással bír a klímaváltozásra, amely ellen egyetlen ország sem tud önállóan fellépni, ezért globális összefogásra van szükség. Részben ezen jelentés hatására 1988-ban az ENSZ égisze alatt megalakult a Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC). Az IPCC saját kutatást nem végez, hanem a már meglévő, publikált

eredményeket dolgozza fel és adja közre jelentéseiben. Az IPCC eddig összesen négy átfogó jelentést készített el (1990, 1995, 2001 és 2007). A legfrissebb jelentése a következő főbb megállapításokat tette (IPCC 2007):

- Nagyon magas valószínűséggel ($0,99 > p > 0,9$)
 - A globális átlaghőmérséklet $+ (1,8 - 4,0) \frac{^{\circ}\text{C}}{100 \text{ év}}$ vel nő
 - Minden szárazföldi területen a globális átlagot meghaladóan nő az átlaghőmérséklet, a hőmérsékleti maximum és forró napok száma
- Nagy valószínűséggel ($0,9 > p > 0,66$)
 - Minden közepes szélességen nő a száraz időszakok hossza, az aszályok előfordulása
 - Közepes északi szélességen nő a téli csapadék, minden magas északi szélességen pedig a nyári csapadék is nő.

Ugyanakkor az IPCC jelentéseit sokan, sok ok miatt támadják, és nem tartják elfogadhatónak. A következőkben bemutatjuk, hogy milyen álláspontok léteznek a klímaváltozással kapcsolatban. Fontos kiemelni, hogy jelen anyagnak természetesen nem célja, hogy eldöntse, melyik álláspont igaz. Egyedüli célja, hogy rávilágítson arra, hogy a klímaváltozással kapcsolatban nem egységes a tudós társadalom álláspontja.

A globális klímaváltozással kapcsolatos hozzáállásokat a következő kijelentések mentén lehet csoportosítani:

1. Egyáltalán nem beszélhetünk klímaváltozásról.
2. Van klímaváltozás, de az nem antropogén eredetű, hanem a Föld természetes állapotváltozásából ered.
3. Az ÜHG kibocsátás és a felszíni hőmérséklet között nem egyértelmű a kapcsolat.
4. Van klímaváltozás, amely antropogén eredetű, de mértéke nehezen becsülhető, mert a földi klímát a jelenlegi modellekkel nem lehet jól leképezni.

5. Van klímaváltozás, de nem ez a legfontosabb megoldandó probléma.
6. A klímaváltozás antropogén eredetű, ami az emberiség egyik legnagyobb kihívása.

A fenti felsorolásból az első csoport a legkisebb „számosságú”, azaz kevés az olyan tudományos kutató, aki szerint egyáltalán nincs klímaváltozás.

Sok klímatudós szerint a klímaváltozás jelensége a Föld természetes állapotából következik. Korábban voltak kis jégkorszakok (pl. az 1500-as években), amelyhez képest ténylegesen magasabb az átlaghőmérséklet. Miskolczi Ferenc magyar klímatudós véleménye szerint a vízgőz, amely a legjelentősebb üvegházhatású gáz, a rendszer optimális hűtését állítja be, így az egyéb ÜHG kibocsátások mértéke irreleváns a globális felmelegedés szempontjából (Miskolczi 2010).

Korábban az egyik legnagyobb klímaszkeptikusnak tartott Bjorn Lomborg 2007-ben megjelent *Cool it!* című könyvében amellelt érvelt, hogy ha egyáltalán elfogadjuk a klímaváltozás antropogén eredetét, akkor sem ez a legnagyobb megoldandó probléma. Sokkal több haszna lenne, ha az AIDS vagy a malária ellen védekeznenk hatékonyabban, mivel az lényegesen több emberéletet veszélyeztet, mint a klímaváltozás (Lomborg 2007).

Az IPCC jelentésekhez sokan sokféleképpen viszonyulnak: egyesek szerint azok a tudományos konszenzust tükrözik, és a „leghitelesebb forrásnak tekinthetők” (Takács-Sánta, 2005). A testületet ráadásul Nobel díjjal is jutalmazták. Mások sokkal inkább politikai testületnek tekintik az IPCC-t, melynek jelentéseit nem jellemzi a „tudományos élet vitában formálódó konszenzusa” (Bartus 2009). Az IPCC jelentésekben ráadásul sok hibát fedezhetünk fel¹, amelyeket tovább erősít, hogy az IPCC jelentéseket író tudósok feltört levelezéseiből az derült ki, hogy meghamisították az adatokat (Guardian 2009). Ezzel szemben az IPCC vezetője elismerte, hogy vannak kisebb hibák a 2007-es jelentésben is, de ezek a fő eredményeket nem befolyásolják. Ezen az állásponton van Bartholy is (Bartholy 2010).

¹ Az egyik leghíresebb ilyen az ún. hokiütő-grafikon („hockey stick curve”) körül kialakult vita. Erről részletesen ld. McKittrick (2004). Szintén jelentős hiba, amelyet az IPCC is elismert, hogy Hollandia 55 %-a a tengerszint alatt fekszik, miközben a mélyföld aránya mindössze 26 %.

Látható tehát, hogy a tudományos álláspont a klímaváltozással kapcsolatban nem egységes, jelentős nyitott kérdések vannak még.

1.3 A fenntartható fejlődés és a klímaváltozás kapcsolata

A klímaváltozás kérdésével szorosan összefügg a fenntartható fejlődés koncepciója. A már idézett Brundland Bizottság *Közös Jövők* (ENSZ, 1987) című jelentésében a következőképpen fogalmazta meg a fenntartható fejlődést: „A fenntartható fejlődés a fejlődés olyan formája, mely a jelen igényeinek kielégítése mellett nem fosztja meg a jövő generációját saját szükségleteik kielégítésének lehetőségétől.” A tudományos akadémiák 2000-ben Tokióban megrendezett konferenciájának definíciója szerint „A fenntarthatóság magában foglalja a jelenlegi emberi szükségletek kielégítését, ugyanakkor megőrzi a környezetet és azokat a természeti erőforrásokat, melyekre a jövő generációknak szükségük lesz.” (Bozó 2010).

Ez utóbbi definíció alapján a fenntarthatóságnak az alábbi dimenziók mentén kell érvényesülnie:

- Gazdaság: emberi szükségletek kielégítése;
- Környezet: erőforrások megőrzése;
- Jövő generációk számára esélyegyenlőség fenntartása.

Ebből a szempontból a klímaváltozás az egyik legnagyobb kihívás, amely a jelen és jövő generációk előtt áll:

- Globális probléma, melyben minden szereplő érintett, függetlenül az ÜHG kibocsátási hozzájárulásától.
- Jelentős költséggel járnak mind a mitigációs, mind az adaptációs megoldások.
- Nagyon nagy kockázatokat hordoz magában. Az éghajlat megváltozásával visszafordíthatatlan természeti változások következhetnek be: fajok kipusztulása, mezőgazdasági termelési lehetőségek erőteljes megváltozása, amely veszélyeztetheti az élelmiszerellátást.

- A helyzetet rontja, hogy a probléma hosszú idő alatt alakul ki, halmozódik fel, s ez csökkenti a jelenlegi kibocsátók problémaérzékelését. Ez gyengíti a hasonló környezeti problémák megoldására irányuló hagyományos közgazdasági és társadalmi megoldások alkalmazásának sikerességét.

1.4 Adaptáció versus mitigáció

Amennyiben elfogadjuk, hogy létezik klímaváltozás és az antropogén eredetű, akkor két megfelelő stratégia létezik annak kezelésére: a klímaváltozáshoz vagy alkalmazkodni kell, vagy radikálisan csökkenteni kell a légköri ÜHG koncentrációt. Az előbbit nevezzük adaptációnak, míg az utóbbit mitigációnak. A következőkben a klímaváltozásra adható ezen két lehetséges választ vizsgáljuk meg alaposabban. Először bemutatjuk a Stern jelentést, amely vizsgálta, hogy az adaptációnak és a mitigációnak mekkora költségei vannak. Ezt követően Magyarországra vonatkozóan bemutatjuk az adaptáció legfontosabb lehetőségeit és jellemzőit. A fejezet végén az európai mitigációs lépéseket és terveket vesszük sorra.

1.4.1 Adaptáció és mitigáció viszonya a Stern jelentésben

A klímaváltozás leginkább meghatározó és megosztó dokumentuma a 2006-ban publikált Stern jelentés. A jelentést a brit kormány megrendelésére készítette a Nicholas Stern vezette kutatócsoport.

A Stern jelentés következtetései dióhéjban a következők: az üvegházhatású gázok kibocsátása évente 2 ppm² széndioxid-egyenértékessel növekszik. Ezt a növekedési ütemet fenntartva az ÜHG koncentráció emelkedése 5 °C növekedést okoz a globális átlaghőmérsékletben 2100-ra vonatkozóan. A klímaváltozás többek közt szélsőséges időjárást, a mezőgazdasági termelés csökkenését, a tengerszint emelkedését eredményezi, melynek hatására az emberiség egy főre jutó fogyasztása 5-20%-kal csökken. A jelentés két stratégiát vázol fel a globális katasztrófa kezelésére: a mitigációt, illetve az adaptációt. Mitigáció alatt a klímaváltozást kiváltó kibocsátások csökkentését, illetve a Föld üvegházgáz-elnyelő képességének növelését értjük, míg az adaptáció a klímaváltozás társadalomra mért hatásainak mérséklését jelenti.

² parts per million

A klímaváltozás problémájának kezeléséhez feltehetően mindkét stratégiára szükség van, ugyanakkor a Stern-jelentés elsősorban a mitigációra helyezi a hangsúlyt. A globális GDP évi 1%-os befektetésével az ÜHG kibocsátás a következő 30-40 évben a 450-550 ppm sávban tartható, ami 2 °C alatti felmelegedést von maga után. Ezen a szinten a klímaváltozás hatásaihoz globális szinten még alkalmazkodni tud az emberiség, a felmelegedés egyes területeken pedig kis mértékben pozitív hatással bír a GDP-re. Stern szerint a mitigáció még a legalacsonyabb becült GDP csökkenés mellett is kifizetődőnek bizonyul. Az adaptáció mégis elengedhetetlen a lokális hatások mérséklésére és a fejlődő országok alkalmazkodásához, azonban csak eseti kezelést nyújt, hatására a felmelegedés ténye nem változik.

A két stratégia összehasonlítására a Stern-jelentés jólétkoncepcióját hívjuk segítségül. A jelentés az egyén jólétét fogyasztásában határozza meg, melynek indikátora az egy főre jutó GDP. A társadalmi jólétfüggvényt pedig az egyéni jólét aggregáltjaként számítja, az aggregálást mind globálisan, mind generációk közt értve. A generációk közti aggregáláshoz a Stern-jelentés alacsony, 0,1%-os diszkontrátát alkalmaz, tehát a jövő generációk fogyasztását lényegében ugyanakkora súllyal veszi figyelembe, mint a jelen generációkét. A mitigációs és az adaptációs stratégia értékeléséhez azt kellene összehasonlítanunk, hogy mekkora jólétnövekedést tudnak biztosítani az egyes stratégiák adott költségszinten. A Stern-jelentés nem számszerűsíti sem az adaptáció költségeit, sem a lehetséges hasznait. Ez abból fakad, hogy a jelentés alapvetően szükséges, de nem elégséges stratégiának tekinti az adaptációt, nem tekinti a mitigáció alternatívájának. A mitigációba fektetett források csak hosszú távon fejtik ki hatásukat, de a klímaváltozás hatásaira ebben az időszakban is reagálni kell; az adaptáció ezt a szerepet hivatott betölteni. Emellett a klímaváltozás globális hatásai egyenlőtlenül jelentkeznek, legerősebben a fejlődő országokban, itt kiemelt szerepe van az alkalmazkodásnak. Az adaptáció határfoka a klímaváltozás súlyosbodásával fordítottan arányosan csökken, költségei egyenesen arányosan növekednek. Bizonyos szint felett ezért az adaptáció nem tudja semlegesíteni a klímaváltozás hatásait. A jelentés szerint pusztán az adaptáció ezért nem lehet a klímaváltozás megoldása, mitigáció híján hosszú távon nem fenntartható stratégia.

1.4.2 A Stern-jelentés kritikái

A Stern-jelentés erős kritikai reakciót váltott ki nem csak a klímaszkeptikusok körében, de a klímaváltozást komoly globális problémának értékelő közgazdászok között is. A jelentésre reflektáló tanulmányok, publicisztikák, előadások nagy száma miatt nem teszünk kísérletet az összes bemutatására, de igyekszünk bemutatni a legtöbbször megjelent érveket.

A kritikák legtöbbször a diszkontráta megállapításában látják a legnagyobb módszertani buktatót. Nordhaus szerint Stern gondolatmenetét követve egy 2200-tól kezdődő, évi 0,1%-os GDP csökkenést 2007-ben a GDP 56%-ának befektetésével háríthatnánk csak el. Továbbá ha azt feltételezzük, hogy az esemény bekövetkezési valószínűsége 10%, a modell alapján még mindig kifizetődőnek bizonyulna az éves GDP 8%-ának feláldozása a 2200 utáni hatások enyhítése érdekében. Ennek oka, hogy a nulla közeli diszkontráta miatt a távoli jövőben bekövetkező fogyasztások a jelenbeli fogyasztással azonos súllyal kerülnek beszámításra (Nordhaus, 2007A, 2007B). A diszkontráta problémáját még jobban alátámasztja, hogy a hatásokat számszerűsítő PAGE modell futtatásaiban a diszkontrátát minden egyéb tényező változatlansága mellett 0,1%-ról az általánosan elfogadott értékre módosítva a szakirodalom korábbi eredményeivel egybecsengő számokat kapunk (Hope, idézi Nordhaus, 2007A).

Weitzman (2007) szerint a jelentés becslései a klímaváltozás hatásaival kapcsolatban túlságosan pesszimisták, míg a mitigáció költségeit nagyvonalúan kezelik, innen a korábbi kutatásoktól gyökeresen eltérő eredmény. A diszkontráta értékelésekor azonos következtetésre jut Nordhaussal.

Tol és Yohe (2007) szerint a jelentés egy olyan irodalomösszefoglaló, ami szelektíven válogatta össze a pesszimistább becsléseket, így alapozva meg a mitigáció szükségességét.

Dasgupta szintén rámutat a modell diszkontrátában megjelenő érzékenységre, emellett rámutat a diszkontráta kiválasztásának visszas indoklására is. A jelentés indoklása szerint a generációk közti egyenlőtlenség kiküszöbölésére választottak alacsony diszkontrátát, ennek ellenére az adott generáción belül a GDP-n alapuló fogyasztás határozza meg a hasznosságot, melynek hatására a társadalmi jólétfüggvény érzéketlenebb lesz a fejlődő országok problémáira.

Több szerző kiemelte, hogy nem tekintik tudományos munkának a jelentést, sokkal inkább politikai nyilatkozatnak (Nordhaus, Weitzman, Mendelsohn). A kritikákban leggyakrabban az alacsony diszkontrátára vezetik vissza a kapott eredményeket.

1.5 Adaptáció Magyarországon

A következőkben bemutatjuk az ún. VAHAVA projektet, illetve a legfontosabb klímaváltozással összefüggő hazai dokumentumokat, és elemezzük, hogy a klímaváltozásnak legkitettebb szektorban, a vízgazdálkodásban milyen kihívások jelennek meg.

1.5.1 A magyar válasz a klímaváltozásra – a VAHAVA projekt és utóélete

2003 júniusában a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium a klímapolitika megalapozásához szükséges háttér tanulmányok elkészítése miatt hívta életre a VAHAVA projektet (Változás – Hatás – Válaszadás).

A projekt célja a klímaváltozás hatásaira való felkészülés, és a lehetséges károk megelőzése, mérséklése volt. A projekt interdiszciplináris szemléletben, elsősorban az adaptáció szempontjából közelítette meg a kérdést. A kutatások főként a mezőgazdaság, vízgazdálkodás és meteorológia témakörökben születtek, a 2003 és 2006 közt kiadott Agro-21 füzetekben, majd a projekt lezárulta után a Klíma-21 füzetekben kerültek publikálásra. A tanulmányok célja egyfelől klímaváltozási prognózis felállítása volt 2100-ig, másfelől adaptációs stratégiák és közpolitikák kidolgozása. A projekt 2006-ban kiadott zárójelentése összefoglalta a globális klímaváltozás magyar implikációit. Ezek szerint hazánkban az elmúlt száz évben az átlaghőmérséklet a globális hőmérséklet-emelkedésnél nagyobb ütemben növekedett, a nyári középhőmérséklet 1 °C-kal, a legerősebben az elmúlt 30 évben. Ezzel egy időben a csapadékmennyiség jelentősen csökkent: a 2006-ban mért csapadék a száz évvel ezelőttinek 75%-a.

A zárójelentés a jelenség azonosításán túl konkrét javaslatokat tett az adaptációra a társadalom (ismeretterjesztő programok, dokumentumfilmek, a közbeszéd tematizálása), az energetika (megújuló kapacitások növelése, a nyelők növelése erdősítéssel), az egészségügy (hőségriadók, egészségügyi infrastruktúra felkészítése a hóhullám okozta tünetek kezelésére), a vízgazdálkodás (árvízvédelem, vízkészletek

ésszerűbb felhasználása, belvizek kezelése), a mezőgazdaság (szárazságtűrő állat-, gabona- és gyümölcsfajták nemesítése), az erdőgazdálkodás (állomány megőrzése és újabb erdők telepítése) és a közlekedés (közutak és sínpályák felkészítése a szélsőséges időjárásra) terén.

A tanulmány a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia kidolgozását sürgette. Az ajánlások hatására létrejött a Nemzeti Katasztrófavédelmi Stratégia, mely a szélsőséges időjárás miatt felmerülő újabb veszélyforrásokat kezeli. A mezőgazdaságban a termelők támogatására pedig Nemzeti Agrárbiztosítási Alap létrehozását szorgalmazta. A VAHAVA projekt, habár tett ajánlásokat a mitigációra is, elsősorban a rövid és közép távú alkalmazkodás javítását tartotta a legfontosabbnak.

A VAHAVA projekt ajánlásai közül néhány már a következő években megvalósult. 2005-ben a Száz Lépés Program részeként megjelent a Nemzeti Agrárbiztosítási Alap. A Kiotói Egyezményt implementáló 2007. évi LX. törvény értelmében pedig a KvVM kidolgozta a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiát (NÉS). A stratégiát az Országgyűlés 29/2008 (III.20.) határozatával fogadta el.

A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2025. c. dokumentum meghaladja a VAHAVA kereteit és három prioritást különböztet meg. Ezek az üvegházgáz-kibocsátások csökkentése (mitigáció), az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás javítása (adaptáció), illetve a lakossági energia- és klímatudatosság növelése.

A mitigáció kulcsa az energiaszektorban a szénalapú energiatermelés csökkentése, és a megújuló energiaforrások részarányának növelése. Kitérés lehetősége továbbá az energiahatékonyság növelése. A közlekedési kibocsátások csökkentését a közösségi- és kerékpáros közlekedés térnyerésén és a széndioxid-kibocsátásokat magába építő útdíj bevezetésén keresztül látja megvalósíthatónak. A mező- és erdőgazdálkodásban a megművelt és erdős területek megtartása, illetve növelése a cél.

Adaptáció oldalán a NÉS öt területen fogalmazott meg célokat: az egészség, a vízgazdálkodás, a területhasználat, valamint a mező- és erdőgazdálkodás témákban.

A klímaváltozást rendszerszemléletben taglaló stratégia kivitelezését két évente kidolgozandó, Nemzeti Éghajlatváltozási Programok szavatolják. Az első, 2009-2010 időszakra érvényes NÉP 2009-ben került elfogadásra, eredményeiről 2011 áprilisáig még nem számolt be a kormány.

A magyar klímapolitika elsősorban az adaptációra helyezte a hangsúlyt, de nem idegenek tőle a mitigációs lépések sem (kibocsátás-csökkentés, erdőgazdálkodás). Az

adaptáció hangsúlyozását az indokolja, hogy Magyarország marginálisan hat csak a globális kibocsátásokra, illetve a Kárpát-medencében a klímaváltozás rövid távú hatásai erősebben érvényesülnek a globális átlagnál. A tudományos megalapozást követően 2008-tól már létezik magyar klímastratégia, 2009-ben megindultak az ezt végrehajtó programok.

1.5.2 Vízgazdálkodási kérdések

Az éghajlatváltozás feltételezett folyamatait előrejelző modellek eredményei alapján a Kárpát-medence térségében a vízgazdálkodási szempontból robusztus hatások a csapadék éven belüli megoszlásának kevésbé kiegyenlítetté válása – a téli csapadék részarány növekedése és a nyári csapadék hullások koncentrációja, erőteljesebbé válása; valamint a kisebb átlagos melegedés, amely azonban erőteljesebb nyári hőhullámok kialakulásával jár együtt (Bartholy 2006.) Mindebből a szélsőséges vízháztartási helyzetek gyakoribbá válása és a párolgási-párologtatási képesség növekedése valószínűsíthető.

A Kárpát-medencében az elmúlt évtizedekben valóban a vízháztartási szélsőségek gyakoribbá válását tapasztalhatjuk (Bartholy 2007, Szilágyi 2005). Azonban ezek a jelenségek alapvetően a régióban hosszú évszázadok alatt lejátszódott táj átalakítás miatt lecsökkent ökológiai-rendszer szolgáltatás teljesítmény hiányából fakadnak (Szesztay 2000, Costanza 1998). Ennek a kedvezőtlen állapotnak a jellemzőit erősítik fel a globális folyamatok.

Föld- és vízrajzi helyzeténél fogva Magyarország előnyös helyzetben van a tekintetben, hogy módjában áll az előrejelzett kedvezőtlen hatások csillapítását az ökológiai-rendszer szolgáltatások növelésére alapozni (a fogalom koncepcióját lásd MEA 2005), ezért a válasz-stratégiájának gerincét az éghajlatváltozástól függetlenül is felmerülő természeti erőforrás gazdálkodási problémáinak megoldására alapozhatja. Ebből a helyzetből adódik, hogy a kedvezőtlen folyamatokhoz való alkalmazkodás és maguknak e folyamatoknak a befolyásolása ugyanazokat az alapvető intézkedéseket kívánja meg.

Hazánkban a felszíni vizekkel való gazdálkodás kulcskérdése, hogy hogyan lehet a nyári időszakon kívüli csapadéktöbbletet hatékonyan és biztonságosan a vegetációs időszak vízigényének kielégítésére fordítani. Az ország párologtatási deficitje jelentős, miközben jelentős mennyiségű közösségi forrást fordítunk a víz elvezetésére,

majd az így bekövetkező vízhiányok kárainak kompenzálására. Látható, hogy ebben az esetben egy térben és időben jelentkező készletallokációs problémával állunk szemben (nem úgy, mint azok az országok, ahol ennek a deficitnek felszámolására nem áll rendelkezésre víz).

A válasza kulcsa a szabályozó funkciókat biztosító ökológiai-rendszer szolgáltatások általános teljesítményének növelése. Ez azt jelenti, hogy a csapadék útján és a folyókon érkező vízmennyiség minél nagyobb részét kell bekapcsolni a régió ökológiai-rendszer fenntartó folyamataiba:

- (1) elő kell segíteni a beszivárgást, a talaj víztározó kapacitásainak maximális kihasználása érdekében,
- (2) az így rendelkezésre álló készletekből az (elsődleges) biomassa produkció szintjét növelni kell, közelítve a befogadott (nap)energia által előállítható határhoz és
- (3) biztosítani kell a talajfejlődés (akkumuláció) folyamatát.

Ez, a Millenium Ecosystem Assesment (MEA 2005) által is azonosított három alapvető fenntartó folyamat az, amely előállítja egy régió természeti tőkéjét (TEEB, 2010). E tőke akkumulációja biztosíthatja azoknak a szabályozó – csillapító ökológiai funkcióknak a teljesítmény növekedését, amelyektől az éghajlat változás negatív hatásainak csökkentése függ.

Ez az a keret, amelyben a vízgazdálkodási tevékenységek éghajlat változás szempontjából vett megfelelőségét vizsgálni lehet, és ez az az összefüggés rendszer, ami miatt a vízgazdálkodás kérdéseit egységben kell kezelni a kultúrtáj-fenntartás és a területhasználati döntések kérdéskörével.

1.6 Az európai ÜHG mitigációs elképzelések

Az Európai Unió tavaly decemberben mindent elkövetett Koppenhágában, hogy megegyezésre bírja a többi országot a Kiotó utáni időszakra vonatkozó üvegházgáz-kibocsátáscsökkentési kötelezettségről. Tette ezt annak tudatában, hogy az EU már előtte döntött saját ez irányú céljáról – 20%-os csökkentés 2020-ra – amit a tagállamoknak be kell tartaniuk. Emellett az Európai Tanács egy 2050-re vonatkozó csökkentési célt is elfogadott, figyelembe véve azt a szakértői konszenzust, amely

szerint a veszélyes mértékű éghajlatváltozás kockázata csak akkor kerülhető el, ha a földfelszín átlagos hőmérséklete nem emelkedik 2 °C-nál többel az ipari forradalom előtti szint fölé. Ehhez az iparilag fejlett országoknak 80–95%-kal kell csökkenteniük üvegházgáz-kibocsátásukat az 1990-es szinthez képest.

A következőkben két, az utóbbi évben megjelent elemzést mutatunk be, amelyek 2050-re vázolnak fel lehetséges dekarbonizációs forgatókönyveket. Először az ECF (European Climate Foundation) által készített *Útiterv 2050*-es elemzést (Roadmap 2050), majd az EU Bizottság által készített 2050-es Útitervet.

1.6.1 ECF Útiterv - 2050

Az ECF a 80%-os csökkentési célból kiindulva készítette el az *Útiterv 2050*³ című elemzést, melyben modellszámításokra támaszkodva vizsgálja, hogy milyen módon érhető el és milyen következményekkel járna mindez az európai energiaszektorra.

A már elfogadott klímapolitikai intézkedések végrehajtása mellett⁴ — az EU-27 országok összes üvegházgáz-kibocsátása 2010-től enyhén növekedne, és 2050-re 5,4 Gt CO₂e lenne évente. Ehhez képest az 1990-es kibocsátási szinthez igazított 80 százalékos kibocsátás-csökkentési követelmény azt jelenti, hogy az EU összes kibocsátásának 2050-ig 1,2 Gt CO₂e-re kellene csökkennie. Az ECF modellszámításai alapján az ehhez szükséges kibocsátás-csökkentés az alábbi módon oszlana meg az egyes szektorok között:

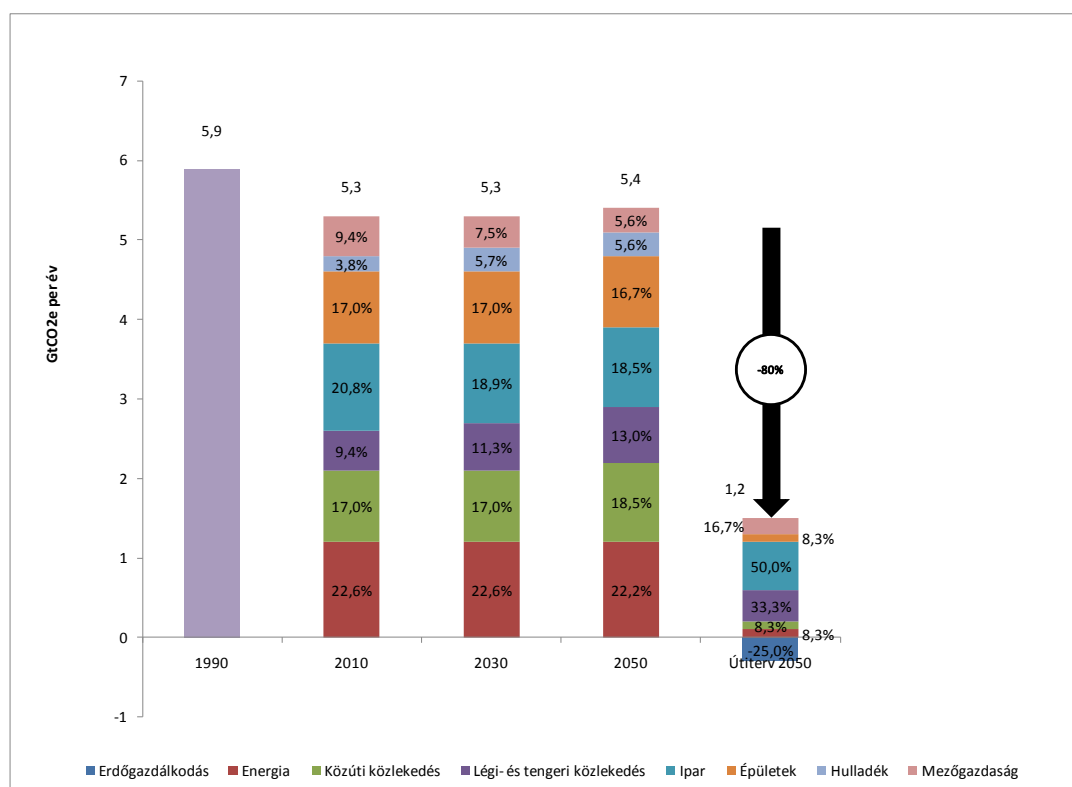
- a villamosenergia-szektor gyakorlatilag karbonmentessé válik (95%-os csökkenés),
- a közúti közlekedés szinte teljesen karbonmentes áramra és második generációs bioüzemanyagra áll át (90%-os csökkenés),
- az ipari nagykibocsátók felénél teljes körű karbonmegkötést vezetnek be (40%-os csökkenés),

³ [Roadmap 2050: A practical guide to a prosperous low-carbon Europe](#)

⁴ Ezek többek között az emisszió-kereskedelmirendszer kiterjesztése a légi közlekedési szektorra, a 2020-ra kitűzött 20%-os csökkentési cél betartása és bizonyos karbonmegkötési- és tárolási (CCS) projektek megvalósítása

- az épületek energiahatékonysága drasztikusan javul, és hőszivattyúk veszik át a hő- és hűtési igény kielégítését (95%-os csökkenés).

