

# Óbudai Egyetem

Doktori (Phd) értekezés



Az energiahatékonyság és a megújuló energiák alkalmazásának lehetőségei,  
logisztikájának kialakítása kistérségi szinten

Hauber György

Témavezető: Dr. Estók Sándor, Dr. Czifra Árpád  
Biztonságtudományi Doktori Iskola

Budapest, 2017

Szigorlati Bizottság:

Elnök:

Prof. Dr. Rajnai Zoltán, egyetemi tanár

Tagok:

Dr. habil. Farkas Tibor, egyetemi docens

Dr. Kádár Péter, egyetemi docens

Dr. habil. Lazányi Kornélia, egyetemi docens

Nyilvános védés bizottsága:

Elnök:

Prof. Dr. Berek Lajos, egyetemi tanár

Titkár:

Dr. Szűcs Endre, adjunktus

Tagok:

Prof. Dr. Óvári Gyula, egyetemi tanár

Dr. habil. Réger Béla, főiskolai tanár

Dr. habil. Kovács Tibor, egyetemi docens

Bírálok:

Medvéne Dr. Szabad Katalin, főiskolai tanár

Bakosné Dr. Diószegi Mónika, adjunktus

Nyilvános védés időpontja

2017. szeptember 25.

<b>TARTALOMJEGYZÉK</b>	<b>1</b>
BEVEZETÉS	5
<i>A tudományterületek behatárolása</i>	6
<i>A kutatás célkitűzései</i>	6
<i>A téma kutatásának hipotézisei</i>	7
<i>Vizsgálati módszerek</i>	8
<b>1. AZ ENERGIABIZTONSÁG ELMÉLETI MEGKÖZELÍTÉSE</b>	<b>9</b>
1.1. AZ ENERGETIKAI BIZTONSÁG FŐBB KÉRDÉSEI NAPJAINKBAN	9
<i>1.1.1. A fosszilis energiák geopolitikai tényezői és az importfüggőség</i>	11
<i>1.1.2. A fosszilis energiaforrások szűkössége</i>	13
<i>1.1.3. A fosszilis energiaforrások mentális könnyvése</i>	14
1.2. A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS KÖVETKEZMÉNYEI	17
1.3. A TISZTA ENERGIA ÉS A HASZONÁLDOZATI KÖLTSÉGEK	19
1.4. A MAGYARORSZÁGI HELYZET	21
1.5. AZ ELLÁTÁSBIZTONSÁG TÉNYEZŐI	25
1.6. ÖSSZEFOGLALÁS, ÖSSZEGZŐ KÖVETKEZTETÉSEK	26
<b>2. A MEGÚJULÓ ENERGIÁK ÉS AZ IMPORT-FÜGGŐSÉGI RÁTA</b>	<b>27</b>
2.1. BEVEZETŐ	27
2.2. MAGYARORSZÁG ÉS A MEGÚJULÓ ENERGIA-STRATÉGIA	29
<i>2.2.1. „Gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan!”</i>	30
2.3. A BIOMASSZA	31
<i>2.3.1. A biomassza fogalma, helye a fenntartható energiagazdálkodásban</i>	32
<i>2.3.2. A biomassza potenciál</i>	32
<i>2.3.3. Biomassza pro és kontra</i>	34
2.4. A NAPENERGIA	36
<i>2.4.1. A napenergiában rejlő potenciálok áttekintése</i>	36
<i>2.4.2. A fotovoltaiikus energiatermelés</i>	37
<i>2.4.3. Sziget üzem és szinkron üzem</i>	38
<i>2.4.4. A napenergia hazai helyzete és potenciálja</i>	39

2.4.5. <i>A napenergia tárolásának jövője</i>	40
2.5. A GEOTERMIKUS ENERGIA	41
2.5.1. <i>A geotermikus energia meghatározása és működési mechanizmusa</i>	41
2.5.2. <i>Elméleti potenciál és teljesítmény a világban</i>	43
2.5.3. <i>A geotermikus energia magyarországi helyzete</i>	45
2.6. A VÍZENERGIA	46
2.6.1. <i>A vízenergia meghatározása</i>	46
2.6.2. <i>Beépített kapacitások és megoszlásuk a világban</i>	47
2.6.3. <i>A vízenergia hazai helyzete és kilátásai</i>	47
2.7. A SZÉLENERGIA	48
2.7.1. <i>A szélenergia meghatározása és hasznosításának jellemzői</i>	48
2.7.2. <i>Beépített kapacitások és megoszlásuk a világban</i>	50
2.7.3. <i>A szélenergia helyzete hazánkban</i>	51
2.8. AZ ENERGIAIMPORT-FÜGGŐSÉGI RÁTA KISZÁMÍTÁSA	52
2.8.1. <i>A hátizsák-modell elmélete</i>	53
2.8.2. <i>Az alternatív energiák becsült potenciálja</i>	55
2.8.3. <i>Az energiaimport-függőségi ráták az egyes scenáriók alapján</i>	56
2.8.4. <i>Összefoglalás, összegző következtetések</i>	57
<b>3. AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG MAKRO-ÉS MIKROSZINTŰ LEHETŐSÉGEI</b>	<b>58</b>
3.1. BEVEZETŐ	58
3.2. AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG MAKROSZINTŰ LEHETŐSÉGEI	59
3.2.1. <i>A CCS technológiák alkalmazása</i>	59
3.2.2. <i>Kogeneráció</i>	61
3.2.3. <i>Útban a cirkuláris gazdaság felé</i>	63
3.3. A LAKÓÉPÜLETEKBEN ELÉRHETŐ ENERGIA POTENCIÁL	66
3.3.1. <i>Az energiahatékonyság elméleti-műszaki potenciálja</i>	66
3.3.2. <i>A háztartások megoszlása különböző szempontok alapján</i>	67
3.3.3. <i>Az energiahatékonyság által elérhető megtakarítás nagysága</i>	69
3.3.4. <i>Az energiahatékonysági beruházások pályázati lehetőségei</i>	70

3.4. A FOGYASZTÓI MAGATARTÁS VIZSGÁLATA	71
3.4.1. <i>A viselkedés gazdaságtan elméleti alapjai</i>	71
3.4.2. <i>A fenntartható fogyasztás elérésének lehetőségei</i>	74
3.4.3. <i>Összefoglalás, összegző következtetések</i>	77
<b>4. MEGÚJULÓ ENERGETIKAI BERUHÁZÁSOK, ENERGIAHATÉKONYSÁG</b>	<b>78</b>
4.1. A SZAKPOLITIKAI BEAVATKOZÁSOK ELMÉLETI HÁTTERE	78
4.1.1. <i>Az empirikus felmérés kutatási módszerei</i>	80
4.2. A MEGÚJULÓ ENERGIÁKKAL SZEMBENI ATTITŰDVIZSGÁLAT	81
4.2.1. <i>Szakpolitikai javaslatok</i>	88
4.3. AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG VIZSGÁLATA	89
4.3.1. <i>Szakpolitikai javaslatok</i>	93
4.4. A MICROGRID ÉS MEGVALÓSULÁSAI	95
4.5. ÖSSZEFOGLALÁS, ÖSSZEGZŐ KÖVETKEZTETÉSEK	97
<b>5. MAGLÓD VÁROS BIOMASSZÁRA ALAPULÓ PROJEKTJE</b>	<b>98</b>
5.1. A VÁROS ADOTTSÁGAI, A PROJEKT TERVEZETE	98
5.2. LOGISZTIKAI ALAPELVEK ÉS MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEK	101
5.2.1. <i>Az outsourcing, mint a gazdasági optimalizálás egyik alternatívája</i>	102
5.2.2. <i>A city logisztika alapelvei</i>	103
5.3. EGY KISTÉRSÉGI PELLETT ÜZEM LÉTESÍTÉSÉNEK FELTÉTELEI	104
5.3.1. <i>A biomassza alapanyag kiválasztása</i>	104
5.3.2. <i>A termőterület meghatározása</i>	105
5.3.3. <i>A telephely meghatározása</i>	107
5.3.4. <i>A pellet és pelletkazánok jellemzői</i>	107
5.3.5. <i>A pellet üzem</i>	109
5.3.6. <i>Technológiai folyamat</i>	110
5.4. ÖSSZEFOGLALÁS, ÖSSZEGZŐ KÖVETKEZTETÉSEK	113

<b>6. A DOKTORI DISSZERTÁCIÓ EREDMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÁSA</b>	<b>115</b>
6.1. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	115
6.2. AZ EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI	119
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	120
HIVATKOZÁSOK	121
RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK	130
MELLÉKLETEK	132

## BEVEZETÉS

Az energiabiztonság és a globális klímaváltozás napjaink legégetőbb kérdései. A kihívásokra adott válaszok nem késhetnek tovább, mivel minden túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a 24. órában vagyunk. Ebben a században minden bizonnyal ki fog éleződni a harc az erőforrásokért, tekintve, hogy a bolygónkon rendelkezésre álló fosszilis készletek végesek, és még a legoptimistább jóslatokban is megjelenik a globális összeomlás lehetősége. [7], [8], [11], [16] Itt olyan kockázatokra és kihívásokra kell gondolni, ami a Föld minden lakóját érinti: a globális klímaváltozásra, az energiaellátásra, a vízkészletek rohamos apadására, a nyersanyagkészletek szűkösségére vagy akár a kiberbiztonságra. Az energiabiztonság megteremtése minden állam elsődleges feladatai közé tartozik, mivel annak megléte vagy hiánya a biztonság számos egyéb területét is érinti közvetlenül vagy közvetve. [2], [3], [6]

A XXI. században a megújuló energiák felhasználása exponenciális ütemben növekszik, és az elkövetkező évtizedekben a zöld energiák térnyerése tovább fokozódik. [39], [50], [62] A fő kérdés azonban, hogy merre vezet az utunk. Vajon a hatalmas szél-, nap-, geotermikus erőművek és az ehhez kapcsolódó szuperhálózatok, a koncentrált energiatermelés- és elosztás a jövő, vagy sok százezer és millió helyi energiatermelő egység hálózatba kapcsolt rendszere a megoldás. Az én elképzelésemben az új posztfosszilis világ kulcsszavai a decentralizáció és a hálózatiság. Ezeket a decentralizáltan megtermelt energiákat felhasználhatjuk helyben, de a felokosított, a pillanatnyi igényekre reflektáló smart gridek, okos hálózatok révén azokat képesek vagyunk bárhová eljuttatni. [9] Minden apró lépés, amely a biztonság megteremtése felé vezet bennünket, fontos lehet. A centralizált, rugalmatlan rendszerek felett eljárt az idő. A felülről vezérelt egyirányú kapcsolatok helyébe az egyének és kisebb közösségek közötti kétirányú kapcsolat kell, hogy lépjen.

Disszertációmiban egyrészt a jelen helyzet elemzésére fókuszálok, másrészt válaszokat adok az azonnali beavatkozási lehetőségekre egy kistérség szintjén. Kutatásom célja feltárni azokat a szakpolitikai és egyéni problémákat melyek jelen pillanatban akadályai a megújuló energiák, illetve az energiahatékonysági beruházások megfelelő ütemű elterjedésének. A kutatásom során elvégzett empirikus felmérés válaszokat ad az egyének gondjaira, információhiányukra és elvárásaikra, melyek ismeretében hatékony lépéseket tehet a szakpolitika társadalmi és helyi szinten egyaránt. [104], [105], [106]

### *A tudományterületek behatárolása*

Kutatásom tudományterülete a természettudományok, társadalomtudományok, a multidiszciplináris műszaki tudományok, és természetesen a biztonságstudomány, mint határtudomány területére esik. A természettudományon belül a környezettudomány, a társadalomtudományon belül a közgazdaságtudomány (viselkedés gazdaságtan, választás-tervezés, közgazdálkodás és közpolitika), a gazdálkodás-és szervezéstudomány (regionális és környezeti gazdaságtan, logisztika), valamint érintőlegesen a szociológia és politikatudomány területét érintem.

A biztonságstudományi behatárolásnál az energetikai biztonság a fő vizsgálati területem. Tudnunk kell azonban, hogy a XXI. században a biztonság fogalma minden korábbi értelmezéshez képest is bonyolultabbá és komplexebbé vált. A társadalmi élet minden területét átfogó, robbanásszerű fejlődés gyökeresen változtathatja meg az egyének, kisebb közösségek, régiók, országok, egész földrészek helyzetét. A biztonságunkat leginkább meghatározó tényezők, mint a terrorizmus, a különböző vallási, etnikai, geopolitikai feszültségek, a környezetkárosítás, az ökológiai és természeti katasztrófák, a globális klímaváltozás, az egész emberiség elpusztulásának a veszélyét is magában hordozza. Célunk nem lehet más, mint ennek a biztonságunk a megteremtése, fenntartása, szavatolása. Az energetikai biztonság is egy komplex, széleskörű fogalom, melyet csak rendszerszinten érthetünk meg. Látnunk kell, hogy az energetikai biztonság is kölcsönhatásban áll számos más területtel, így szoros összefüggés mutatható ki a politikai, katonai, szociális, társadalmi, környezeti, ökológiai vagy akár technikai rendszerek (atomerőművek, energetikai ellátórendszerek) biztonsága között.

### *A kutatás célkitűzései*

Az értekezés terjedelmi korlátja, valamint az adott téma szerteágazó, számos területre ható volta miatt disszertációmban a megújuló energiaforrások meghatározott körével foglalkozom csak. Nem foglalkozom a műszaki, mérnöki megoldásokkal, olyan energiafajtákkal, melyek Magyarországon, illetve az adott régióban nem relevánsak, (hullám, ár-ápany), metánhidráttal (lángoló jég), héliummal. Kutatásom elsődleges célkitűzése volt megvizsgálni egy adott kistérség lehetőségeit és esélyeit arra, hogy megteremthessék energiafüggetlenségüket, meghatározni a beavatkozások célját, majd megalkotni az ezekhez szükséges megoldási módszereket.