Fontos és minden szektort érintő feltételezés, hogy az energiahatékonyság évente 1,5-2%-kal javul. Ennek eléréséhez 2030-ig minden 60 €/tCO₂ egységkötség alatti csökkentési lehetőséget ki kell használni (2050-re pedig minden 100 €/tCO₂ alattit).



1.1 ábra: Az egyes szektorok ÜHG-kibocsátásának alakulása a dekarbonizáció nélküli forgatókönyvben és a 80%-os kibocsátás-csökkentési cél megvalósulása esetén (EU-27). Forrás: Roadmap 2050

A villamosenergia-szektor 95%-os kibocsátás-csökkentésére az elemzés 3 dekarbonizációs forgatókönyvet vázol fel, amelyek a megújuló, a CCS technológiával⁵ ellátott és a nukleáris alapú áramtermelés arányában térnek el. Ezek a forgatókönyvek a ma elérhető technológiákra épülnek, nem számolnak technológiai áttörésekkel, de technológiaspecifikus költségcsökkenéssel igen. A jelenleg működő erőművek korai bezárását egyik forgatókönyv sem feltételezi.

Az *Útiterv 2050* számításai azt mutatják, hogy a karbonmentes villamosenergia-termelés a jelenleg elérhető technológiákkal is megvalósítható, és a felmerülő

⁵ CCS (Carbon Capture and Storage): a szén-dioxid földalatti tárolása

többletköltségek még pesszimista feltevések mellett is tolerálható szinten maradnak. Ugyanakkor az is világos, hogy a villamosenergia-szektor karbonmentes pályára állításához a piaci és szabályozási környezet gyökeres átalakítására van szükség. Kétséges ugyanis, hogy a tisztán energiapiacként működő európai villamosenergia-piacokon a magánbefektetők hajlandók lesznek-e olyan hatalmas volumenű beruházásokat eszközölni tőkeintenzív erőművi technológiákba, amekkorára a karbonmentes modellben szükség van. Emellett nyilvánvaló az is, hogy a karbonmentes modell által igényelt nemzetközi átviteli hálózati bővítési programot csak a jelenleginél jóval szorosabb, EU szintű koordinációval lehet majd megvalósítani.

1.6.2 Az EU Bizottság 2050-es Útiterve

A 2011-ben az EU Bizottság által publikált Útiterv (EU Roadmap, 2011) is megerősíti a 80-95% ÜHG kibocsátás csökkentés szükségességét 2050-re. A csökkentések szektorális megoszlását tekintve a közlekedés és mezőgazdasági szektorok esetében engedne meg egy lassúbb dekarbonizációs folyamatot. 2050-re ebben a két szektorban 60 illetve 45 % csökkenéssel számol, míg a többi szektor mindegyikének 80 % illetve e fölötti mértékben kellene csökkentenie kibocsátását.

A villamosenergia-szektor az EU 2050 *Útitervében* is kulcsszerepet játszik. A villamosenergia-termelés közel karbon-kibocsátás mentessé kell, hogy váljon 2050-re, s így a nulla kibocsátású technológiák (lényegében a megújulók és nukleáris) kell, hogy az új kapacitások zömét adják. Fosszilis alapú villamosenergia-termelés csak CCS technológiával üzemelhet. Ez jelentős kihívások elé állítja a szektort, mind a termelő kapacitások beruházásai terén, mind az átvitel területén, ahol a megnövekvő megújulás részarány erőteljes fejlesztési igényeket von magával. Emiatt fontos szerep hárul a kereslet oldali szabályozásra (kereslet kisimítás, smart grid, smart metering), s a rendszernek biztosítania kell a 2050-re már jelentős mértékű közlekedési villamosenergia-kereslet kielégítéséhez szükséges kapacitásokat is.

Az épületenergetikai fejlesztések egy másik kulcsterület, ahol 90%-ot meghaladó kibocsátás csökkentést vetít előre az anyag. Az új épületek esetében már a jelenlegi szabályozásnak megfelelően is csak majdnem zéró kibocsátású épületek épülhetnek az évtized végén. Ennél nagyobb kihívást jelent a meglévő épületállomány energetikai felújítása, ahol a beruházások nagyságrendje 200 milliárd euró körülire becsült a

következő évtizedre. Ez igen jelentős finanszírozási kihívást jelent a különböző nemzetállamoknak, különösen az új tagállamok esetében.

A többlet beruházási költségek jelentős növekedését jelzi, hogy az új technológiákra (megújulók, CCS, passzív házak, hálózati fejlesztések) fordítandó beruházások nagyságrendje a GDP 1,5%-át is elérheti évente (270 milliárd €). Az új technológiákba, alkalmazásokba történő beruházások a jelenlegi 19%-os beruházási arányt 20,5% fölé, azaz a válság előtti szintre emelnék. Az érem másik oldalán találhatóak az energia megtakarításból eredő hasznok, melyeket a Roadmap 175-325 milliárd € köré becsül a következő 40 év átlagában, amely tehát hasonló nagyságrendű, mint a beruházási kiadásoké. A további direkt hasznok között jelenik meg a megnövekedett foglalkoztatás, amely az EU szintjén a következő 10 évben 1,5 millió munkahelyet jelenthet. A Roadmap 2050 által kitűzött célok megvalósításának további hasznai között lehet megemlíteni a megnövekedett innovációs tevékenységet és a növekvő energia ellátásbiztonságot, melyek mindegyike amúgy is fontos prioritása az EU-nak.

1.7 Egy szigorúbb uniós klímapolitika hatása Magyarországra

2011-ben három tanulmány is elkészült, amely azt a kérdést vizsgálja, hogy milyen hatásokkal járna a magyar gazdaságra egy szigorúbb Európai Uniói ÜHG csökkentési vállalás 2020-ra, nevezetesen a 20%-os ÜHG csökkentési cél 30%-ra történő emelése az 1990-es évhez képest. Ezen tanulmányok a következők:

- A Potsdam Institute által elvégzett kutatás, amely összeurópai szinten vizsgálta egy szigorúbb csökkentés hatását, de az eredményeket az egyes országokra külön-külön közli.
- A Greenpeace által finanszírozott tanulmány, amelyet az Ecofys készített el, kifejezetten Magyarországra vonatkozóan.
- A REKK által végzett kutatás, amely szintén kifejezetten Magyarországra végezte el ezt az elemzést.

Mielőtt részletesen bemutatnánk a fenti tanulmányokat, az alábbi táblázatban összefoglaljuk, hogy mit jelent összeurópai szinten, illetve Magyarországra vonatkozóan egy szigorúbb ÜHG csökkentési cél.

1.1 táblázat A 20 %-os és 30 %-os EU-s cél esetében a vállalások megoszlása *Forrás: DG Climate*

	20 %-os vállalás	30 %-os vállalás
EU vállalás 1990-hez képest	-20%	-30%
EU vállalás 2005-höz képest	-14%	-24/-25%
ebből ETS ⁶ cél 2005-höz képest	-21%	-34%
ebből nem ETS cél 2005-höz képest	-10%	-16%
Magyarországi cél 2005-höz képest	+10%	+6%

1.7.1 Potsdam Institute tanulmánya

A Potsdam Institute of Climate Impact Research (PIK) vezette konzorcium⁷ a Német Környezetvédelmi Minisztérium részére készített tanulmányt (*A new growth path for Europe*), mely azt vizsgálta, hogy egy szigorúbb, 30%-os ÜHG csökkentést előíró szabályozásnak milyen hatása lehet az európai gazdaságra. A legfontosabb következtetése, hogy egy szigorúbb, de hitelesen véghezvitt szabályozás esetén az európai gazdaság akár pozitív egyenleggel is zárhat, azaz magasabb GDP növekedési pályára is állhat, mint ennek hiánya esetén.

A tanulmány az Európai Bizottság által is használt GEM-E3 általános egyensúlyi modellt használja, azonban a szerzők az eredeti modellben lényeges feltételbeli változtatásokat eszközöltek:

- Egyrészt azt feltételezik, hogy a következetesen véghezvitt erősebb szabályozás hatására a beruházási szint jelentősen megemelkedik, főként a mitigációhoz nélkülözhetetlen szektorokban (áramtermelés, hálózatok, építőipar az épületenergetikai programok miatt).
- A beruházási szint emelkedésének fő hajtóereje az, hogy a gazdasági szereplők (beruházók, hitelezők, munkáltatók) várakozásaiba beépülnek az elvárt

⁶ Emission Trading Scheme

⁷ A PIK, az Oxfordi Egyetem, a Sorbonne Egyetem, az Athéni Műszaki Egyetem és az Európai Klíma Fórum (ECF) alkotta a konzorciumot. Az összefoglaló jelentés elérhető:

http://www.pik-potsdam.de/members/cjaeger/a_new_growth_path_for_europe_synthesis_report.pdf

magasabb beruházási szintek, és az ezeknek köszönhető pozitív szinergiák (magasabb növekedés, foglalkoztatottság).

- A szükséges technológia megoldások (épületenergetika, megújulók, zöld gazdaság) esetében a tanulási folyamatok (learning by doing) felgyorsulásával számol.

E három feltételezés illetve folyamat egymásra hatásából egy önmagát erősítő beruházási ciklus indul be, mely végső soron a gazdasági növekedést, ezen belül is a foglalkoztatás erőteljes növekedését eredményezi 2020-ra Európa minden országára. Fontos megjegyezni, hogy mindezen változás előzményeként a gazdasági válság, és az ebből eredő 'paradigma-váltás' szolgál, melynek eredményeként valósulhat meg az új növekedési pályára való átállás. Ezzel magyarázható, hogy a korábbi eredményekhez képest sokkal pozitívabb képet mutatnak a modell eredményei a korábbi Bizottsági anyagokéval összevetve.

A modell eredményei a következőkben foglalhatók össze:

- 0,6 %-os átlagos addicionális GDP növekedés 2020-ig,
- 6 millió új munkahely teremtése Európa szerte,
- a GDP arányos beruházási ráta 18%-ról 22%-ra nő.

Magyarországra vonatkoztatva is pozitív eredményeket mutat be a tanulmány, melyet a következő táblázatban foglalunk össze:

1.2. táblázat: Magyarországi makrogazdasági hatások 2020-ban Forrás: PIK 2011

ÜHG csökkentési célkitűzés	GDP növekedési ütem	Munkanélküliség ráta	Beruházás (GDP %-ban)	Kibocsátások (Mt CO ₂)
20%	2,7%	4,9%	20,2%	68,7
30%	3,0%	3,7%	23,7%	59,8

Mindhárom korábban említett dimenzióban (GDP növekedés, munkanélküliség, beruházások) esetén Magyarországra is kedvező a kép, bár az új EU tagállamok közül az egyik legkisebb számszerűsített pozitív hatással a különböző dimenziókban.

Fontos azonban felhívni a figyelmet arra, hogy a modellezési eredmények egyik legfőbb vezérlője a gazdasági szereplők várakozásainak jelentős változása a mitigációs/adaptációs közpolitikáival érintett gazdasági szektorok növekedési lehetőségét, illetve teljesítményét illetően. Kérdéses ezzel kapcsolatban, hogy egyrészt a gazdasági válság, másrészt a jelenlegi EU szabályozási keretek megfelelő alapot nyújtanak-e egy ilyen mértékű változásnak a várakozásokat illetően. Másrészt felmerül az a kérdés is, hogy amennyiben ezek a várakozások megjelennek, nem okoznak-e egy a lakáshitelezéshez hasonló buborékszerű növekedési ciklust.

1.7.2 Ecofys tanulmány

Az Ecofys a HUNMIT modellt használta annak a kérdésnek a megválaszolására, hogy érdemes-e Magyarországnak egy szigorúbb ÜHG csökkentési uniós törekvést támogatnia. A HUNMIT modell a Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Minisztérium (KvVM) felkérésére az Ecofys (2009) tanácsadó cég által vezetett konzorcium által Magyarországra készített modell, mely 2025-ig becsüli az üvegházhatású-gázok kibocsátását, illetve az elhárítási potenciálokat a következő hat szektorban:

- lakosság
- szolgáltatások
- ipar
- közlekedés
- energiaellátás és
- hulladék.

A mezőgazdaság, ideértve az erdészetet is nem szerepel a modellben. A modellben összesen mintegy 700 elhárítási beavatkozási mód szerepel, melyek egyesével választhatóak. A modell nemcsak a ma alkalmazott technológiákat veszi figyelembe, hanem a már bevezetés előtt állókat is, hiszen 2025-ig ezek jó eséllyel „éretté” válnak.

Az Ecofys 2011-es tanulmányának legfőbb következtetései a következők:

A szigorúbb ÜHG csökkentés esetén

- 11 000 fővel növekszik a foglalkoztatás

- nő az ellátásbiztonság, mivel kismértékben csökken a fosszilis alapú üzemanyag-importja
- 60 m€-val kisebb megtakarítás keletkezik
- Az ETS ágazatokban negatív költségek mellett teljesíthetőek a célok, mind a 20 %-os, mind a 30 %-os ÜHG csökkentés esetén.

A tanulmány azonban egy nagyon leegyszerűsítő feltevéssel él. Azt feltételezi, hogy az ETS szektorban egységesen minden tagállamban 21%-kal, illetve 34%-kal kell csökkenteni a kibocsátást a 2005-ös évhez képest, amely túlzó leegyszerűsítésnek tekinthető, ezért a kapott eredményeket is fenntartásokkal kell kezelni.

1.7.3 A REKK tanulmánya

A REKK által készített tanulmány bottom-up módszerrel vizsgálja egy szigorúbb uniós ÜHG kibocsátás csökkentési vállalás magyarországi hatásait. A tanulmány külön elemzi az ETS és a nem ETS szektorokat. A REKK által végzett kutatás főbb eredményeit mutatja a következő táblázat.

1.3. táblázat: 20 vs 30 %-os célkitűzés számszerűsített hatásainak különbsége 2020-ban *A jelzett költségek az ETS mind nem ETS szektorok között megoszlanak. Forrás: REKK 2011

	Villamosenergia-szektor	Nem ETS szektorok
EDS/ETS kvótabevétel, m€	190-250	341
Földgáz megtakarítás, millió m ³	(-2000) – (-2300)	718
Energia megtakarítás épületszektorban, PJ		31,4
Fűtési energia megtakarítás értéke, m€	.	476
A villamosenergia-fogyasztók költségnövekedése, m€	450-500*	*
Foglalkoztatás-növekedés, ezer fő	-	15-23
Lakossági beruházási hányad épületenergetikai beruházásoknál, m€	-	340
Állami beruházási hányad épületenergetikai beruházásoknál, m€	-	226

A REKK kutatása rámutat arra, hogy nemzetgazdasági szempontból nézve (az összes szereplő bevételeinek és kiadásainak figyelembe vétele mellett) pozitív a szigorúbb cél mérlege. A kiadások növekedését a kvótabevételek és az energia megtakarítás pozitív szaldója kompenzálja.

Központi költségvetési szempontból a szigorúbb vállalás vonzó lehetőségnek tűnik, hiszen a számok azt tükrözik, hogy például az épületenergetikai programok támogatására fordítandó összegek messze fedezhetők az ETS és ESD⁸ kvóták értékesítéséből. Még akkor is pozitív az egyenleg, ha az ETS piacon lévő kvótákat nem árverezik el, hanem annak nagy részét térítésmentesen kiosztják a villamosenergia-termelők között.

A tanulmány felhívja arra a figyelmet, hogy jelentős bizonytalanságok vannak az ETS és ESD piacokon kialakuló kvótaárakban. Ezen árakat a tanulmány az ún. PRIMES modell becslései alapján vette figyelembe, amely az energetikai jellegű Európai Unió döntések megalapozásához készült makrogazdasági modell.

A tanulmány eredményeit összefoglalva elmondható, hogy Magyarország számára egy szigorúbb EU-s klímacélkitűzés kívánatosnak tűnik, hiszen a kvótabevételek nemzetgazdasági szinten ellensúlyozzák a villamosenergia árak növekedéséből származó többlet kiadásokat. Mindeközben csökken a lakossági és terciér szektor energiafelhasználása. Ez utóbbi az épületenergetikai felújításoknak köszönhetően jelentős munkahelyteremtő hatással bír.

1.8 A Magyarország számára követendő klímastratégia

A Magyarország számára követendő klímastratégiát alapvetően befolyásolja, hogy a döntéshozók hisznek-e az antropogén eredetű klímaváltozásban vagy sem? Amennyiben azt gondolja a magyar kormány/állam, hogy a klímaváltozás nem létezik, vagy nem antropogén eredetű, akkor adaptációra nincsen szükség, azaz nem kell állami beavatkozás. Az ÜHG mitigáció terén ebben az esetben a követendő stratégia az ún. alkalmazkodó stratégia lehet, azaz csak olyan mértékben szabad ÜHG csökkentést szolgáló célokat elfogadni, ha abból konkrét pénzügyi előnye származhat Magyarországnak. Például megérheti Magyarországnak egy szigorúbb uniós

⁸ Effort Sharing Decision. Az ESD kvóták a nem ETS piacon lévő kvótáknak feleltethető meg. Ellentétben az ETS kvótákkal, az ESD kvótákkal országok kereskedhetnek, míg az ETS kvótákkal vállalatok.

klímapolitikát támogatni, ha azzal a kvótabevételek növekednek hazánkban, míg ezzel párhuzamosan a költségek nem emelkednek, vagy csak kevésbé, mint a bevételek.

Ezzel szemben, ha a döntéshozók hisznek az antropogén eredetű klímaváltozásban, akkor több optimális stratégia lehet hazánk számára. Mivel hazánk viszonylag kis szerepet játszik az ÜHG kibocsátásban, ezért érdemes lehet az adaptációra helyezni a hangsúlyt, ezzel nem válunk kiszolgáltatottá egy nemzetközi klímaegyezménynek. Javasolt minél hamarabb felmérni a Magyarországra várható hatásokat, és azokra felkészülni, kihasználni a benne rejlő lehetőségeket. Ezzel párhuzamosan a mitigáció során két lehetséges stratégia kínálkozik. Vagy az előzőekben leírt alkalmazkodó magatartás, vagy egy proaktív stratégia, amely során Magyarország élharcosa lenne az ÜHG csökkentésnek. Rövid távon ez akár pénzügyileg hátrányos is lehet, azonban komparatív előnyt adhat egyes iparágakban. Ezek közé tartozhat többek között a megújuló erőforrásokat használó berendezések vagy épületszigeteléshez kapcsolódó anyagok gyártása. A fent vázolt stratégiákat összegzi a következő táblázat.

1.4. Táblázat: Különböző követendő klímastratégiák Magyarország számára

		A magyar állam szerint a klímaváltozás	
		antropogén eredetű	nem antropogén eredetű
Intézkedések	Mitigáció	Proaktív vagy alkalmazkodó	Alkalmazkodó
	Adaptáció	Az adaptáció jelentős állami támogatása	Nincs szükség adaptációra

2 Villamosenergia-szektor

Ebben a fejezetben azt vizsgáljuk, milyen kihívásokat jelentenek a hazai villamosenergia szektor számára a klímavédelemmel kapcsolatos, korábban ismertetett dekarbonizációs elképzelések.

2.1 A villamosenergia-szektor története, a liberalizáció

A villamosítás a 19. század végén kezdődött el, eleinte szabályozatlan lokális piacok voltak a meghatározóak gyenge hálózati összeköttetéssel. Nyugat-Európában és az Egyesült Államokban ezen időszakban jelentős verseny folyt egy-egy város, terület ellátásáért. A két világháború között a villamosenergia iránti kereslet gyorsan növekedett, amely azt eredményezte, hogy megjelentek az első összekötő vezetékek. Ebben az időben már nem csak a nagyvárosokat látják el villamos energiával, hanem a kevésbé sűrűn lakott területeket is. 1931-ben megszületik Magyarországon az első villamosenergia-törvény (Paizs 2011).

A második világháborút követően egyre inkább az a nézet terjedt el, hogy a szektor természetes monopólium. Ennek megfelelően Nyugat-Európában is vertikálisan integrált nemzeti vagy regionális monopol társaságba szervezik a villamosenergia-szektor. Magyarországon 1949-ben megalakul az Országos Villamos Teherelosztó, amely felel a hálózatok összekapcsolódásáért. Az 50-es években Magyarország és Szlovákia között összeköttető vezeték épül, majd a 60-as években megalakul a CDU, a kelet-európai régió villamosenergia-rendszeregyesülése, amely a regionális hálózati integráció első lépcsője (Tihanyi 2011). Ekkortól kezdve jelentősen nő a külföldi villamosenergia-kereskedelem szerepe is. Beszédes adat, hogy az első szomszédos távvezeték megépítése óta nem volt olyan év, amely során Magyarország nettó exportőr lett volna. Az átlagos nettó export a nettó fogyasztáshoz viszonyítva az elmúlt közel fél évszázadban 19,5%-ot tett ki, míg volt olyan év, amikor ez az arány 34% volt (VEZESTÉK 2009).

A 80-as és 90-es években jelentős változások kezdődtek el a szektorban. Új termelési technológiák jelentek meg, amely következtében jelentősen csökkent az optimális üzemméret, illetve a beruházási és működtetési költségek is lényegesen alacsonyabbá váltak. Eközben az információtechnológia fejlődésének köszönhetően egyre rugalmasabbá vált a villamosenergia-rendszer. Ezzel párhuzamosan egy

gazdaságideológiai változás is elkezdődött: egyre inkább az a nézet kezdett elterjedni, hogy az infrastrukturális iparágakban is lehetőség van a versenyre. A liberalizációtól a következő előnyöket lehet várni (Paizs 2011):

- A verseny szokásos előnyeinek kiaknázása, mint a hatékonyabb vállalatüzemeltetés, hatékonyabb beruházási döntések, illetve a fogyasztói igények jobb kiszolgálása.
- A szabályozás tökéletlenségeinek mérséklése. Ezek közé tartozik az információs aszimmetria csökkentése, illetve a politikai célú beavatkozások lehetőségének mérséklése.
- Végül pedig a monopóliumok érdekérvényesítő képességének megnyirbálása.

A fentiek alapján a liberalizált villamosenergia-piac legnagyobb előnye az lehet, hogy olcsóbb árammal látja el a fogyasztókat, mint a szabályozott piac. Ugyanakkor továbbra is vannak olyan szegmensei a villamosenergia szektornak, ahol nem lehet versenyt kialakítani. Az átviteli és elosztói hálózat működtetése, illetve a rendszerirányítási tevékenységek természetes monopóliumnak tekinthetőek, míg az áramtermelés, a nagykereskedelem, a kiskereskedelem, illetve a nemzetközi kereskedelem mindegyike potenciálisan versenyzői szektornak tekinthető. Az 1990-es évek közepétől az EU-ban elindult egy piacépítési folyamat, melynek a fogyasztói árak liberalizációja, a vertikálisan integrált vállalatok tevékenységeinek szétválasztása és a hálózatokhoz történő szabályozott hozzáférés rendszerének kialakítása egyaránt lényeges részét képezték. A piaci reform következtében kialakult a termelők és a kereskedők közötti verseny.

Korábban a beruházásokat központi tervezéssel határozták meg, így könnyű volt elegendő és megfelelő erőművi portfóliót kialakítani. Ugyanakkor ez oda vezetett, hogy túlépített és ebből kifolyólag drága rendszert kellett megfizetnie a fogyasztóknak. A liberalizációtól az várható, hogy a beruházási döntésekről piaci alapon határoznak, és a keresletet ugyanolyan biztonsággal lehet kielégíteni, mint egy nem liberalizált árampiac esetében. Ugyanakkor nagy kérdés, hogy egy liberalizált piac esetében ténylegesen megvalósul-e elegendő új beruházás.

A következőkben azt mutatjuk be, hogy milyen potenciális veszélyek jelentkeznek az erőműépítéssel kapcsolatban egy liberalizált piacon, illetve, hogy mit jelent a megújuló alapú erőforrások térnyerése. Ezt követően pedig a feltárt problémák megoldását célzó javaslatokat vázolunk fel.

2.2 Erőműépítések a liberalizált villamosenergia-piacon

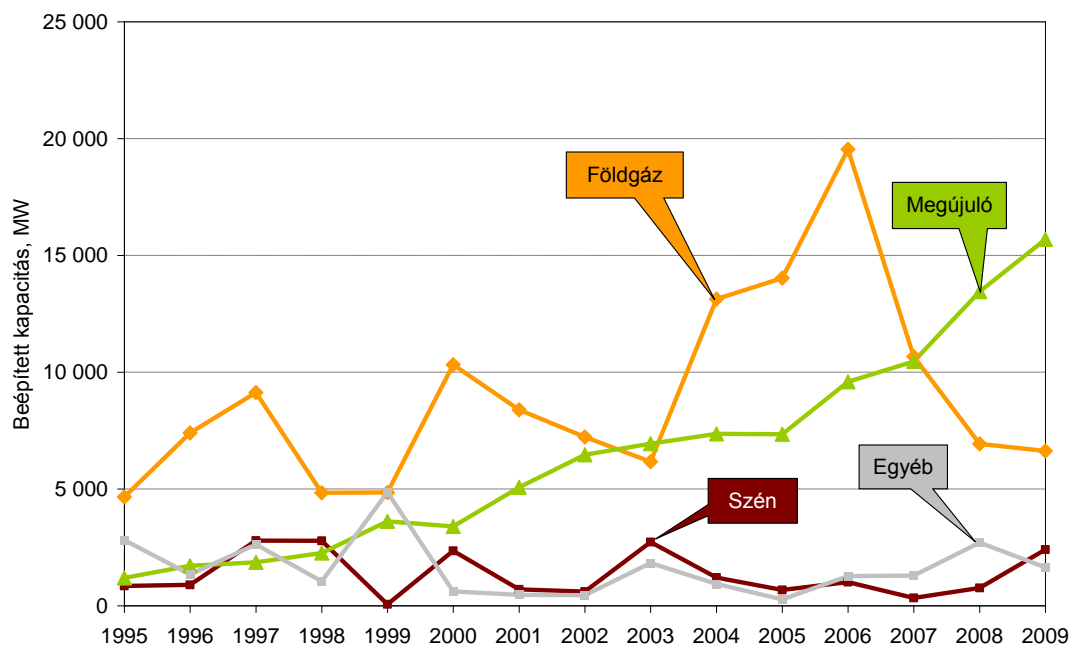
A liberalizált villamosenergia-piacokkal kapcsolatos legnagyobb kockázatot az elégtelen beruházások okozhatják, mivel hosszú távon nem biztos, hogy piaci alapon elegendő új erőmű épül. Ezt a problémát nevezi Hogan „hiányzó fedezet”-nek („missing money problem”). Hogan azt állítja, hogy a meglévő direkt és indirekt ársapkák miatt nem érvényesülnek a szűkösségből adódó magas villamosenergia-árak, s ennek következtében a termelők nem tudnak elegendő bevételhez jutni (Hogan 2005). Ráadásul pont a csúcsidei időszakban jellemzőek az ársapkák, amelyek pedig igazán képesek jelezni a kapacitásszűkösséget. Ezen ársapkák azt üzenik a piacra belépőknek, hogy csak lassan térül meg a beruházásuk, amely oda vezethet, hogy egy idő elteltével nem lesz elegendő kapacitás a piacon. Az ársapkák mellett egyéb tényezők is szerepet játszhatnak az elégtelen mértékű beruházásokban. Ezek közé tartozik az árvolatilitásból adódó kezelhetetlen kockázat, a tőkepiacok elégtelen működése, illetve a szabályozási bizonytalanságok. Ezekről részletesen ld. REKK (2010).

2.3 Alacsony működtetési költséggel bíró technológiák térnyerése

Az 1990-es évek végétől az EU-ban egyre fontosabbá válnak a megújuló technológiák. Az unió 2010-re vonatkozóan konkrét célokat is kitűzött a megújuló alapú villamosenergia-termelés arányára, amelyet az egyes tagállamoknak el kellett érnie. Többek között ezen célkitűzés okán ma már mindegyik uniós országban valamilyen módon támogatják a megújuló alapú villamosenergia-termelést. A megújuló alapú termelés általában preferált a többi termelési módhoz viszonyítva, és a legtöbb esetben teljesen kikerül a piaci verseny ellenőrzése alól.

Európában az elmúlt másfél évtizedben az új erőműépítések nagy része vagy földgáztüzelésű erőmű, vagy megújuló bázisú, döntően szélerőmű volt. 2007-ben

közel 20 GW-nyi földgáz-tüzelésű erőművet létesítettek az Unióban. Ezt követően viszont drámaian visszaesett ezen erőművek építése: 2008-2009-ben már alig 6 GW-nyi kapacitást állítottak üzembe. Ezzel szemben a megújuló bázisú erőműépítés fokozatosan növekszik, 2009-ben az új kapacitások meghaladták a 15 GW-ot, ahogyan az alábbi ábrán is látható.



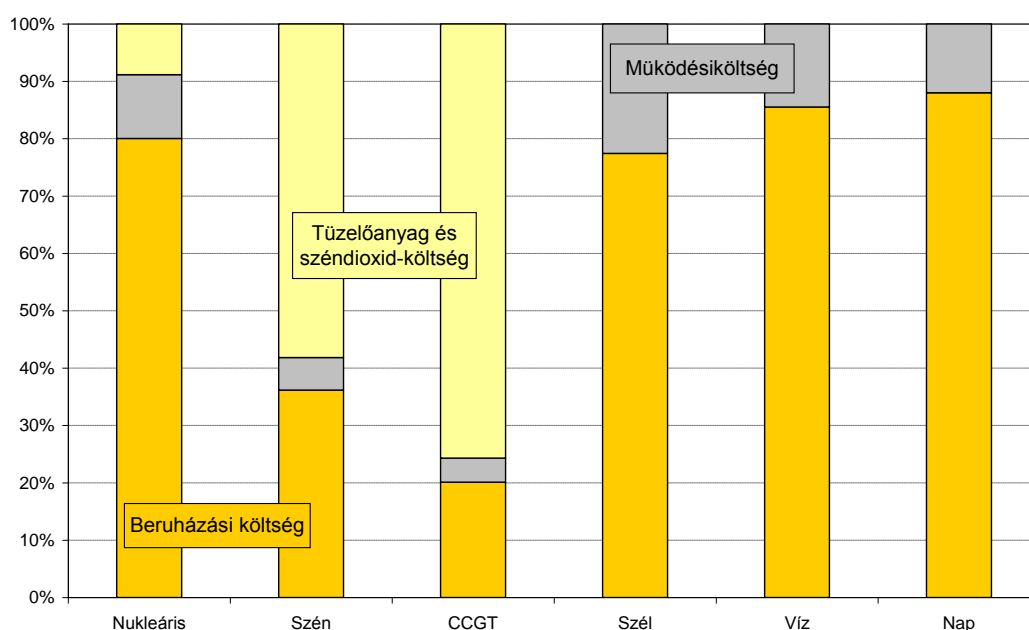
2.1 ábra: Az új építésű villamosenergia-termelő kapacitások megoszlása 1995-2009 között, MW.
Forrás: EWEA (2009) and EWEA (2010). 1995-2005 közötti adatok az EU15, 2005- 2007 között az EU25-re, 2007-től az EU27-ra vonatkoznak

A megújulók térnyerése legalább két módon befolyásolhatja lényegesen az árampiac működését. Egyrészt ha továbbra is támogatjuk ezen erőforrásokat, akkor egyre jelentősebb kapacitásokat vonunk ki a verseny ellenőrzése alól.⁹ A megújulók tipikus európai támogatási módja a kötelező átvétel biztosítása, melynek következtében a megújulók egyre több hagyományos termelőt szorítanak ki a piacról. További problémát jelent a magas beruházási, de alacsony működtetési költséggel („high CAPEX- low OPEX”) bíró technológiák (megújulók és nukleáris) térnyerése, amely alapvetően változtathatja meg a villamosenergia-szektor működését. Ha döntően olyan erőművek üzemelnek egy adott piacon, amelyek ilyen jellemzőkkel bírnak, akkor a határköltség alapú árazás nem működhet, mert rövid távon alacsony

⁹ Ezen termelőknek ugyanis nem kell versenyezniük azért, hogy adott időszakban termelhessenek, mert ez számukra a szabályozás (kötelező átvétel) által eleve garantált.

árakat eredményez, amely nem tudja biztosítani a nagy tőkeigényű beruházások megtérülését.

Ezt tovább erősítheti az erőteljes dekarbonizációs elképzelések megvalósulása (ld. EU Útiterv, Roadmap 2050 (2011), ECN (2010)), mivel a széndioxid-kibocsátás jelentős visszafogása két módon érhető el: ha a szén-dioxid leválasztás és tárolás nem bizonyul életképesnek, akkor megújuló alapú villamosenergia-termeléssel, illetve atomerőmű-fejlesztésekkel. Ez utóbbi technológiát szintén a rendkívül magas tőkeigény, de alacsony működtetési költség jellemzi, ahogyan az alábbi ábrán is látható.



2.2 ábra: A különböző technológiák költségeinek megoszlása. *Forrás: IEA (2010)*

2.4 Megoldási lehetőségek

Fent bemutatottuk, hogy kétfajta veszély is fenyegeti a jelenlegi villamosenergia-piaci modellt. Egyrészt a „missing money” problémája, másrészt pedig az alacsony működtetési költséggel, de magas tőkeigénnyel bíró technológiák elterjedése. Ezek feloldására két lehetőség kínálkozik:

- Ársapkák és a piaci folyamatokba való beavatkozás teljes megszüntetése
- Kapacitás piacok létrehozása

Míg az első megoldás csak a „*missing money*” problémáját küszöböli ki, addig a kapacitáspiacok mindkét problémára megoldást nyújthatnak. Kapacitáspiac esetében a szabályozó dönti el, hogy a kereslet-előrejelzéséből adódóan mekkora mértékű kapacitásra van szükség, és a hiányzó kapacitásokra vonatkozóan aukciót szervez. Részben ilyen piac működik az Egyesült Államok egyes államaiban (pl.: PJM piac). Ugyanakkor ebben az esetben kevésbé érvényesülnek a piaci folyamatok, mivel részben a „tervezői állam” felé megy el a villamosenergia-piac működése.

2.4.1 Dekarbonizációs folyamatok, forgatókönyvek

Mind az Európai Unió, mind az European Climate Foundation [(ld. EU Útiterv, Roadmap 2050 (2011), ECN (2010)] felvázolta elképzeléseit a 2050-ig tartó dekarbonizációs forgatókönyveivel kapcsolatban. Ezek részletesebben elemzésre kerültek a klímapolitikai fejezetben. Itt csak két, a villamos energia szektorral kapcsolatos főbb következtetésre kell felhívni a figyelmet. A 90-95%-os dekarbonizációs célkitűzés a villamos energia szektor teljes átstrukturálódását kell jelentse, melyben 2050-re csak nagyon alacsony vagy zéró emissziójú technológiák szerepelhetnek a nemzeti sajátosságokat figyelembe véve: lényegében csak megújuló illetve nukleáris termelésre korlátozva. A fosszilis energiahordozók használata csak szénleválasztással (CCS technológiák) lehetséges. A felvázolt forgatókönyvek mindegyike aláhúzza a korábban említett problémák jelentőségét: a nagyon alacsony vagy zéró változó költségű technológiák dominanciáját, a jelentkező problémákkal együtt. Ráadásul ezen technológiák ilyen mérvű megjelenése jelentős beruházási szükségletet jelent, mely a magántőke domináns szerepvállalását igényli. Jelentős érdekeltségi kihívást jelentenek tehát a felvázolt forgatókönyvek. Ezt a problémát tovább mélyíti, hogy nemcsak a termelő kapacitásokban, hanem a megújuló energiatermelés rohamos elterjedése miatt az infrastruktúrában is jelentős fejlesztési igények lépnek fel, tovább növelve a finanszírozási – érdekeltségi problémakört.

2.5 Nukleáris energia (nemzetközi trendek, régiós projektek, hazai tervek)

Az atomerőmű-építés fénykorában, a 80-as években átlagosan háromhetente egy új atomerőmű lépett üzembe valahol a világban. A nukleáris energia „diadalmenetét” elsősorban a Three Mile Island-en és Csernobilban történt balesetek, valamint az erőműépítések során bekövetkező rendszeres és jelentős költségtúllépések szakították félbe. Az új beruházásokat leállították, számos ország napjainkig tartó moratóriumot hirdetett a nukleáris erőműépítésekre. A japán Fukusima reaktor balesetéből még túl korai lenne érvényes következtetéseket levonni, azonban elmondható hogy valószínűleg ez a baleset is jelentős hatással lesz a közeljövő nukleáris erőművi piacára, ahogy azt a német erőmű-leállítások már a jelen tanulmány írásakor is érzékeltetik.

A 2000-es években széles körben használatos kifejezés lett a „nukleáris reneszánsz” fogalma, mely a nukleáris energiatermelés iránti (befektetői és politikai) érdeklődés megélénkülését, illetve a nukleáris energiatermelés jövőbeni szerepére vonatkozó nagy várakozásokat jelöli. Jelenleg mintegy 60 erőmű épül világszerte, és az elkövetkező 10 évben mintegy 150 további lép üzembe (World Nuclear Association). Az újonnan épülő atomerőművek többsége Ázsiában, azon belül is Kínában lép majd üzembe, de az Egyesült Államokban is 25 új reaktor építésére és üzembe helyezésére szóló engedélykérelmet nyújtottak be a nukleáris felügyelet (NRC-Nuclear Regulatory Commission) részére.

Az IEA (International Energy Agency) előrejelzése szerint 2010 és 2030 között – a klímaváltozás elleni intézkedések erősségétől függően – másfél-kétszeresére növekszik a nukleáris kapacitások nagysága. A referencia forgatókönyv szerint, vagyis lényegi intézkedések hiányában 2010 és 2030 között hozzávetőlegesen 100 GW-nyi – nettó – nukleáris kapacitásbővüléssel számolhatunk. Az ún. 450-es forgatókönyv ezzel szemben azt feltételezi, hogy világszerte életbe lépnek azok az intézkedések, melyek a globális felmelegedés mértékét 2 °C alatt, az üvegházhatású gázok légköri koncentrációját pedig 450 ppm alatt tartják. Ez esetben 2010 és 2030 között közel kétszeresére növekedne a beépített nukleáris kapacitások nagysága, ami hozzávetőlegesen közel 400 GW új nukleáris kapacitás kiépülését feltételezi.

A nukleáris energiatermelésre vonatkozó tervek és várakozások mögötti legnagyobb hajtóerő a globális villamosenergia- fogyasztás elkövetkező 20 évben

várható erőteljes (közel kétszeres/mintegy 75%-os) növekedése, melyet elsősorban Kína és az ázsiai térség rendkívül magas, 5-6% körüli átlagos éves villamosenergia-fogyasztásnövekedése generál. A kínai nukleáris program mögött, ami 2020-ra 70-80 GW nukleáris erőművi kapacitás kiépítését célozza, ez az intenzív igénynövekedési várakozás áll. Az Egyesült Államok szintén jelentős nukleáris beruházások elé néz, jóllehet, itt önmagában a kiöregedő erőművek pótlása jelentős atomerőművi beruházást tenne szükségessé (az országban közel 100 GW atomerőmű üzemel).

Az atomerőművi beruházások másik komoly ösztönzője a klímaváltozás elleni küzdelem. A nukleáris energiatermelés gyakorlatilag teljesen szén-dioxid mentes. Az Egyesült Államok atomerőműparkja évente akkora szén-dioxid kibocsátástól mentesíti az országot, mint amekkora a teljes személygépjármű állomány kibocsátása. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklését célzó intézkedések köre, a fosszilis energiahordozók árának jelentős emelkedése, illetve a nukleáris energiatermelés utóbbi évtizedeiben bekövetkező hatékonyságnövekedés számottevően javították a karbonmentes technológiák (így a nukleáris energiatermelés) versenyképességét, ami a fejlett országokban is a befektetői érdeklődés előterébe helyezte az atomenergiát.

A nukleáris energia mellett szóló további érvként fogalmazódik meg a technológia ellátásbiztonsági erénye: az atomerőművi tüzelőanyag alapja, az uránium világszerte jelentős készletekkel rendelkezik, melyek politikailag stabil országokban találhatóak (pl. Ausztrália 31%, Kanada 9%, USA 4%). Az OECD és az IAEA közös jelentése alapján (OECD 2009) a jelenleg gazdaságosan kitermelhető készletek elérik az 5,4 millió tonnát, ami a jelenlegi fogyasztási szint mellett 80 évre lenne elegendő. Az utóbbi évek tendenciájának megfelelően ez a gazdaságosan kinyerhető készlet várhatóan fokozatosan növekedni fog a további feltárásoknak és az árak növekedésének köszönhetően. Másrészt a dúsító reaktorokban történő alkalmazás a meglévő uránkészlet többszörös felhasználását teszi lehetővé, ami az előbb említetten felül megsokszorozza a rendelkezésre álló uránium készleteit. A feldolgozott, közvetlenül alkalmazható urán viszonylag olcsón és biztonságosan, több évre előre készletezhető. Emellett az urán ára a fosszilis energiahordozókhoz képest jóval kisebb kilengéseket mutat, és mivel az atomerőművek költségstruktúrájában eleve kisebb részt képviselnek a változó (tüzelőanyag) költségek, a nukleáris energiatermelés általában kevésbé kitett a fosszilis tüzelésű erőművek esetében tapasztalható költségváltozásoknak. Elmondható tehát, hogy a 2050-es évekig a már jelenleg ismert

készletekkel is megoldhatóak a fűtőelemek előállítására, így egyrészt a kínálati oldal diverzifikált volta, illetve a rendelkezésre álló mennyiség miatt sem lehet az olajéhoz hasonló szituációról beszélni.

Mindezek dacára a technológia alkalmazása számos kockázatot hordoz, melyek a fent említett erények/előnyök ellenére elbizonytalanítják a befektetőket. Befektetői oldalról az egyik legnagyobb kockázat az engedélyezési és építési munkálat nem várt elhúzódnása, mely a befektetett tőke volumene miatt nagyon komoly pénzügyi kockázatot hordoz. A nyolcvanas években nem volt ritka az építési idő megduplázódása, vagy az építési költségek megháromszorozódása. Az óriási befektetések és a rendkívül hosszú üzemidő (a jelenleg épülő, harmadik generációs erőművek várható üzemideje 60 év) jelentősen megnehezíti a pénzügyi tervezést. Az esetleges nukleáris balesetek tovább növelik a befektetők és üzemeltetők pénzügyi kockázatait, ezért hosszútávú villamosenergia-értékesítési szerződések és állami garanciák nélkül nagyon ritkán vágnak bele nukleáris beruházásba.

A radioaktív hulladékok és a kiégett fűtőelemek hosszú távú tárolása szintén megoldásra váró probléma. Jóllehet magas radioaktivitású hulladék (HLW-High Level Waste) megfelelő geológiai képződményekben történő biztonságos tárolása tekintetében szakmai konszenzus van, eddig még egyetlen országban sem működik végleges lerakóhely.

A nukleáris energia iránti megnövekedett érdeklődés éveiben lezajlott a Paksi Atomerőmű teljesítménynövelése, és körvonalazódni kezdett az üzemidő-hosszabbítás és az új blokk(ok) létesítésének terve (ez utóbbit eleinte Teller, később Lévai projektnek nevezték). Az üzemidő-hosszabbítási program révén az erőmű 30 éves üzemidejét további 20 évvel, a 2030-as évek derekára tolnák ki. Az új blokkok létesítésére vonatkozó tervek szerint két darab, egyenként 1000-1600 MW-os, ún. 3. generációs nyomottvizes (PWR) blokk építésére kerülhetne sor. Az új blokkok a 2020-as években lépnének üzembe, hogy az akkor már üzemidejük vége felé közeledő, jelenleg is üzemelő blokkokat kiválthassák.

Az új blokkok építésének tervét (ezt bővítésnek is nevezik) valamennyi politikai erő támogatásáról biztosította. Az országgyűlés által 2008 tavaszán elfogadott, a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikai koncepció határozottan állást foglalt a bővítés szükségessége mellett, és felszólította a kormányt, hogy kezdje meg az új atomerőművi kapacitásokra vonatkozó döntés-előkészítő munkát, a szakmai, környezetvédelmi és társadalmi megalapozást követően a beruházás szükségességére,

feltételeire, az erőmű típusára és telepítésére vonatkozó javaslatait kellő időben terjessze az Országgyűlés elé, továbbá gondoskodjon a nukleáris hulladékok végleges elhelyezésére irányuló programok megfelelő végrehajtásáról és megvalósításáról, az ehhez szükséges feltételek biztosításáról¹⁰. 2009 tavaszán az elkészült szakmai elemzésekre építve az országgyűlés elvi hozzájárulását adta az új atomerőművi blokkok létesítéséhez¹¹.

Egy új atomerőművi blokk versenyképességét jelentős mértékben befolyásolja a környező országok jövőbeni kapacitásmérlege, illetve a régióban tervezett hasonló alaperőművi (elsősorban nukleáris erőművi) beruházások alakulása. A következőkben röviden összefoglaljuk a régióban megvalósítani tervezett atomerőművi beruházások főbb paramétereit (méret, reaktortípus, beruházó és stratégiai partner, üzembe lépés ideje), valamint az egyes projektek jelenlegi helyzetét.

2.1 táblázat Tervezett atomerőművi beruházások a régióban.

*** Előrehaladott, a tervezett időben jó eséllyel megvalósuló beruházás

** Kevésbé előrehaladott, vagy nagyobb késéssel, adott esetben kisebb eséllyel megvalósuló beruházás

* Előkészítetlen, vagy megrekedt beruházás, megvalósulására kis esély van

Erőmű	Ország	Beruházó, stratégia partner	Státus	Méret	Üzemkezdet (Platts)
Temelin 3-4	Csehország	CEZ (100%)	***	2x1000	2024
Dukovany	Csehország	CEZ (100%)	*	1000	2025
Mochovce 3-4	Szlovákia	SE (Enel) (100%)	***	2x440	2012, 2013
Bohunice V3	Szlovákia	JAVYS (51%) CEZ (49%)	**	1000- 1600	2020
Krsko	Szlovénia	GEN Energija	*	1000- 1600	2017
Belene	Bulgária	NEK (51%) Rosatom (49%)	*	2x1000	2016, 2017

¹⁰ 40/2008 (IV.17.) OGY határozat a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról

¹¹ 25/2009 (IV.2.) OGY határozat új atomerőművi blokk(ok) létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység megkezdéséhez szükséges előzetes, elvi hozzájárulás megadásáról

Erőmű	Ország	Beruházó, stratégia partner	Státus	Méret	Üzemkezdés (Platts)
Visaginas	Litvánia	VAE (projektvállalat)	*	3200 (2x1600)	2018
Zarnowiec	Lengyelország	PGE (51%)	**	3000	2020
Klempicz	Lengyelország	PGE (51%)	**	3000	2024
Cernavoda 3-4	Románia	Nuclearelectrica (60,15%), Enel (9%), ArcelorMittal (6%)	**	2x720	2016, 2017

A közép-kelet európai atomerőmű-építési projektek jellemzően államilag vezérelt folyamatok: a beruházás megkezdésének időpontját, az üzembe lépés céldátumát, az erőmű helyszínét, a beépített kapacitások nagyságát, a kivitelező személyét és a reaktorok típusát egyaránt állami döntések határozzák meg. A projektek végrehajtását állami tulajdonban lévő, mérsékelt tőkeerejű és korlátozott döntési kompetenciával rendelkező villamosenergia-ipari cégekkel tervezik megvalósítani.

A fenti projektek mögött elsősorban energiapolitikai, ellátásbiztonsági motivációk állnak. A tüzelőanyagmix diverzifikációja, a – többnyire orosz eredetű – földgázfüggőség enyhítése, az önellátásra (esetenként a nettó exportóri pozíció fenntartására) való törekvés nagyon fontos motivációs tényezők voltak. A gazdasági és megtérülési számítások (pl. a jövőbeni keresletre, a villamosenergia-árakra vonatkozó becslések elkészítése, a beruházási költségek és a finanszírozási szükségletek mérlegelése) ugyanakkor mérsékelt jelentőségűek voltak, azokat többnyire csak a projekt elindítását követően végezték el.

A nukleáris beruházások állami erőltetése azt vonta maga után, hogy a projektek gazdasági megalapozottságát és a lehetséges kockázatokat sok esetben nem mérték fel kellőképpen. A világgazdasági recesszió a kormányokat és a befektetőket egyaránt kiadásaik csökkentésére kényszerítette. Az új kormányok elődeik nagyvonalú

vállalásait és állami támogatásra vonatkozó ígéreteit többnyire visszavonni kényszerültek, a nagy, de kevésbé tőkeerős állami vállalatok önrészüket biztosítására képtelennek mutatkoztak, a stratégiai befektetők pedig mindezek láttán több esetben (Belene, Cernavoda) visszaléptek a projektekből. Az ambiciózus tervek a versenyző, vagy egymást kizáró projektek veszélyét sem mérlegelték kellőképpen (Visaginas). A projektek elhúzódásával párhuzamosan a várható beruházási költségek jelentősen megnöttek, ami tovább súlyosbította a helyzetet.

A hazai nukleáris erőműépítés szempontjából tehát egy erősen formálódó környezettel állunk szemben, melynél mind a regionális hatások (környező országok erőműépítési tervei), az Európai Unió hosszú távú dekarbonizációs úttervei (EC 2011) erőteljesen befolyásolják mind a tervezett új blokkok időzítését, mind gazdasági – pénzügyi pozícióit. Villamosenergia-stratégiai szempontból a kérdést tehát arra lehet szűkíteni, hogy a különböző hosszútávú úttervek közül – melyek közösek a 90-95 %-os dekarbonizációban – Magyarország mekkora részarányt kíván nukleáris energiával elérni. Egy zéró növekedési, a jelenlegi paksi kapacitásnak megfelelő, tehát pótlási szintű kapacitás, vagy esetleg ennél magasabb részarány biztosítja hazánknak a stabilabb, de ugyanakkor fenntartható energetikai fejlődési útvonalat? A különböző alternatívákat megvizsgáló részletes hatástanulmányok eredményeként szabad csak bármelyik irány mellett is csak elköteleződni, hiszen a fentiekből is látható hogy milyen sokdimenziós döntési környezettel állunk szemben e kérdéskörben.

A Rekk 2011 a készülő nemzeti energiastratégiahoz készített gazdasági hatáselemzésben (Rekk 2011b) is vizsgálta a nukleáris és megújuló energiák szerepét, illetve egymásra hatását 2030-ig és kitekintéssel egészen 2050-ig. Hat forgatókönyvet vizsgált, melyekben a megújuló és a nukleáris energia különböző mértékű kapacitásbővülését, valamint a szénmentesítési és tárolási technológia (CCS) elérhetőségét feltételezte. Ebben a nukleáris és megújuló villamos energia jövője terén a következő főbb (szempontunkból is fontos) megállapításokat tette (Rekk 2011b, iii-iv oldalak):

- A két legerőteljesebb „dekarbonizációs” forgatókönyv a 4000 MW új nukleáris kapacitást, vagy a Paksi bővítés mellett erőteljes megújuló áramtermelést is megvalósító és a gázos erőművekre szénmentesítést (CCS) tartalmazó forgatókönyvek jelentik a legelőnyösebb alternatívákat. A számítások azt mutatják, hogy e két forgatókönyv valódi alternatívája

egymásnak, hiszen hasonló beruházási volumen mellett ér el hasonló kibocsátás-csökkentést.

- A megújuló áramtermelés támogatási igénye – hatékony támogatási rendszert feltételezve – a megújulók részarányának jelentős növekedése ellenére sem növekszik robbanásszerűen. Ez annak köszönhető, hogy a növekvő olaj-, gáz- és szénárak miatt folyamatosan növekvő versenypiaci áramár miatt az egységnyi megújuló áramtermelés támogatási igénye a következő évtizedekben folyamatosan csökken.
- Amennyiben a villamos energia szektor meg akar felelni a dekarbonizációs kihívásoknak, a nemzetgazdasági beruházások 3-5% körüli részarányával lehet számolni a szektorban.
- A gázbázisú áramtermelés mind a 2030-as, mind a 2050-es időtávon meghatározó jelentőségű marad hazánkban. A gázbázisú áramtermelés jövője és sikeressége Magyarországon döntően függ attól, sikerül-e az erőműveknek a ma jellemző olajindexált gázár helyett piaci árazású tüzelőanyagra szert tenniük.
- Az ország várható nettó áramimport (ill. export) pozíciója jelentős mértékben a hazai és a nemzetközi földgázárak viszonyának alakulásától – és ezáltal a gázos erőművek versenyképességétől – függ majd.
- A nagykereskedelmi áramár terén mind a nukleáris, mind megújuló túlsúlyos scenáriók hasonló árszintet mutatnak. Majd minden forgatókönyv esetén felfelé ívelő (reál-)ártrend prognosztizálható, mely az olajár-növekedéssel összefüggő gáz- és szénár-emelkedéssel magyarázható.
- A CCS technológia vízváltótónak tűnik a valóban alacsony széndioxid-kibocsátás elérése szempontjából. Amennyiben e technológia a kívánt nagyságrendben alkalmazhatóvá válik a 2030 utáni időszakban, akkor mérsékelt költséggel jelentős, 10-15 millió tonna kibocsátás-csökkentés érhető el vele.

2.6 Főbb kérdések a villamos energia kereslet oldali jövőképében

A villamos energia fogyasztási oldalával foglalkozó programok, melyek célja energia megtakarítás ösztönzése, vagy a fogyasztás rendszerigényekhez igazítása, *keresletoldali menedzsment* (demand side management- DSM) gyűjtőnév alatt

szerepelnek. A DSM két fő ága a fogyasztási profil átütemezésre irányuló *demand response* (DR), és a fogyasztás-megtakarítást ösztönző *energiahatékonysági* programok.

Az alábbiakban a villamos energia keresleti oldalán jelentkező stratégiai kérdéseket ezen két fő kategória mentén tárgyaljuk.

A villamos energia egy rendkívül árrugalmatlan termék, a keresleti oldalt rövid távon sok esetben egy vertikális görbe jellemzi. Ennek egyrészt fundamentális okai vannak, másrészt viszont technológiai, mivel megfelelő mérők hiányában nem létezik valós-idejű árazás. Ez annyit jelent, hogy a fogyasztók legnagyobb része egy átlagárral szembesül, és ezáltal nem érzékeli a szűkös kínálatú időszakokat. Míg bizonyos csúcsidezőszakokban a villamos energia pillanatnyi termelési határkölsége és így ára nagyon magasra szökik, addig a fogyasztók kereslete a saját átlagáruk alapján alakul. Ezért mondhatjuk, hogy a keresleti oldal rövid távon szinte teljesen árrugalmatlan (Stoft 2002).

Ez a keresletoldali 'hiba' jelentős hatékonyságvesztést okoz a rendszernek, így nagyobb kapacitás kiépítésére van szükség, több a károsanyag-kibocsátás, alacsonyabb a rendszerbiztonság szintje és gyakoribb a piachatalmi problémás időszakok száma (Research Report International 2007).

A technológiai fejlődés révén ugyanakkor mára lehetségessé vált ennek a keresletoldali problémának a teljes felszámolása. A valós idejű mérést biztosító okos mérők és a többek között ezt integráló okos hálózatok országos bevezetése jelenleg az egyik legizgalmasabb téma a villamos energia területén az unió tagállamaiban, így hazánkban is.

2.6.1 Okos mérés – okos hálózatok

Már a '70-es évek óta a gyakorlatban is alkalmaznak olyan eszközöket, amelyek révén a fogyasztói oldal különböző szinten, de fogyasztásának módosításával reagálni képes a villamos energia árának változására, illetve árazási ösztönzők bevezetésére. Hazánkban a '80-as évek elején építették ki a hangfrekvenciás körvezérlést, amely révén hőtároló típusú áramfogyasztó berendezések fogyasztását közvetlenül, az egyes áramszolgáltatók diszpécser központjaiból vezérlik, alkalmazkodva a rendszerigényhez és a villamosenergia piaci árakhoz, a fogyasztást nagyrészt a völgyidőszakra terelve. A rendszer ma is működik, a hazai fogyasztás körülbelül 15-

20%-át teszi ki és a háztartási alap díjszabáshoz képest jelenleg 30-40%-os árkedvezmény jár az így fogyasztóknak. Az üzemeltetők a volt közüzemi szolgáltatók utódjai, az integrált elosztó és kereskedő vállalatok. Mára ugyanakkor a rendszer több szempontból elavultnak mondható, például mert egyedileg fogyasztókat kapcsolni nem lehet, csak nagy aggregált fogyasztói csoportokat, valamint nem lehet pontosan tudni, hogy egy felkapcsolás mekkora teljesítményt fog jelenteni.

Hazánkban a '90-es évek közepén kezdődött meg a már a fogyasztási idő tárolására is képes elektronikus mérők térhódítása a nagyfogyasztók körében. Jelenleg a közép-fogyasztók egy része van még ilyen mérőkkel felszerelve, ugyanakkor ezek a készülékek az erre vonatkozó szabályozás hiánya miatt jellemzően eltérő szolgáltatási funkciókat biztosítanak.

Megújulás előtt

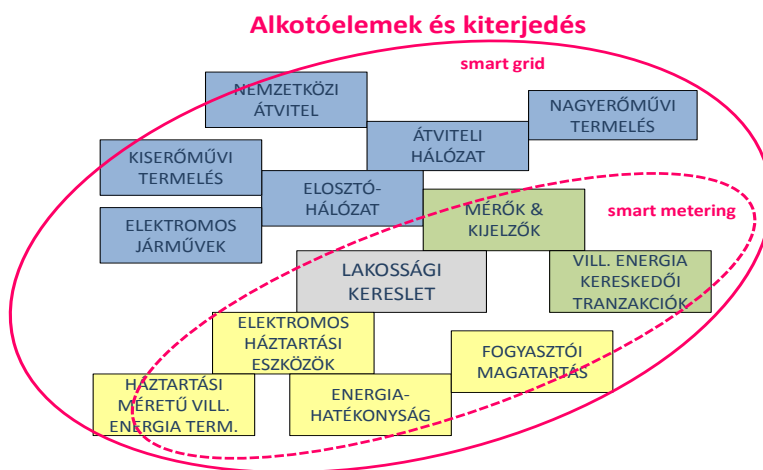
A technológiai fejlődésnek köszönhetően mára az okos mérők tömeges, a háztartások körét is lefedő bevezetése a fő kérdés az uniós tagállamokban. Az okos mérés az amerikai szövetségi energiahatóság, a FERC definíciója alapján „...*olyan fogyasztás (és egyéb adat) mérés, amely óránként vagy még gyakrabban rögzíti a mért adatokat és legalább napi szinten egy kommunikációs hálózaton elküldi azokat egy központi adattárba. Azaz az okos mérés négy fő eleme a mérő, a kétirányú kommunikációs rendszer, az adattárház, adatkezelési központ és a felhasználó szoftver a szolgáltatónál és elosztónál.*” (FERC 2008).

Fontos látni, hogy az okos mérés mellett, hogy lehetővé teszi a valós idejű árazást, a kereslet rugalmasabbá válását, számos más haszonnal is jár. Ilyen például az áramkimaradások gyors felderítése és helyreállítása, a jogszerűtlen vételezés és az egyéb nagyobb hálózati veszteséggel járó hálózati részek felderítése, távleolvasás (megspórolva ezáltal a személyes óraleolvasás költségeit), táv ki és bekapcsolás, mérő átparaméterezés, jobb előrejelzések készítése, stb.