## **Munkám során...**

- 1. Megvizsgáltam, statisztikai adatokkal feltártam a jelenlegi energiahelyzetet, a korunkat jellemző geopolitikai körülményeket és azok következményeit. Kiemelten foglalkoztam a magyarországi helyzettel és megmutattam energia-importfüggőségi rátánk magas arányának okait.*
- 2. Felkutattam az energiabiztonság növelésének makro-és mikro szintű lehetőségeit hazánkban.*
- 3. Számszerűsítettem az egyes alternatív energiaforrásokban rejlő potenciálokat, majd egy hátizsák modell segítségével kiszámítottam a fosszilis energiaszükséglet valamint az importfüggőségi ráta optimális szintjét a kialakított különböző scenáriók alapján. Ennek megoldásához a Solver elemző eszközt használtam.*
- 4. Egy empirikus kutatás eredményeit feldolgozva megmutattam, hogy melyek azok a tényezők, amelyek nehezítik az alternatív energiaforrások elterjedését, az energiahatékonysági beruházások megvalósulását egy adott kistérségben.*
- 5. Bizonyítottam, hogy megfelelő állami szabályozás mellett a kisebb helyi közösségek is sokat tehetnek energiabiztonságuk növelése érdekében, és feltártam azokat a tényezőket, melyek a lakosság nem megfelelő attitűdjeit okozzák.*
- 6. Megvizsgáltam azokat a jövőbe mutató termelési, elosztási, logisztikai lehetőségeket (city logisztika), melyek a biomasszára alapozva már napjainkban is versenyképes alternatívát jelentenek a fosszilis energiahordozókkal szemben. Megalkottam egy biomasszára alapozott projekt megvalósításának feltételeit a gazdaságosság és hatékonyság keretein belül a termesztő-feldolgozó-felhasználó hármass egységét figyelembe véve.*

### *A téma kutatásának hipotézisei*

*H1: Feltételezem, hogy energiaimport-függőségi rátánk a megújuló energiákban rejlő potenciálok és az energiahatékonysági intézkedések kihasználásával 30% alá szorítható az elkövetkezendő 15-20 évben.*

*H2: Feltételezem, hogy a jelenlegi és tervezett hazai energiatakarékosági és kibocsátás csökkentést célzó intézkedések nem hatásosak, és a gazdasági növekedés hatására nagyobb erőfeszítések szükségesek a hazai klímapolitikai célok és nemzetközi vállalások teljesítésére. A szabályozói környezet kiszámíthatatlansága, a jelenlegi szakpolitikai intézkedések keretszabályai akadályai az energiafüggetlenség megteremtésének, ezért azok átalakítására van szükség*

*H3: A jelenlegi szakpolitikai intézkedések nem állnak összhangban a lakosság elvárásaival, ezért feltételezéseim szerint szükség van a támogatási és információs rendszer átalakítására, a lakosság igényeihez való igazításra.*

*H3/a. Feltételezem, hogy a primer kutatás első csoportjában (megújuló energiákkal szembeni attitűd vizsgálat) magas az alternatív energiák elfogadottsága és a megújuló energetikai beruházásoknál létezik az ismeret, szándék, forrás hármassága. A fiatal, magasabb iskolai végzettséggel rendelkezők jól ismerik az okos mérés rendszerét, és adott feltételek mellett szívesen alkalmazzák.*

*H3/b. Feltételezem, hogy a második csoportban (energiahatékonysági beruházások) alacsony saját erő és magas vissza nem térítendő támogatás mellett végeznének csak energiahatékonysági beruházásokat. A csoport tagjai az adott területet illetően alulinformáltak, jelentősen alul becslik a beruházással elérhető megtakarítás mértékét, ár érzékenyek, ezért elsősorban az anyagi források megléte és a rövid megtérülési idő az ösztönző, nem a környezettudatosság.*

*H4: Feltételezem, hogy Magyarország optimális, megújuló energiákra alapuló energiamixében a biomassza kiemelkedő szerepet játszik a jövőben is, mivel a bioenergetikai ágazat képes nagy mennyiségben és tárolható módon energiát termelni. Ugyanakkor egy biomassza üzem létesítése csak abban az esetben valósítható meg, és működtethető hatékonyan, ha létezik a termesző-feldolgozó-felhasználó hármasság az adott kistérségben.*

#### *Vizsgálati módszerek*

Disszertációmban szekunder és primer kutatási módszereket is alkalmaztam. Kutatásom során tanulmányoztam a témával kapcsolatos hazai és nemzetközi szakirodalmat, a legújabb kutatási eredményeket, melyek értékelő áttekintését ismertettem értekezésemben. A feldolgozás során figyelembe vettem az Európai Unió és Magyarország 2020-ig terjedő energiastratégiájának főbb alapelveit. Adatgyűjtéssel, a szakirodalomban fellelhető statisztikai adatok alapján számításokkal, mérésekkel és saját tapasztalataim szintetizálásával támasztottam alá kutatási eredményeimet. Alkalmaztam a logikai elemzés módszerét az adatok feldolgozása, elemzése, értékelése, ebből következtetések levonása utáni javaslatok megfogalmazása terén. Az általános kutatási módszerek közül a rendszerszemléletű megközelítés, a megfigyelés, indukció-dedukció, az adaptáció és a tapasztalat módszereit használtam fel. Egy releváns globális problémára adtam konkrét, lokalizált megoldást kistérségi szinten, gyakorlati értéket adva

ezáltal kutatásomnak. A globális problémák kapcsán reflektáltam a lokális relevancia és megvalósíthatóság témájára.

Dolgozatom IV. fejezetében egy empirikus kutatás eredményeit fejtettem ki és elemeztem egy kevert kutatási módszerrel. Bár ezáltal a megközelítés szubjektív és értékelkötelezett, de ehhez reflexíven és objektíven viszonyultam. Használtam az állandó önellenőrzési és összehasonlító elemzési technikákat. Munkám során „utazóként” fedeztem fel jelenségeket beszélgetések, kérdések, megfigyelések során. Egy idiografikus magyarázati modellel dolgoztam, azaz egy egyedi eset kimerítő magyarázatával, annak teljes megértésével és a lehetséges összes oksági tényező feltárásával végeztem a kutatást, gyakran menet közben generálva a hipotéziseket. Munkám során bizonyítottam, hogy minden más lehetséges magyarázat a jelenségekre elvetendő. Ennek a kutatásnak jelen esetben az a nagy előnye, hogy a holisztikus személetről adódóan a jelenségeket mélyrehatóan és pontosan megértettem, így részlet gazdag és plasztikus eredményre jutottam, melynek nagyfokú az érvényessége. [107], [108]

## **1. AZ ENERGIABIZTONSÁG ELMÉLETI MEGKÖZELÍTÉSE**

### **1.1. AZ ENERGIABIZTONSÁG FŐBB KÉRDÉSEI NAPJAINKBAN**

A biztonság fogalmának teljes körű meghatározása rendkívül nehéz, hiszen számos oldalról közelíthető meg, tartalma folyamatosan bővül és változik. A biztonság századunkban egy komplex és dinamikus változó rendszer, mely egyaránt értelmezhető hatóköre alapján az egyén, majd a különböző kisebb-nagyobb közösségeken át egészen az emberiség, a Föld egész élővilága szintjén. Ezen kívül beszélhetünk a biztonság dimenzióiról is, melynek főbb elemei:

- Politikai biztonság
- Környezeti (ökológiai) biztonság
- Gazdasági biztonság
- Informatikai biztonság
- Társadalmi biztonság
- Katonai biztonság [1]

Az egyes dimenziók nem függetleníthetők egymástól, és bonyolult hatásmechanizmusok során dinamikus kölcsönhatásban állnak egymással.

A gazdaság területén alapvetően kétirányú fenyegetéssel kell szembe néznünk. Az egyik a fejlődő világban, különösen a politikailag instabil államokkal kapcsolatban jelentkezik, ahol a nem működő politikai intézményrendszer miatt a gazdasági rendszer is összeomlik. A másik a fejlett államok függősége a technológiától, energiától, alapanyagoktól. Ez a két irány jelentősen összefügg egymással, hiszen az energiahordozók, a nyersanyagok jelentős része a fejlődő világból és sokszor a gyenge, magas korrupciós szintű államokból származik.

Az energia biztonságát nem csak a fizikai túléléssel lehet összefüggésbe hozni, hanem a társadalom jólétének fenntartása, esetleg növelése kapcsán is felmerül. Az energiaforrásokhoz való hozzáférés a történelem során mindig is előkelő helyen szerepelt a háborút kiváltó indokok között, ezen felül az is bebizonyosodott 1973-ban és 1979-ben, hogy az energiaforráshoz való hozzáférés korlátozása milyen hatékony fegyver lehet akár gyenge, vagy kicsi államok kezében is.[2]

A rendszerek összetettek, az egyes országok között kialakult együttműködések az energetika területén is szükségessé tették a kritikus infrastruktúrák védelmét. A kritikus infrastruktúrák különböző ágazatainak részleges vagy teljes megsemmisülése, meghibásodása komoly fennakadást okozhat egy ország működésében. A kritikus infrastruktúrák: „Azok a fizikai és információtechnológiai berendezések, hálózatok, szolgáltatások és eszközök, melyek megsemmisülése vagy működésképtelenné válása súlyos hatással lenne a polgárok egészségére, biztonságára és gazdasági jólétére, valamint a tagállamok hatékony működésére. A kritikus infrastruktúrák kiterjeszhetőek a következő ágazatokra: gazdasági ágazat, beleértve a banki- és pénzügyi szektort, a szállítási és elosztási ágazat, energetika, közművek, egészségügy, élelmiszer-ellátás, kommunikációs szektor, valamint a kulcsfontosságú állami szolgáltatások.”<sup>1</sup> Ezek a kritikus infrastruktúrák biztosítják a közjólétet. Megsemmisülésük vagy működésképtelenné válásuk komoly ellátási hiányt eredményezhet vagy egyéb (gyakran drámai) következménnyel járhat. Az állami vagy magánszektor csak abban az esetben lesz képes a zavartalan működésre, ha a kritikus infrastruktúrákban nem lép fel zavar. A kritikus infrastruktúrák egyik fontos szektora az energetikai szektor, mely tartalmazza az olaj-és gázkitermelést, feldolgozást, tárolást és szállítást, valamint a villamos energia termelését és elosztását. Elmondhatjuk tehát, hogy az ezektől a rendszerektől való erős függőségünk jelentősen növeli a biztonsági kockázatokat. [3]

---

<sup>1</sup>Comission 2004, pp. 3-4.

### *1.1.1. A fosszilis energiák geopolitikai tényezői és az importfüggőség*

A XXI. században tovább folytatódik a fosszilis energiaforrások túlzott kiaknázása, veszélyeztetve ezáltal egyrészt a világ energiabiztonságát, növelve másrészt a globális klímaváltozás okozta következmények kialakulásának veszélyét. A világ egyelőre nem tud szabadulni kőolaj és földgáz függőségétől. A források eloszlása egyenlőtlen és az energia birtokosainak gazdasági, politikai berendezkedése több szempontból is megkérdőjelezhető. A fogyasztó-importáló országok kiszolgáltatott helyzetének megoldása még várat magára. Itt az ideje olyan stratégiai alternatívák kidolgozásának, melyek csökkentik a függőséget és megoldást nyújtanak a fosszilis energiák növekvő felhasználásának egyik legkomolyabb következményére, a globális klímaváltozásra. Megoldást kell találnunk globális és regionális szinten egyaránt. Egyrészt szükséges egy átfogó energiastratégia az Európai Unió számára, amely képes ezt a függőséget csökkenteni, másrészt minden egyes tagállamnak és azon belül az egyes régióknak is meg kell találnia a lehetséges kiutat ebből a szorult helyzetből. A cél a források és elérési útvonalak diverzifikációja, a megfelelő biztonsági készletek kialakítása, a váratlan helyzetekre történő gyors és hatékony reagálás forgatókönyvének, protokolljának elkészítése.

Az energia egyaránt jelent politikai és gazdasági hatalmat, ezért birtoklásáért még napjainkban is ádáz küzdelem folyik. Ezeknek a fenyegetettségeknek mind nemzeti, mind nemzetközi vetületei vannak, melyek érzékenyen érintik Európa és Magyarország energiabiztonságát. Világunkban számos olyan tényezővel találkozhatunk, melyek a bizonytalanságot növelik. A XXI. században sem csillapodnak a különböző etnikai, vallási, civilizációs konfliktusok. Háborúk, polgárháborúk, diktatúrák, gazdasági válságok súlyosbítják a helyzetet. Új típusú fenyegetettségek is megjelentek, mint a terrorizmus, vagy az információs hadviselés. Ráadásul az energiaforrások aránytalan eloszlása újabb problémákat vet fel. Az energiában bővelkedő országok társadalmi berendezkedése sem a biztonság növekedése felé mutat. Gondoljunk csak Oroszországra, Ukrajnával való immáron fegyveres konfliktusára, és ezen keresztül az EU-val való feszült viszonyára, vagy olyan antidemokratikus berendezkedésű országokra, mint Azerbajdzsán, Türkmenisztán, Kazahsztán. De hasonló veszélyeket hordoz magában a Közel-keleti helyzet, (ezen a területen található a világ kőolaj készleteinek 65 százaléka), Irán atomprogramja, az Izraeli-palesztin konfliktus, a legutóbbi párizsi, brüsszeli, londoni terrortámadások, az Iszlám Állam fenyegetése és számos egyéb feszültség-gócpon is. Minél inkább energia-függő egy ország, annál inkább ki van téve ezeknek a veszélyeknek.

Az EU elsődleges energiaellátásának biztonsága veszélybe kerülhet, ha a nagyarányú import viszonylag kevés partner kezében összpontosul. 2012-ben az EU-28 földgázimportjának több mint háromnegyede (76,8%) Oroszországból, Norvégiából, illetve Algériából származott. 2013-as adatok szerint a földgázimport 69,1%-a származott Oroszországból és Norvégiából. A behozatali források így az előző két évhez képest nagyobb mértékben összpontosultak az említett három ország vonatkozásában. A kőolaj import esetében 53,8% származott három országból (Oroszország, Norvégia, Szaúd-Arábia), a feketeszén import esetében pedig 73,1% származott szintén három országból (Oroszország, Kolumbia, Egyesült Államok). A feketeszén, a barnaszén, a kőolaj, a földgáz és az atomenergia elsődleges termelésének zsugorodása vezetett ahhoz, hogy az Európai Uniónak egyre növekvő mértékben kell primerenergia-importra támaszkodnia a kereslet kielégítéséhez. Ez a helyzet stabilizálódott ugyan a gazdasági válságot követően, de az EU-28 primerenergia-importja 2012-ben így is közel 922,8 millió, 2013-ban 909 tonna olajegyenértékkel<sup>2</sup> haladta meg az exportot. Az Európai Unión belül az energiafüggőségi ráta<sup>3</sup> átlagosan 54%, ami magasnak mondható. Persze vannak olyan országok, melyek esetében ez a ráta megközelíti, vagy akár meg is haladja a 100%-ot (Málta, Írország, Ciprus, Luxemburg), és vannak szerencsésebb helyzetben lévők, mint Észtország (12%) vagy Románia (21%). Magyarország importfüggősége gyakorlatilag megfelelt az Uniós átlagnak a maga 52%-ával.<sup>4</sup> (2014-ben azonban ez jelentősen megemelkedett 61,56%-ra). A magas rátával rendelkező országoknak, így hazánknak is kiemelt fontosságú, hogy rendelkezzen egy átfogó, hosszú távú, kiszámítható stratégiával, amely csökkentheti kitérttségét. [4]

Az energia mára a politikai és gazdasági hatalom valutája lett, és ez határozza meg a nemzetek erőrendjét, ezen mérhető le a siker és az anyagi fejlettség. Ezért a XXI. században az energia hozzáférhetősége lett a legfontosabb cél. Ez minden kormányzat külpolitikai vezérelve, s non plus ultrája a globális energiaiparnak, melynek sikeressége elsősorban azon múlik, mennyire képes egyre nagyobb mennyiségben szenet, olajat és földgázt (és amivé mindez leginkább válik: villamos energiát) találni, kitermelni és eladni. [5]

---

<sup>2</sup> toe: az energia mértékegysége, amely az adott mennyiségű energia előállításához elégetendő nyersolaj tömegét adja meg.