Az okos mérés tömeges bevezetése a költségek és hasznok viszonyától függ. A költségek viszonylag jól becsülhetők, és minél több funkciót várunk el az okos mérőktől, annál nagyobbak. A hasznok ezzel párhuzamosan szintén a funkcióktól függenek, illetve az adott ország makrogazdasági és árampiaci karakterisztikáitól. Egyes országokban például az okos mérés teljes körű bevezetése indokoltá vált egyedül azáltal, hogy a távleolvasás révén csökkentették a gyakori személyes leolvasás költségeit (Svédország), máshol a jogtalan vételezés és hálózati veszteségek

csökkentése volt olyan jelentős költségmegtakarítás (Olaszország), hogy megérte a bevezetés. Ezzel szemben más országokban még a DR programokból várható tervezett hasznokkal együtt sem éri meg feltétlenül a teljes körű bevezetés.

Az okos méréshez szorosan kapcsolódik az okos hálózat fogalma. Az okos hálózat „*költséghatékonyan integrálja a hozzá csatlakozó fogyasztók magatartását és működését – termelőket, fogyasztókat és azokat, akik mindkettőt művelik – abból a célból, hogy biztosítsa a gazdaságilag hatékony, fenntartható energia rendszert, az alacsony veszteségű, magas minőségű és biztonságú ellátást.*” (ERGEG 2009, p. 12) Azaz az okos mérés – mint azt az alábbi ábra is szemlélteti – az okos hálózat egy fontos alkotó eleme.



2.3 ábra: Okos mérés és okos rendszerek. Forrás: ERGEG (2009) p. 14.

Az okos hálózat tulajdonképpen a meglévő hálózat felfejlesztése digitális technológiával. Az okos hálózatok mellett, hogy elősegítik a fogyasztók árampiaci aktivitását, egyben szükségesek a megújuló forrásból történő áramtermelési lehetőségek bővítéséhez és a kisméretű kogenerációs termelés integrálásához is, azaz az elosztott termelés elterjedéséhez. Míg mostanáig a nagyméretű erőművekben koncentrált áramtermelés volt a jellemző, főként méretgazdasági és egészségügyi - szennyezési okok miatt, mára a decentralizált termelésnek is lehet létjogosultsága azáltal, hogy kisebb hálózati veszteséggel jár és kevesebb hálózati teljesítményt igényel. A megújuló energiaforrásból történő áramtermelési technológiák egy része, pl. nap- és szélenergia esetében, kifejezetten alkalmazható kis, háztáji méretben is.

Ezáltal a fogyasztók számára lehetővé válik, hogy megtermeljék a felhasználásukhoz szükséges energiát, a felesleget pedig a hálózatra küldjék, vagy éppen a hiányt a hálózatról vételezzék minimális technikai és szabályozási akadályok mellett. Ez egyben növeli a rendszerbiztonságot is.

Az elosztott termelés tömeges elterjedése a 20/20/20-as környezeti célok¹² elérését jelentősen támogatja. Ugyanakkor tipikusan ezek a megújuló technológiák nem irányíthatóan termelnek, azaz nem feltétlen akkor, amikor szükség van rájuk. Emiatt a hagyományos hálózati rendszerek nehezen, jelentős rendszertartalékok árán tudják csak ezeket a technológiákat integrálni. Az okos hálózatok azáltal, hogy a fogyasztási berendezések egy részét is vezérelni tudják majd, a fogyasztás egy részét a megújuló forrásból történő többletermelés irányába tudják majd terelni. Ez utóbbit nevezik a demand response új paradigmájának, azaz a DR-nak már nem a fogyasztás simítása, a völgy időszak feltöltése és a csúcsidőszak lapítása a feladata, hanem egy ennél általánosabb rugalmasság, a fogyasztást az időszakosan jelentkező megújuló áramtermeléssel való összepárosítása (IIE, 2009).

Országos bevezetés

Az okos mérésre és hálózatokra vonatkozóan meglehetősen konkrét követelményeket tartalmaz mára már az uniós szabályozási keretrendszer. A 3. energia csomag (2009/72/EK és 2009/73/EK irányelvekben) kötelezi a tagállamokat, hogy készítsenek értékelést, hogy az okos mérés melyik fajtájának bevezetése milyen ütemezés mellett ésszerű és költséghatékony. Amennyiben az értékelés eredménye kedvező, akkor a villamos energia fogyasztók 80%-át el kell látni okos mérővel 2020-ig.

Emellett az ERGEG, az európai energiaszabályozók csoportja aktívan dolgozik az okos mérés és okos hálózatok tagállami bevezetésére vonatkozó iránymutatásokon, támogató szakmai anyagok kidolgozásán. Februárban megjelent legfrissebb iránymutatásuk (ERGEG 2011) többek között 'Jegyzékbe' foglalja a végfogyasztók részére nyújtandó szolgáltatásokat, ajánlásokat ad a széleskörű bevezetésre, a költség / haszon elemzéshez és az adatkezeléshez. A Bizottság továbbá M/441 számon az okos mérőkre és M/490 számon az okos hálózatokra mandátumot adott európai szabvány

¹² Azaz 2020-ra a megújuló termelés teljes keresleten belüli részesedésének 20%-ra növelése, az energiafogyasztás az előre jelzethez képest 20%-kal csökkentése, és az üvegházgáz kibocsátás 1990-es szinthez képest 20%-kal csökkentése.

kidolgozására a kommunikációra és európai harmonizált megoldások kidolgozására a smart metering funkciókra.

Hazánkban az okos mérés és okos hálózat bevezetésének előkészítését a Magyar Energia Hivatal (MEH) végzi. Az értékeléshez szükséges mintaprojekteken alapuló miniszteri rendelet a bevezetésről az ütemezés szerint 2013 első negyedévében kerül meghirdetésre az okos mérők esetében és 2014 második negyedévében az okos hálózatok esetében.

Az okos mérés és okos hálózatok bevezetése és annak szabályozása tehát erősen uniós jogszabályok és szervezetek által vezérelt. Ugyanakkor a hazai mintaprojekteken, azok értékelésén múlik a hazai bevezetés fogyasztói körének és a bevezetés módjának meghatározása.

A stratégiai kérdések az okos mérés bevezetése körül leginkább a bevezetési modellt érintik, azaz, hogy melyik szereplő legyen a tulajdonosa a mérőknek, és kezelje a mérők adatait. Erre vonatkozóan a MEH számára készített okos-mérési tanulmány javaslata egy területi mérőoperátor modell (Force Motrice és AT Kearney, 2010).

A modell szerint az okos mérők az elosztó társaságok tulajdonában lennének, az elosztók felelnek azok felszereléséért, karbantartásáért, ellenőrzéséért. Ugyanakkor egy új szereplő lépne az energiapiacra, a területi okos mérési adatgyűjtő és szolgáltató vállalat (Területi OM operátor), amely jogilag független a többi árampiaci szereplőtől és koncesszió keretében az ország adott területére vonatkozóan felelősséggel rendelkezik az adatok távleolvasásáért és feldolgozásáért. Az OM operátor előre meghatározott adattartalom és gyakoriság mellett, szerződéses alapon adatokat adna át a kereskedők és elosztók részére. A szolgáltatásért ellenőrzött díjat érvényesíthet (regulált tevékenység).

Kapcsolódó kérdés továbbá, hogy – bár az okos mérés iránti igény az árampiacon merül fel legerőteljesebben – célszerű az árampiaci okos mérést úgy bevezetni, hogy lehetőséget adjon a jövőben a többi közmű esetében is az okos mérés bevezetésére, a vonatkozó költségek csökkentésére. Azaz ne kelljen párhuzamos kommunikációs és adatkezelő rendszereket kiépíteni később a gáz és a víz esetében is, a szinergiákat ki lehessen használni.

Végül fontos látni, hogy az okos mérés csak a lehetőségét teremti meg a fogyasztói alkalmazkodásnak, ahhoz, hogy ténylegesen rugalmasabb legyen a

keresleti oldal és ezáltal hatékonyabb a rendszer, ezt lehetővé tevő, gondosan megtervezett programokra, tarifacsomagokra van szükség¹³.

¹³ Érdekes módon számos helyen annak ellenére, hogy már az okos mérés bevezetése jelentősen előrehaladott állapotban van, mint például Olaszországban és számos amerikai városban, a DR programok mégse indultak el. Ezek tipikusan olyan esetek, ahol a bevezetést önmagában a működtetési költségek csökkentése indokoltta tette.

3 Földgáz szektor

A földgáz jelentősen csekélyebb karbon lábnyomot hagy maga után a többi fosszilis energiaforráshoz képest.¹⁴ Ezért számos szakirodalom (MIT 2010, WI 2010, NEPI 2009, Pacala and Socolow 2004) átmeneti technológiaként tekint erre az energiaforrásra, amely átíveli a napjaink technológiai adottságai és az alacsony karbon kibocsátási korszak technológiai között jelenleg fennálló különbséget és biztosítja az alacsonyabb kibocsátási szinteket, amíg a kibocsátásmentes technológiák tömeges és gazdaságos alkalmazása realitássá válik. Technológiai szempontból a földgáz felhasználása számos előnyös tulajdonságot rejt magában. Alacsony környezet-kockázati faktora kedvezőbb, mint a nukleáris energiáé. A földgáztüzelésű erőművek beruházási költsége (illetve fix költségei) más erőművi technológiákhoz képest alacsonyak, építési idejük rövid, hatáskörük pedig széles kihasználtsági tartományban (visznylag alacsony és magas terhelés mellett is) igen magas. A földgázalapú villanyáram előállításának módja rugalmas, így alkalmas a rendszer kiegyenlítésére, illetve a kereslethez való igazodásra, amely a megújuló áramtermelési egységek rendszerintegrációját is elősegítheti. A nukleáris bázisú villanyáram termelés ilyen kedvező rugalmassággal nem bír.

A földgáz villamosenergia-termelésben betöltött szerepét a gazdasági növekedés mellett elsősorban a klímavédelmi intézkedések erőssége és a szén-dioxid kibocsátás ára határozza meg. A szükséges intézkedések elmaradása esetén a földgáz-kereslet növekedése meglehetősen intenzív lesz, ami elsősorban a CCGT technológia fenti előnyeinek tulajdonítható. Amennyiben bizonyos intézkedések megvalósulnak, és a karbon árak növekedésnek indulnak, először a meglévő erőműparkon belül bekövetkezik egy tüzelőanyag-váltás: a széntüzelésű erőművek kihasználtsága csökken, a földgáztüzelésű blokkoké pedig nő. Középtávon az erőművi beruházók egyre nagyobb számban fordulnak el a karbonintenzív technológiáktól, elsősorban a szénre alapozott erőművektől a földgáztüzelésű blokkok javára, ami a földgázkereslet egyébként is várható növekedését még intenzívebbé teheti.

Amennyiben a megvalósuló klímavédelmi intézkedések ennél is szigorúbbak lesznek, az a szén-dioxid emissziót még inkább megdrágítja, és az erőművi

¹⁴ CO₂ kibocsátása a szénhez képest 45-kal, a kőolajhoz képest 30%-kal alacsonyabb.

beruházókat a karbonsemleges megújuló, illetve nukleáris erőművek felé tereli. Magas karbonárak mellett a földgáztüzelésű erőművek elvesztik a rugalmasságból és az alacsony tőkeköltésekből fakadó versenyképességüket a karbonsemleges villamosenergia-termelő kapacitásokkal szemben (különösen, ha időközben a megújuló technológiák beruházási költsége számottevően mérséklődik), és a földgáz elveszti átmeneti technológiai szerepét¹⁵.

A földgáz jövőbeni szerepét tehát alapvetően a klímavédelmi intézkedések erőssége határozza meg. Ha a klímapolitika lassan és nehézkesen reagál a kihívásokra, a földgáz szénnel szembeni térnyerése gyorsabb és tartósabb lesz, mint a megújuló és a nukleáris erőművekkel szembeni piacvesztése. A mérsékelt klímavédelem a földgáz átmeneti technológiai szerepét növeli és elnyújtja, a gyors és határozott intézkedések viszont megrövidítik azt.

A hazai földgáztüzelésű erőműpark bővítése azonban számos kihívással jár. Egyrészt erősítheti az ország -jelenleg is igen magas- földgáz kitétségét, további ellátás-biztonsági kockázatokat eredményezve. Másrészt a földgáz jövőbeni áralakulásán keresztül komoly versenyképességi és jóléti kockázatokkal jár (a földgázt felhasználó erőművek és fogyasztók számára egyaránt). Az ellátás-biztonsági kihívások kapcsán bemutatjuk a globális földgázkészletek nagyságát és összetételét, kitérve a nem-konvencionális palagáz készletek jövőbeni kitermelhetőségére, illetve a biogázban, valamint a szén-dioxid leválasztásában és tárolásában rejlő lehetőségekre. Ezt követően meghatározzuk az ellátás-biztonságot veszélyeztető kockázatokat és áttekintjük a földgázfüggőség enyhítésének lehetséges eszközeit: ismertetjük a primer energiahordozó-szükségleten belüli importált földgáz részarányának csökkentésére vonatkozó elgondolásokat, valamint az importforrások és szállítási útvonalak diverzifikációjának és a regionális piac megteremtésének lehetséges eszközeit. A versenyképességi kockázatok kapcsán áttekintjük a földgáz piacokon az utóbbi években lezajló változásokat, melyek alapvetően megváltoztathatják a földgáz-árképzés eddig bevett módszerét, és az olajár indexált árképzést a piaci viszonyok által megszabott árakkal válthatják fel, kitérve az ellátásbiztonságot és a jövőbeni földgázárakat nagymértékben meghatározó hosszútávú szerződések jövőjére.

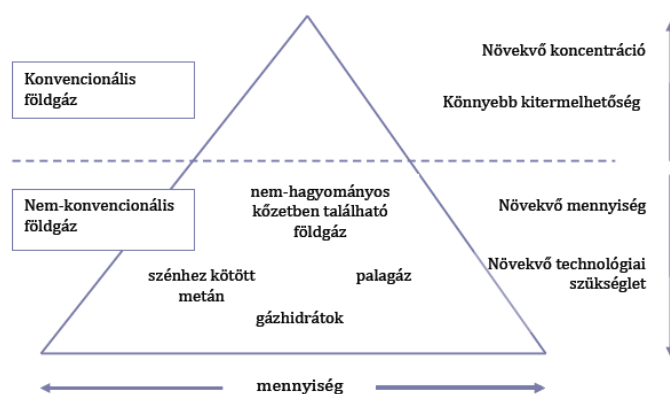
¹⁵ A WEO 2009-es kiadványa szerint a klímavédelmi intézkedések elmaradása (referencia forgatókönyv) nagyon jelentős, 40% feletti földgázkereslet-növekedést jelentene, amit az erős klímavédelmi intézkedések alig 16%-os mérsékelnének.

Az alábbiakban ezen stratégiai kérdéseket és kihívásokat járjuk körül, kitérve a nemzetközi szakirodalom és a hazai szakpolitika által megfogalmazott lehetséges megoldási javaslatokra.

3.1 Földgáz készletek

Az energiastratégia kialakításakor alapvető fontosságú a primer energiaforrások jövőbeli rendelkezésre állása. A kitermelhető készletek nagysága elsősorban a fosszilis energiahordozók (kőolaj, földgáz) esetében lényeges.

A globális földgázkészletek két nagy csoportba oszthatóak. A konvencionális készletek elsősorban a – jelenlegi technológiával – könnyen hozzáférhető, olcsón (kis tőkebefektetéssel) kitermelhető forrásokat jelöli, míg a nem-konvencionális készletek a konvencionálistól rendkívül eltérő geológiai adottságok között fellelhető, drágábban, tőkeigényes technológiai megoldásokkal kitermelhető források gyűjtő megnevezése. Utóbbi kategóriába tartozik a palagáz (*shale gas*), a nem hagyományos kőzetekben található földgáz (*tight gas*), a szénhez kötött metán (*coalbed methane – CBM*), illetve a gáz hidrátok (*gas hydrates*).



3.1 ábra A földgázkészletek csoportosítása. *Forrás: World Energy Outlook 2009*

Az Egyesült Államokban a 2000-es évek második felében jelentős áttörést értek el a nem-konvencionális földgázmezők feltárásában és a kitermelés megindításában. Ehhez az áttöréséhez jelentős mértékben járultak hozzá a fiskális szakpolitikák (ösztönzők, adókedvezmények, adójóváírások, bányajáradék kedvezmények formájában), a K+F támogatás, és a környezetvédelmi szabályok pragmatikus alkalmazása. Az európai áttöréshez az Egyesült Államokban tapasztalt hozzáállásra

lenne szükség az EU-s és nemzeti döntéshozók részéről¹⁶, mivel a jelenlegi rendkívül szigorú környezetvédelmi szabályozás, az adatok és ösztönzők hiánya nem kedvez a nem konvencionális gázkészletek jelentős kitermelésének Európában. A szabályozói környezet mellett a magas népsűrűség (amely a palagáznál megkövetelt lényegesen nagyobb kútszám kiépítését akadályozza), a felhasználható vízkészletek szűkössége – amelyet a hidraulikai repesztéshez használnak – a szakemberek hiánya és a szükséges műszaki eszközök gyártási kapacitásának korlátossága¹⁷ jelentősen behatárolja a nem konvencionális készletek kitermelését a kontinensünkön (Gény, 2010; Stevens, 2010).

Európa nem rendelkezik az Egyesült Államokéhoz hasonló kőolaj és földgáz kitermelési hagyományokkal, ezért a társadalmi és politikai elfogadottsága is csekélyebb. Svédországban a társadalmi ellenállás nő, míg Franciaország fontolgatja a hidraulikus repesztési technológia teljes betiltását, mivel a repesztés során alkalmazott vegyi anyagok veszélyeztethetik a földalatti édesvíz készleteket és alkalmatlanná tehetik azt az emberi fogyasztásra¹⁸.

Továbbá a szakértői körökben megkezdődött a szakmai vita a palagáz klímahatásáról. Howart és társai (2011) tanulmányukban arra a következtetésre jutnak, hogy a palagáz kitermelése során a légkörben kerülő metán mennyiségének – amely üvegházhatású gáz – klímára gyakorolt hatása akár kétszerese is lehet a hagyományos készletek kitermelése során légkörbe került mennyiségnek¹⁹. Az idézett tanulmány szerint a palagáz klíma környezeti hatása összességében – teljes életciklust tekintve – azonos mértéket ölt a kőszén felhasználásával. Ezek a napjainkban még erősen vitatott megállapítások megkérdőjelezhetik a palagáz – a hagyományos földgázhoz hasonlóan – átmeneti technológiai szerepét az alacsony-karbon pályára való átállás során. Ugyanakkor a bányászati technológia fejlődésének köszönhetően a kibocsátás mértéke a jövőben akár csökkenthető is lehet.

¹⁶ Magyarországon a nem konvencionális készletek bányajáradéka kedvezőbb, mint a konvencionális készleteké. Hasonló szabályozás van érvényben Németországban, Lengyelországban és Hollandiában.

¹⁷ Európában Németország, Olaszország, és Románia rendelkezik gyártó kapacitásokkal, ám ezek összkapacitása 12-18 fúróállomás/év felszerelésére alkalmas. Mind Magyarországra, mind Lengyelországra a próbafúrások elvégzésére az Egyesült Államokból szállították a berendezést.

¹⁸ Az MIT (2010): ezzel szemben a rossz kitermelői gyakorlatot okolja a szennyezésért és nem a repesztési technológia alkalmazását.

¹⁹ A tanulmány az IPCC gyakorlatától eltérően 100 év helyett, 20 éves kivetítést alkalmaztak, amely túlbecslést, a probléma felnagyítását jelentheti.

Ezek a tényezők nem vetik el a nem konvencionális gázkészletek jövőbeli kitermelését, csupán arra hívják fel a figyelmet, hogy a technológiáról szerzett tapasztalatok olyan irányba mutatnak, amely fényében az Egyesült Államokban tapasztalt gyors áttörés aligha ismétlődhet meg Európában. A követelményként megfogalmazódni látszó nagyobb körütekintés lassíthatja az ilyen típusú fejlesztéseket és a távolabbi jövőbe tolhatja el azokat.

A földgázkészletek nagyságának értékelésekor két kategóriát szokás használni. A bizonyított készletek (*proven reserves – 1P*) a már feltárt földgázmezőkről 90%-os valószínűséggel gazdaságosan kitermelhető készleteket jelöli. A kitermelhető készletek (*ultimately recoverable resources*) alatt a technológiailag és gazdaságosan kitermelhető készleteket értjük, mely a bizonyított készleteken túl a feltárt mezőkön valószínűleg (2P), illetve lehetségesen (3P) rendelkezésre álló készleteket, valamint a még feltáratlan készleteket is tartalmazza.

A bizonyított földgázkészletek nagysága világviszonylatban 182 billió m³ (*trillion cubic meter – tcm*), mely a jelenlegi kitermelési ütem mellett 58 évre elegendő²⁰. A kitermelhető konvencionális készletek nagysága ezzel szemben 405 tcm, ami 130 évre elegendő készletet jelent. Ha ehhez még hozzávesszük a vélhetőleg kitermelhető nem-konvencionális készleteket, akkor a rendelkezésre álló készletek nagysága 785 tcm lenne, amely 250 évre elegendő földgázkészletet jelent.

A fenntartható fejlődés témakörében született írások között számos olyan anyag szerepel, melyben a fosszilis energiahordozók (készletek) közelgő kimerülésére vonatkozó elméleteket fogalmaznak meg. Az ilyen elmélet az olajcsúcs (*peak oil*) teóriája, mely szerint a kőolajkészletek szűkössége miatt a világ olajkitermelése évtizedeken belül tetőzik, majd – mivel nem tud lépést tartani a növekvő igényekkel – gazdasági válságot, társadalmi krízist, vagyis a jelenlegi gazdasági és társadalmi berendezkedés összeomlását eredményezi.

A rendelkezésre álló (kitermelhető) földgáz készletek jelen tudásunk szerint még igen hosszú időre elegendők, így a fenti értelemben vett „csúcs-teória” a készletadatokkal nehezen lenne alátámasztható. A földgáz-csúcs (mint a földgáztermelés tetőzése) azonban az energiagazdálkodási előrejelzésekben egészen

²⁰ A bizonyított készletek nagysága időről időre változik, mivel az ismert/feltárt földgázmezők méretét (illetve a bennük rejlő földgáz mennyiségét) rendszeresen újraértékelik, illetve újonnan feltárt készletekkel egészítik azt ki. 1980 és 2009 között a bizonyított készletek megduplázódtak; csak 2009-ben az adott évben kitermelt mennyiségnek a kétszeresével nőtt a bizonyított készletek nagysága.

eltérő jelentéstartalommal bír. Ahhoz, hogy a jövőbeni földgáz-kereslet kielégíthető legyen, jelentős beruházásokat kell eszközölni elsősorban a kitermelés, másodsorban a szállítás területén. A (jövőbeli) kitermelés nagyságát a keresleti és árelőrejelzésre alapozott (jelenlegi) beruházások határozzák meg. Amennyiben a klímaváltozás elleni intézkedéseket a világ országai meglépik, a földgázkereslet növekedése évtizedeken belül megtorpanhat: a fűtési célú energiateljesítmény csökken, az erőművi beruházók pedig elfordulnak a földgáztól, és megújuló, vagy a nukleáris kapacitásokat kezdik preferálni. A földgáz-keresleti és árprognózisok a fenti intézkedések hatására lassuló növekedést, majd csökkenést jeleznek előre, így a kitermelés növelését, vagy szinten tartását célzó beruházások sem valósulnak meg. A földgáz-kitermelés tetőzése (földgáz-csúcs) a kereslet és kínálat csúcsa miatt tehát sokkal hamarabb bekövetkezhet, mint ahogy azt a készletek kimerülése szükségessé tenné²¹.

Biogáz

A földgáz egyik lehetséges helyettesítője a biogáz. Korábbi tanulmányok a magyar biogáz potenciált 25 és 77 PJ közé becsülték, melynek kiaknázása az éves földgázfelhasználás 5-15%-ának kiváltását eredményezhetné. A REDUBAR projekt keretében végzett becslés ezzel szemben a magyar biogáz potenciált ennél jóval magasabbra becsli (a maximális biogáz potenciál a REDUBAR becslések szerint elérheti az éves földgázfelhasználás 60%-át is), amelyet az alábbi táblázat szemléltet.

3.1 táblázat Magyarország biogáz potenciálja 2008-as adatokon számítva (PJ/év) Forrás: REDUBAR (2009)

Biogáz eredete	minimum	maximum
Mezőgazdasági melléktermékek	82,26	244,10
Állattartás melléktermékei	2,17	5,32
Szennyvíz	1,72	6,21
Szilárd hulladék	3,31	16,56
Összesen	93,47	272,5
Átlag érték	182,98	

²¹ A WEO 2009-as kiadványa szerint a szén-dioxid koncentráció 450 ppm-en történő korlátozásához szükséges erőteljes klímavédelmi intézkedések esetén a földgázárak növekedése gyorsan lefékeződhet, és a földgázkereslet, majd a földgáz-kitermelés tetőzése már 2025 környékén bekövetkezhet.

Magyarországon a szennyvíz alapú biogáz termelés az EU átlag fölött alakul, míg a mezőgazdasági és állattartás melléktermékeire épülő termelés elmarad az európai átlagtól. Jól látható, hogy hosszú távon a magyar biogáz potenciál (megfelelő támogatási rendszer mellett) jelentős lehetőségeket rejt magában a hő-, a villamos és közlekedési célú energia előállításában. Svédországban a biogáz termelést ösztönző támogatások a közlekedési célú biogáz-felhasználást célozzák, míg Németországban a helyi kapcsolt energia (hő és villany) mellett a földgáz minőségű, biometán földgázvezetékbe való táplálást is támogatják. A szennyvíz és szilárd hulladék bázison termelt biogáz földgázvezetékbe való betáplálását ugyanakkor számos uniós tagállamban tiltják.

A gazdaságilag indokolt biogáz-felhasználás azonban az elkövetkező 10 évben számottevő mértékben elmaradhat a teljes potenciáltól. Az előző megújuló cselekvési tervben ezért csak 12,5 PJ energia biogáz alapú előállítása volt a célkitűzés. (Szunyogi, 2008). A jelenleg hatályos Nemzeti Megújuló Cselekvési Terv, mely a megújuló energiaforrások kívánatos arányát 2020-ra az összes primerenergia-felhasználás 14,65%-ában határozza meg, a villamos energia, hűtés-fűtés és közlekedés szektorokban felhasznált biogáz mennyiségét 2020-ra 4,63 PJ-ban (az éves földgázfelhasználás alig 1%-ában) tűzte ki. Ennél ambiciózusabb és/vagy hosszabb távú célkitűzések a tervezett biogáz-felhasználás mértékét is jelentősen növelhetik.

A magyarországi földgázvezeték kiépítettsége rendkívül fejlett, így a nagyobb kapacitású biometán üzemek – alacsonyabb nyomású – elosztóvezetékbe való kapcsolására potenciális lehetőség nyílik, amellyel egy meglévő, kiépített hálózaton érhetőek el az erőművi és egyéb hőtermelő fogyasztók. A kisebb kapacitású, helyi hulladékkezelésre épülő biogáz üzemek pedig potenciális szerepet játszhatnak a helyi tömegközlekedés üzemanyag keresletének kielégítésében.

CCS

A széntüzelésű, földgáz-bázisú, illetve megújuló és nukleáris erőművi kapacitások közti pozíció-eltolódás mértékére, illetve a földgázüzelésű erőművek villamosenergia-termelésen belüli szerepére számottevő befolyással lehet a széndioxid leválasztás- és tárolás (Carbon Capture and Storage - CCS) technológia alkalmazása, mely a különböző iparágakban már évtizedek óta alkalmazott vegyi

eljárásokra épül. Lényege, hogy a leválasztott szén-dioxidot – az atmoszférába jutás helyett – magas nyomáson, cseppfolyós halmazállapotban mélyen a föld alatt tárolják erre alkalmas geológia rétegekben. A leválasztásra három különböző eljárást lehet alkalmazni: az égést követően, az égést megelőzően vagy az úgynevezett „oxy-égés” alatt (oxycombustion). Az utóbbi eljárás lényege, hogy a fosszilis tüzelőanyagot oxigénben bőséges környezetben égetik el magas hőmérsékleten, így biztosítva a magas CO₂ tartalmat²².

Miközben a vegyi leválasztást évtizedek óta alkalmazzák az iparban, a földalatti CO₂ tárolásról csak korlátozott tapasztalatok állnak rendelkezésre. Kanadában (Weyburn) található az első nemzetközi kísérleti tároló, Németországban (Sremberg) pedig az első szén-erőmű kiszolgálására kialakított tároló²³. Az eddigi tapasztalatok vegyes képet mutatnak: a jelenlegi technológiával a szén-dioxid leválasztást csak olyan erőművek, illetve termelő egységek mellett érdemes kiépíteni, ahol igen magas a CO₂ kibocsátás. Magyarország esetében így csak igen korlátozott mértékű kereslet lenne erre a technológiára. A CO₂ leválasztás az erőművek esetében a magas energia igény végett jelentős hatékonyság csökkenéssel párosul. Amennyiben a CO₂ tárolás nem áll közvetlenül rendelkezésre, úgy további költséget jelent a szállító rendszer kiépítése és üzemeltetése. Az IEA (2010) becslése szerint az elkövetkezendő évtizedben a szén-dioxid leválasztás- és tárolás technológia beruházási költsége 10-15%, míg az üzemeltetés költsége 3-5%-al csökkenhet. Ebben az esetben néhány nagy kibocsátónak már akár gazdaságos is lehet egy tároló kiépítése, ha az megfelelő állami támogatással és ösztönzőkkel párosul.

Magyarországon a nagy ipari kibocsátók (pl. nagy méretű széntüzelésű erőművek) hiánya (illetve korlátozott száma), valamint a technológia tudástőke import szükségessége tudatában, nem tűnik indokoltnak jelentős erőforrás ráfordítás. 2020-30 között a CCS technológia beruházási költsége további 10%-al csökken, amely vélhetően még mindig nem teszi elérhetővé a technológiát a közepes kibocsátók számára, míg a vezetékes CO₂ szállítás költségei nem csökkennek jelentős mértékben. 2030-at követően is vélhetően csak más országok kibocsátóinak felajánlott tároló kapacitásokkal érné meg ilyen jellegű magyarországi beruházás.