<sup>3</sup> Az energiafüggőségi ráta egy viszonyszám, amely a nettó energiaimport és a bruttó fogyasztás hányadosaként értelmezhető.

<sup>4</sup> Eurostat 2012-es adatai alapján

### 1.1.2. A fosszilis energiaforrások szűkössége

A Nemzetközi Energia Ügynökség kimutatása szerint az olaj az energia szektorban 40%-os részesedést ural, és egyelőre úgy tűnik, hogy a készletek kiapadásáig ez a helyzet nem is fog jelentősen változni. Sokan azzal érvelnek, hogy a készletek már a század közepére elfogyhatnak, ugyanakkor azt látjuk, hogy újabb és újabb lelőhelyekre bukkanunk és más (igaz kevésbé hatékony) forrásokat fedezünk fel. Ez az úgynevezett nemkonvencionális kőolaj illetve földgáz kitermelés új távlatokat nyithat és esetlegesen átrendezheti a világ energiatérképét. (Jól látható, hogy az OPEC kitermelés növelése, az olaj árának drasztikus csökkentése, hogyan akarja megakadályozni ezt az átrendeződést.) Ezek az új fejlemények vezettek oda, hogy a Hubert szabály szerinti 2010-re jósolt „peak-oil” szituáció sem következett be.[6] Ugyanakkor David Goodstein *Out of Gas* című könyvében egy fenyegető energiaválságot ír le, amelyet az olaj korszakának végeként aposztrofál. Ez azonban szerinte nem az olajforrások teljes kimerülését jelenti, hanem azt az állapotot, amikor az olajkitermelés már nem tud lépést tartani az energiafogyasztással. [7] A készletek szűkülése egyre jobb helyzetbe hozza a forrás és tranzit országokat, és kiszolgáltatottabbá a fogyasztó-importáló országokat, ami egyrészt átrendezheti a világ erőterképét, másrészt növelheti a feszültséget és háborús helyzeteket generálhat.

A világ másik jelentős energiaforrása a földgáz, ami az energiafelhasználás 25%-át teszi ki. Sok szempontból előnyösebb a kőolajnál, mivel a rendelkezésre álló készletek jóval nagyobbak, olcsóbb, kényelmesebb és tisztább erőforrás. Sajnos hasonló problémával találjuk szemben magunkat a földgáz esetében is, mint a kőolajnál, hiszen a készletek 60%-a az USA, Oroszország és a FÁK egyes tagállamainak birtokában van, ráadásul a szállítási útvonalak is jóval sérülékenyebbek. Az ellátásbiztonság fokozása érdekében érdemes a gáztároló kapacitások kérdését megvizsgálni. Példaként említhetjük, hogy Magyarország négy földalatti gáztárolójában a fűtési szezon kezdetekor a tartalékok nagysága 4,368 milliárd köbméter volt. A fogyasztás azonban elérte a 4,2 milliárd köbmétert, így 2,5 milliárd köbméter gáz kitárolása történt meg a tartalékokból az időszak során. A betárolási kapacitás összesen 12,8 millió köbméter/nap. Elméletileg elmondható, hogy készleteink 90-100 napra is elegendőek lennének, a probléma azonban ott van, hogy az elmúlt évben is csak 40% körüli volt a töltöttségi szint a fűtési szezon kezdetére, és a betárolás üteme gyakran elmarad az elvárt mértéktől.

A szén felhasználása reneszánszát éli a világban. A készletek még vagy 150 évig elegendőek, az egyik legolcsóbb energiaforrásunk, és szinte mindenhol megtalálható, így a fejlődő, feltörekvő országok egyik fő energiaforrásává válhat. Az elmúlt évtizedben a szénfelhasználás mintegy 70%-kal nőtt, és fedezi a világ energiaellátásának 30%-át. Egyedül a

kínai szénalapú áramtermelés éves növekménye nagyobb, mint a 25 OECD tagállam teljes megújuló energia kapacitása. Átlagosan napi egy szénerőművet állítanak rendszerbe a világon. Pedig a széntüzelés az egyik legfontosabb kiváltó oka a globális klímaváltozásnak. A kutatók szerint a szénerőművek az összes szén-dioxid kibocsátás 10%-áért felelősek. A szén égetése következtében a levegőbe kerülő szennyezés miatt fellépő egészségügyi költségek a legóvatosabb becslések szerint is eléri a húsz milliárd eurót, a széntüzelésre visszavezethető megbetegedések miatt kieső munkanapok száma pedig meghaladja a négymilliót. Ha ebben az esetben figyelmen kívül hagyjuk az externális költségeket, könnyen tévútra kerülhet a világ energiafelhasználása. [8]

A veszély megjelenhet az ellátási lánc bármely elemében, a termelésben, a szállításban, az elosztásban, a kereskedelemben és a fogyasztásban is. Az sem mindegy, hogy a keletkező zavarok csak egyes elemeket érintenek, vagy kiterjedtebb nagyságúak, azok átmenetiek, vagy tartósak és hatásuk mennyire modellezhető. A veszélyek minden elemére kellő időben fel kell készülnünk, hogy elkerülhessünk egy globális energiaválságot. [6]

### *1.1.3. A fosszilis energiaforrások mentális könyvelése*

Az Enron-botrány, vagy a 2008-as világválság is rávilágít arra a téves és álságos szemléletmódra, miszerint a cél a mindenben túl történő növekedés, valamint egekbe szökő profit (vagy legalábbis annak látszata a részvényárfolyamok magasan tartása érdekében). [9]

A hetvenes évek vége felé befejeződött az első ipari forradalom abban az értelemben, hogy elvetettük, hogy az általunk termelt gazdaságból élünk és beléptünk a második ipari forradalomba, amelynek során feléltük megtakarításainkat és hitelből kezdtünk el élni. Ez vitt bennünket a visszatérő válságokhoz. Minden alkalommal, amikor recesszió van, ugyanazt tesszük: pénzt pumpálunk a piacba, és azt mondjuk, hogy csökkenteni akarjuk a kiadásokat. De a fellendülés táplálja a költsékezést, ez pedig növeli a keresletet, a fejlődő országok ezt kihasználva növelik a termelést, hogy megsokszorozzák a kínálatot, s mindez növeli az olyan nyersanyagok árát, mint az olaj. Következésképpen mindennek emelkedik az ára, beleértve az élelmiszer árát is, s ily módon ismét új, tarthatatlan helyzetben találjuk magunkat, visszatérve a hitelekhez, hogy kielégíthessük igényeinket. Ezért soha sem tudunk kikerülni belőle. Ezért a válság csak akkor ér véget, ha megváltoztatjuk a gazdasági paradigmáinkat. [10] A rendszer lényege az adósság felhalmozása, a hitelezések erőszakos növelése, melyek gyorsabban nőnek, mint ahogy azt a gazdaság meg tudná termelni. A GDP növelésének kényszere a gazdaság anyag- és energiamennyiségének agresszív növekedését eredményezi, ami ugyan a gazdaság



tényleges bővülésével jár együtt, mindez azonban nem tud lépést tartani az emberi kapacitással és az adósságok az egekbe szöknek. Eljön hát az idő, amikor ezekkel az adósságokkal le kell számolnunk, válságok tőzsdei krachok, bankcsődök, bedőlt piramisjátékok formájában.

„Van ebből kiút? Addig nincs, amíg a technikai optimizmus és a varázslatos „piacba” vetett bizalom fenntartja azt a hiedelmet, hogy a növekedésfüggő, fogyasztásra koncentrált, adóssággal terhelt, kockázathalmozó világ a lehetséges világok legjobbika. Addig nincs, amíg az ilyen világban élők és az arra törekvők semmi okát nem látják annak, hogy a jelenlegi modellt felcseréljék egy bizonytalan újjal.” [11]

Ha a fosszilis energiaforrások felhasználása növekedési pályán van, akkor az üvegházhatású gázok kibocsátása sem csökkenhet a kívánt mértékben, márpedig a globális klímaváltozás az egyik legnagyobb biztonsági kockázatot jelenti a világ számára, mind környezeti, mind társadalmi, mind gazdasági dimenzióját tekintve. Mennyibe kerül számunkra a fosszilis energiaforrások felhasználása, és milyen lehetőségünk van a költségek csökkentésére?

### 1. táblázat: A világ régióinak fosszilis energia-hordozó termelése 2009-2011

RÉGIÓ	szén (Mto)			kőolaj (ezer hordó/nap)			földgáz (Mrd m <sup>3</sup> )		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Észak-Amerika	578	592	600	13 388	13 808	14 301	813	826	784
Közép-és Dél Am.	52	54	65	6 760	6 989	7 381	152	161	151
Európa+FÁK	420	431	457	17 702	17 661	17 314	973	1 043	933
Ebből:EU	n.a	156	164	2 082	1 951	1 692	171	175	140
Közel-Kelet	1	1	1	24 357	25 188	27 690	407	460	474
Afrika	143	145	147	9 705	10 098	8 804	204	209	182
Ázsia+ Óceánia	2 213	2 509	2 686	8 036	8 350	8 086	438	493	431
Világ összesen	3 409	3731	3 956	79 948	82 095	83 576	2987	3193	2955

Forrás: KPMG Energetikai Évkönyv 2013. 80-81. oldal, saját szerkesztés

Ahogy azt a táblázatok is jól mutatják, a főbb fosszilis energiahordozók kitermelése továbbra sem csökken. A szén kitermelése 2009 és 2014 között 15,4%-kal nőtt, a kőolaj kitermelés 2009 és 2011 között 4,5%-kal, majd a következő 2012-2014-es időszakban további 3%-kal bővült. Csak az OPEC 2015-ben közel 32 millió hordó kőolajat termelt ki naponta a vállalt 30 millió helyett. A földgáz kitermelés az első időszakban stagnált, de jól láthatóan a gazdasági válság csillapodása után újra növekedési pályára állt, és a 2011-es évhez képest 3 év alatt 17,1%-os növekedés volt tapasztalható. Egyértelmű korreláció mutatható ki a GDP növekedése, a felhasznált energiamennyiség és ezen keresztül az importfüggőségi ráta között.

## 2. táblázat: A világ régióinak fosszilis energia-hordozó termelése 2012-2014

Régió	szén (Mtoe)			kőolaj (ezer hordó/nap)			földgáz (Mrd m <sup>3</sup> )		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Észak-Amerika	561	545	551	15 555	16 921	18 721	894	903	948
Közép-és Dél A.	62	62	65	7 317	7 335	7 613	174	173	175
Európa+Eurázsia	476	461	442	17 119	17 155	17 198	1 028	1 035	1 002
Ebből EU	165	158	151	1 528	1 436	1 411	148	147	132
Közel-Kelet	1	1	1	28 502	28 198	28 855	565	581	601
Afrika	149	150	152	9 275	8 684	8 263	215	205	203
Ázsia+ Óceánia	2664	2742	2723	8 382	8 286	8 324	504	512	531
Világ összesen	3913	3961	<b>3934</b>	86 150	86 579	<b>88 673</b>	3 380	3 409	<b>3 461</b>

Forrás: KPMG Energetikai Évkönyv 2015. 107. oldal, saját szerkesztés

Van itt egy filozofikusabb, de korántsem lényegtelenebb megközelítése a fosszilis energiák kérdésének. A világ a fosszilis energiaforrásokat jövedelemként és nem tőkeként könyveli el, s ennek megfelelően a közgazdaságtani racionalitás a jövedelmek maximalizálását tartja szem előtt. A kérdés azonban az, hogy lehet-e hosszútávon működőképes egy olyan „vállalat”, amely jövedeleméhsége miatt feléli önnön tőkéjét? Ha eme mentális könyvelés végeredményeként a kimerülő energiaforrásokat tőketételként könyvelnénk el, akkor minden bizonnyal mindent megtennénk azért, hogy minimálisra csökkentsük elhasználódásuk jelenlegi ütemét és más alternatív termelési módok és életformák lehetőségeit kutatóknak. [12]

A klímacsúcsokon tett vállalások úgy tűnik egyelőre nem teljesülnek, hiszen nyilvánvaló, hogy a növekvő kitermelés, egyben növekvő kibocsátást is eredményez. Ha a fosszilis energiaforrások felhasználása növekedési pályán van, akkor az üvegházhatású gázok kibocsátása sem csökkenhet a kívánt mértékben, márpedig a globális klímaváltozás az egyik legnagyobb biztonsági kockázat a világ számára, mind környezeti, mind társadalmi, mind gazdasági dimenzióját tekintve.

## 1.2. A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS KÖVETKEZMÉNYEI

A globális szén-dioxid kibocsátás 2000 és 2010 között 34%-kal nőtt. [13] Az előrejelzések az elkövetkezendő 50-100 évben a globális átlaghőmérséklet 2-5 Celsius-fokos emelkedését valószínűsítik, melynek rendkívül komoly és szerteágazó következményei lehetnek, és olyan öngerjesztő folyamatokat indíthatnak el, melyek visszafordíthatatlanná válnak. Az éghajlatváltozás az emberiség alapvető létfeltételeit fenyegeti. [14] A felmelegedés több millió embert fog sújtani. Aszályok, vízhiány, csökkenő termékek, fajok kihalása, illetve invazív fajok elszaporodása. De más környezeti károkat is okoznak, többek között a tájak megváltozását, savas esőt, a talaj, az édes víz szennyezését, valamint károsan hatnak az emberi egészségre is.[15] Ezek a hatások nem a távoli jövőben ránk váró fenyegetések, hanem napjaink feszítő problémái, melyek azonnali megoldásokat sürgetnek.