²² A különböző technológiai korlátokról bővebben: IEA (2008), IEA (2010), OECD (2011)

²³ A világon jelenleg öt kereskedelmi jelleggel épített tároló üzemel (IEA: 2010), kivitelezésük átlagos beruházási költsége 2,3 millió €.

Kanada – esettanulmány

Kanada vezető szerepet tölt be a CCS technológia kutatásában és fejlesztésében. A kedvező geológiai adottságok mellett, CO₂ szállításra kiépített infrastruktúra is rendelkezésre áll, így erős állami támogatás mellett a következő évtizedben további 5 tároló megépítését tervezik. Lafleur (2010) tanulmány szerint a legnagyobb kísérleti jelleggel 2000-ben üzembe helyezett weyburni tárolóból tíz évet követően szivárgást észleltek a környező talajban. A tanulmány számításait a Petroleum Technology Research Centre (2011) tanulmánya megcáfolta. A tudományos vita azonban rámutat, hogy a technológiát továbbra is megkérdőjelezzük és számos kérdésben további kutatásokra és meggyőző eredményekre van szükség.

3.2 Egyoldalú földgázfüggőség

A földgáz meghatározó szerepet játszik a magyar energiaellátásban. A teljes magyar primer energiafelhasználás 40%-át teszi ki a földgázfogyasztás, a villamosenergia-termelés 38%-a, a lakossági fűtési szükségletek közel 75 %-a földgáz igénybevételével történik. A földgáznak a lakossági energiaszükségletek kielégítésében játszott meghatározó szerepét jelzi az is, hogy a földgáz területi lefedettsége európai viszonylatban is kiemelkedően magas: a települések 90%-a (a 90-es években erőteljes állami, illetve önkormányzati támogatással megvalósuló elosztó hálózati beruházások következtében) csatlakozik az elosztóhálózatra.

Az igények kielégítése 80%-ban importból, 20 %-ban hazai termelésből történik, de a hazai kitermelés fokozatos csökkenése következtében az import részaránya 2020-ra meghaladhatja a 90%-ot. Az import túlnyomó többsége (80%-a) tradicionálisan az ukrán (Beregdaróc), kisebb része (20%-a) az osztrák (Baumgarten) határon keresztül érkezett az országba, jóllehet ez a trend 2009-ben megtört. A nyugati földgázpiacokon felhalmozódott földgázfeleslegek a nyugati import erőteljes felfutását eredményezték, miközben az összkereslet a gazdasági válság következtében számottevően csökkent. Ezen események hatására az ukrán irányból érkező import aránya 60-65%-os szintre mérséklődött. Az import többsége a hazai földgáz piacon meghatározó szerepet játszó E.ON Földgáz Trade Zrt. hosszú távú, 2015-ben kifutó TOP (*take-or-pay*) szerződéseinek keresztül érkezik az országba. Az E.ON által leszerződött földgázmennyiség túlnyomó többsége az orosz Gazprom-tól származik.

A földgázfüggőség jelenlegi mértéke jelentős részben kormányzati döntések, állami beavatkozások, illetve szabályozási változások következtében alakult ki. A földgáz hőigények kielégítésében játszott dominanciája elsősorban az állami támogatással végrehajtott elosztóhálózati fejlesztések, illetve a távfűtőművek kazánjainak gázmotorokra történő cseréje következtében jött létre. A földgáztüzelésre történő átállást követően a lakossági földgázárakra vonatkozó politikai indíttatású szabályozói beavatkozások is rontották a helyzetet, mert a nyomott hatósági árak sem a fűtési rendszerek korszerűsítésére, sem egyéb, fogyasztáscsökkentő beruházásokra (pl. hőszigetelésre) nem ösztönöztek.

A földgáz villamosenergia-termelésben meglévő 35-40%-os részesedése a villamosenergia-szektor liberalizálását megelőző, illetve azt követő évtizedben végrehajtott erőművi beruházások eredményeképp alakult ki²⁴. A földgáztüzelésű erőművek hazai villamosenergia-termelésen belüli részesedése 2000 és 2008 között közel megduplázódott, 20%-ról 38%-ra nőtt²⁵. A földgáztüzelésű erőművek térnyerése részben állami-szabályozási, részben piaci-magánbefektetői döntésekre vezethető vissza. A piacnyitást megelőző erőműépítésben és a kapcsolt termelés elterjedésében az állami befolyás meghatározó, ugyanakkor a befektetői döntések is a földgáz irányába tolódtak.

Az alacsony beruházási költség (illetve az alacsony fix költségek), a rövid építési idő, a magas hatásfok, a nagy rugalmasság és az alacsony szén-dioxid emisszió (illetve a szén-dioxid kvóták jövőbeni árára vonatkozó bizonytalanságok) egyaránt a földgáztüzelésű blokkok mellett (elsősorban a CCGT erőművek) szólnak. A jelenleg ismert erőmű-építési tervek között ezen előnyök miatt továbbra is dominálnak a földgáztüzelésű blokkok.

A földgáz hazai energiaellátásban (elsősorban a villamosenergia- és hőtermelésben) betöltött központi szerepe és az erős importfüggőség következtében a korábbi energiastratégiai anyagokban is rendszeresen megoldandó problémaként

²⁴ 1990-et követően az összes 50 MW kapacitást meghaladó új erőmű földgázbázisra épült ki, ez egyébként egybe esik az adott korszak technológiai trendjével. Nyugat-Európa számos országában, valamint az Egyesült Államokban a földgáz bázisú új erőművek kivitelezése dominált ebben az időszakban.

²⁵ A gazdasági válság első teljes évében, 2009-ben a földgáz részesedése a fogyasztás visszaesését meghaladó mértékben csökkent, ez azonban átmeneti jelenségnek tekinthető: a gazdasági fellendülést követően a földgáz aránya újra megközelíti, a tervezett földgázüzemű erőművi blokkok üzembe lépésével pedig hamarosan meghaladja a 40%-ot.

szerepelt a földgázfüggőség problémája. A függőség problematikáját az eddigi stratégiai anyagok az alábbi kategóriák szerint tárgyalták: (i) a teljes primerenergia-ellátásban, a villamosenergia- és hőtermelésben megnyilvánuló kiemelkedően magas földgáz részarány; (ii) az import magas részaránya; (iii) az importforrások koncentrátsága (orosz források dominanciája); (iv) a szállítási útvonalak kis száma. A függőség fent említett területeire a stratégiák a következő célokat fogalmazták meg: (i) ésszerű primerenergia-szerkezet kialakítása; (ii) egyoldalú importfüggőség enyhítése; (iii) forrásdiverzifikáció; (iv) szállításdiverzifikáció. A következőkben ismertetjük a fenti problémák megoldására tett javaslatokat (illetve a megfogalmazott célok elérésének lehetséges eszközeit)²⁶.

A földgázfelhasználás primerenergia-felhasználáson belül elfoglalt magas arányát számos korábbi energiapolitikai háttéranyag kritizálta. A problémát az jelenti, hogy a földgázellátásban bekövetkező (ellátási) zavar, vagy a földgázpiacokon bekövetkező „turbulencia” a földgáztüzelésű berendezések magas aránya miatt a villamosenergia- illetve a hőpiacon is ellátási problémákhoz, vagy egyéb egyensúlytalanságokhoz vezethet. A „kiegyensúlyozott forrásszerkezet”, vagy az „ésszerű primerenergia-szerkezet” megteremtése a földgázfelhasználás villamosenergia- és hőtermelésben betöltött szerepének (arányának) csökkentését célozza^{27,28}.

A hőtermelés tekintetében a földgázfüggőség csökkentése klasszikus szabályozási eszközökkel jól kezelhető: a földgázbázisú távfűtőművek (kapcsolt gázmotorok)

²⁶ Az ellátásbiztonság megteremtésének alternatív módját választotta Finnország. Az ország nem rendelkezik földgáztárolóval, ezért az ellátás biztonságát elsősorban azzal garantálják, hogy a földgázfelhasználást olyan szektorokba terelték, ahol van lehetőség a felhasználókat kötelező alternatív tüzelőanyag tárolására, így biztosítva az azonnali alternatív üzemanyag átállási opciót. A finn lakosság földgáz kitétsége csak áttételesen jelentkezik a hő és villanyáram termelésen keresztül. Ezeknél az energia fajtáknál szabályozva és garantálva van az alternatív tüzelőanyag rendelkezésre állása, így az ellátás folytonossága is. Ezek alapján megállapítható, hogy önmagában az egyoldalú ellátástól való függőség nem jelent jelentős kockázati és veszélyforrást, ha a belső szabályozások megfelelőek és egy esetleges vészhelyzetre felkészültek. Önmagában tehát az egyoldalú földgázfüggőségből eredő kockázatokat nem csupán a források diverzifikációja, tárolók kiépítése jelentheti, hanem a földgázforrások felhasználásának „áttérrelése” olyan felhasználói szektorokba, ahol a helyettesíthetőség alternatív tüzelőanyag formájában, vészhelyzet esetén megvalósítható.

²⁷ Giber, J. (2006): Magyarország energiapolitikai tézisei 2006-2030 (Bizottsági anyag)

²⁸ Háttéranyag a 2007-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikai koncepcióról szóló H/4858. számú országgyűlési határozati javaslatához

élettartamának leteltével megfelelő ösztönző rendszer alkalmazásával megújuló bázisú (pl. biomassza-alapú) berendezésekre állítható át. Tekintve, hogy a megújuló energiaforrások részarányának növelése uniós célkitűzés, melyek elérését a tagállamok beruházási és működési támogatásokkal egyaránt elősegíthetik, a hőtermelés forrásszerkezetének átalakítása (a megújuló alapú kapcsolt termelés támogatásával) reális lehetőségnek tekinthető. Hasonlóan elfogadott eszköz az energiatakarékosság és az energiahatékonyság növelésének ösztönzése adókedvezményekkel, beruházási támogatásokkal, illetve építési, műszaki szabványokkal. Az épületenergetikai programok 2020-ra önmagukban évi 0,3-1,0 Mrd m³-el (2-9%-al) csökkenthetik az éves földgázfelhasználást²⁹.

A földgázalapú villamosenergia-termelés arányának csökkentése nehezebb feladat. Hosszú távon (30-40 éves időintervallumban) a hazai villamos energia igények jelentős mértékű emelkedése a földgáztüzelésű erőműpark számottevő bővülése nélkül nehezen lesz kielégíthető. A megújuló bázisú villamosenergia-termelés ösztönzésével a földgázalapú erőművi beruházások üteme némileg lassítható, más tüzelőanyagok/erőműtípusok preferálása (támogatása) viszont nehezen kivitelezhető. A direkt működési, vagy beruházási támogatások alkalmazása a nukleáris projekteknél tiltott állami támogatásnak minősülhetne, a CCS-el felszerelt szénttüzelésű technológiák támogatása pedig pénzügyi terhei és technológia bizonytalanságai miatt nem tekinthető reális alternatívának. Az erőművi beruházások engedélyezési rendszerében szintén nehezen lehet olyan feltételeket alkalmazni, melyek tüzelőanyagtól függően eltérő feltételrendszert szabnának meg, egyértelműen preferálva vagy diszpreferálva egyes erőművi technológiákat. Az erőművi beruházási döntéseket a liberalizációs csomag alapvetően a – piaci árjelzésekre reagáló – piaci szereplőkre bízva, ebben csekély állami befolyást engedve. A villamosenergia-irányelv ugyan megteremti a hosszú távú tervezés alkalmazásának lehetőségét, de ennek gyakorlati megvalósíthatósága egy liberalizált piacon nem könnyű feladat.

A hosszú távú tervezés a gyakorlatban többnyire az energiastratégiák megalkotásával, a stratégiaalkotó állam által kedvezőnek ítélt erőművi szerkezet bemutatásával (gyakran konkrét erőművi projektek felsorolásával) próbálja a szándékolt irányba terelni a beruházókat (piaci szereplőket). A hosszú távú tervezés azonban egyéb eszközök hiányában csak közvetve és korlátozott mértékben képes

²⁹ REKK számítások

befolyásolni az erőművi beruházások összetételét. Az eddigi magyar energiastratégiák elsősorban a nukleáris energiatermelés, ezen belül is a paksi bővítés határozott támogatásával (ami a földgázbázisú erőművek piaci lehetőségeit szűkíti) tervezték lassítani a földgázalapú erőművi beruházások megvalósulási ütemét. A paksi bővítés megvalósulása 2025-2030-ra elvileg képes a földgáztüzelésű erőművek részesedését 25-30%-os szintre csökkenteni, de ez a folyamat erősen földgázár-függő, az eredmény pedig átmeneti³⁰. A földgázárak olajár-indexálásának meggyengülése és a földgázárak csökkenése esetén a földgázbázisú erőművek részesedése a jelenlegi 35-40%-os szinten marad, 2035 után pedig – a régi paksi blokkok leállítását követően – a földgáztüzelésű blokkok aránya az igénynövekedés hatására újra növekedésnek indulhat³¹.

A korábbi stratégiák a hazai szén-, illetve az észak-magyarországi lignitvagyon felhasználásának növelésére is javaslatot tettek: számottevő (1000-2000 MW) új lignit (vagy szén) erőművi kapacitással a primer-energiához tartozó földgáz-túlsúlyának mérséklését és az importfüggőség csökkentését egyaránt biztosíthatónak vélték. A 2006-os stratégia 2000 MW új hazai lignit erőművi kapacitással az importfüggőség mértékét 2030-ra 65%-os szinten, a primerenergia-felhasználáson belüli földgáz részarányt 40% körüli szinten tudná mérsékelni. A 2008-as stratégia némileg kisebb (1000 MW) szénerőművi kapacitással és jóval magasabb megújuló bázisú energiafelhasználással számolva a földgázbázisú villamosenergia-termelés részarányát 2020-ra 20% alatti szinten mérsékelné³². A fenti stratégia (import földgázra alapozott erőművi termelés hazai lignitre és megújuló energiaforrásokra alapozott erőművi termeléssel történő helyettesítése) azonban jelentős beruházási és támogatási igénnyel, továbbá magas szén-dioxid kibocsátással járna. (Emellett az is erősen kérdéses, hogy a hazai lignittüzelésű erőművi beruházások ösztönzésére létezik-e megfelelő eszköz).

A földgázfelhasználás növekedését ugyanakkor állami beavatkozás nélkül – és a földgázbázisú erőműpark bővülése mellett is – mérsékelhetik a piaci folyamatok. Az

³⁰ Ez a földgáz-részarány csökkenés feltételezi, hogy a földgázárak olajár-indexálása (mely a spot-áraknál magasabb földgázárakat eredményez) hosszú távon fennmarad, korlátozva ezzel a földgáztüzelésű blokkok versenyképességét.

³¹ REKK számítások

³² Gács I., Bihari P., Fazekas A., Hegedűs M. Tihanyi L. (2006): Magyarország primerenergia-hordozó struktúrájának elemzése, alakításának stratégiai céljai

előregedett hazai erőműpark átlagos hatásfoka jelenleg alig haladja meg a 33%-ot. Az elavult, alacsony hatásfokú földgáztüzelésű erőművek kivezetése (OCGT) és magas (52-60%-os) hatásfokú CCGT blokkokra való cseréje számottevő földgáz-megtakarítást eredményez (a CCGT blokkok hatékonysága jelenleg 52-60% között mozog, ami 2020-ra 64%-os szintre emelkedhet)³³.

A földgázimport magas részarányának csökkentésére vonatkozóan a korábbi energiastratégiák több felvetést tettek, melyek a belföldi energiaforrások felhasználásának növelését célozták. Az egyik felvetés a kutatási-termelési tevékenységre vonatkozó szabályozás módosítására vonatkozó 2006-os javaslat volt, annak érdekében, hogy az jobban ösztönözze „*a kisméretű előfordulások és nem jelentéktelen nagyságú alacsony fűtőértékű gázkészletek*” hasznosítását³⁴. A 2008-ban konkretizálódott javaslat a „*hazai inert-tartalmú földgázvagyon minél teljesebb felhasználását*” kívánja elősegíteni szabályozói eszközökkel³⁵. Arról, hogy az inert-tartalmú földgázvagyon mérete, hozzáférhetősége, felhasználhatósága mennyiben indokolja a javaslatot, nem állnak rendelkezésre háttér tanulmányok.

Az importigény mérséklésére elvileg a nem-konvencionális földgázvagyon is alkalmas lehet, ugyanis a hazai készletek nem elhanyagolhatóak (erre vonatkozóan – az inert-tartalmú földgázvagyonhoz hasonlóan – nem állnak rendelkezésre pontos adatok). A makói-árokban 2008-2009-ben folytatott kutatások és próbafúrások 340 Mrd m³ feletti készletet valószínűsítettek, a gyenge gázhozamot mutató eredmények okán azonban a beruházók felhagytak a kutatással. A makói tapasztalatok alapján tehát a hazai nem-konvencionális készletek kitermelhetősége egyelőre kérdéses, így rövidtávon nem kalkulálhatunk ezek importfüggőséget csökkentő szerepével.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a primerenergia-felhasználáson belüli kimagaslóan magas földgáz-részarány csökkentésének lehetőségei és az import hazai termeléssel történő kiváltásának lehetőségei korlátozottak. A korábbi magyar energiastratégia háttéranyagok ezért az egyoldalú földgázfüggőség csökkentését az importált földgáz hazai tüzelőanyagokkal történő kiváltása mellett az importdiverzifikációban (vagyis a források és szállítási útvonalak

³³ Gas fired power - IEA ETSAP Technology brief, April 2010

³⁴ Giber, J. (2006): Magyarország energiapolitikai tézisei 2006-2030 (Bizottsági anyag)

³⁵ 40/2008. (IV.17.) OGY határozat a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról

diverzifikációjában), a szállító és tranzit országokkal kialakított együttműködésben, a regionális energiapiacok kialakításában, illetve a stratégiai készletezésben látták.

A szállítási útvonalak diverzifikációjának szükségességét elsősorban az importvezetékek számának, és az azokon elérhető forrásoknak a korlátozott volta indokolja. Az ukrán határon importált földgáz dominanciája az utóbbi két évben ugyan érezhetően (a korábbi 80%-ról 60-65%-os szintre) enyhült, de ennek a dominanciának a további mérséklődésére – új importkapacitások nélkül – nincs sok remény. Az osztrák importvezeték kihasználtsága közel maximális, így a kereslet növekedése és a hazai kitermelés csökkenése – alternatív importvezetékek hiányában – csak az ukrán import növekedésével lenne kielégíthető. Az import további diverzifikációja tehát csak új importvezetékek létesítésével lenne megoldható.

Az importkapacitások bővítését, a források és ellátási útvonalak diverzifikációját jelenleg három nagyobb projekt keretében lehet megvalósítani:

- Nabucco: A 31 Mrd m³ kapacításra tervezett, öt országot átszelő szállítóvezeték legnagyobb előnye, hogy a szállítási útvonalak diverzifikációja mellett új, alternatív (közel-keleti, illetve kaszpi tengeri) földgázforrások elérhetőségét biztosítaná. A hazai piacon értékesített földgáz többségének eladója, a Gazprom semmilyen formában nem vesz részt a projektben.
- Déli Áramlat (South Stream): Az orosz Gazprom által kezdeményezett vezeték elsősorban orosz földgáz alternatív szállítási útvonalon történő piacra jutását biztosítaná, ezért megépítése elsősorban a tradicionális – Ukrajnán keresztül vezető – tranzitútvonaltól való függőség csökkentését eredményezné (alternatív – a Gazpromtól független – források azonban ezen a vezetéken nem lennének elérhetőek).
- Észak-Déli folyosó: A projekt több határkeresztező, illetve határokon belüli vezetéképítésből álló elgondolás, amely a Balti-tengertől az Adriai-tengerig húzódó szállítási útvonal kiépítését eredményezné. Az észak-déli összeköttetés részben a kelet-nyugati vezetéseken szállított földgáz alternatív útvonalakon történő szállítására teremtene lehetőséget, részben a Balti- és az Adriai-tenger partján tervezett LNG terminálok segítségével alternatív forrásokat tenne elérhetővé a régió számára. A szlovák és a horvát összeköttetés ennek a folyosónak a kiépítését támogatná.

A földgázvezeték-építési projektek eltérő módon és mértékben, de egyaránt elősegítenék az importált földgáz biztonságosabb elérhetőségét. A különböző forrásokból történő földgázvásárlást lehetővé tevő alternatív szállítási útvonalak egyúttal növelik a hazai földgázvásárlók alkuerejét, elősegítve az olajár-indexált földgáz-árképzés dominanciájának enyhítését és a kereslet-kínálati viszonyokat tükröző spot-piaci indexálású árazás térnyerését. Magyarország földrajzi elhelyezkedéséből kifolyólag az országot átszelő vezetékeken keresztül minden bizonnyal jelentős tranzitforgalom bonyolódhat. A hazai földgáztárolókkal párosulva (különösen, hogy a geológia adottságok további jelentős tárolói kapacitásnövelésre is alkalmasak) lehetőséget biztosít arra, hogy az infrastrukturális beruházások és a szabályozói reformok összehangolásával az ország regionális gázelosztó központi (gas-hub) szerepét erősítse. Az új vezetékek építése tehát ellátás-biztonsági és versenyképességi előnyökkel is járhat, ezért az infrastrukturális beruházások ösztönzése a mindenkori földgázpiaci stratégiának fontos eleme kell legyen.

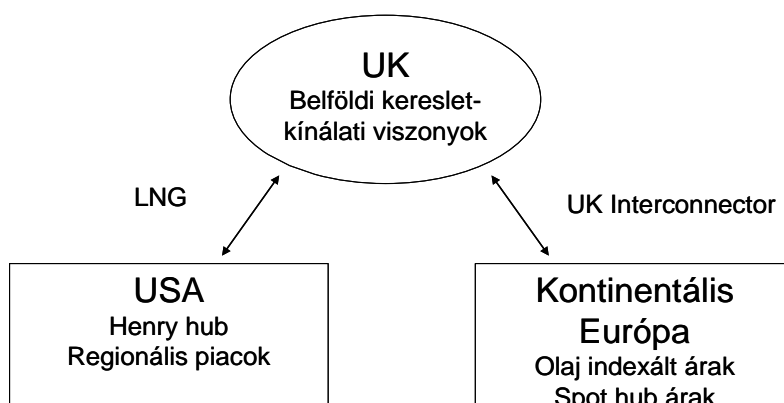
Az egyes infrastrukturális beruházások állami befolyásolhatóságának mértéke eltérő: a több országon áthaladó vezetéképítési projektek megvalósulása komplex nemzetközi együttműködés függvénye (így a magyar állam ráhatása ezekre korlátozott), míg az egyes határösszekötő projektek engedélyezésére, szabályozására és finanszírozására a hazai piaci szereplőknek és a magyar hatóságoknak közvetlen befolyásuk van. A vonatkozó nemzetközi gázvezeték projektekkel kapcsolatos magyar stratégia során ezért kiemelt figyelmet kell szentelni a nagyobb projektekbe illeszkedő határösszekötő és egyéb hazai infrastrukturális beruházások ösztönzésének.

3.3 A földgáz-árképzés jövője

A 2009. év elejétől a nyugat európai földgázpiacon a gazdasági válság miatti keresletcsökkenés és az amerikai piacra szánt LNG szállítmányok átterelődése miatti kínálatnövekedés révén kibontakozó éles gázpiaci verseny 30-50%-os árcsökkenést eredményezett az azonnali gázkereskedelemben. A földgázárzás hagyományos, olajtermékekhez indexált módja megroppant, középtávon vélhetően általánossá válik a gáz piaci (a kereslet és kínálat változása által meghatározott) árazása. Ez nem azt jelenti, hogy a gáz- és olajár alakulás a jövőben függetlenné válik egymástól, csak azt, hogy a gáz explicit módon és kizárólagosan olajtermékhez árazása várhatóan megszűnik.

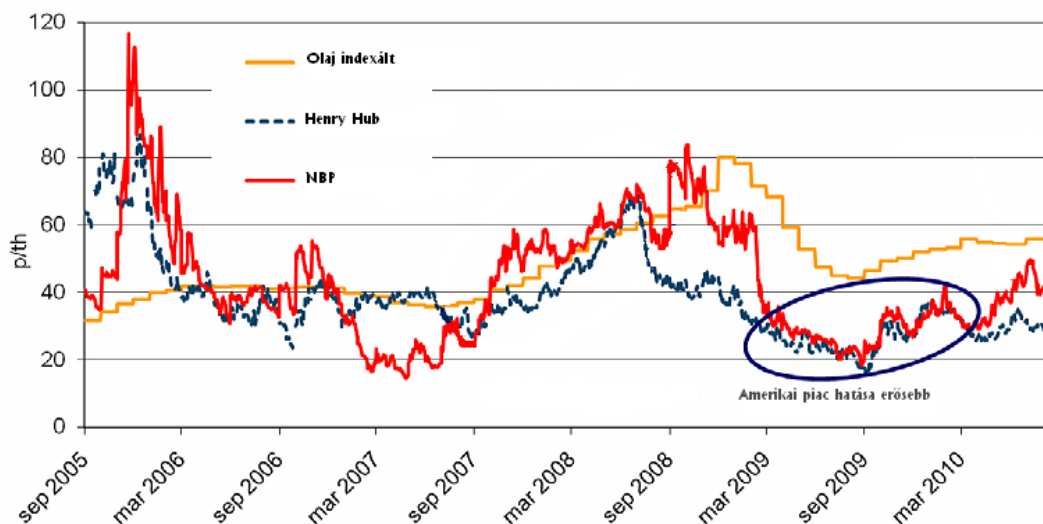
Míg a régiós integráció megteremtésének feltétele a szűk keresztmetszetek felszámolása – a meglévő kapacitások bővítése, új határkeresztező kapacitások kiépítése – addig a jelenlegi kőolajindexált árazástól való elszakadásának feltétele a kontinentális földgázpiacok, a hubok likviditásának növekedése. Nyugat-Európában a kínálati többlet Stern és Rogers szerint (2011) 2012 után is 1-2 évig fennmarad, amely a kiélezett versenyhelyzetben rákényszerítheti a szolgáltatókat a kedvezőtlen hosszú távú kőolajindexált szerződésekből való kihátrálásra.

A szakirodalom elképzelhetőnek tartja, hogy az erősödő verseny hatására az Atlanti-óceán térségének földgázpiacai összekapcsolódhatnak és a kőolajindexált árazás helyett, amelyet a kőolajpiac kereslet/kínálata határoz meg, egy olyan árazás alakul ki, amely jobban figyelembe veszi a földgázpiac kereslet/kínálatának alakulását. Az Atlanti-óceán két partján a kölcsönös árhatás útját az alábbi egyszerű ábra szemlélteti (3.2 ábra). Az amerikai és brit árakat az atlanti óceáni LNG szállítmányok kötik össze, míg a kontinentális Európa és Nagy-Britannia árainak kiegyenlítődsét a Belgiummal összekötő vezeték, az Interconnector teszi lehetővé.



3.2 ábra Az egyes gázpiacok kapcsolata. Forrás: Brochman (2010): Price linkage between US and UK gas markets

Az alábbi ábrán látható, hogy 2009-ben az amerikai Henry Hub árai és a brit hub, az NBP árai között a különbség (spread) nagymértékben csökkent, emellett az árak közötti korreláció 0,6-ról 0,86-ra nőtt.



3.3 ábra. Az amerikai Henry Hub, a brit NBP és a kontinentális olajindexált alapú földgázár összehasonlítása. Forrás: Brochman (2010): Price linkage between US and UK gas markets

2009 folyamán a brit piac elszakadt az olajindexált áráktól, az amerikai árak váltak meghatározóbbá. Ez a változás az elemzések alapján a spot, azaz nem hosszú távú szerződésekben lekötött LNG szállítmányok megnövekedésének köszönhető az atlanti térségben. Ennek fő oka a 2009 márciusától megnövekedett brit LNG fogadó kapacitás valamint a gazdasági válság, amely a legnagyobb LNG importőrök esetében, azaz Japán és Dél-Koreánál is földgázimport csökkenéshez vezetett. Így LNG többlet alakult ki, amely az árakat követve az atlanti térségben került piacra³⁶.

Kérdés, hogy a jövőben a brit és amerikai piacok összekapcsolódása tartós maradhat-e, és ezáltal az Interconnectoron keresztül a kontinentális Európába is eljuthat-e legalábbis részben az olajindexált árakhoz képest alacsonyabb amerikai (vagy egyéb versenyzői) árak árelőnye, vagy ez a szoros együttmozgás egy átmeneti esemény volt.

A két piac kapcsolódásának kulcsa az elegendő mennyiségű spot LNG, ami a két piac közül – a szállítási költségek figyelembe vételével – mindig a drágább irányába mozog, ezáltal megakadályozva az árak jelentősebb eltérését. Szétválni tehát akkor fog a brit és amerikai ár³⁷:

³⁶ PI: Melling (2010): Natural gas pricing and its future

³⁷ Brochman (2010): Price linkage between US and UK gas markets

- Ha az atlanti térségben kevés a spot LNG. Ez megtörténhet, ha az ázsiai piacok a gazdasági válságból felépülve újból felszívják az LNG importot. A Fukusimában bekövetkezett katasztrófa után Japán földgáz importjában jelentős növekedés várható a nukleáris áramtermelés gázbázisú áramtermeléssel történő kiváltásának céljából. Ezzel a hatással ugyanakkor szembemegy, hogy hamarosan a termelő országokban jelentős kapacitású LNG terminál kerül üzembe helyezésre, növelve a világpiaci LNG kínálatot.
- Másik ok lehet, ha az eddiginél nagyobb mennyiségű spot LNG-re van szükség a két piac kiegyenlítéséhez. Ez akkor lehetséges, ha a brit és az amerikai piaci tendenciák ellenkező irányba mozdulnak el, például mert a brit piacon a hazai termelés csökkenése miatt áremelkedés lenne, míg az amerikai piacon a nem-konvencionális készletek megjelenésével árcsökkenés a tendencia.
- A harmadik ok a piacok szétválására az lehetne, ha hiány lépne fel LNG fogadó terminálból a két térségben. Ez egyelőre nem tűnik indokoltnak: az USA jelenleg a teljes kapacitása 15-20%-át, míg a britek kapacitásuk 40%-át használják ki.

Ennek a három eseménynek a bekövetkezési valószínűsége átmeneti időszakokra nagy, ugyanakkor a két piac teljes elszakadása tartósan már nem valószínű.

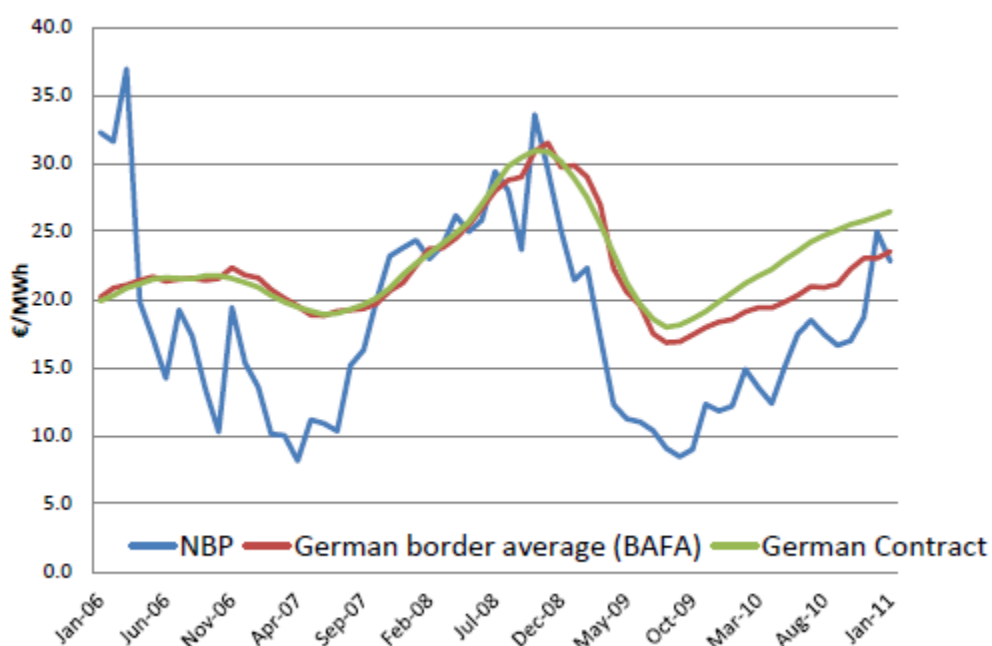
A brit ár, az NBP jelentős hatással bír a kontinentális európai árakra. Ez a hatás jelenleg még hazánkban is érezhető, hiszen az atlanti térségbe érkező spot LNG olcsóbbá teszi a nyugati forrást a keleti olajindexált forrásnál. Másrészt rövidebb távú és egyes hosszú távú szerződésekben is megjelent már a kontinentális Európában az NBP+ árazás³⁸.

Amint a fenti példákban látható, a nem-konvencionális gáz 2009-es amerikai áttörése tehát nemcsak az angol piacon éreztette hatását, hanem eljutott a hazánk szempontjából meghatározó német és holland piacokra is. A 3.4 ábra német olajindexált hosszú távú szerződések becsült átlagárát és a német határát, azaz az összes import átlagárát hasonlítja össze. A határár, mint látható, sokáig megegyezett

³⁸ Stern, Rogers (2011): The transition to hub based gas pricing in continental Europe: A Gazprom is például a nyugati árnyomás hatására 2009 októberétől átmenetileg három évre néhány európai partnerével, mint például az E.ON megegyezett, hogy a szerződött mennyiség 15%-a erejéig hub-alapú árazást követnek, a többi 85% olajindexált alapú marad.

az olajindexált árral, ugyanakkor a nyugatról jövő árnyomás hatására 2009 közepétől elszakadt attól. Az ábra azt is jól mutatja, hogy az NBP ár nagymértékben elszakadt az olajindexált gázártól.

A német árakhoz hasonló „elszakadási” folyamat zajlott le nyugat-Európa többi gázpiacán is. A holland TTF hub árai 2011 elején is a becsült olajindexált átlagárnál 14%-kal alacsonyabbak voltak. 2010 során pedig ez az árelőny átlagosan 25% volt³⁹.



3.4 ábra. Német olajindexált gázár és határár, NBP, €/MWh. *Forrás: Stern, Rogers (2011)*

Hosszú távon elkerülhetetlennek tűnik, hogy a hosszú távú szerződésekbe tartósan is bekerüljön a spot piachoz történő indexálás⁴⁰. Egyesek szerint pedig az olajindexálás a kontinentális Európában teljesen meg kell, hogy szűnjön a tőzsdei alapú árazás javára⁴¹.

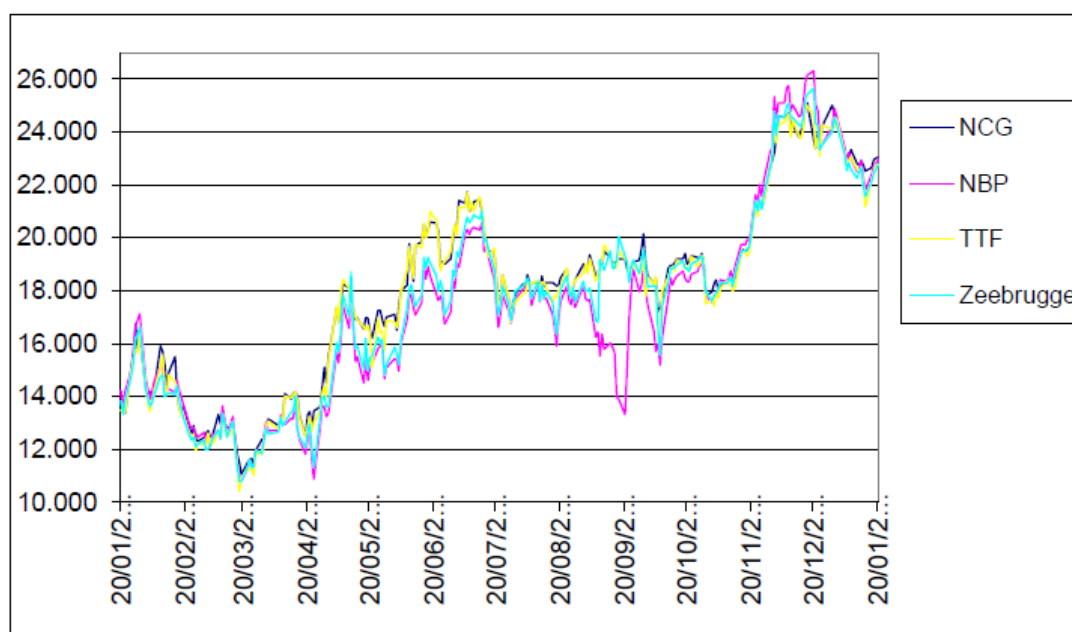
Az azonnali piacok közül jelenleg egyértelműen a brit NBP a leginkább likvid, a többi tőzsde másnapi árai a szállítási költségeknek és szűkületeknek megfelelően

³⁹ Forrás: *Platts European Gas Daily: monthly averages*, January 2011, p.2. in: Stern, Rogers (2011): *The transition to hub based gas pricing in continental Europe*

⁴⁰ Például: Melling (2010): *Natural gas pricing and its future*.

⁴¹ Stern, Rogers (2011): *The transition to hub based gas pricing in continental Europe*

eltérhetnek, de egyértelműen együttmozognak az NBP áraival, a havi és szezonális árak pedig már szinte teljes korrelációt mutatnak (3.5 ábra)⁴².



3.5 ábra. Day ahead árak. 2010 január – 2011 január. *Forrás: ICIS Heren in Stern, Rogers (2011): The transition to hub based gas pricing in continental Europe, o. 13.*

Így egy tartós amerikai és brit piaci összefonódás a kontinentális Európa és így hazánk földgáz piacaira is az olaj-indexálttól eltérő árazású, olcsóbb földgázt hozhat. Ez múltbeli tapasztalatok alapján főként azokban az időszakokban lehet erősebb folyamat, amikor az olaj és így az olajindexált árak jelentősen megnövekednek. Ekkor az európai piacok az LNG szállítmányok számára vonzóvá válnak, és e többlet kínálat letöri a gázpiaci fundamentumokhoz képest magas olajindexált árakat.

Az LNG kínálati oldala jelentős marad az elkövetkezendő években. 2015-ig Katar a kínálat 25%-át adja, amely jelentős részesedés, ekkora részesedéssel semelyik kőolaj termelő nem rendelkezik a kőolaj világpiacán. Ausztrália tervezett kapacitás bővítése ugyan mérsékelni fogja Katar pozícióját, ám az ausztrál gáz a nagy távolság miatt nem fog eljutni Európába. Kérdés tehát, hogy Katar milyen értékesítési stratégiát fog követni, illetve milyen módon használja majd ki piaci pozícióját. Különösen tekintettel arra, hogy a katarai kapacitáson felül kiépülő LNG cseppfolyósító terminálok kapacitása hosszú távú szerződések formájában lekötésre

⁴² ICIS-Heren in Stern, Rogers (2011): The transition to hub based gas pricing in continental Europe

kerültek. E szerződések árformulái nem ismertek, így nem tudni, hogy milyen mértékben kőolaj, vagy hubhoz kötött indexálást alkalmaztak. Az európai *gas glut*, gáz kínálati többlet demonstrálta, hogy az LNG szerződéses felek közt kötött hosszú távú szerződések feltételei rugalmasak. Így például a spanyol piacra szerződött számos LNG rakomány átirányításra kerülhetett Ázsiába a termelő hozzájárulásával. Ugyanakkor látni kell, hogy Katar az egyetlen olyan szereplője az LNG kínálati oldalnak, amely kellő mennyiségű szabad kapacitással rendelkezik a spot piacokra való belépésre. 2009-2010 között Katar technikai problémákra hivatkozva nem használta ki teljes kapacitását és nem juttatott többlet mennyiséget az amúgy is nyomott árú európai piacokra. Kérdés, hogy Katar a jövőben milyen körülmények között nyitja meg fölös kapacitását a spot piacok számára.

3.4 Hosszú távú szerződések

A magyarországi földgázárak meghatározója, és a földgáz-ellátás biztonság megteremtésének fontos pillére az – olajár-indexált – hosszú távú szerződések rendszere. A 20-30 éves időtávra kötött *take-or-pay* (TOP) szerződések hosszú évtizedek óta dominálják a nemzetközi földgázkereskedelmet. Az eltelt közel két évtizedben azonban a világ két földgáz piacán jelentős változás következett be. Az Egyesült Államokban és Nagy-Britanniában, a hosszú távú szerződések egy meghatározó részét közép és rövid távú szerződések váltották fel. Az új szerződések árformulájának meghatározásához olyan indexeket vettek alapul, amelyek jobban tükrözik a földgázpiac keresleti és kínálati oldalának alakulását (Henry Hub – USA, NBP – UK). Ezeken a piacokon a kőolajindexált földgáztermékek elvesztették meghatározó szerepüket.

A 2000-es évek során a kontinentális Európában is megjelentek azok a lehetőségek (és törekvések), hogy a földgáz termékek áraiban elsősorban magának a földgáznak az aktuális keresleti-kínálati viszonyait tükröződjene, nem pedig a kőolajpiac aktuális helyzete. Tekintettel az európai földgázpiacokon mutatkozó fejleményekre, kérdésként merül fel, hogy a jelenlegihez hasonló hosszú távú, kőolajindexált földgázimport szerződések 2015 után is fenntarthatóak-e? Vagy az átalakulás következtében döntően új típusú, eltérő árazású és más időtávra szóló importszerződések lesznek-e meghatározóak? E kérdések vizsgálatához áttekintettük,

hogy a közép és kelet-európai régió országai milyen hosszú távú, kőolaj indexált szerződésekkel rendelkeznek (3.2 táblázat).

3.2 táblázat: Hosszú távú szerződéssel lekötött földgázszállítások Közép és Kelet-Európában (Gazprommal kötött, ha ezt másként nem jelöltük). Forrás: Gazprom Export.

* 2012-ig, ekkor mennyiségi felülvizsgálat
 **tárgyalások a 2021-es meghosszabbításról
 ***2012-ben további 5 éves hosszabbítási lehetőség
 ****tranzitszállítási szerződés 2045-ig

	Kötés éve	Szerződés lejárt	Szerződött mennyiség (Mrd m ³ /év)
Ausztria	2006	2027	6,6*
Bulgária	1997	2011 júniusa**	2,5
Cseh Köztársaság	2006 RWE Transgas 2007 VEMEX	2035***	~7 0,5
Horvátország	2010	2013 (ENI)	0,75
Lengyelország	2010	2037****	10,3-11
Magyarország	1996	2015	11
Románia	2007	2030	3,5
Szerbia	1995		7,2
Szlovákia	2009	2028-29	6,5
Szlovénia	1992	2017 (2035)	0,83 (1,7)
Finnország	(1994) 2005	2025	6

A táblázatból jól látható, hogy a régió nagyobb földgázimportőr országai 2030-ig jelentős mennyiségeket kötöttek le, tehát a hosszú távú TOP szerződések az elkövetkező 20 évben is meghatározó szerepet fognak játszani a régió földgázellátásában. Amennyiben a táblázatnál a Gazprom kelet-európai partnerei által lekötött mennyiségeket vizsgáljuk (azaz a balti államoktól, Finnországtól, Horvátországtól eltekintünk) és azokat stagnáló keresletet feltételezve összevetjük a BP által közölt 2009-es éves fogyasztási adatokkal, azt látjuk, hogy azt érintett országok TOP szerződesei 2030-ig a régió jövőbeni fogyasztásának közel felét lefedik (3.3 táblázat).

3.3 táblázat: Kelet-európai szerződött mennyiségek összehasonlító táblázata (feltételezve, hogy a lejárt szerződéseket nem a jelenlegi gyakorlat szerint hosszabbítják meg azok lejártakor). Forrás: előző táblázat és BP adatok alapján REKK számítások

	2015	2020	2025	2030
A térségben lekötött mennyiség teljes egyoldalú (Gazprom) import mennyisége (Mrd m ³)	54,6	44,8	42,3	29,2
A lekötött éves import mennyiség 2009. évi fogyasztáshoz viszonyított aránya	79,3%	65%	61,4%	42,4%

Ha a 3.3 táblázatban kapott eredményeket összevetjük a régió belföldi földgáztermelésének potenciájával, akkor képet kapunk arról, hogy a jövőben várhatóan milyen szerepük lesz a hosszútávú szerződéseknek a régió földgázellátásában. Az ENTSOG adatai alapján 2015-ben 23,6 Mrd m³, azaz a 2009-es összfogyasztás 34% lesz vélhetően kitermelhető belföldi forrásokból a régió országaiban⁴³. Ha feltételezzük a fogyasztás 2009-es szinten való stagnálását, akkor az import szerződések esetén túlkötést figyelhetünk meg. Ez a „túlkötés” azt demonstrálja, hogy 2015-ig a hosszú távú szerződések mellett csak a TOP (*take or pay*)⁴⁴ terhére léphetnek be új piaci szereplők a régiós gázpiacra. 2020-ra valamelyest javulhat a piaci likviditás helyzete, ha Magyarország és Szlovénia a jelenleginél rugalmasabb feltételekkel és árképlettel hosszabbítja meg földgáz importszerződését.

Magyarország a régió országaihoz hasonlóan hosszú távú szerződésekkel biztosítja a hazai gázellátás jelentős részét. Ezen szerződések azonban, melyek segítségével az E.ON Földgáz Trade megvásárolja a Gazprom által értékesített földgázt, 2015-2016 között kifutnak, új szerződések pedig jelen ismereteink szerint még nem kötöttek.

⁴³ A régió termelési potenciáljának konzervatív értékelése során a jelenleg üzemelő és biztosan üzembe álló termelési kapacitásokat lehet figyelembe venni. Mivel a régió belföldi termelésére nincsenek hosszú távú előrejelzések, ezért összehasonlítási alapként a 2015-ös esztendőre az ENTSOG 10 éves hálózatfejlesztési tervében publikált adatot vettük figyelembe, amely a kitermelési potenciált véleményünk szerint konzervatív módon alulbecsli.

⁴⁴ A hatályos hosszú-távú szerződésekben általánosan a lekötött mennyiség 90-80%-ának átvételéig nem kell büntetést fizetni. Ez alatt a mennyiség alatt, a földgázt azonban akkor is ki kell fizetni, ha az nem került átvételre. Ausztria esetében a TOP kötelezettséget 60%-ra módosították a válság évében. Ez a legnagyobb mértékű, ismert kedvezmény a régiós gázpiacokon. (Interfax 2010, OSW 2010)

3.4 táblázat: Magyar hosszú távú importszerződések és szerződött mennyiségek. Forrás: EU Bizottság 2005 december 21 döntése, amelyben megállapítják, hogy a piaci koncentráció nem ütközik a közösségi piac és az EEA Egyezmény szabályaiba (Case No COMP/M.3696 – E.ON/MOL)

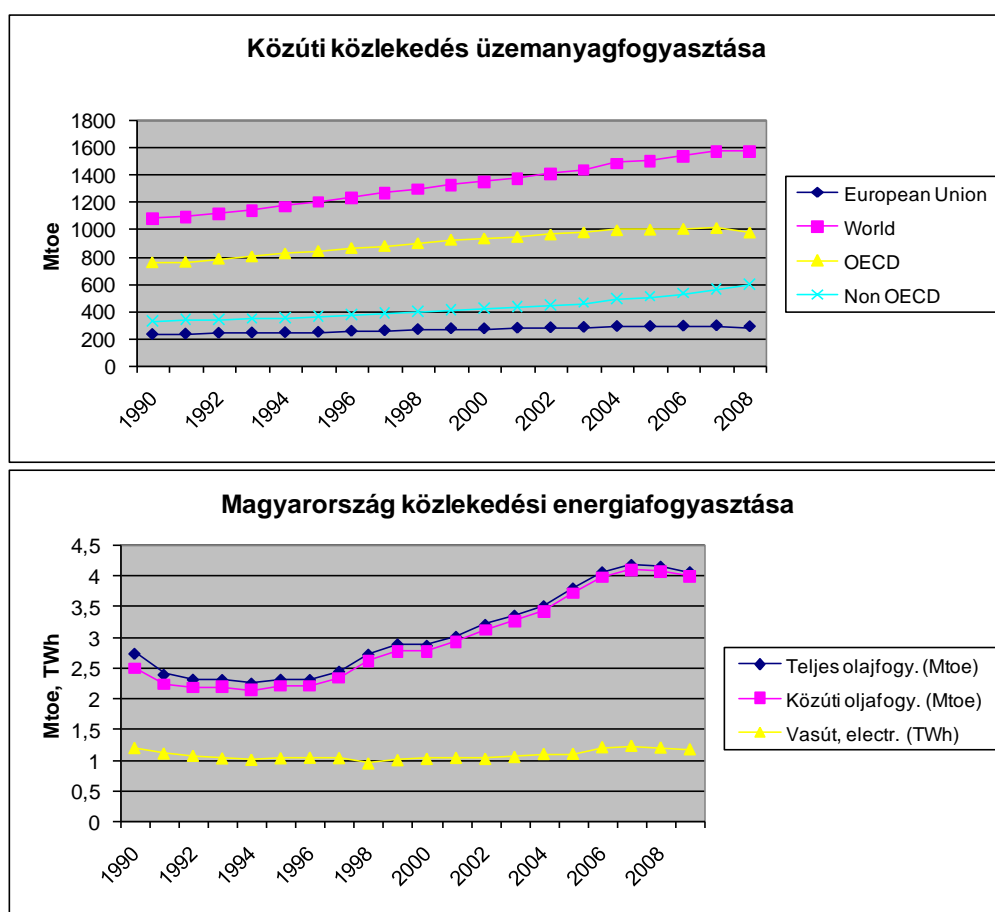
2005 decemberi állapotok szerint

Importőr	Betáplálási pont	Időszak	Mennyiség Mrd m³/év
E.ON Ruhrgas I.	HAG	1998-2006	0.75
E.ON Ruhrgas II.	HAG	1997-2015	
Gaz de France	HAG	1997-2011	0.4-0.6
Panrusgáz	HAG	1996-2015	10-12
Panrusgáz	Beregovo		
Összesen:	-	-	11.15-13.35

Azt nagy valószínűséggel kijelenthetjük, hogy a hosszú távú szerződések a jövőben is meghatározó szerepet játszanak a magyar földgázellátásban. Az viszont nyitott kérdés, hogy milyenek lesznek ezek a szerződések. A jövőbeni magyar földgázellátás biztonsága és versenyképessége szempontjából kulcsfontosságú kérdés, hogy a 2015-ben kifutó szerződéseket milyen szereplők között, milyen árazású, milyen mennyiségekre szóló szerződések váltják fel.

4 A közlekedési szektor energiafelhasználásának és ÜHG kibocsátásának kérdései 2050-ig

A közlekedési szektor az egyik kulcsszektor az elkövetkező 50 év energiafogyasztásának alakulása és az ÜHG kibocsátások szempontjából. Ez két tényező miatt is igaz, egyrészt a szektor nagy energiafogyasztó és ÜHG kibocsátó, másrészt dinamikusan növekvő trendet is mutat mindkét területen.



4.1 ábra: Globális és Magyarországi közlekedési energiafogyasztás. *Forrás: Enerdata*

Mint azt az ábrák is mutatják, a fejlett és fejlődő régiók egyaránt növekvő közlekedési energiafogyasztással jellemezhetők. A fejlődők esetében természetesen még dinamikusabb a növekedés, mint a fejlettebb régiókat tekintve (lásd OECD, EU a 4.1 ábra). Közúti energiafogyasztása trendjében Magyarország nem különbözik az előző csoportoktól, dinamikusan növekvő közlekedési kereslet, s ennek megfelelő energiafogyasztás jellemzi hazánkat is. Az ábrán jeleztük, hogy a dinamikus

növekedés főképp a közúti közlekedés sajátossága, a közösségi közlekedés, közte pl. a vasúti közlekedés stagnáló energiafelhasználással jellemezhető Magyarországon. Az ábra egyben a válság hatását is illusztrálja, a jövedelmi hatáson keresztül a szektor 2008-2009-ben csökkenő tendenciát mutatott mind Magyarországon, mind az OECD államokban.

Mivel a közúti közlekedés szinte kizárólagos üzemanyaga az olajszármazékok, az ÜHG kibocsátások is hasonlóan növekvő tendenciát mutatnak.

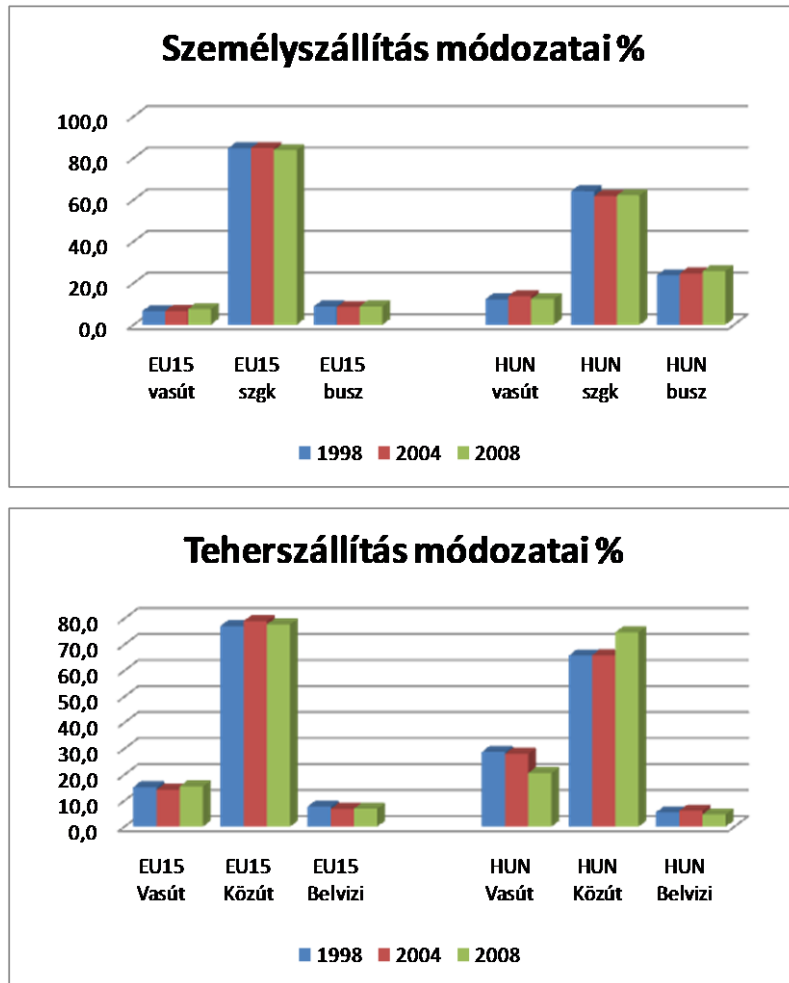
4.1 Keresleti oldalt meghatározó tényezők

A közlekedési szektor szolgáltatásai iránti kereslet legfőbb meghatározó tényezői a következők:

- jövedelem növekedése,
- a szabadidő növekedése,
- a közlekedési szektor árszínvonalának relatív változása,
- társadalmi, demográfiai folyamatok (hagyományos szektorok (agrárgazdaság) visszaszorulása illetve gépesítése, társadalmi mobilitás erősödése, öregedő társadalom)

Globálisan a népesség növekedésének automatikus keresletnövelő hatásain túlmenően a gazdasági fejlődés, a növekvő jövedelmek és az ennek eredményeként növekvő szabadidő miatt a közlekedési szolgáltatások iránti kereslet mind közép mind hosszabb távon is növekvő tendenciát fog mutatni. A mobilitás csökkentése nem is lehet a célkitűzése egyetlen dinamikusan fejlődő országnak sem, így a legfontosabb célkitűzések között a közlekedés negatív hatásainak csökkentése áll (EC White Paper, 2011).

Ami a mobilitás növekedésének jelenlegi szakaszára jellemző a személyszállításban, az a magánközlekedés és ezen belül is a személygépkocsi használat dominanciája. Az áruszállításban pedig a szállítás (tonnakilométer) növekedési üteme jellemzően meghaladja a GDP növekedési ütemét. A személy és teherszállítás különböző módozatairól a 4.2 ábra ad összefoglalót.



4.2 ábra: A közlekedési szolgáltatások módozatainak alakulása 1998-2008. *Forrás: Eurostat*

Az ábra oszlopsorai jól mutatják a személygépkocsik dominanciáját a személyszállításban, bár a részesedésekben nagy változásokat az adott periódusban nem láthatunk. Ami viszont jellemző különbség hazánk és az EU 15 között, az a közösségi közlekedési módok (vasút, autóbusz) hagyományosan és szignifikánsan magasabb részaránya. Jól látható, hogy az utóbbi időszakban a vasút idehaza is teret veszített a közúti közlekedéssel szemben.

4.2 Megoldási lehetőségek

A közlekedési szektor gazdasági súlya jelentős, akár a foglalkoztatottságot, a megtermelt hozzáadott értéket, a befektetett tőkét vagy a K+F súlyát tekintjük. A szektor új lehetőségeket, kitörési pontokat keres a jövőjét érintő legfontosabb kihívásokra (ÜHG kibocsátás, gyorsan növekvő kereslet, infrastrukturális szűk keresztmetszetek) a közlekedés minden területén. E lehetőségek többek között új

motorizációs technológiákat, új üzemanyagokat, innovatív közlekedéstervezési megoldásokat foglalnak magukban. Ezek főbb részeit tekintjük át a következő alfejezetekben.

4.2.1 Technológiai megoldások

A kibocsátás-csökkentés lehetőségei közül elsőként a technikai, technológia megoldásokat említhetjük. Ezeken a megoldásokon a hatékonyabb hagyományos motorokat (dízel és benzin), alternatív üzemanyagokat (első illetve második generációs bioüzemanyag), kisebb fogyasztást elősegítő új gumibroncsok megalkotását illetve az új meghajtású gépjárművek kifejlesztését és tökéletesítését értjük (hibrid, hálózatról tölthető hibrid, tisztán elektromos illetve hidrogén üzemanyagcellás autók). Ezek mindegyike már létező technológia továbbfejlesztését igényli, amelyek a piacra lépés különböző szakaszain állnak. Van, amelyik már kereskedelmi forgalomban van, s csak költségcsökkentésre van szükség elterjedésükhöz (pl. hibrid autók), mások esetén a szükséges infrastruktúra hiánya jelenti az elterjedés gátját (pl. elektromos és hálózatról tölthető hibridek). Más esetekben a technológia térnyerésének az üzemanyag elérhetősége/gyártása szab határt (második generációs üzemanyag, hidrogén), mely esetekben még jelentős K+F kiadások várhatóak addig, míg kiforrott, kereskedelmi forgalomba állítható technológiákkal tudnak jelentkezni az autógyártók. Egy újabb kihívás a villamos autók és a hibridek felől a szükséges villamos energia megtermelése és eljuttatása a fogyasztókhoz (villamos energia infrastrukturális kihívások, valamint az akkumulátorok teljesítményét, élettartamát érintő kihívások). Ezek megoldása valószínűleg csak hosszabb távon teszi majd tömegesen elérhetővé e technológiákat, s nem mellesleg az ÜHG megtakarítási potenciál ez esetben a villamos energia rendszer ÜHG kibocsátási jellemzőitől függ majd döntő mértékben.