A globális felmelegedés kérdése nem az energiákhoz való hozzájutás területén jelent számunkra kockázatot, hanem kimeneteinek előre nem látható és nem becsülhető következményei miatt. A globális felmelegedésért alapvetően két gáz felelős: a széndioxid és a metán. A széndioxid legnagyobb „bűne”, hogy a légköri tartózkodási ideje 20 és 150 év között mozog. Ez azt jelenti, hogy az elkövetkezendő egy-két évtized „munkássága” alapvetően befolyásolhatja a századvég globális éghajlatát. Az emberiség szén-dioxid kibocsátása a múlt század közepe táján 1600 millió tonna körül alakult, ami a XXI. század elejére az ötszörösére nőtt. Az egyes gázok légköri koncentrációjának mértékegysége a ppm<sup>5</sup>. Az elmúlt 400 000 évben ez a koncentráció sosem haladta meg a 300 ppm-et, de az ipari forradalom óta exponenciális növekedésnek indult, és 2014-ben többször is átlépte a 400 ppm-es lélektani határt. Amennyiben a kibocsátás üteme ezen görbe mentén halad, 2035-re elérhetjük az 550 ppm-et. [16]

Ez a koncentrációnövekedés elsősorban emberi tevékenységnek köszönhető és nem egyéb, rajtunk kívülálló okoknak. Bár vannak szkeptikusok, akik szerint minden rendben van, sőt a dolgok egyre jobbra fordulnak, és fenyegető energiaválságról sincs értelme beszélni [17], de úgy gondolom, a kutatások, a kapott adatok bizonyították, hogy ezek a kutatók tévúton járnak. Vannak olyan sokak által talán szélsőségesnek ítélt elméletek is, melyek szerint a globális klímaváltozás mára már egy irreverzibilis folyamat, és a „végítélet” elkerülhetetlen. James Lovelock Gaia-elmélete szerint a Föld egyetlen szuperorganizmus, amely egy önszabályozó rendszert alkot, alkalmazkodik és fejlődik, reagál a bekövetkező változásokra. Korábban Lovelock hitt a Föld öngyógyító erejében, de egy 2004-es angliai látogatás során

---

<sup>5</sup> part per million, azaz egy ezred ezrelék

betekintést nyert a klímakutatás legújabb eredményeibe, melyek alapján azt állítja, hogy túlléptünk azon a ponton, ahol a folyamatok még visszafordíthatóak lennének. [18] A következmények a jelenlegi kutatások tükrében csak valószínűsíthetőek. Minél távolabbi időpontra tekintünk előre, annál bizonytalanabbak az előrejelzések. Az azonban kétségtelen, hogy világméretű problémával állunk szemben, amely szélsőséges esetben globális katasztrófához is vezethet. A jelenlegi ütemű üvegházgáz kibocsátás alapján a század végére eljuthatunk a kritikusként tekintett 3 C° fokos melegedéshez, amely már visszafordíthatatlan folyamatokat indítana el. Egyértelmű tehát, hogy az emberiségnek szembe kell néznie az eddigi legnagyobb, világméretű piaci kudarccal, és hosszú távú, átfogó stratégiát kell kidolgoznia a probléma kezelésére.

Milyen szén-dioxid koncentráció az, ami az emberiség számára fenntartható és nem aránytalanul költséges? A legtöbb tudós 450-550 ppm értéket határoz meg, mely akkor valószínűsíthető, ha az elkövetkezendő 10-20 évben éri el a globális kibocsátás a maximumát, majd éves szinten 2-3 %-kal csökken. Ha ehhez hozzávesszük, hogy 2050-re az előrejelzések szerint a gazdaság teljesítménye a maénak többszöröse is lehet, akkor ez az egységnyi GDP-re eső kibocsátás drasztikus csökkentését követeli meg. A cél tehát egy alacsonyabb üvegházgáz-kibocsátású gazdaságba való átmenet, a klímatudatosság (percepció) kialakítása, a terhelés csökkentése (mitigáció) és az új körülményekhez való minél hatékonyabb alkalmazkodás (adaptáció) megvalósítása. Ahhoz, hogy mindez megfelelően működhessen a szakpolitikának, az országok kormányainak, a regionális gazdasági egységeknek ki kell dolgoznia és elő kell segítenie, illetve ki kell kényszerítenie az egészséges piaci visszajelzéseket, úrrá kell lennie a piac kudarcain, figyelembe véve az esélyegyenlőség és méltányosság elvét.

Milyen költségeket ró a világra a kibocsátás-csökkentés kényszere, az új, nem szénalapú technológia bevezetése és elterjesztése? Egyes jelentések szerint (BAU scenárió), ha összevetjük a szén társadalmi költségeit az elhárítás, a mitigáció költségeivel, akkor az a legtöbb ágazatban nettó hasznot hozna. A Stern-jelentés<sup>6</sup> szerint a világ teljes GDP-jének 1%-a kell a stabilizációs pályára való átálláshoz. Komoly problémákat jelent azonban, hogy a költségek nem egyenletesen oszlanak el. A legszegényebb országok azok, melyek jelen pillanatban is veszélyeztetettek. Hátrányos földrajzi helyzetűek, hiszen általában itt az éghajlat eleve melegebb, jobban ki vannak téve a szárazságnak, illetve jobban szenvednek a csapadék éven belüli változásától, erősen függenek a mezőgazdaságtól, így az éghajlatváltozás, az időjárás

---

<sup>6</sup> A Stern-jelentést 2006. október 30-án adták ki. [Tony Blair](#) brit miniszterelnök felkérésére [Sir Nicholas Stern](#), a [Világbank](#) volt vezető közgazdásza, az angol kormány pénzügyi tanácsadója elemzést készített a klímaváltozásról, annak lehetséges gazdasági hatásairól.

szélsőségessége őket érzékenyebben érinti. Nincs megfelelő egészségügyi ellátásuk, általában politikai nehézségekkel küzdenek, magas a korrupció mértéke, gyenge a közigazgatás, alacsony az egy főre jutó GDP-jük, ami tovább nehezíti az éghajlat-változáshoz való alkalmazkodásukat. Az ENSZ menekültügyi főbiztossága szerint, ha nem változik a melegedés üteme, akkor 2050-re 250 millió és egymilliárd közé tehető majd az éghajlati menekültek száma. Ez rendkívül komoly társadalmi, gazdasági, etnikai feszültségeket jelent majd, és rendkívüli biztonsági kockázatokat rejt magában. Ugyanakkor pont ezek azok az országok, amelyek csak kis mértékben járulnak hozzá a globális felmelegedéshez. Jogos, elvárható és igazságos lenne tehát, ha a világ vezető gazdasági hatalmai segítenék és tehermentesítenék ezeket az országokat. [13]

### 1.3. A TISZTA ENERGIA ÉS A HASZONÁLDOZATI KÖLTSÉGEK

Az előző részben taglalt szemléletmódnak azonban van még egy gyenge pontja. A fosszilis energiához egyre nehezebben és egyre nagyobb áldozatok árán juthatunk csak hozzá. A rendelkezésre álló tartalékokról eltérő a szakemberek véleménye. A készletek akár 100-150 évig is elegendőek lehetnek, ám hozzáférésük tekintetében egészen más a helyzet. Amikor az energiát értékeljük, gyakran nem az energia pillanatnyi ára vagy a gazdaság bruttó energiatermelése a fontos, hanem a nettó energia-felvétel, vagyis a gazdaság számára elérhető, a beszerzéshez szükséges költségek megfizetése után rendelkezésre álló nettó, tiszta energia.

Az energiaforrásokba fektetett energia megtérülésének mérőszáma az EROI<sup>7</sup>. Ahhoz tehát, hogy energiához jussunk energiára van szükségünk. Egy hordó olaj gazdasági felhasználása nemcsak a kőolajnak az olajkútból való kinyerését jelenti, hanem a kőolaj szállítását a finomítóba, átalakítását különböző olajtermékekké és szállítását a felhasználóhoz, de ugyanúgy energiát emészt fel a fűrótoronynak, a finomító acélszerkezetének és a tartálykocsiknak a gyártása és így tovább. Csupán az ez után fennmaradó energia képes arra, hogy növelje az „élet élvezetét”. [19] Sok országban felismerték a szűkösség ilyen fajta megközelítését és stratégiai készleteik kitermelését leállították vagy csökkentették, hogy a ma még olcsóbban hozzáférhető energiaimportból fedezzék szükségletüket. Az összkínálat szűkülése azonban ezáltal is bekövetkezik. A gazdasági racionalitás arra készíti az embert, hogy a legkisebb erőfeszítés mellett a legnagyobb hasznot érje el. Így a haszon-és profitmaximalizálás kényszere először a legnagyobb EROI értékű energiaforrások kiaknázását teszi szükségessé. A véges erőforrások esetében, mint a fosszilis energiaforrások, a technika

---

<sup>7</sup> Energy Return On Investment

jelentős fejlődése mellett is rohamosan csökkenő EROI értékeket láthatunk. A kőolaj átlagos EROI értéke világszerte csökken. Míg 1920-ban 100:1 volt, ma már körülbelül csak 20:1. [20] Bár az EROI kiszámításában számos vita folyik a szakértők között, a lényeg nem változik: az EROI értéke minden számítás szerint évről évre kisebb a fosszilis energiaforrások esetében.

Tehát nem a készletek teljes kimerülésétől kell tartanunk, hanem a hozzáférés költségeinek exponenciális növekedésétől, a tiszta energia drasztikus csökkenésétől. Nem sok értelme van olyan nyersanyagkészlet kitermelésének, melynek kitermeléséhez több energiára van szükség, mint amennyit azzal meg tudunk termelni. A kitermelésbe fektetett energia, a lelőhelyek feltárása, hozzáférhetősége, kiszivattyúzása egyre több energiát és költséget jelent a forrás birtokosainak, miközben az energiaforrás hozama, minősége romlik. Egy idő után elérjük ezt a pontot, és ettől kezdve a folyamat nem visszafordítható már. Vajon meghatározható-e az EROI-nak az a minimális értéke, amelynél egy gazdaság vagy civilizáció sikeresen működhet? Kutatók egy csoportja ezt az értéket 5:1-ben határozta meg. [21]

Ez is jól mutatja, hogy mennyire irracionális a piaci árakon való számítás, amit emberek, cégek, érdekek határoznak meg, és függnék a kereslettől, az állami szubvencióktól, az adóktól. Azzal kellene kezdenünk, hogy elvonjuk a fosszilis energiaforrásoknak nyújtott támogatásokat és azokat eredetüknél (a bányánál vagy az olajfúró toronynál) megadóztatjuk. [22]

Vagyis a központi probléma nem a szén-dioxid kibocsátás, hanem a kitermelés, hiszen ha azt egyszer kitermelik, akkor az üvegház-gázok óhatatlanul bekerülnek a légkörbe, az emberi vérkeringésbe, az ökológiai rendszerekbe. Meg kell kérdőjeleznünk tehát a kitermelést, ami persze azt jelenti, hogy az egyébként értékes forrásokat szándékosan a földben hagyjuk. Láthatunk erre példákat a Világban. Ecuadorban és Bolíviában átírták az alkotmányt, és beleírták a természet jogainak tiszteletben tartását és a fenntartható fejlődés olyan új modelljét, melyben a fosszilis energiaforrásokat a földben hagyják. Ecuadorban ennek a neve kecsua nyelven *sumak kawsay*, azaz jó élet. Costa Rica 2002-ben olajkitermelési moratóriumot vezetett be az ökológiai és társadalmi károokra hivatkozva. Elnökük Abel Pacheco azt mondta, hogy Costa Rica valódi olaja és aranya a vizeiben rejlik és abban az oxigénben, amit erdei termelnek. [23]

Ez lehetne az első lépés az energiabiztonság megteremtése felé. Fel kell ismernünk, hogy a fosszilis energiaforrásokra épülő gazdaság mára már sem környezeti, sem társadalmi, sem gazdasági szempontból nem fenntartható. Az erdészek mondása szerint a legalkalmasabb idő egy fa elültetésére... évtizedekkel ezelőtt volt. A következő legalkalmasabb idő a most. [24]

## 1.4. A MAGYARORSZÁGI HELYZET

Magyarország esetében kiemelten fontos az energiafogyasztás alakulása, annak szerkezeti összetétele és az importtól való függőség mértéke. Energia-adottságaink alapján inkább hátrányos helyzetben vagyunk jelen pillanatban, de vannak jól kiaknázható lehetőségeink is.

### 3. táblázat: Magyarország primerenergia mérlege (PJ) 2009-2014

Év	Termelés	Behozatal	Kivitel	Készletvált.	Primer felhasz.
2009	460,7	750	127,9	-33,7	1049,1
2010	462,2	787,9	156,2	-9,2	1084,7
2011	451,1	734,6	185,2	53,3	1053,8
2012	443,1	720,6	199	27,2	992
2013	427,5	719,3	220,3	30,1	956,6
2014	424,3	804,2	210,2	-54,9	963,4

Forrás: [https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_qe001.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qe001.html), saját szerkesztés

Primerenergia mérlegünk jól mutatja, hogy a felhasználás a 2009-2014 közötti időszakban 8,3%-kal csökkent, ugyanakkor a termelés is visszaesett 8,2%-kal, a behozatal pedig 7,1%-kal nőtt. Részben ez ad magyarázatot arra, hogy 2010 óta energiafüggőségi rátánk gyakorlatilag változatlan volt 2013-ig. 2014-ben azonban a mutató rendkívüli mértékben romlott, és megközelítette a 2008-as mélypontot. Az energiaimport-függőségi rátát az Eurostat úgy számolja, hogy a nettó energia-behozatalt elosztja a bruttó fogyasztással.