A szektor részesedése a különböző régiók GDP-jéhez mérten igen magas (az EU-ban jellemzően 5% fölött), a szektor továbbá jelentős mennyiségű munkaerőt foglalkoztat (direkt foglalkoztatás az EU-ban 10 millió fő felett). Egy új technológia kifejlesztése és elterjedése tehát nem csak technikai jellegű kérdés, hanem jelentős befektetett tőkét kockáztat. Így érthető, hogy a fejlesztési döntések, illetve a vezető technológiák kiválasztása/kiválasztódása lassabb folyamat. Ezért ezen a területen nem várható nagyon gyors, néhány éven belüli áttörés. Az új technológiák térnyerését

nehezíti, hogy a jelenleg előre jelzett karbon-árszintek⁴⁵, illetve a növekvő de erősen volatilis olajár nem jelentenek elegendő biztosítékot arra, hogy az új technológiák versenyképesek legyenek a hagyományosakkal szemben.

4.2.2 Közlekedésszervezés

A közlekedési szektor ÜHG kibocsátását mérsékelheti a városok illetve agglomerációk közlekedési problémáinak enyhítését célzó korszerű közlekedésszervezési megoldások alkalmazása. Ezek közé tartoznak a fejlett közlekedésirányítási és közlekedési információs rendszerek, melyek alkalmazására már számos példa található Nyugat Európában (ITS, SESAR, ERTMS - EU white paper –Roadmap to a Single European Transport Area, COM 2011-144). Ezek nemcsak a közúti közlekedés, hanem az egyéb (pl. vasúti) közlekedési módok hatékonyságának növelését is segítik mind a személy, mind az áruszállításban. Jellemzően a fejlesztések két fő iránya közül az egyik a közösségi rendszerek, illetve az infrastruktúrák üzemeltetését, másik pedig az egyéni közlekedés hatékonyságának javítását segíti elő (GPS, közlekedési monitorok).

4.2.3 Közösségi közlekedés

Egy további lehetőséget jelent a közösségi közlekedési módok előnyben részesítése, amely főképp a városi, agglomerációs közlekedésben jelenthet megoldást, s mely egyszerre csökkentheti mind az ÜHG kibocsátásokat mind a nagyvárosi közlekedési problémákat. Ezen a területen Magyarország még relatíve erős pozíciókkal rendelkezik – relatíve magas közösségi közlekedési részaránnyal, s ennek megfelelően alacsony gépkocsi állománnyal – amelyeket érdemes lenne fenntartani. Azonban az utóbbi években hazánkban is a magán (és ezen belül is a közúti) közlekedés részarányának erőteljes növekedése a jellemző, mely tendenciózusan abba az irányba mutat, hogy, ha kisebb nagyobb sebességgel is, de hazánk is az európai gépkocsi penetrációs szinthez közelít (REKK, 2011)

Itt kell tárgyalnunk egy további közlekedési problémakört, amely a szükséges infrastrukturális fejlesztések megvalósítását jelenti. Ezen nem elsősorban a

⁴⁵ A jelenlegi és várható 15 €/tCO₂ karbon kvótaár szint 8-11 Ft/liter nagyságrendű költséget jelent az üzemanyag árában (2,4-2,7 KgCO₂/liter üzemanyag kibocsátással és 265 Ft/€ árfolyammal számolva), ami eltörlül pl. a havi vagy az éves üzemanyag árváltozásokhoz képest),

hagyományos közúti infrastruktúra fejlesztését kell érteni, hanem a sokkal inkább az egyéb közlekedési/szállítási módzatok hálózatainak fejlesztését, európai összekapcsolását (Single European Transport Area). Magyarország szempontjából a mag infrastruktúra (core network –TEN-T) kialakítása, illetve pl. a Duna stratégia (minta belvízi szállítás fontos eleme) a kiemelt területek. A fő európai célkitűzés a nemzetközileg fontos hálózatok befejezése, illetve az áruszállításban is a normák, úthasználati díjak és ellenőrzések minél erőteljesebb egységesítése a szállítási piac további megnyitása érdekében.

4.3 Hosszú távú kihívások

Fontos megjegyezni, hogy a korábban felvázolt megoldások mindegyikének vannak hátrányai is. Ezek közül csak hármát emelünk ki.

- A munkába járási keresletet vizsgálva az Egyesült Királyságban (AEA 2010) azt találták, hogy a napi ingázók hajlandóak akár napi 60-70 perc ingázásra az otthonuk és a munkahelyük között. Amennyiben tehát a korlát inkább időbeli és azt nem elsősorban az ingázás közvetlen költsége befolyásolja, akkor a közlekedési rendszerek (technológiák) fejlesztése az időbeli korláton belül megtehető távolságot növeli, így a teljes közlekedési szolgáltatás utáni kereslet akár még nőhet is a korábbi állapothoz képest.
- A másik gyakran említett jelenség, hogy a hatékonyabb járművekkel csökken az egy kilométerre eső költség nagysága, így még magasabb üzemanyag árak (illetve adók) mellett is növekedhet az utaskilométerek száma.
- A harmadik probléma az infrastrukturális fejlesztésekkel kapcsolatban merül fel. Ha pl. ezek a leginkább problematikus közúthálózat fejlesztésére koncentrálnak, és a legjelentősebb szűk keresztmetszeteket oldják fel, akkor ezek a megoldások tovább növelhetik a közúti közlekedés iránti keresletet, s hosszabb távon kontra-produktívak lehetnek.

Ezek a hatások is azt illusztrálják, hogy nehéz olyan megoldásokat találni a közlekedési szektorban, melyek a kívánt eredményeket költséghatékonyan elérik. A gyakran hangoztatott érv tehát, hogy a közlekedés esetén nem egy hagyományos gazdasági szolgáltatással állunk szemben, valószínűleg megállja a helyét. Emiatt

felmerül, hogy nem is a hagyományos közgazdasági eszközök (adók, kvótarendszer) jelentik a megoldást. A javaslatok döntően két irányban keresik a megoldást. Az egyik az előbb említett technológia megoldások felgyorsításában, míg a radikálisabb megoldást hirdető a keresleti oldal közvetlenebb szabályozásában/befolyásolásában látják a megoldást.

Az EU közlekedéspolitikája (EC 2011, EC 2011b) nem egyedi eszközökben, hanem a korábban említett lehetőségek ötvözésében látja a megoldás lehetőségét. A technológiai fejlesztések gyorsításával, közlekedésszervezési, multi-modális közösségi közlekedési rendszerek alkalmazásával, egységesített árazási (adózási) és közlekedési piaci feltételek kialakításával kívánja elérni a 60% ÜHG csökkentési célkitűzését 2050-re. Ezt a 60%-os csökkentési igényt erősíti meg az EU Roadmap 2050 is (54 és 70% közötti csökkentést előrevetítve), amely csökkentési célkitűzés egyébként messze elmarad pl. a villamos energia szektor 90-95%-os célkitűzésétől, viszont így is igen ambiciózusnak tekinthető a várható közlekedési keresletnövekedés mellett.

4.4 Bioethanol gazdaság

Külön kell még írunk a bioüzemanyagok piacáról, mely az egyik legfontosabb rövidtávú hatással lehet a közlekedési piacot jellemző ÜHG kibocsátásokra. Az első generációs üzemanyagok hasznosításával kapcsolatos kérdéskör azonban számos ellentmondással terhes.

- Amennyiben a teljes potenciál kiaknázásra kerül (azaz a teljes élelmiszertermelésből kivont terület hasznosítása e célra megtörténik), globálisan akkor is csak a közlekedési üzemanyag felhasználás 10%-a körüli bioüzemanyag penetráció lenne elképzelhető. A növekvő élelmiszertermelési szükségletet is figyelembe véve ez akár 3% körüli értékre is eshet (Popp 2007). Ez nagyon kis mennyiség ahhoz, hogy a piaci árakat és az ÜHG kibocsátásokat jelentősen befolyásolja.
- Bár az erre vonatkozó elemzések ellentmondásosak (lásd pl. Baffes, Hantiotis 2006), a közös erőforrás használat (mezőgazdasági földterület) miatt erőteljes vetélkedés indulhat meg az élelmiszertermelés és a bioüzemanyag termelése

között, ami a bioethanol hosszú távú termelési potenciálját erőteljesen visszavetheti (lásd előző bekezdés).

- A bioethanolnak mind az energiamérlege, mind az ÜHG mérleg kevésbé pozitív, mint azt a korábbi számítások mutatták (Shapouri et al 1995). Összevetve azonban a hagyományos fosszilis energiahordozók mérlegével, még mindig pozitív eredményt mutat a bioethanolok gyártása (Popp, 2007), és jelentős ÜHG megtakarítási potenciállal is bír. Az Európai Bizottság és Parlament 2009-ben fogadott el két fontos jogszabályt, amelyek a megújuló energia szabályait és az üzemanyagok, köztük a bioüzemanyagok minőségét határozzák meg (EC 28 és 30/2009 Direktívák). Az ezekben szereplő ÜHG megtakarítási értékek és a JRC WTW (2009) eredményei azt mutatják, hogy az első generációs bioüzemanyagok ÜHG megtakarítása 20-70% között mozoghat, míg a második generációs bioüzemanyagok esetében ez az arány 90% körül van. Energiamérlegében is két-háromszoros előnyt mutat a második generációs bioüzemanyag.

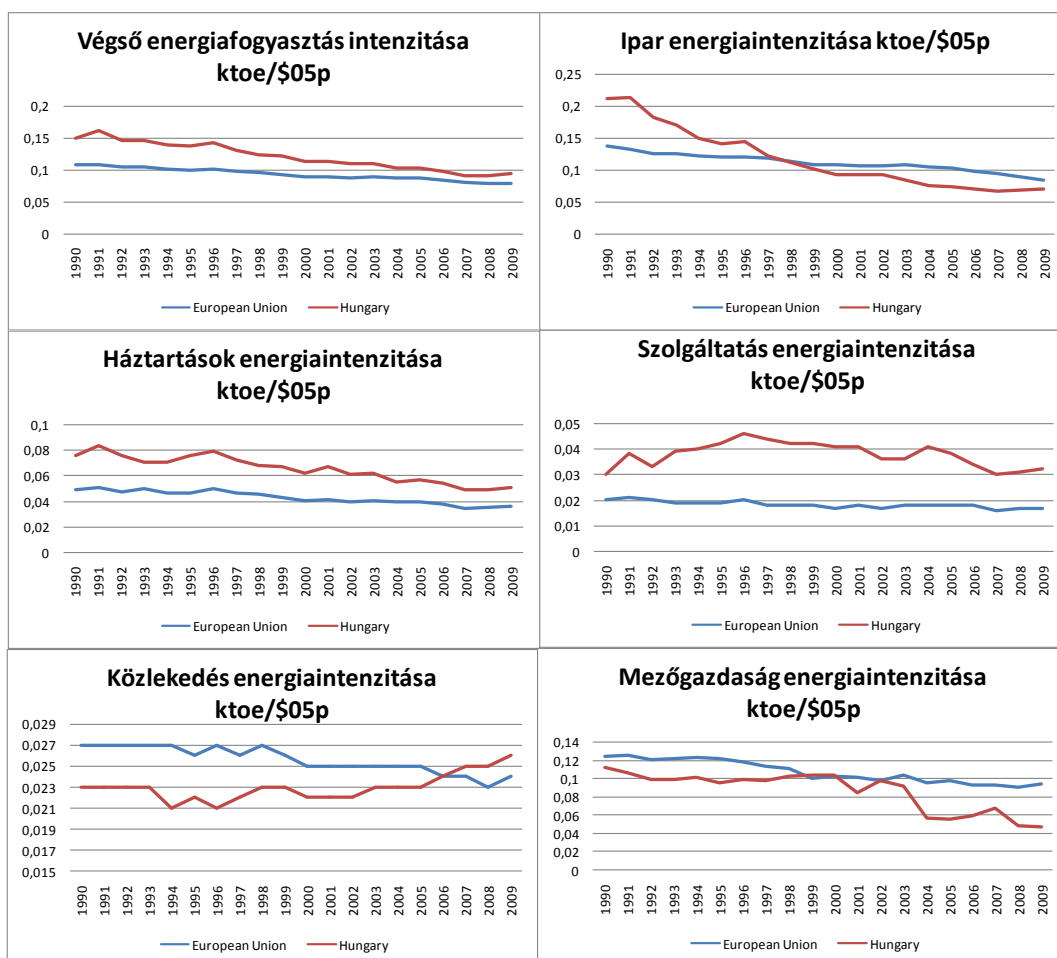
A fenti pontok is alátámasztják azt a várakozást, hogy az elő generációs biomasszának inkább átmeneti (rövid távú) szerepe lehet a bioüzemanyagok előállításában. Amint a második generációs üzemanyaggyártás gazdaságilag is megvalósíthatóvá válik – ezen folyamatok során cellulózból, illetve lignitből enzimek segítségével szabadítják fel az üzemanyag előállításához szükséges cukrot –, akkor ez veheti át a bioüzemanyag gyártásban a döntő szerepet⁴⁶. A fentebb említett energetikai és ÜHG megtakarításon túl a második generációs gyártás előnye még, hogy kiiktathatóvá válik a versengés az élelmiszertermeléssel, hiszen ennél a folyamatnál az élelmiszertermékek nem használt rostos melléktermékei lehetnek az alapanyagok. A fő kérdés az, hogy mikor válhat a technológia gazdaságilag is éretté a piaci bevezetéshez. Jelenleg a szakértői anyagok (JRC WTW, 2009) 10-15 éven belülre teszik ezt az időtávot. Egy további stratégiai kérdés – mely Magyarország számára is releváns – hogy egy ilyen perspektívából tekintve mekkora első generációs kapacitás kiépítése reális és kívánatos, hiszen könnyen előfordulhat, hogy olyan rendszerek épülnek ki viszonylag rövid időtávra, melyek jelentős erőforrásokat

⁴⁶ További lehetőségek üzemanyag terén a közlekedésben a hidrogén avagy a metanol (lásd Oláh 2007, EC(2006) - WETO H2), de ezek piaci jelentkezése csak hosszú távon képzelhető el.

igényelnek, ráadásul jelenleg olyan támogatási formákat is (a CAP keretén belülieket is), melyek megszüntetése igencsak nehézkes és hosszadalmas.

5 Energiahatékonyság

Magyarország energiafelhasználásának intenzitása az elmúlt két évtizedben jelentős változásokon ment keresztül, mely folyamatot a következő ábrán követhetjük nyomon (5.1 ábra).



5.1 ábra: A teljes és szektorális energiaintenzitások változása 1990-2008 között vásárlóerő paritáson (ktoe/\$05pp). Forrás: Eurostat

Mint látható, a teljes (végző) energiafogyasztást tekintve egy folyamatos felzárkózást figyelhetünk meg az EU27 átlagához. Szemben az EU 1,6%-ával hazánk 2,2% éves átlagos hatékonyságjavulást könyvelhetett el az elmúlt két évtizedben. Az ipar egészét tekintve még erőteljesebb a javulás: az EU 2,4 %-os átlagát a magyar hatékonyságjavulás kétszeresen felülmúlta. Igaz, az utolsó tíz évben a sorrend megfordult, az EU27 átlagos energiaintenzitása gyorsabban javult, mint hazánké. Természetesen ez az igen erős tendencia a '90-es évek elejét jellemző jelentős (és

kíméletlen) ipari struktúraváltásnak volt leginkább köszönhető, melynek során az energia-intenzív iparágak egy jelentős része bezárásra került. Az utolsó tíz év tendenciái azonban már jelentős részben az energiaárak hatásának, és az ezek nyomán generált hatékonyságnövekedésnek, illetve részben a termelés re-lokalizációjának köszönhetők. A háztartási és szolgáltatási szektorok azok, ahol hasonló felzárkózást nem figyelhetünk meg, a különbség csak minimális mértékben csökkent a két régió között. A közlekedési szektor az egyedüli, amelynél a tendencia nálunk romló tendenciát mutat, főképp az utolsó 5 év viszonylatában, mely romlás valószínűleg a magán közlekedés egyre növekvő ütemének, valamint a vasúti szállítás közútra való terelődésének köszönhető. A mezőgazdasági tevékenységek energiaintenzitása az alacsonyabb gépesítés eredményeképp alacsonyabb idehaza, mint az EU átlaga. Az ábra nem veszi figyelembe a műtrágyahasználat okozta indirekt energiafelhasználást, mely esetben a magyar értékek még jobb pozíciót mutatnának.

A legfőbb következtetés, melyet az ábra adatsoraiból levonhatunk az, hogy az ipari és mezőgazdasági szektorokban az energiahatékonyság 'piaci' pályára állt, az energiahordozók ára (természetesen más tényezőkkel együtt) a kívánt irányba vezérelte a szektorok energiafogyasztását. Azaz elmondható, hogy ezek a szektorok a várakozásoknak megfelelően – racionálisan – reagáltak a piaci környezet változására, s éltek a számukra jelentkező (vagy kényszerű) lehetőségekkel. A jövőben is ez várható tőlük, a szokásos üzletmenetből eredő technológiaváltáskor a mindenkori, illetve várható energiaáraknak megfelelően hozzák meg beruházási döntéseiket. S ennek megfelelően fog alakulni energiafelhasználási, illetve intenzitási pályájuk.

Ez a tendencia nem, vagy kevésbé figyelhető meg a lakossági és szolgáltatási szektoroknál (főképp a fűtési eredetű energiafogyasztásban), bár ez utóbbinál az utolsó tíz év már javuló tendenciát mutat. Romló trend figyelhető meg a közlekedési szektornál, igaz a mutató a hozzáadott értékhez, és nem a szállítási kilométerre van vetítve az összehasonlíthatóság kedvéért. S nem mellesleg az EU sem tudott átütő javulást felmutatni az időszak folyamán.

A közlekedés problémakörét korábban már részletesebben érintettük, így itt most a lakossági és szolgáltatási szektor lassú energiahatékonysági javulásával illetve a jövőben várható tendenciáival kívánunk még röviden foglalkozni.

A lakossági és középület szektor (mely a szolgáltatási szektor energiafogyasztásának egy jelentős részét jelenti) jelentős energia megtakarítási potenciállal rendelkezik (Energiaklub 2011, Ecofys 2007, Envincent 2011, Novikova

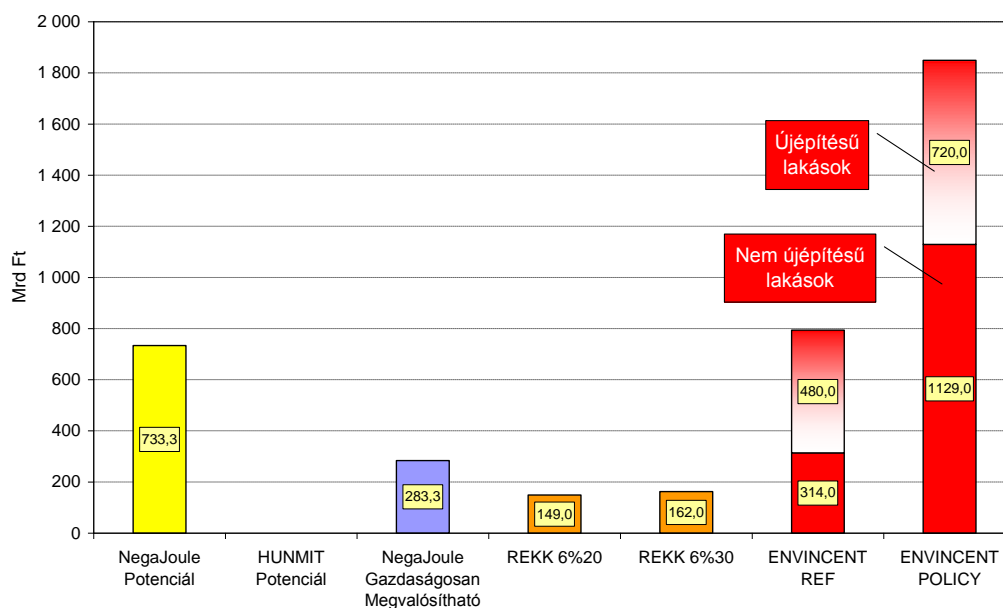
2008), mely potenciálok nagy része a tanulmányok egybehangzó eredményei szerint negatív költséggel megvalósíthatóak. Mi az oka ezen lehetőségek kihasználatlanságának? Elsősorban a finanszírozási korlátokat kell említenünk, de egyes tanulmányok (DG TREN 2009) további indokokat is megemlítenek. Ezek között szerepel:

- A lakosság magasabb szubjektív kamatlába⁴⁷, mely miatt csak igen magas megtérülés eredményeként vág bele energiahatékonysági beruházásokba (mely nagyrészt az elérhető szűkös hitelforrások eredménye).
- Az ipari fogyasztókhöz képest a lakosság kevésbé informált az energia megtakarítási lehetőségeit illetően, ezért azok hasznait gyakran alábecsüli.
- Nagyobb energiahatékonysági beruházásoknál (például hőszigetelések) kivárik az egyébként esedékes nagyfelújítások idejét, így nem hozzák előrébb az energetikai felújításokat sem, még ha pénzügyileg racionális lenne is.
- Alacsony pénzügyi kultúra. Ez kettős értelemben is szűkíti a jövőbeli hitelfelvétel lehetőségét. Egyrészt akik már hajlandóak voltak hitelfelvételre, azok a devizában felvett hitelek kamatterheinek csapdájában vannak⁴⁸, másrészt a további hitelfelvételt nehézkessé és sokak számára elkerülendővé tették.

Mindezek mellett azonban elmondható, hogy a legerőteljesebb akadály e szektor energiahatékonysági teljesítményének javulása előtt mégis finanszírozási jellegű. A lakosság amúgy is magas szintű eladósodottságát az épületenergetikai beruházások céljából felvett hitelek tovább növelnék. A következő ábra (5.2 ábra) szemlélteti ezen többlet adósságteher potenciális nagyságát. Az ábra eltérő nagyságrendű épületenergetikai programok becsült beruházási összegeit hasonlítja össze.

⁴⁷ Ez azt jelenti, hogy a jelenbeli fogyasztást a lakosság jóval magasabbra értékeli a jövőbelinél.

⁴⁸ És ez igen magas részarányban volt jellemző az elmúlt években (lásd: KSH 2011)

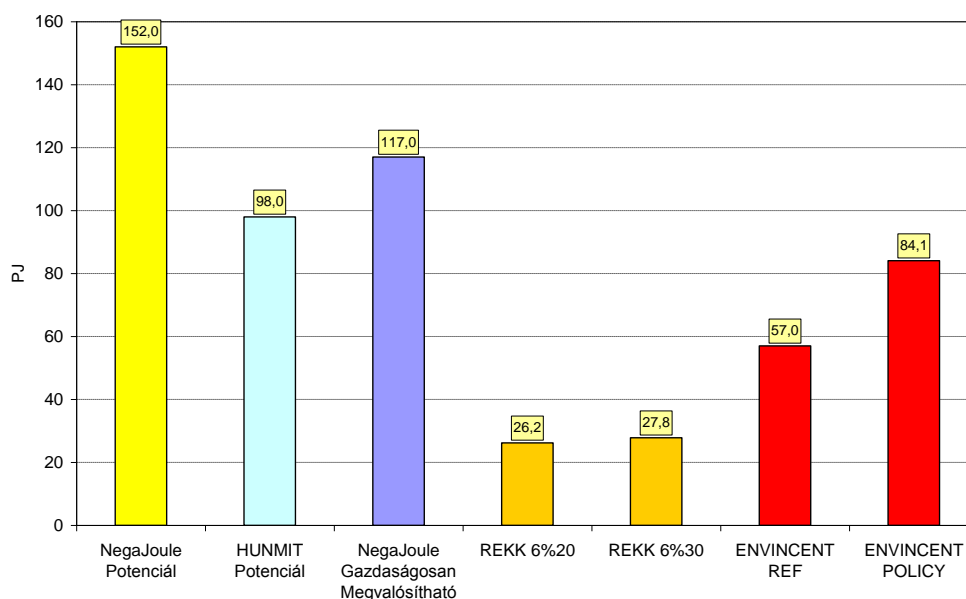


5.2 ábra: Egyes épületenergetikai programok éves beruházási költségeinek becsült értéke 2020-ban (Mrd Ft). A HUNMIT modell módszertana miatt nem számszerűsítette a teljes beruházási költséget

Az ábra adatai mutatják, hogy még egy viszonylag szerényebb program esetén is 150 Mrd Ft-os éves beruházási költséggel szembesülnének a háztartások, melynek felső határa akár az 1800 Mrd Ft-ot is elérheti 2020-ra. Ez lakásonként (háztartásonként) a lakás típusától és a felújítás mélységétől függően 1-4,5 millió Ft összeget is jelenthet (Envincent 2011, Energiaklub 2011). Összehasonlításként a jelenlegi lakáshitel állomány a KSH közlése szerint 4000 Mrd Ft körül alakul (KSH 2011). Éves szinten az állomány növekedése jelenleg 200 Mrd Ft körül alakul, s még a csúcst jelentő 2008-as évben sem haladta meg a 900 Mrd Ft-ot. Csak energetikai célú felújításra vonatkozóan a fentiekben bemutatott beruházási programok megvalósítása tehát valóban igen magas elkötelezettséget jelentene. Nem véletlen, hogy friss felmérések szerint a lakosságnak csak 16%-a tervezi felújítani lakását a közeljövőben, a jellemző állami támogatási szint (azoknál, akik csak ezzel együtt tudnának felvállalni egy felújítást) elvárás 55%, míg hitelfelvételre csak 18% vállalkozna. Ezek az adatok is mutatják, hogy egy igen jelentős finanszírozási kihívás előtt áll a lakossági szektor épületenergetikai megújulása.

A következő ábra (5.3 ábra) a beruházási programokon keresztül elérhető hőenergia megtakarítást mutatja, mely értékeket a jelenlegi teljes lakossági hőenergia

fogyasztással érdemes egybevetnünk, mely 210 PJ körül alakult a 2008-2010-es években.



5.3 ábra: Egyes lakossági épületenergetikai programok becsült energia megtakarítási potenciálja 2020-ra, PJ. Forrás: Energiaklub 2011, Evincent 2011, REKK 2011

Mint az ábra is mutatja, igen jelentős megtakarítási lehetőségek vannak a hazai lakásállományban a programok mélységétől/intenzitásától függően. Míg a megtakarítási potenciálok a teljes hőfogyasztás akár felét-kétharmadát is lefedik, a különböző programok esetén is találunk olyanokat, melyek több mint 30%-os megtakarítást gondolnak elérhetőnek 2030-ig.

Két dimenzió mentén van szükség a hazai épületenergetikai stratégia prioritásának meghatározására. Egyrészt a valószínűsíthető finanszírozási források (mind állami mind lakossági) messze elmaradnak a gazdaságosan megvalósítható opciók számától. Ez estben kérdéses, hogy mi a fő prioritás: egy minél szélesebb lakossági réteg elérése kis költségvetésű, de széleskörű program kidolgozás révén, vagy a lehető legteljesebb körű energetikai felújítások megvalósítása egy szűkebb épület portfólión. Az első alternatíva együtt járhat az energia megtakarítás rövid távú maximalizálásával (pl. 2020-ig), mivel megvalósíthatók olyan felújítási programok, melyek csak a

legköltséghatékonyabb megoldásokat vállalják fel, de nem teljes körűek⁴⁹. Ebben az esetben azonban fennáll annak a veszélye, hogy egy lényeges megtakarítási potenciál teljesen elvesz, hiszen valószínűleg nem kerül sor egy második körös felújításra a későbbiekben. A második alternatíva előnye, hogy nem vesz el semmilyen költséghatékony megoldás, azaz hosszú távon a teljes potenciál kihasználásra kerülhet. Azonban az is előfordulhat, hogy egy bizonyos időtávon belül (pl. akár 2020-ig) egy ilyen program alacsonyabb költségmegtakarítást érne el. Ez is hordoz magában bizonyos kockázatokat, mégpedig a technológiák elavulásának szempontjából. Lehetséges, hogy a jelenlegi megoldások gazdasági élettartama ugyanis nem haladná meg a 30-35 évet (bár technikailag még megbízható állapotban lennének), de új még hatékonyabb technológiák/anyagok megjelenésével elavulttá válnának. Ez esetben az olyan programok, melyek az addigi megtakarítást maximalizálták (és nem a teljes élettartamot), akár előnyösebbek is lehetnek.

⁴⁹ Példaként hozhatóak fel azok a programok, ahol csak külső fal hőszigetelését valósítják meg, de a drágább opciók (ablakcsere) kimaradnak.

6 Összefoglaló

6.1 Klímaváltozással kapcsolatos stratégiai kérdések

A Magyarország számára követendő klímastratégiát alapvetően befolyásolja, hogy a döntéshozók hisznek-e az antropogén eredetű klímaváltozásban vagy sem. Amennyiben azt gondolja a magyar kormány/állam, hogy a klímaváltozás nem létezik, vagy nem antropogén eredetű, akkor adaptációra, azaz a klímaváltozáshoz való alkalmazkodásra nincsen szükség, vagyis szükségtelen az állami beavatkozás. Az ÜHG mitigáció terén ebben az esetben a követendő stratégia az ún. alkalmazkodó stratégia lehet, azaz csak olyan mértékben szabad ÜHG csökkentő célokat elfogadni, ha abból konkrét pénzügyi előnye származhat Magyarországnak. Például megérheti Magyarországnak egy szigorúbb uniós klímapolitikát támogatni, ha azzal a kvótabevételek növekednek hazánkban, míg ezzel párhuzamosan a költségek nem emelkednek, vagy csak kevésbé, mint a bevételek.

Ezzel szemben, ha a döntéshozók hisznek az antropogén eredetű klímaváltozásban, akkor több optimális stratégia lehet hazánk számára. Mivel hazánk viszonylag kis szerepet játszik az ÜHG kibocsátásban, ezért érdemes lehet az adaptációra helyezni a hangsúlyt, ezzel nem válunk kiszolgáltatottá egy nemzetközi klímaegyezménynek. Javasolt minél hamarabb felmérni a Magyarországra várható hatásokat, és azokra felkészülni, kihasználni a benne rejlő lehetőségeket. Ezzel párhuzamosan a mitigáció során két lehetséges stratégia kínálkozik. Vagy az előzőekben leírt alkalmazkodó magatartás, vagy egy proaktív stratégia, amely során Magyarország élharcosa lenne az ÜHG csökkentésnek. Rövid távon ez akár pénzügyileg hátrányos is lehet, azonban komparatív előnyt adhat egyes iparágakban. Ezek közé tartozhat többek között a megújuló erőforrásokat használó berendezések vagy épületszigeteléshez kapcsolódó anyagok gyártása.