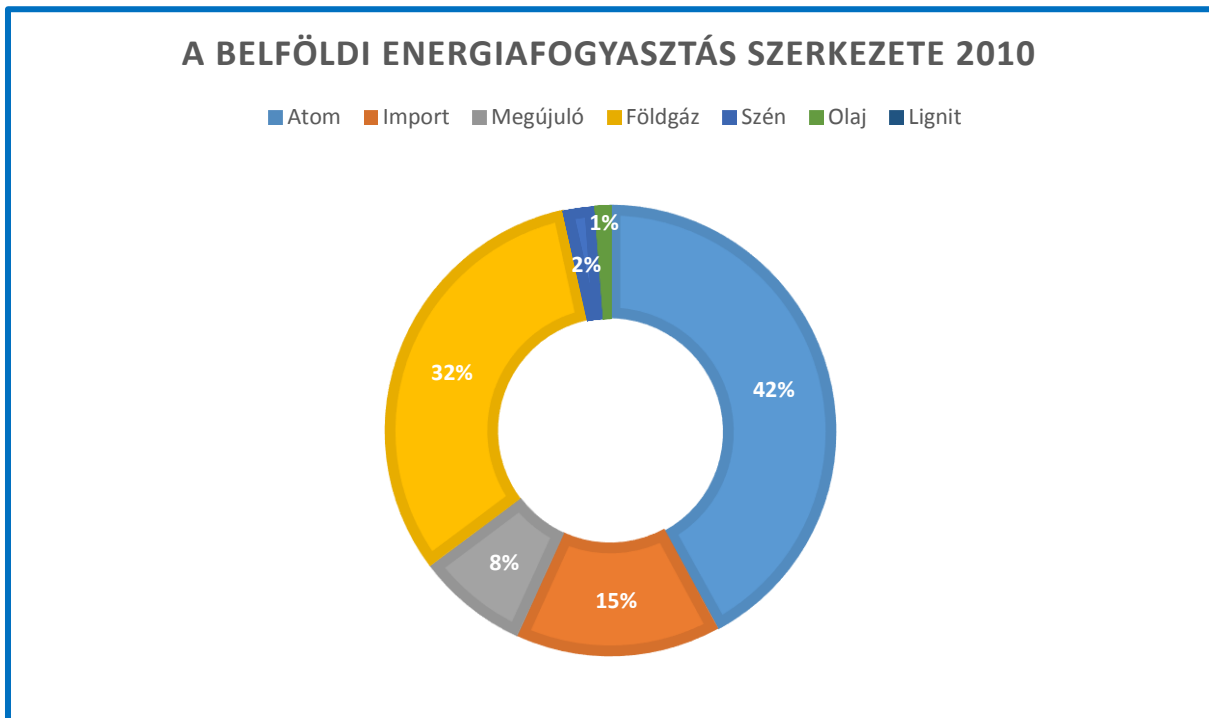
*Energiaimport – függőségi ráta:*

$$\frac{\text{behozatal} - \text{kivitel}}{\text{teljes fogyasztás}} = \frac{804,2 \text{ PJ} - 210,2 \text{ PJ}}{963,4 \text{ PJ}} = 0,616566 = 61,6566\%$$

A megugrott energia-függőség minden bizonnyal a kimagasló GDP növekménynek tudható be, ami 2014-ben 3,6% volt. Ez azonban mindenképpen elgondolkodtató. Importfüggőségi rátánk ezek szerint csak a gazdasági világválságnak „köszönhetően” esett vissza, ám a gazdaság talpra állása után újra rendkívül magas mértékű. Ez a korreláció sajnos szembe megy az energia stratégiánkban megfogalmazottakkal, és hatékony, azonnali beavatkozást igényel. Belföldi energiafogyasztásunk szerkezetében sem látunk jelentős eltolódásokat. Amíg 2010-ben a megújulók aránya 8% volt, addig 2013-ban is csak 8,6%-ra nőtt.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> A Magyar Villamosenergia-Rendszer (VER) 2013. évi statisztikai adatai alapján

## 1. ábra: Belföldi energiafogyasztás szerkezete Magyarországon 2010



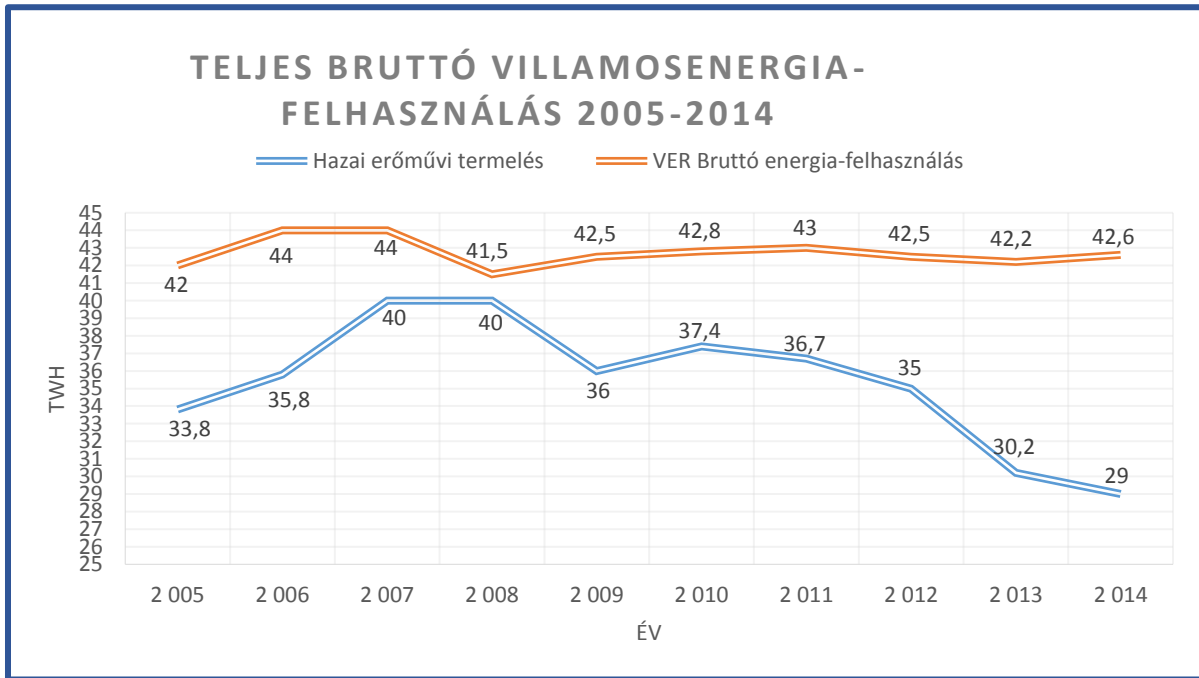
Forrás: Progresszív Energia (Forradalom) 18.oldal, saját szerkesztés

[http://www.greenpeace.org/hungary/Global/hungary/informes/up\\_files/1321950799.pdf](http://www.greenpeace.org/hungary/Global/hungary/informes/up_files/1321950799.pdf), letöltve 2016.08.15.

Energiafelhasználásunk meghatározó tényezője a villamosenergia-fogyasztás nagysága és összetétele. Ezek az adatok is azt támasztják alá, hogy energiamérlegünk erősen negatív, függőségünk magas, és a villamosenergia termelésben túlsúlyban vannak a fosszilis erőforrások. Az alábbi ábra is jól mutatja, hogy erőművi villamosenergia termelésünk 2005 és 2008 között közel 20%-kal nőtt, miközben a bruttó energia-felhasználásunk stagnált. Így 2008-ban a termelés és felhasználás között mindössze 1,5 TWh különbséget láthatunk. 2008 után azonban a termelés zuhanni kezdett és mára közel 30%-os csökkenés tapasztalható, miközben a bruttó energia-felhasználásunk nagyjából a 2005-ös szinten rögzült. Termelésünk a felhasznált bruttó energiának csak a 68%-át teszi ki a korábbi (2005) 96,4% helyett. A termelés visszaesése miatt viszont a termelés és felhasználás között jelentős rés alakult ki, villamosenergiainportunk a teljes felhasználáson belül 30% fölé nőtt. Mindezek a tendenciák azt mutatják, hogy energiafüggőségünk várhatóan nem csökken az elkövetkezendő években.

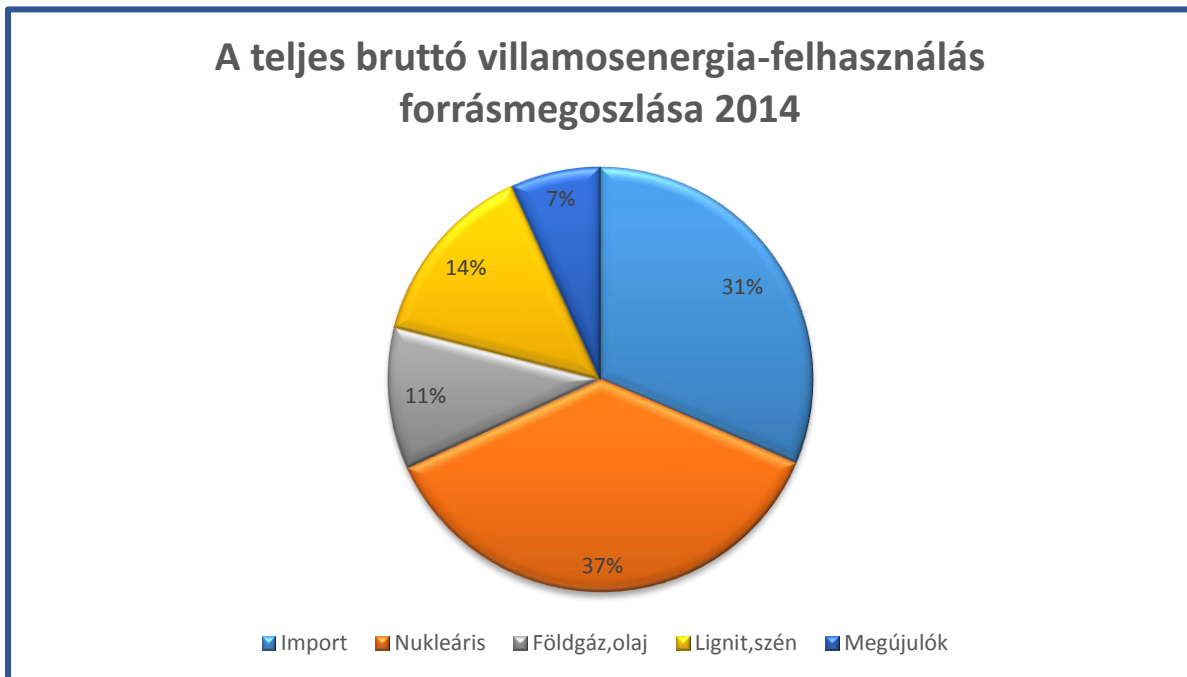


## 2. ábra: Villamosenergia felhasználás 2005-2014



Forrás: A magyar villamosenergia-rendszer adatai, VER 2014, 13. ábra, <http://mvm.hu/download/A-Magyar-Villamosenergia-rendszer-2004.-Evi-Statistikai-Adatai.pdf>, letöltve 2016.08.15. saját szerkesztés

## 3. ábra: A villamosenergia-felhasználás forrásmegoszlása 2014-ben



Forrás: A magyar villamosenergia-rendszer adatai 2014, VER 2014, 15. oldal, <http://mvm.hu/download/A-Magyar-Villamosenergia-rendszer-2004.-Evi-Statistikai-Adatai.pdf>, letöltve 2016.08.15. saját szerkesztés

A kördiagram adatai is alátámasztják, hogy továbbra is erős a kitétségünk, valamint az is kitűnik belőle, hogy villamos-energiatermelésünk egyre erőteljesebben támaszkodik a nukleáris

energiára. De vajon jó úton járunk-e? Az atomenergia igen erősen megosztja mind a szakembereket, mind a közvéleményt. Ami Magyarország hosszú távú energiastratégiáját illeti, a paksi atomerőmű bővítése eldöntött kérdés. Ezzel a magyar kormány hosszú távú energetikai irányvonalat határozott meg. A 2012-ben megjelent energiastratégia is számolt ezzel a lehetőséggel, de hangsúlyozza, hogy „egy új nukleáris beruházás jelentős előkészítő munkát igényel és garanciát a szigorú előírások megfelelő biztonságos üzemeltetésére. Az új atomerőműi blokkok létesítésével kapcsolatban a társadalom részletes tájékoztatása szükséges a minél nagyobb társadalmi elfogadottság érdekében”. [25] A nemzetközi tender kiírása nélkül elfogadott óriási beruházás megkérdőjelezhető. Vajon a 3000-4000 milliárd Ft-os hitel mennyiben tud segíteni hazánk energiainport függőségén? Tény, hogy a paksi atomerőmű a hazai előállítású energia mennyiségét növeli, ugyanakkor, azt is látni kell, hogy a beruházást és a hitelezést egy olyan ország végzi, amellyel szemben egyébként is óriási a függőségünk<sup>9</sup>. Ráadásul a nukleáris energiával kapcsolatosan mindig felmerül a biztonság kérdése. Az atomkatasztrófák nem példa nélküliek a történelem során, említhetnénk többek között az egyesült államokbeli Three Mile Island, a csernobili vagy a nemrégiben történt fukushimai nukleáris balesetet. A forsmarki erőmű (Svédország) vészhelyzet energiaellátó rendszere 2006-ban 20 percig állt egy áramkimaradás miatt. Ha az áramellátás még néhány órán át szünetel, akkor óriási katasztrófa történhetett volna. Ugyanebben az erőműben 2011-ben a 10 reaktorból egyszerre 6-ot állítottak le a korábbi biztonsági ellenőrzések súlyos hiányosságai miatt. A kiegészített üzemanyagok radioaktív hulladéknak számítanak, így átmeneti tárolás után ezek is a végleges tárolóba kerülnek. A probléma az, hogy ezeknek a végleges tárolóknak az a feladata, hogy megakadályozzák a radioaktív anyagok bioszférába való jutását. Vajon mennyi az ehhez szükséges idő? Ezt akkor tudjuk megítélni, ha ismerjük a relatív radiotoxicitás időbeli alakulását. A tipikus nyomott vizes reaktorból származó kiegészített üzemanyag radiotoxicitásának időbeli alakulására vonatkozó számítások szerint a szükséges tárolási idő majdnem egymillió év. A transzmutációs eljárások alkalmazása során ezek az anyagok rövidebb felezési idejű vagy stabil izotópokká alakulnak át ugyan, de még ezzel az eljárással is több száz évről beszélünk, és a technológia hibátlan működésére nincsenek biztosítékok. [26] Az atomenergia alkalmazása számos kutatás alapján megoldást jelenthet az olcsó és tiszta energia elvárásainak, ám a „NIMBY”<sup>10</sup> jelenség igen erősen megjelenik az atomhulladékok esetében, és a lakosság körében komoly ellenállást válthat ki.

---

<sup>9</sup> Ha csak a földgázimportot nézzük, akkor függőségünk Oroszország irányába 80%-os.

<sup>10</sup> NIMBY- Not in my Backyard-Csak ne az én kertem végébe!

Az atomenergia számos látens, ma még nem teljesen feltérképezett biztonsági kockázatot tartalmaz, és bár a katasztrófák bekövetkezésének egyre kisebb a valószínűsége, azt teljességgel kizárni nem lehet, következményei ellenben igen súlyosak lehetnek. 50 éve termelünk radioaktív hulladékot, de kezelésére, elhelyezésére a mai napig nincs megnyugtató megoldás. A kis aktivitású hulladékok lerakói már néhány évtized után szivárogni kezdtek. A nagy aktivitásúak esetében több ezer évnyi biztonságos földalatti tárolásról lenne szó, és hiába állítja az atomipar, hogy képes kezelni a hulladékot, annak természetbe jutását csak lassítani képes. Ezenkívül, ha hozzászámítjuk a beruházás költségeit (a Moody's pénzügyi elemző cég 2008-as jelentése szerint ez 7500\$/kwe-re tehető), a hitellel vállalt hosszú távú elkötelezettséget, az atomhulladékok által okozott mérhetetlen – és egyelőre megbecsülhetetlen – környezeti terhelést, vajon még mindig olcsóbb a nukleáris energia? Egyáltalán lehet-e ára egy olyan világnak, ahol jóval kevesebb a klímaváltozás, a környezetszennyezés, és az összes ebből adódó probléma: az éhség, az ivóvízhiány, a természeti csapások növekvő száma, a fajok kipusztulása, a jóléti szakadék növekedése? Ha ezeket is a mérlegre helyezzük, vajon melyik energiaforrás a „legolcsóbb”? Sokan azzal érvelnek, hogy ezek szép, de hasztalan gondolatok, és ennek az idealizált világnak még nem jött el az ideje. Ennek ellenére fontos megvizsgálni azt a kérdést, hogy vajon Magyarországnak valóban nincs-e más esélye az energiafüggőség csökkentésére, mint az atomenergiába való befektetés.

## 1.5. AZ ELLÁTÁSBIZTONSÁG TÉNYEZŐI

Tekintsük át röviden azokat a tényezőket, melyek veszélyeztethetik a hazai ellátás biztonságát. Várható és valószínűsíthető, hogy a fosszilis energiák piacán a jövőben továbbra is komoly problémák léphetnek fel.<sup>11</sup> Az energiakereslet növekedése fokozza a behozataltól való erőteljes függést. Jelen pillanatban alacsony a diverzifikáció mértéke, amihez magas, illetve erőteljesen ingadozó energiaárak párosulnak. A termelő és tranzit országok valamint a különböző szállítási útvonalak esetében magas biztonsági kockázattal számolhatunk. Fokozódik az éghajlatváltozás okozta fenyegetettség. Rendkívül lassú és körülményes az energiahatékonyság és a zöld energiák használatával kapcsolatos stratégiai lépések bevezetése.

A magyar energiapolitika legfontosabb célkitűzése az ellátás biztonságának növelése. Ehhez szükségünk van a forrásokkal rendelkező országokkal, szervezetekkel való tartós és

---

<sup>11</sup> Ebben az évben lejár a hosszú távú gázszállítási szerződésünk Oroszországgal, ami a feszült helyzetre tekintettel az idei év legnagyobb problémája lehet, mivel mind a magyar gazdaság, mind a magyar háztartások energiaellátása alapvetően a gázra épül.

kiegyensúlyozott partnerségi viszonyra, a megfelelő energiaforrás-struktúra kialakítására, az energiainport és a szállítási útvonalak diverzifikációjára. Fontos továbbá a stratégiai energiahordozók tekintetében a megfelelő biztonsági készletek, illetve az ehhez tartozó ellátási láncok, reagálási protokollok kialakítása, a már meglévő infrastruktúra karbantartása és fejlesztése, valamint új rendszerszemléletű infrastruktúrák, logisztikai szolgáltató központok kialakítása. Ugyancsak a biztonság növelése felé mutat, ha csökkentjük energiafelhasználásunkat, amit egyrészt a fogyasztás csökkentésével, másrészt az energiafelhasználás hatékonyságának növelésével érhetünk el. 2035-ig mindössze harmadát fogjuk kihasználni a rendelkezésünkre álló és gazdaságilag is megtérülő energiahatékonysági lehetőségeknek, ha nem változtatunk a módszereinken- áll a Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) 2014 őszi jelentésében.[27] Az energiahatékonyság mindenhol alulértékelt, holott ez az egyetlen terület, ahol úgy lehet gazdasági növekedést elérni, hogy közben nem nő az energiafelhasználás. Az American Council for an Energy-Efficient Economy egy tanulmányában azt állapította meg, hogy az új áramtermelő kapacitásokat legolcsóbban nem új erőművekkel, hanem a hatékonyság növelésével biztosíthatjuk. Ezekkel az energiahatékonysági programokkal egy kilowattóra energia fele akkora költséggel állítható elő, mint egy erőműben. [28] Érdeemes megjegyeznünk itt röviden a viselkedés-gazdaságtan (behavioral economics) és a választás-tervezés (choice architecture) területén végzett kutatásokat, melyek az energiák „láthatóvá” tételével értek el hatékony eredményeket, valamint azokat a szakmapolitikai lépéseket, melyeknek nagy szerepe van a társadalom szemléletváltozásában, képessé téve a fogyasztókat az új energiaforrások befogadására valamint azok alkalmazására szűkebb környezetükben. [29] A diverzifikáció egy másik lehetséges módja a zöld energiák magas arányú használata. Magyarország számára az egyik lehetséges kiút ebből a kiszolgáltatott importfüggőségből a megújuló energiák használata és elterjesztése, mind a háztartások területén (napelemek, napkollektorok, geotermikus fűtési rendszerek), mind a vállalati szektor vonatkozásában.

## 1.6. ÖSSZEFOGLALÁS, ÖSSZEGZŐ KÖVETKEZTETÉSEK

Ebben a fejezetben a másodlagos kutatás eredményei alapján megmutattam, hogy energiaellátásunk biztonsága számos tényező függvénye. Sajnos nyitott, kicsi ország vagyunk és fosszilis energiák tekintetében nem állunk jól. Magas az energiafüggőségi rátánk, beszerzési forrásaink 3-4 országra korlátozódnak, és az energia birtokosainak gazdasági, politikai berendezkedése is növekvő bizonytalanságot és kiszámíthatatlanságot jelent számunkra. Az

ellátási lánc számos eleme rejt, rejthet veszélyt magában, és a jelenleg körülöttünk zajló háborús események, a terrorizmus megjelenése csak további problémákat, kérdéseket vetnek fel. Ezen geopolitikai tényezőkön túl a fosszilis energiaforrások túlzott használata a globális klímaváltozás közvetlen kiváltó tényezője is, melynek következményei beláthatatlanok és megjósolhatatlanok, de abban ma már a világ tudósai, vezető politikusai is egyetértenek, hogy az azonnali beavatkozások elmaradása irreverzibilis folyamatokat indíthatnak el.

Magyarország számára van kiút ebből a nem túl biztató helyzetből. A megújuló energiák nyújtotta lehetőségek, a zöld energiában rejlő potenciál már rövidtávon is megoldást jelenthet számunkra. A nagy kérdés persze itt is az, hogy pontosan mennyi energiát vagyunk képesek általuk megtermelni, milyen társadalmi és gazdasági költségek árán, és ezeknek mekkora a kockázata? Hogyan biztosítható az ingadozó termelés és a vele szemben álló fogyasztás összehangolása? [30] Ezen a téren még energia-portfelióánk strukturálatlan, a biomassza hasznosítás a zöld-energia termelés 80%-át adja, miközben a szél-, a nap-és geotermikus energia is jelentős bázisát képezhetné ennek a szektornak. A megújulókkal szembeni leghatásosabb érv, hogy jelen pillanatban előállításuk és működtetésük nem költséghatékony, megtérülési idejük túl hosszú. Ha azonban a fosszilis energiahordozók társadalmi költségét is figyelembe vennénk, akkor a mérleg nyelve az alternatív energiaforrások felé billenne. Az alternatív energiákra épülő modellek esetében nem szabad megfeledkeznünk az ellátórendszerek kiépítéséről sem, egy intelligens, hálózatközpontú logisztikai rendszer kialakításáról, amely képes kezelni a működés közben jelentkező beavatkozási kényszereket. Itt az ideje a közös gondolkodásnak és a cselekvésnek. Minden elvesztegetett év növeli a kockázatokat és csökkenti a következő generációk esélyét egy jobb életre.

## **2. A MEGÚJULÓ ENERGIÁK ÉS AZ IMPORT-FÜGGŐSÉGI RÁTA**

*H1: Feltételezem, hogy energiaimport-függőségi rátánk a megújuló energiákban rejlő potenciálok és az energiahatékonysági intézkedések kihasználásával 30% alá szorítható az elkövetkezendő 15-20 évben.*

### **2.1. BEVEZETŐ**

Az előző fejezetben bemutatott adatok ellenére elmondható, hogy Magyarország számára van kiút ebből a nem túl biztató helyzetből. A megújuló energiák nyújtotta lehetőségek, a zöld energiában rejlő potenciál már rövidtávon is megoldást jelenthet számunkra. A nagy kérdés persze itt is az, hogy pontosan mennyi energiát vagyunk képesek általuk megtermelni,

milyen társadalmi és gazdasági költségek árán, és ezeknek mekkora a kockázata? Hogyan biztosítható az ingadozó termelés és a vele szemben álló fogyasztás összehangolása? [31]

A megújulókkal szembeni leghatásosabb érv, hogy jelen pillanatban előállításuk és működtetésük nem költséghatékony, megtérülési idejük túl hosszú. Ha azonban a fosszilis energiahordozók társadalmi költségét is figyelembe vennénk, akkor a mérleg nyelve az alternatív energiaforrások felé billenne. Az alternatív energiákra épülő modellek esetében nem szabad megfélemlenünk az ellátórendszerek kiépítéséről sem, egy intelligens, hálózatközpontú logisztikai rendszer kialakításáról, amely képes kezelni a működés közben jelentkező beavatkozási kényszereket.

Egy olyan geopolitikai és természeti adottságokkal rendelkező ország, mint hazánk sikere jelentős mértékben függ attól, hogy a hagyományos energiahordozókra épített gazdasági modellt hogyan tudja egy alternatív gazdasági modell felváltani. Magyarországnak olyan rendszerelvű energetikai terveket kell alkotnia, amely kiutat mutat a jelenlegi rendszer nehezen feloldható ellentmondásaiból. A pillanatnyi helyzet nem túl biztató. Gondolok itt a napelemek környezetvédelmi termékdíjára, valamint arra, hogy a napelemeket a III. kategóriába sorolták a „jelentős szennyezést okozó termék-és anyagáramok” közé. A szélenergia jövője még sötétebb képet fest, hiszen a jelen helyzet szerint nincs szándék új szélerőművek létesítésére, utoljára 2006-ban adtak erre vonatkozó engedélyeket. A következő fejezetben áttekintem Magyarország helyzetét az alternatív energiák terén, számszerűsítem az egyes típusok elméleti, műszaki, gazdasági és fenntartható potenciálját, és rávilágítok arra tényre, hogy alkalmazásuk hatására jelentősen csökkenthető lenne energiaimport-függőségi rátánk.

Magyarország a nem megújuló természeti erőforrások, ásványkincsek tekintetében igencsak korlátozott lehetőségekkel bír. Energia importfüggőségi rátánk magas, ráadásul a vállalatokkal ellentétben növekvő tendenciát mutat. A gazdasági növekedés kényszere, a berögzült, rossz fogyasztói szokások és a kényelem iránti igény egyaránt a növekvő energiafelhasználás irányába mutat. A fosszilis energiaforrások végessége, a hozzájuk köthető magas biztonsági kockázatok, a globális klímaváltozás veszélyei új lehetőségek felkutatását teszik szükségessé. Olyan alternatív források felé kell fordulnunk, melyek javítják kitettségünket, növelik az energiabiztonságot és mindemellett csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását. Lehetőségeink adottak, hiszen hazánk termőtalaj, élővíz, termásvíz, védett természeti értékek esetében viszonylagosan jó, esetenként kimagasló adottságokkal rendelkezik. A zöld energiákban rejlő lehetőségek kiaknázása komoly potenciállal bír. Ahhoz azonban, hogy helyes döntéseket tudjunk hozni, látnunk kell a lehetőségeinket, a különböző

források előnyeit, hátrányait, és az adott térséghez köthető adottságainkat a lehető leghatékonyabban kell kihasználnunk.

## 2.2. MAGYARORSZÁG ÉS A MEGÚJULÓ ENERGIA-STRATÉGIA

A megújuló energiák alkalmazásának fontosságáról manapság nagyon sokat hallani. Az azonban továbbra is kérdéses, hogy a jövőben milyen szerep jut a megújuló energiáknak. A megújuló energiák alkalmazása csak akkor működhet, ha nemzeti szinten is olyan stratégiák és cselekvési tervek, programok jönnek létre és valósulnak meg, amelyek ezt az igényt támasztják alá. Bár az Új Széchenyi Terv, a Nemzeti Vidékstratégia vagy a Nemzeti Fejlesztés 2030 is megfogalmazza a megújuló energiaforrások részarányának növelését, ezzel szemben a konkrét cselekvés és a politikai akarat, hiányosnak mutatkozik.