6.1.1 *Adaptáció versus mitigáció*

Annak eldöntésével, hogy a mitigáció vagy az adaptáció a kívánatosabb, több nemzetközi és magyar tanulmány is foglalkozott. A klímaváltozás leginkább meghatározó és megosztó dokumentuma a 2006-ban publikált Stern jelentés, amely

alapvetően szükséges, de nem elégséges stratégiának tekinti az adaptációt, nem tekinti a mitigáció alternatívájának.

Magyarországon 2003 júniusában a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium a klímapolitika megalapozásához szükséges háttér tanulmányok elkészítése miatt hívta életre a VAHAVA projektet (Változás – Hatás – Válaszadás), aminek a célja a klímaváltozás hatásaira való felkészülés, és a lehetséges károk megelőzése, mérséklése volt, azaz a lehetséges adaptációs feladatok megalkotása. Magyarország számára az egyik legfontosabb adaptációs kérdések közé tartoznak a vízgazdálkodási kérdések. Az éghajlatváltozás feltételezett folyamatait előre vetítő modellek eredményei alapján a Kárpát-medence térségében a vízgazdálkodási szempontból robusztus hatások a csapadék éven belüli megoszlásának kevésbé kiegyenlítetté válása, a téli csapadék részarány növekedése és a nyári csapadék hullások koncentrációjának növekedése, valamint a kisebb átlagos melegedés, amely azonban erőteljesebb nyári hőhullámok kialakulásával jár együtt (Bartholy, 2006.)

Az Európai Unióban egyre inkább a mitigáció kerül előtérbe, mint uniós szinten követendő stratégia. Az utóbbi egy évben két fontos elemzés is napvilágot látott, amelyek 2050-re vázolnak fel lehetséges dekarbonizációs forgatókönyveket: az ECF (European Climate Forum) által készített Útiterv 2050-es elemzése, illetve az EU Bizottság által készített 2050-es Útiterve.

2011-ben három tanulmány is elkészült, amely azt a kérdést vizsgálja, hogy milyen hatásokkal járna a magyar gazdaságra egy szigorúbb Európai Uniói ÜHG csökkentési vállalás 2020-ra, nevezetesen a 20%-os ÜHG csökkentési cél 30%-ra történő emelése az 1990-es évhez képest. Ezen tanulmányok a következők:

- A Potsdam Institute által elvégzett kutatás, amely összeurópai szinten vizsgálta egy szigorúbb csökkentés hatását, de az eredményeket az egyes országokra külön-külön közli
- A Greenpeace által finanszírozott tanulmány, amelyet az Ecofys készített el, kifejezetten Magyarországra vonatkozóan
- A REKK által végzett kutatás, amely szintén kifejezetten Magyarországra végezte el ezt az elemzést.

Mindhárom tanulmány arra a következtetésre jutott, hogy Magyarországnak érdekében állhat egy szigorúbb uniós mitigációs politika támogatása.

6.2 Villamos energia

A területet érintve három fő kérdéskörre fókuszáltunk a hosszú távú stratégia szempontjából:

- a hosszú távú dekarbonizációs kényszerből eredő új kapacitásstruktúra – melyet nagy arányú megújuló és nukleáris kapacitást feltételez – működéséből eredő problémákra (árzás, befektetési ösztönzés kérdésköre);
- a nukleáris energia regionális, nemzetközi trendjeinek hatása a magyar nukleáris kapacitások jövőjének szempontjából;
- a villamos áram keresleti oldalán felvázolható trendek áttekintése.

A karbonmetes technológiák várható erőteljes térnyerésével új kihívásokkal néz szembe az európai s köztük a magyar energiaszektor is. Az új technológiák mindegyikét (mind a megújulót, mind a nukleáris kapacitásokat) nagyon magas beruházási költségek és alacsony (ill. zéró) változó költségek jellemzik, melyek megtérülését a klasszikus villamosenergia-piaci megoldások nehezen kezelik. Új megoldások keresésére van szükség, mely kezeli ezt a 'missing money' problémakört. Ezek lehetnek az ársapkák és a piaci folyamatokba való beavatkozás teljes megszüntetése, illetve a kapacitás piacok létrehozása.

A hazai nukleáris erőműépítés szempontjából egy erősen formálódó környezettel állunk szemben, melynél mind a regionális hatások (környező országok erőműépítési tervei), az Európai Unió hosszú távú dekarbonizációs úttervei (EC 2011) erőteljesen befolyásolják mind a tervezett új blokkok időzítését, mind gazdasági – pénzügyi pozícióit. Villamosenergia-stratégiai szempontból a kérdést tehát arra lehet szűkíteni, hogy a különböző hosszútávú úttervek közül – melyek közősek a 90-95 %-os dekarbonizációban – Magyarország mekkora részarányt kíván nukleáris energiával elérni. A fő kérdés, hogy egy zéró növekedési, a jelenlegi paksi kapacitásnak megfelelő, tehát pótlási szintű kapacitás, vagy esetleg ennél magasabb részarány biztosítja hazánknak a stabilabb, de ugyanakkor fenntartható energetikai fejlődési útvonalat?

A keresleti oldalt tekintve a fő kérdés, hogy Magyarország mikorra időzítse az okos hálózatok és okos mérők rendszerének bevezetését, abban milyen sztenderdeket kövessen. Mivel egy fokozatos bevezetés forgatókönyve valószínűsíthető hazánkra, ahol a villamos energia rendszer lenne az első belépő és húzóágazat, olyan rendszerekben kell gondolkodni, mely nyitott a más vezetékes rendszerek beintegrálására is, elkerülve az információs (kommunikációs és adatközlő) rendszerek duplikációját.

6.3 Földgáz

A globális földgázkészletek jelentős nagyságúak, kimerülésükre belátható időn belül nem kell számítani. A gazdaságosan kitermelhető készletek értékelési módtól függően 130-250 évre elegendőek. A földgázforrások legjelentősebb, és legnehezebben felbecsülhető részét a nem-konvencionális készletek teszik ki. Bár ezen készletek kitermelésében (elsősorban a palagáz esetében) jelentős előrehaladás következett be az Egyesült Államokban, a világ más régióiban egyelőre korlátozottak az alternatív források kitermelésének lehetőségei.

A földgáznak a villamosenergia-termelésben betöltött szerepe az elkövetkező évtizedekben minden bizonnyal meghatározó lesz. Ez részint a földgáz alacsony fajlagos szén-dioxid emissziójából fakad, részint a földgáztüzelésű erőművek technológiai adottságaiból (nagy rugalmasság, magas hatékonyság, rövid kivitelezési idő, alacsony beruházási költség). A klímavédelmi intézkedések felerősödéséig a földgáz átmeneti technológiaként játszhat szerepet, amely biztosítja az alacsonyabb kibocsátási szinteket, amíg a kibocsátásmentes technológiák (szél, víz, nap, nukleáris) széles körben elterjednek.

A földgáz jövőbeni átmeneti technológiai szerepét – a gazdasági növekedés mellett – elsősorban a klímavédelmi intézkedések erőssége és a szén-dioxid kibocsátás ára határozza meg. Ha a klímapolitika lassan és nehézkesen reagál a kihívásokra, a földgáz alternatív (elsősorban fosszilis) tüzelőanyagokkal (pl. szénnel) szembeni térnyerése gyors és tartós lesz. Erős és határozott klímavédelmi politika ezzel szemben a karbonmentes technológiák elterjedésének kedvez, ami a földgáz piacvesztését és kiszorulását eredményezi. A mérsékelt klímavédelem tehát a földgáz

átmeneti technológiai szerepét növeli és elnyújtja, a gyors és határozott intézkedések viszont megrövidítik azt.

A hazai földgázfelhasználás jövőbeni szerepe azonban számottevő ellátásbiztonsági kockázatokat hordoz. A leggyakrabban említett kockázatot az egyoldalú földgázfüggőség jelenti, mely az alábbi problémakörökre bontható: (i) a teljes primerenergia-ellátásban, a villamosenergia- és hőtermelésben megnyilvánuló kiemelkedően magas földgáz részarány; (ii) az import magas részaránya (a belföldi készletekhez képest); (iii) az importforrások koncentráltága (orosz források dominanciája); (iv) a szállítási útvonalak koncentráltága (kevés alternatív útvonal).

A fent említett problémák enyhítésére leggyakrabban javasolt megoldások: az (i) ésszerű primerenergia-szerkezet kialakítása és a földgáz részarányának csökkentése az alternatív tüzelőanyagok használatának ösztönzésével, a földgáz-igénynövekedés ütemének mérséklése az energiatakarékosság és energiahatékonyság növelésével, illetve az elavult, alacsony hatásfokú földgáztüzelésű erőművek magas hatásfokú CCGT blokkokra való cseréjével; (ii) egyoldalú földgáz importfüggőség enyhítése és az importált földgázforrások kiváltása hazai primer energiahordozók felhasználásának ösztönzésével és a nukleáris villamosenergia-termelés részarányának növelésével; (iii) forrásdiverzifikáció és (iv) szállításdiverzifikáció az alternatív földgázforrásokat elérhetővé tévő, több országon áthaladó szállítóvezeték-építési projektekben történő részvétellel, új határkeresztező kapacitások építésének ösztönzésével, a szállító és tranzit országokkal kialakított együttműködéssel, a regionális energiapiacok kialakításában való aktív részvétellel, illetve stratégiai készletezéssel.

A nyugat európai földgázpiacon a gazdasági válság miatti keresletcsökkenés, és az amerikai piacra szánt LNG szállítmányok átterelődése miatti kínálatnövekedés révén kibontakozó éles gázpiaci verseny az utóbbi években igen jelentős, 30-50%-os árcsökkenést eredményezett az azonnali gázkereskedelemben. A földgázárzás hagyományos, hosszú távú szerződésekben alkalmazott, olajtermékekhez indexált módja megroppant. Középtávon vélhetően általánossá válik a gáz piaci (a kereslet és kínálat változása által meghatározott) árazása. Hosszú távon elkerülhetetlennek tűnik, hogy a hosszú távú szerződésekbe tartósan is bekerüljön a spot piachoz történő indexálás.

6.4 Közlekedés, energiahatékonyság

A közlekedés területén a hosszabb távú technológiai megoldások megtalálásában hazánkban viszonylag szűkebb szerepkör juthat, bár ez nem zárja ki, hogy egy-egy jól fókuszált részterületet kiválasztva (pl. második generációs bioüzemanyagok) itt is szerepet vállaljunk. Mivel azonban a 'transzformációs' periódus ezen új technológiák esetén jelentős késéssel következhet be, fontos szerepe van az átmeneti időszak menedzselésének: milyen közlekedésszervezési, infrastrukturális, közösségi közlekedési stratégiát alakítunk ki ezen periódus alatt? A bioüzemanyagok terén a fő kérdés az első- illetve második generációs üzemanyagok közötti súlyozás: egy túlságosan bioethanol központú stratégia csapdát rejthet (technológiai elkötelezettség – *technology lock-in*) a jóval ígéretesebb második generációs megoldásokkal szemben.

6.5 Energiahatékonyság

Az energiahatékonysági terület fő kérdőjelei az épületenergetikai területen találhatók, hiszen a többi gazdasági területen már most is, és várhatóan a jövőben is működni fognak a gazdasági racionalitás által vezetett hatékonyságjavító beruházások. Az épületenergetikában azonban, főképp a lakossági épületek energetikai racionalizálása terén, egy jelentős finanszírozási kihívással állunk szemben, ahol egy szignifikáns költségvetési szerepvállalás elkerülhetetlennek tűnik. A fő kérdés ezen szerepvállalás esetén a programok fókuszálása, illetve ütemezése: kisebb lakossági csoportokban, de igen mély megvalósítási intenzitással, vagy szélesebb rétegek elérése a célravezető, mely esetben azonban a felújítási intenzitás mélységén csökkenteni kell.

7 Irodalomjegyzék

7.1 Klímaváltozással kapcsolatos stratégiai kérdések fejezetéhez

BARTHOLY JUDIT (2010): Az IPCC jelentések sorozata: tények erősségek, bizonytalanságok. Előadás, 2010. november 18-19., 36. Meteorológiai Tudományos Napok – Változó éghajlat és következményei a Kárpát-medencében.

BARTHOLY JUDIT, PONGRÁCZ RITA (2007): Extrém éghajlatindexek regionális trend elemzése a Kárpát-medence térségére. In *Szeidl László: OTKA-38423 kutatási zárójelentés*. Forrás: http://real.mtak.hu/588/1/38423_ZJ1.pdf. Letöltés dátuma 2011. április 28.

BARTHOLY JUDIT, PONGRÁCZ RITA, TORMA CSABA, HUNYADY ADRIENN (2006): A Kárpát-medence térségére a XXI. századra várható klímaváltozás becslése. Forrás: geography.hu/mfk2006/pdf/Bartholy%20Judit1.pdf Letöltés dátuma 2011. április 28.

BARTUS GÁBOR (2009): A klímaváltozás mint apokalipszis, In: *Kommentár, 2009/5*

BOZÓ LÁSZLÓ SZERK. (2010): Környezeti jövőkép – Környezet és klímabiztonság. Köztestületi Stratégiai Programok, MTA

COSTANZA ET AL (1998): The Value of ecosystem services: putting the issues in perspective. In *Ecological Economics* 25(1998) 67-72

DASGUPTA, PARTHA (2007): Commentary: The Stern Review's Economics of Climate Change. 2007; 199; 4 National Institute Economic Review

ECF (2010): Roadmap 2050: A practical guide to a prosperous low-carbon Europe, <http://www.roadmap2050.eu/>

ECOFYS (2011): Egy ambiciózusabb uniós kibocsátás-csökkentési cél gazdasági hatásai Magyarországon

EU ROADMAP (2011): A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050, Communication from the Commission

FARAGÓ (2007): A globális éghajlatváltozás veszélye és a nemzetközi együttműködés, Külügyi szemle, 2007 tavasz

GUARDIAN (2009): Leaked emails won't harm UN climate body, says chairman, 29 November 2009, <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/nov/29/ipcc-climate-change-leaked-emails>

HARNOS ZSOLT – GAÁL MÁRTA – HUFNAGEL LEVENTE (2009): Klímaváltozásról mindenkinek

IPCC (2007): Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html

IPCC honlapja, www.ipcc.ch

KVVM (2008): Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2025. http://klima.kvvm.hu/documents/14/nes_080219.pdf Letöltés dátuma 2011. április 25.

LOMBORG, BJORN (2007): Cool it - Hidegvér! a szkeptikus környezetvédő útikalauza a globális felmelegedéshez, Typotex kiadó

MCKITRICK, ROSS (2004): What is the Hockey Stick debate about? <http://www.uoguelph.ca/~rmckitri/research/McKitrick-hockeystick.pdf>

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005): Ecosystems and human well-being – Synthesis <http://www.maweb.org/documents/document.356.aspx.pdf> ,

MISKOLCZI FERENC (2010): The stable stationary value of the earth's global average atmospheric planck-weighted greenhouse-gas optical thickness, in Energy & environment, special issue: paradigms in climate research, volume 21 no. 4 2010, august

MTA (2006): A VAHAVA program eredményeinek összefoglalása. Forrás: <http://klima.kvvm.hu/documents/14/VAHAVAAosszefoglalas.pdf> Letöltés dátuma 2011. április 25.

NORDHAUS, WILLIAM D. (2007A): A Review of the Stern Review on the Economics of Global Warming (May 2, 2007), forthcoming, Journal of Economic Literature

NORDHAUS, WILLIAM D. (2007B): Critical Assumptions in the Stern Review on Climate Change. Science, Vol. 317. no. 5835, pp. 201–202

OVGT (2010): Országos Vízyűjtő Gazdálkodási Terv 1127/2010. (V. 21.) Korm. Határozat <http://www.vizeink.hu/?module=ovgt100505>

OVGT 2010/2: 5. fejezet mellékletei - 5-2Felszín alatti víztestek mennyiségi állapota
<http://www.vizeink.hu/files2/100505/5fej.zip> Ecofys 2009: GHG mitigation scenarios for Hungary up to 2025 Final report (HUNMIT report)

PIK (2011): A new growth path for Europe, Potsdam Institute of Climate Impact Research

REKK (2011): Az EU 20%-os üvegházhatású-gáz kibocsátás-csökkentési vállalás emelésének hatáselemzése Magyarországra

STERN, NICHOLAS (2006): Stern Review: The Economics of Climate Change. HM Treasury, London. Forrás:
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm Letöltés dátuma 2011. április 26.

SZESZTAY KÁROLY (2000): Az Alföld vízháztartása. A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba

SZLÁVIK LAJOS (2005): Szélsőséges hidrológiai helyzetek és az árvízi-belvízi biztonság Magyar Tudomány 2005/7 818.o <http://www.matud.iif.hu/05jul/07.html>

TAKÁCS-SÁNTA ANDRÁS, SZERK. (2005): Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon, Alinea–Védegylet, Budapest, 2005, 10.

TEEB (2010): The Economics of Ecosystems and Biodiversity Chapter 1, p.9
http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=bYhDohL_TuM%3d&tabid=1278&mid=2357

TOL, RICHARD S. J. & YOHE, GARY W. (2007): A Review of the Stern Review. Journal of Economic Literature, Vol. 45, Number 3, pp. 703-724(22)

ENSZ (1987): Our Common Future, <http://www.un-documents.net/ocf-07.htm>

WEITZMAN, MARTIN L. (2007): A Review of The Stern Review on the Economics of Climate Change. Journal of Economic Literature, Vol. XLV, pp. 703–724.

7.2 Villamos energia szektor fejezethez

EWEA (2009): Pure Power – wind energy targets for 2020 and 2030; November 2009

EWEA (2010): Wind in power – 2009 European Statistics, February 2010

ECF (2010): Roadmap 2050: A practical guide to a prosperous low-carbon Europe, <http://www.roadmap2050.eu/>

EU ROADMAP (2011): A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050, Communication from the Commission

ERGEG (2009): Position paper on smart grids. Ref: E09-EQS-30-04

ERGEG (2011): Guidelines of Good Practice (GGP) on Regulatory Aspects of Smart Metering for Electricity and Gas (Ref: E10-RMF-29-05)

FERC (2008): Assessment of demand response and advanced metering. Staff report.

Force Motrice, AT Kearney (2010): Tanulmány készítése az „okos mérés” elektronikus mérő rendszernek a villamos energia, földgáz -, és távhőfelhasználás területén történő bevezetésére és alkalmazhatóságára, valamint a tanulmány eredményeit bemutató workshopok megszervezése és lebonyolítása” projekt. végleges jelentése

HOGAN 2005 – WILLIAM W. HOGAN 2005: On an „Energy Only” Electricity Market Design for Resource Adequacy,

http://ksghome.harvard.edu/~whogan/Hogan_Energy_Only_092305.pdf

IIE (2009): Smart domestic appliances supporting the system integration of renewable energy. http://www.smart-a.org/SmartA_Project_Final_Brochure_2009.pdf

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY: (2006) World Energy Outlook 2006 (OECD/IEA, 2006)

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2009): World Energy Outlook 2009 (OECD/IEA, 2009)

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2010): Projected Costs of Generating Electricity,

MEH: villamosenergia ár és mennyiség adatok elérhetőek a Magyar Energia Hivatal honlapjáról. www.eh.gov.hu

OECD NEA & IAEA, Uranium 2009: Resources, Production and Demand

PAIZS LÁSZLÓ (2011): Az árampiaci liberalizáció előzményei, szabályozási alapjai, üzleti modelljei és főbb kihívásai, előadás, 2011. 03.18, Budapest, BCE KTI képzés

PLATTS ENERGY IN EAST EUROPE (2007-2011 különböző számok)ű

REKK (2010): Generation investments under liberalized conditions in the Central and South-East European region, REKK working paper

REKK (2011): A Nemzeti Energiastratégia gazdasági hatáselemzése. A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium felkérésére készült hatásvizsgálat.

RESEARCH REPORT INTERNATIONAL (2007): Demand Response Programs

STOFT, S. (2002): Power System Economics: Designing Markets for Electricity. John Wiley and Sons, New York.

TIHANYI ZOLTÁN (2011): Bevezetés a magyar villamosenergia-rendszer működésébe, előadás, 2011. 03.18, Budapest, BCE KTI képzés

VEZESTÉK (2010): Vezetékes Energiahordozók Statisztikai Évkönyve 2009, Magyar Energia Hivatal, Budapest

OECD NEA & IAEA (2009): Uranium: Resources, Production and Demand

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION: The nuclear renaissance (March 2011)

7.3 A földgáz szektor fejezetéhez

BROCHMAN (2010): Price linkage between US and UK gas markets

CEGH (2010): Monthly Hub Statistics, 26.03.2010.

(https://www.gashub.at/downloads/CEGH_mTTvolume.pdf)

DARBOUCHE, H. (2011): Algeria's shifting gas export strategy: Between policy and market constraints The Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, NG 48

DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY (2010): Market Observatory fo Energy Vol. 3. Issue 3: July 2010- September 2010.

EIA (2011a): Annual Energy Outlook 2011, Washington

EIA (2011b): Shale gas is a global phenomenon

(<http://www.eia.doe.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=811>)

EIA (2010): Annual Energy Outlook 2010, Washington

EIA (2009): Annual Energy Outlook 2009, Washington

ENERGIA KÖZPONT KHT (2010): Statistical Yearbook 2008

FRAUNHOFER UMSICHT (2009): Verbundprojekt Biogaseinspeisung, Oberhausen

GÁCS I., BIHARI P., FAZEKAS A., HEGEDŰS M. TIHANYI L.. (2006): Magyarország primerenergia-hordozó struktúrájának elemzése, alakításának stratégiai céljai

GASNEV - Gasnetzentgeltverordnung

GÉNY, F. (2010): Can Unconventional Gas be a Game-Changer for European Gas Markets?, The Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, NG 46

GIBER, J. (2006): Magyarország energiapolitikai tézisei 2006-2030 (Bizottsági anyag)

Háttéranyag a 2007-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikai koncepcióról szóló H/4858. számú országgyűlési határozati javaslatához

HOWARTH et al (2011): Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. in: Climatic Change, 2011 March,

ICIS-Heren (2010): ICIS-Heren, European Gas Hub Report, Full Report Winter 2010

IEA (2007): Energy Policies of IEA Countries: Finland 2007 Review, Paris, IEA

IEA (2010): Energy Balances of OECD Countries, Paris IEA

IEA (2009): World Energy Outlook 2009

IEA (2010): World Energy Outlook 2010

IEA (2010): Gas fired power - IEA ETSAP Technology brief

INTERFAX (2010): GAZPROM IGYOT NA USZTUPKI ("ГАЗПРОМ" ИДЕТ НА УСТУПКИ) LINK:
[HTTP://WWW.INTERFAX.RU/BUSINESS/TXT.ASP?ID=127032](http://www.interfax.ru/business/txt.asp?id=127032) UTOLSÓ HOZZÁFÉRÉS: 2011.05.06.

KAPROS T.; CSETE J.; SZUNYOG I. (2009): A biogáznak földgáz vezetékbe történő betáplálását befolyásoló műszaki, jogi és pénzügyi szempontok az Európai Unióban; in: *Energiagazdálkodás*, 2009/5. 15-20. o.

KONOPLJANYIK, A. (2011): How market hubs and traded gas in European gas market dynamics will influence European gas prices and pricing, European Gas Markets Summit, February 2011

LANTZ, M et al (2008): The prospects for an expansion of biogas systems in Sweden – Incentives, barriers and potentials; in: *Energy Policy* Vol. 35 pp. 1830-1843

MELLING (2010): Natural gas pricing and its future.

MIT (2010): The Future of Natural Gas, An Interdisciplinary MIT Study (interim report), MIT

NATIONAL ENERGY POLICY INSTITUTE (2009): Natural Gas: A Bridge to a Low-Carbon Future?, Washington

OSW (2010): Kolejni kontrahenci Gazpromu żądają zmian w kontraktach. Link: <http://www.osw.waw.pl/pl/wiadomosci/48> Utolsó hozzáférés: 2011.05.06.

PACALA S, SOCOLOW R (2004): Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science* 305:968-972

PERSSON M, JÖNSSON O., WELLINGER A (2006): Biogas Upgrading to Vehicle Fuel Standards and Grid Injection, IEA-Bionergy, Vienna

RAVEN R.P.J.M. AND GRERGSSEN (2004) Biogas plants in Denmark: successes and set backs; in: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Vol. 11 pp. 116-132

REDUBAR (2008a): Quantification (a list) of the potential for increasing the use of biogas for heating and cooling by liquidation the bottleneck “barriers for the transportation of biogas in the natural gas grid”

REDUBAR (2008b): A catalogue of the most important mental barriers of the natural gas grid operators and gas companies related to the biogas injection and a proposal list for minimizing such barriers

ROGERS, H. (2010): LNG Trade-flows in the Atlantic Basin, Trends and Discontinuities, The Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, NG 41

SABINE PIPE LINE LLC (2011): Operationally Available – Henry Hub <http://www.sabinepipeline.com//Home/Report/tabid/241/default.aspx?ID=1>

SEISLER, J.M. (2010): Political Drivers of the European Biomethane Market, Clean fuels consulting

STERN, J. AND ROGERS, H. (2011): The Transition to Hub-Based Gas Pricing in Continental Europe, The Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, NG 49

STEVENS, P. (2010): The 'Shale Gas Revolution': Hype and Reality – A Chatham House Report

SZUNYOGI, I. (2008): Magyarország elméleti biogázpotenciálja in: *ENERGOinfo* Vol. I. nr. 2. Zalaegerszeg o. 4.-5.

SZUNYOG I. (2009): A biogázok földgáz közszolgáltatásban történő alkalmazásának minőségi feltételrendszere Magyarországon; PhD dissertation, University of Miskolc 2009. június

WUPPERTAL INSTITUTE (2010): Erdgas: Die Brücke ins regenerative Zeitalter, Wuppertal

ZHURAVLEVA, P (2009): The Nature of LNG Arbitrage: an Analysis of the Main Barriers to the Growth of the Global LNG Arbitrage Market, The Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, NG 31

48/2008. (IV.17.) OGY határozat a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról

7.4 A közlekedési energiafelhasználás fejezethez

BAFFES, J., T. HANIOTIS, (2010): "Placing the 2006/08 commodity price boom into perspective," Policy Research Working Paper Series 5371, The World Bank.

EC (2006): World Energy Technology Outlook – WETO H2: EUR 22038 Directorate General Research

EC WHITE PAPER (2011): Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system SEC (2011) 144 final.

EC COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT (2011)b: Accompanying the White Paper: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system SEC (2011) 391 final.

GAZDASÁGI ÉS KÖZLEKEDÉSI MINISZTERIUM (2007): Egységes közlekedésfejlesztési stratégia 2007-2020. (2007)

JRC WTW (2009): (Wheel-to-wheel study) JEC - Joint Research Centre-EUCAR-CONCAWE collaboration <http://ies.jrc.ec.europa.eu/jec-research-collaboration/activities-jec/jec-well-to-wheels-analyses-wtw.html>

NEMZETI KÖZÚTI KÖZLEKEDÉSI PLATFORM (2009) : Jövőkép 2030. ERTRAC 2009.

SZOBOSZLAY M., PAÁR I., TELEKESI T. (2010): A megújuló energia közlekedési alkalmazása, EU követelmények, nemzeti lehetőségek, feladatok. 2010

POPP J. (2007): A bioüzemanyag-gyártás és agrártermelés nemzetközi összefüggései; Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest 2007

REKK (2011): Az EU 20%-os üvegházhatású-gáz kibocsátás-csökkentési vállalás emelésének hatáselemzése Magyarországra. NFM részére az ECF által finanszírozott tanulmány .

SKINNER J, VAN ESSEN H., SMOKERS R., HILL N. (2010): EU transport GHG: Routes to 2050? Towards the decarbonisation of the EU's transport sector by 2050. AEA publications

SHAPOURI H, DUFFIELD J, GRABOSKI M (1995): Estimating the net energy balance of corn ethanol. USDA, Agricultural report 721.

OLÁH GY., GOEPPERT A., PRAKASH S. (2007): Kőolaj és földgáz után: a metanolgazdaság. Better kiadó, Budapest 2007

7.5 Az energiahatékonyság fejezethez

EC: DG TREN 2009 : TRENDS TO 2030 — UPDATE 2009, PRIMES modell

EC: Energy Efficiency Plan 2011 Com(2011)109 final

EC: Impact Assessment of the Energy Efficiency Plan 2011 Com(2011)109 final

ECOFYS 2009: GHG mitigation scenarios for Hungary up to 2025 Final report (HUNMIT report)

ECORYS (2009) Study on European Energy-Intensive Industries – The Usefulness of Estimating Sectoral Price Elasticities; letöltés: DG-ENTR; 2011. február 2.; http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/climate-change/energy-intensive-industries/carbon-leakage/files/cl_executive_summary_en.pdf

ENERGIAKLUB (2011): Negajoule 2020 project. <http://www.negajoule.hu/>

ENVINCENT KFT (2011) Az energiahatékonysági stratégia háttérszámításai (nem publikált eredmények)

KSH (2011) lakossági lakáshitelezés 2010 II félév. Statisztikai tükör.
<http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xftp/idoszaki/lakashitel/lakashitel1012.pdf>

Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terve. Gazdasági és közlekedési Minisztérium 2008

NOVIKOVA - ÜRGE-VORSATZ (2008): Szén-dioxid kibocsátás-csökkentési lehetőségek és költségek a magyarországi lakossági szektorban. KVVM

REKK (2011): Az EU 20%-os üvegházhatású-gáz kibocsátás-csökkentési vállalás emelésének hatáselemzése Magyarországra. NFM részére az ECF által finanszírozott tanulmány