A magyarországi energiatermelés alapvetően a paksi atomerőműre támaszkodik (38%), míg a termelésből és a behozatalból származó összes rendelkezésre álló energia legnagyobb részét a földgáz és a kőolaj teszi ki. [32] Magyarország hosszú távú, 2030-ig szóló Energiastratégiája pedig – bár szintén megemlíti a megújuló energiaforrások részarányának növelési igényét – továbbra sem kíván ezen az irányvonalon változtatni, melyet elsősorban az ellátásbiztonsággal és a beruházáshoz szükséges forráshiánnyal magyaráz. [33] Ugyanakkor a jelen gyakorlat nem versenyképes, nem biztonságos és nem fenntartható. Az importon belül a szénhidrogének volumene a legnagyobb, különösen a földgázé, amelynek 80%-a importból, főként Oroszországból származik. A hazai energiafogyasztás 37%-a földgázalapú, ez az EU-ban a második legnagyobb arány. Az energiainport csökkentésének igényével összhangban az Európai Unió irányelv (2009/28/EK) szerint hazánknak 2020-ra 13%-ra kell növelnie a megújuló részarányát az energiafogyasztáson belül. Magyarország a saját Megújuló Energia-hasznosítási Cselekvési Tervében azonban ezt az értéket 14,65%-ra emelte. Hazánkban 2012-ben a megújuló energiaforrásokból termelt primer energia 9,6% volt, ami ugyan az elmúlt tíz évet tekintve a kétszeresére nőtt, de még mindig messze elmarad a kitűzött célértéktől. Az is tény, hogy a legfontosabb megújuló energiaforrás a biomassza, amely a megújuló alapú termelés közel 80%-át adja. A többi energiaforrás kihasználtsága ugyan fokozatosan növekszik, de alkalmazásuk még mindig lassan terjed. A geotermikus energia felhasználásában nem történt jelentős előrelépés. A bioüzemanyagok felhasználása abszolút értékben gyorsan növekszik, jelentőségük azonban továbbra sem nagy. A napenergia jelenlegi, növekvő hasznosítása pedig még mindig csak töredéke a hazai besugárzási viszonyok alapján nyerhető kapacitásnak, alkalmazása lassan terjed, szélenergia tekintetében pedig elmondhatjuk, hogy 2006 óta nem

adtak ki új engedélyt szélerőmű létesítésére, és a jelenlegi kormányzati szándék is a szélenergia létesítésének teljes leállítása felé halad. [34]

Mégis, melyek azok a tényezők, melyek Magyarország megújuló energia-politikáját vezérelhetik, és amelyek miatt érdemes ebbe az irányba is nyitni? Elsőként említhető az energiabiztonság kérdése, mivel Magyarország erősen függ az energiainporttól, ugyanakkor rendelkezik azzal a megújuló energia potenciállal, amely növelheti az energiabiztonságot. Másrészt szintén erősítő tényezőként jelenik meg a megújulók alkalmazásánál a környezeti fenntarthatóság és a klímavédelem, hiszen a megújuló energiák alkalmazása csökkentheti a fosszilis energiaforrások alkalmazását, így a szén-dioxid kibocsátást is. A környezetvédelmi és természetvédelmi szempontok a Megújuló energia Hasznosítási Cselekvési Tervben is említésre kerülnek. Továbbá, szintén fontos szempont a mezőgazdaság és a vidékfejlesztés. A mezőgazdasági szektor esetében is rendkívül fontos figyelembe venni a fenntarthatósági szempontokat. A vidékfejlesztés tekintetében pedig fontos hangsúlyozni, hogy a legtöbb megújuló energia a vidéki térségekben állítható elő, így a vidékfejlesztési politikákban is nagyobb szerephez kell jutnia a megújuló energiák alkalmazásának. Végül, de nem utolsó sorban, többen is kiemelik azt a pozitívumot a megújuló energetikai fejlesztések kapcsán, hogy ha a gazdaság zöldebb irányba mozog, az a foglalkoztatásra is hatással van. [35] [36] Azonban nem pusztán az állások abszolút mennyiségének növekedéséről van szó. Létrejönnek új munkahelyek, de lesznek olyan foglalkozások, melyek lecserélődnek, lesznek, amelyek meg fognak szűnni, és lesznek olyan szakmák, melyek újradefiniálódnak. Az oktatás szerepét is ki kell emelni, hogy megfelelő munkaerőt tudjon képezni a megújult igényeknek megfelelően. [37]

### 2.2.1. „Gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan”<sup>12</sup>

Az atomenergiái fejlesztés tehát Magyarországon eldöntött tény, ami hosszútávon határozhatja meg energia-stratégiánkat. Mindez azonban nem zárja ki, hogy a zöld energiákban rejlő potenciált ne használjuk ki, és ne váljon meghatározó tényezővé a magyar energiaszektorban. Lehetőségünk és kötelességünk élni ezzel az adottsággal illetve kapacitással, de ne feledjük, hogy még ki kell építenünk az ehhez szükséges infrastrukturális háttérrel is. Fontos a rendszerszintű, rendszerszemléletű gondolkodás, az egységes stratégiai elvek mentén való haladás, de a valódi, működőképes megoldásokat első körben regionálisan, kistérségi szinten kell keresnünk. Szerencsére egyre több olyan hatékonyan és gazdaságosan

---

<sup>12</sup> Sir Patrick Geddes skót várostervező híressé vált gondolata



működő kistérségi zöld energia-ellátó rendszert láthatunk magunk körül, mely szolgálhat egy esetleges adaptáció alapjául.

Nem feledkezhetünk meg azonban az ehhez szükséges ellátási láncok kiépítéséről sem. A logisztikai szolgáltató központok telephelyeinek kialakítása nyilvánvalóan ott célszerű, ahol az adott földrajzi területen elhelyezkedő energiatermelő tevékenység folyik. Kiemelten fontos az elérhetőség, a kor színvonalán működő közúti, légi, vízi, vasúti útvonalon, valamint az infokommunikációs eszközökön keresztül. Meg kell vizsgálnunk az adott terület infrastrukturális adottságait és lehetőségeit, valamint fejlesztési akcióterveket kell kidolgoznunk erre vonatkozóan. Olyan logisztikai rendszer kidolgozása a feladatunk, amely (ki)szolgálja a fenntartható fejlődést. A megújuló energiák termelése közben beavatkozási kényszerek keletkeznek, az alternatív energiaforrások teljesítménye ugyanis a legtöbb esetben nem egyenletes. Célunk többek között egy probléma-megoldó protokoll létrehozása, a megújuló energiaforrások logisztikai rendszerrel való optimalizált működtetése, elosztása, megfelelő felhasználása, egy olyan intelligens hálózatközpontú logisztikai rendszer kidolgozása, amely képes az időjárás változó szeszélyeinek kiiktatására, és az így keletkezett termelés kiesések kompenzálására a felhasználók felé. [38][39]

A lokális rendszerek kialakításának, a regionális fejlesztéseknek számos előnye van. Kisebb a beruházási igénye, jelentősen csökkennek a szállítási, tárolási költségek, a helyben történő termelés és felhasználás nagy előnye pedig, hogy kiküszöbölhetőek, illetve minimálisra redukálhatóak az energiaszállítási veszteségek is. Mindemellett megoldást jelenthetne a túlzott centralizációval, urbanizációval szemben. A vidékfejlesztés további hozadéka (mint azt már korábban is említettük), hogy új munkahelyek teremődnek, helyi vállalkozások jutnak megrendelésekhez, és az így keletkezett többletjövedelmek jó része is az adott területen hasznosul. Ezen felül pedig láttuk, hogy a kritikus infrastruktúrák védelme esetén a centralizált nagy rendszerek nagyobb biztonsági kockázatot rejtenek magukban.

### 2.3. A BIOMASSZA

Magyarországon az agrárium átlag feletti lehetőségekkel bír. Ebből kiindulva sokan gondolják úgy, hogy akár biomassza nagyhatalommá is válhatunk. Elfeledkezünk azonban arról, hogy minden kérdést rendszerszinten kell megvizsgálnunk. A bioenergetika számos lehetőséggel, de számos korláttal is bír. Fontos, hogy mint minden más energiaforrást, ne csak gazdasági vagy műszaki, hanem fenntarthatósági szempontok figyelembe vételével is megvizsgáljunk. Vagyis nem energiatermelésről, hanem energiagazdálkodásról van szó a

fenntarthatóság keretein belül. Egy kistérség életében azonban egy jól átgondolt biomasszára alapozott energiaellátás már rövidtávon is megoldást jelenthet.

### *2. 3.1. A biomassa fogalma, helye a fenntartható energiagazdálkodásban*

A primer energiaforrásokat két nagy csoportba sorolhatjuk. Beszélhetünk meg nem újuló energiaforrásokról. Ilyenek a szén, a kőolaj, a földgáz és a hasadó anyagok. A megújuló energiaforrások közé sorolhatjuk a nap-, a szél-, a víz-, a geotermikus illetve a biomasszából nyerhető energiát. Az energiaforrásokat ugyanakkor csoportosíthatjuk kimeríthetőségük szerint is. A primer energiaforrások közül a nem megújuló erőforrásaink végesek, tehát kimeríthetőek, míg a megújulók a biomassa kivételével végtelen mennyiségben állnak rendelkezésre, tehát nem kimeríthetőek. Ezekből a primer energiaforrásokból szekunder energiahordozókat, üzemanyagokat, hő- és villamos energiát nyerhetünk. Ezek az eljárások az átalakítás hatásfokában, környezeti, gazdasági, társadalmi hatásaiban eltérnek egymástól.

„A biomassa biológiai eredetű szervesanyag-tömeg, egy biocönózisban vagy biomban, a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt szervezetek (állatok, növények, mikroorganizmusok) testtömege; biotechnológiai iparok melléktermékei, és a különböző transzformálók (emberek, állatok, feldolgozó iparok stb.) összes biológiai eredetű terméke, hulladéka, mellékterméke. A növényi biomassa a fitomassa, az állati biomassa a zoomassa.” [40] A biomassa egy megújuló, de kimeríthető primer energiaforrás.

Keletkezése alapján megkülönböztetünk elsődleges biomasszát, ami maga a természetes vegetáció. A másodlagos biomassa az állatvilág illetve az állattenyésztés fő-és melléktermékei, hulladékai, míg a harmadlagos biomassa a feldolgozó iparok gyártási melléktermékei illetve az emberi életműködés melléktermékei. [41] A biomassa energetikai hasznosításának lehetőségeit csoportosíthatjuk az energiahordozó halmazállapota szerint. Így a szilárd biomasszát felhasználhatjuk hő-és villamos-energia termelésre, folyékony energiahordozó illetve hajtóanyag céljára, valamint biogázt, tüzelő és hajtóanyag céljára.

### *2.3.2. A biomassa potenciál*

Mint azt korábban is említettem, megkezdődött az alternatív energiaforrások átmeneti korszaka, amit felválthatnak majd a legmodernebb energiaforrások, mint a hélium vagy a fúziós energia. Ebben az átmeneti korszakban egy olyan energia-portfóliót prognosztizálok, amelyben a biomassa részaránya hosszú távon 15-20%-ra tehető. [42] Természetesen mind a nemzeti, a regionális illetve helyi energiamix összetétele ettől eltérhet a helyi adottságok és lehetőségek

figyelembe vételével. Mielőtt meghatároznám a biomassza potenciál nagyságát, nem árt tisztázni, hogy milyen potenciálról beszélünk. A különböző potenciálok között igen komoly, nagyságrendi különbségek vannak. Amíg a biomassza elméleti potenciálja akár hússzor is nagyobb lehet, mint a világ jelenlegi energiaigénye, addig a konverziós potenciál<sup>13</sup> már csak ennek az energiaigénynek csupán 40%-át teszi ki, és a fenntartható potenciál<sup>14</sup> ennél is jóval kisebb mértékű lehet.

„Magyarország teljes biomassza készlete 350-360 millió tonnára becsülhető, ebből 105-110 millió tonna újraképződik és felhasználásra kerül. Az évenkénti keletkező elsődleges biomassza 54 millió tonna szárazanyag, amelyből a mezőgazdasági termelés 46 millió tonna, az erdészeti pedig 8 millió tonna.” [43] A hazai elméleti biomassza potenciál 417 PJ/évre tehető, melyből 251 PJ/év elsődleges, 91 PJ/év másodlagos és 75 PJ/év harmadlagos biomassza. Ez nyilván jóval több, mint a fenntartható potenciál, de azért az sem természetes, hogy ennek az elméleti potenciálnak mindösszesen a 10-12%-át használjuk ki. Magyarország energiafelhasználása az elkövetkezendőkben 1040 PJ/év szintre növekszik. Ennek fényében a biomassza maximális arányát az energiamixben 20-21%-ban állapíthatjuk meg. Ha most mindezt kWh/nap/fő-ben mérnénk, akkor a következő adatokat kapnánk. 1040 PJ megfelel 288 888 888 889 kWh-nak. Magyarország lakossága 2014. január elsején 9 877 365 fő volt. Így  $1040 \text{ PJ} = 80,1 \text{ kWh/nap/fő}$ . Az elméleti biomassza potenciállal tehát  $(417 \text{ PJ}) 32,1 \text{ kWh/nap/fő}$  energiafelhasználást elégíthetnénk ki. Ha a különböző számításokat végzők eredményeit nézzük, akkor 200-250 PJ energiát tudnánk fenntartható módon megtermelni, ami 15,4-19,25 kWh/nap/fő energiafelhasználásnak feleltethető meg. Ez a teljes energiafelhasználásunk  $(80,1 \text{ kWh/nap/fő})$  20% körüli értékét adja.<sup>15</sup> Jól látható tehát, hogy a biomassza potenciál kihasználásában még jelentős tartalékaink vannak, felhasználásuk számos előnnyel jár, különösen regionális szinten van komoly társadalmi hozadéka. Mára azonban az is világossá vált, hogy a biomassza energetikai hasznosítása számos kockázatot is rejt magában, ezért ennek hasznosítása is csak jól átgondoltan történhet.

---

<sup>13</sup> Konverziós potenciál: adott technológiai szinten kiaknázzható

<sup>14</sup> Fenntartható potenciál: társadalmi-ökológiai tényezőkkel összhangban kiaknázzható potenciál.

<sup>15</sup> Saját számítás

### 2.3.3. *Biomassza pro és kontra*

A biomassza felhasználással szembeni leggyakoribb érv a terület adta lehetőségek szűkössége, ami Magyarországon kiemelten kezelendő. Ehhez szorosan köthető az élelmiszerellátás biztonsága illetve a rohamosan csökkenő természetes élőhelyek esetleges pusztulása. Ráadásul a területi korlátok következtében egymással konkuráló igények jelenhetnek meg. Ugyanazon a területen szeretnék energiafűvet ültetni, vagy energiaerdőt telepíteni, kukoricát etanolnak, repcét biodízelnak termesztetni. Ennek a vetélkedésnek eshetnek áldozatul a természetes élőhelyek és szorulhat ki a portfólióból az élelmiszer-alapanyag termelés. A méretgazdaságosság közgazdasági kényszere pedig szuperintenzív monokultúrák létrejöttét eredményezheti. Ugyancsak az egyéni érdekek mentén haladva a költség-haszon elemzés alapján a termelők, ha azt gazdasági érdekük úgy kívánja, akkor az élelmiszer-alapanyag termelésről átállhatnak energetikai célú növénytermesztésre. Ez komoly csapást jelentene az élelmiszer ellátásra és jelentősen felfelé hajtaná az élelmiszer árakat is, valamint spekulatív célú földvásárlási hullámot indíthat el. Erősen kérdéses a biomassza energiamérlege is. Ha minden, a biomassza teljes életciklusa során felhasznált energiát figyelembe vesszük (talajműveletek, műtrágyázás, szállítás, raktározás, feldolgozás, hulladékkezelés stb.) kiderülhet, hogy több energiára volt szükségünk a teljes folyamat során, mint amennyi energiát kinyertünk ebből.

Ugyancsak ez a komplex elemzés mutatja meg nekünk, hogy a biomassza felhasználása nem tekinthető szén-dioxid-semlegesnek. [44] Fontos kérdés az is, hogy milyen módon biztosítható biomasszával az egyenletes ellátás. Átgondolt logisztikai megoldásokkal kiküszöbölhető a termésingadozás, a kis energiasűrűség problémája. Ugyancsak problémát jelenthet a bioenergetikai üzemek optimális üzemméretének a meghatározása és a megfelelő technológia használata. Az alacsony energiasűrűség miatt kiemelt fontosságúvá válik a logisztikai költségek nagysága, ami jelentősen befolyásolja az optimális üzemméretet is. Téves stratégia lenne ma Magyarországon a nagy teljesítményű fosszilis erőművek átállítása biomassza-tüzelésre vagy nagyméretű biomassza üzemek létrehozása. Szintén gazdaságtalan lenne a fosszilis erőművekben való együttégetés módszere. Sajnos ennek ellenére alapvetően centralizált biomassza tüzelés van jelen hazánkban, ami gyakran elavult technológiát használva, magas logisztikai költségekkel működik, így energiamérlege semmiképp sem lesz pozitív.

Mindenképpen előrelépés lenne, ha a biomassza felhasználás közepes léptékű, közösségi fűtőművekben valósulna meg a gazdaságos méretarányok miatt. Ilyen például a 8MW teljesítményű tatabányai távhő rendszer, vagy a Szentendrén működő 9 MW-os fűtőerőmű.

[45] A helyi kezdeményezések másik nagy előnye (ha a telepítés jól átgondolt), hogy a beszállítási körzet 20-30 km lehet, ami jelentősen csökkenti a logisztikai költségeket és a környezetterhelés nagyságát. [46] Az egyszerű költség-haszon elemzés vagy akár a csak bizonyos indikátorokat figyelembe vevő LCA nem biztos, hogy a megfelelő választ adja meg számunkra. Fontos látnunk az externális költségeket és az externális hasznokat egyaránt. A XXI. században, amelyben a globális felmelegedés, a vidék leszakadása, az alacsonyabb végzettségűek tömeges munkanélkülisége határozza meg az életminőségünket, erőteljesebben kell figyelni a környezeti és társadalmi hatásokra, és azzal a feltételezéssel kell élnünk a közgazdaságtan és a technológiai fejlődés törvényszerűségeit figyelembe véve, hogy mind a méretgazdaságosság helyes megválasztása, mind a technika fejlődése egyre költséghatékonyabbá teszi majd ezeket a módszereket a fosszilis energiafelhasználással szemben.

**Fontos tehát, hogy figyelembe vegyünk néhány alapelvet a bioenergetika területén is:**

- *A mezőgazdaság alapvető feladata az élelmiszerek előállítása, így csak azokon a területeken szabad energetikai célú növénytermesztést alkalmazni, amelyek a szükséges és eladható élelmiszer mennyiség megtermelése mellett nélkülözhetők.*
- *A mező-és erdőgazdaság melléktermékeit olyan mértékben célszerű energetikai célra használni, amely a talajerő utánpótlást nem veszélyezteti, ellenben a keletkezett hulladékot a lehetséges mértékben bevonja az energiatermelésbe.*
- *A biomassza energiasűrűsége alacsony, legalábbis messze elmarad a fosszilis energiahordozókétól, így a környezeti terhelések csökkentése végett csak a helyben megtermelt, keletkezett illetve a kis távolságokról beszállított (20-30 km) biomasszát használjuk fel.*
- *A rendelkezésre álló biomasszában rejlő lehetőségeket úgy aknázzuk ki, hogy a benne lévő energia legnagyobb hányada hasznosuljon [47]*

## 2.4. A NAPENERGIA

A napenergia az emberiség számára az egyik legkézenfekvőbb energiaforrás, mely megújuló és kimeríthetetlen. Ez az energia illetve maga az energiatermelés úgymond ingyen van. Költséget „csak” maga a rendszer előállítása és üzembehelyezése jelent, karbantartási költségei elhanyagolhatóak. Bár a technológia ma még drágának tekinthető, megtérülési ideje 7-10 év körül van, de ez a teljes élettartamhoz képest így is jó arány. Meg kell jegyeznünk, hogy a napjainkban tapasztalható olajár csökkenés növeli a megtérülési időt, ugyanakkor a trendek figyelembevételével elmondhatjuk, hogy ezek a tendenciák inkább rövidtávon érvényesülnek csak. Ha figyelembe vesszük a technológia fejlődését, a kínálat rohamos növekedését és ezen keresztül az árak drasztikus csökkenését, akkor elmondhatjuk, hogy a közeljövő egyik legígéretesebb energiaforrásával van dolgunk. Természetesen számos problémát kell még megoldani. Ilyen az energiaforrás időszakossága és kiszámíthatatlansága, a napelemek alacsony hatásfoka, valamint az energiátárolás kérdése. Ezekre a problémákra azonban újabb és újabb kecsegtető megoldások születnek.

### *2.4.1. A napenergiában rejlő potenciálok áttekintése*

A Naptól a földfelszínre nagyjából 70-80 MW/m<sup>2</sup> energia érkezik. Az energiasűrűség a Föld atmoszférájának szélén 1367 W/m<sup>2</sup>, ami azt jelenti, hogy éves átlagban 219 Mrd GWh sugárzási energia éri el a földfelszínt, ami napjaink teljes energiaszükségletének 2850-szerese. Ez annyit jelent, hogy kb. 3 órányi napsugárzás képes lenne fedezni Földünk éves energiaszükségletét. A nap sugárzási teljesítménye a déli órákban és derült időben 1000W/m<sup>2</sup>. Természetesen a valós teljesítmény ettől lényegesen elmarad, hiszen számos korrekciós tényezőt kell figyelembe vennünk, egyrészt a nap beesési szögét, másrészt hogy a napi átlagos intenzitás a déli órák intenzitásának csak mintegy 32%-a. Veszteség ér bennünket akkor is, ha felhős az ég. Ez körülbelül a nappali órák 30-40%-a. Így a beeső sugárzás átlagos teljesítménye 100-120 w/m<sup>2</sup>. [48] Ennek a hihetetlen mennyiségű energiának többféle hasznosítási lehetősége van. Passzív hasznosításkor alapvetően az épületek adottságait használjuk ki, úgymint a tájolást, vagy az alkalmazott építőanyagokat. Gyakorlatilag ebben az esetben az üvegházhatást használjuk hőtermelésre. Ez főleg az átmeneti időszakokban működik, amikor a külső hőmérséklet miatt az épületben már/még hő-veszteség keletkezik, de a napsugárzás még/már jelentős mértékű. Az aktív energiatermelésnek két módszerét különböztetjük meg. Az első módszerrel a Nap energiáját hőenergiává alakítjuk, ami főképp napkollektorokkal történik. A napkollektor elnyeli a napsugárzás energiáját, átalakítja hőenergiává, majd ezt átadja

valamilyen hőtároló közegnek. Ez a fototermikus alkalmazás tehát azt jelenti, hogy a napenergiát folyadék (síkkollektor) vagy levegő (vákuumcsöves kollektor) közeget áramoltató eszköz révén közvetlenül hővé alakítjuk. Ezt leggyakrabban melegvíz-szolgáltatásra használjuk fel, de egyéb alkalmazási területek is elképzelhetőek. Jól használhatóak például a mezőgazdaságban is a melegházak fűtésére, növények szárítására, aszalására.

A síkkollektor egy laposra kiterített csőkélyből áll, amelyre további hőelnyelő lemezfelületeket erősítenek és a jobb hőelnyelési tulajdonság elérésének érdekében ezt feketére festik, amit egy üveglap alá helyeznek, hogy külső hatások (levegő, szél) ezt a közeget ne hűtsék, míg a hátsó részét hőszigetelik, hogy a sugárzási veszteséget minimalizálják. A vákuumcsöves kollektor lényegi eleme egy légüres cső, amelybe néhány csepp folyadékot töltenek, és a csövet egy hőelnyelő bevonattal látják el. Amikor a cső felmelegszik, a folyadék elpárolog és a gőz a cső tetejébe áramlik, ahol a hőt átadva lecsapódik és visszafolyik a cső aljába. Ezt a forró belső csövet egy másik csőbe helyezik és a két cső közötti légréteget kiszivattyúzzák. [49]

#### *2.4.2. A fotovoltaikus energiatermelés*

A beérkező napsugárzás a speciális félvezető elemekben elektromos töltésszétvártást generál. A megfelelően méretezett és egymáshoz kapcsolt energiasejtek által leadott energia arányos a besugárzott fény intenzitásával. A rendszer különböző mértékű energiatermelésre képes, ami függ az évszaktól, a napszaktól, az időjárástól, a napsütés erejétől, a dőlésszögtől, a légszennyezettségtől, a tájolástól és a földrajzi elhelyezkedéstől. A fotovoltaikus technológia lényege, hogy bizonyos félvezető elemek megfelelően „szennyezve” olyan tulajdonságokra tesznek szert, ami által „fényérzékeny” válnak, azaz szabad töltéshordozó jön létre. Ez az atomi szinten jelentkező hatás aztán megfelelő technológiával összegyűjtve makroszkopikus szinten is számottevő energiaforrásként képes működni.

***A kereskedelemben kapható napelemek előállítási technológiájukat tekintve három csoportba sorolhatóak:***

- monokristályos szilícium napelemek
- polikristályos szilícium napelemek
- amorf szilícium napelemek

Az első két típus hatásfoka 13-18%, addig az amorf moduloké csupán 6-9%. A hatásfok a felület/teljesítmény vonatkozásában értendő, ami annyit tesz, hogy a magasabb hatásfok esetében ugyanaz a teljesítmény kisebb felületen érhető el. A hatásfok az átlagosan elfogadott  $1000\text{W}/\text{m}^2$  beérkező teljesítmény és az egy  $\text{m}^2$ -en leadott villamos teljesítmény hányadosa. Amennyiben egy modul 13% hatásfokú, úgy négyzetméterenként  $130\text{ Wp}^{16}$  villamos energiát szolgáltat. Vegyünk például egy  $190\text{ Wp}$ -s modult, melynek külső mérete alumínium kerettel együtt  $1,58\text{m}^2$  és a tényleges napelem felület ennek a 80,8%-a. A hatásfok ekkor  $190\text{Wp}/(1000\text{W}/\text{m}^2 * 1,58 * 0,808) = 0,1488 = 14,88\%$ .<sup>17</sup> A hatásfok megmutatja az adott modul technológiai fejlettségét, valamint meghatározza az egységnyi területen termelhető villamos energiát. Fontos megjegyezni, hogy ezekre a modulokra a gyártók 25 év garanciát vállalnak, de átlagos élettartamuk 30-35 év, és a felhasznált anyagok közel 95%-a újrahasznosítható. Ezekben a berendezésekben érdemben nem lehet hatásfokot növelni, de megfelelő karbantartás esetén (táblák takarítása, vezetékek, csatlakozók ellenőrzése) némiképp növelhető az élettartam és a hatékony működés. Számolnunk kell a rendszer degradációjával is, ami annyit tesz, hogy kezdetben a rendszer a névleges teljesítmény fölött teljesít néhány százalékkal, ami idővel fokozatosan romlik és 15-20 év múlva a teljesítmény a névleges alá eshet. Újabb hatékonysági rekordot állított fel a szilikonos napelemeket gyártó amerikai SunPower cég. A legújabb panelek a beeső napfény 24,1 %-át képesek villamos energiává alakítani. [50]

#### *2.4.3. Sziget üzem és szinkron üzem*

A szigetüzemű fotovoltaikus rendszer energiatárolással (akkumulátor) rendelkező napelemes rendszer, míg a szinkron üzemű napelemes rendszer energiatároló nélküli, hálózatra kötött rendszer. Szigetüzemű rendszert akkor érdemes telepíteni, ha nincs lehetőség közcélú elektromos elosztóhálózathoz csatlakozni. A szigetüzemű rendszer kiválóan használható ott, ahol nincs kiépített elektromos hálózat a közelben (nyaralók, tanyák, erdei házak). A szigetüzemű rendszer esetében a napelemek által termelt villamosenergia egy töltő egységen keresztül biztosítja az akkumulátorok folyamatos töltését. Az akkumulátorokhoz kapcsolódik egy inverter, amely előállítja a hálózattal egyenértékű 230V hálózati feszültséget. Sajnos az akkumulátorok nagyon drágák, karban kell őket tartani, élettartamuk töredéke a napelemének vagy az ahhoz készített inverterének, ráadásul rendkívül környezetszennyezőek. Vannak

---

<sup>16</sup> Watt peak. A peak szó csúcspontot jelent, így joggal gondolhatnánk, hogy csúcsteljesítményről van szó, de ez korántsem így van. A Wp értéket a legnagyobb jóindulattal is csak névleges teljesítménynek lehet nevezni.

<sup>17</sup> Saját számítás



kísérletek vízből hidrogént előállító rendszerekkel, ahol a nyáron megtermelt hidrogént télen fel lehet használni, de ezek a rendszerek még kiforratlanok és nagyon drágák.

A szinkronüzemű napelemek esetén a hálózatra tápláló rendszer napelemeivel megtermelt energia a DC szekrényen, az inverteren, majd az AC szekrényen keresztül az épület elektromos rendszerébe (mérő utáni főelosztó) jut. A közcélú villamos elosztóhálózattal együttműködő rendszer legnagyobb előnye, hogy nem szükséges hozzá hagyományos akkumulátor, mivel ezt a funkciót a villamos energiaszolgáltató látja el. A fel nem használt energia az ad-vesz mérő órán keresztül kijut a villamos elosztóhálózatba. [51] Ha kevesebbet termelünk, akkor a szolgáltatótól ugyanúgy hozzájutunk az villamosenergiához, mint a hagyományos rendszerben. Lehetőségünk van azonban szaldó elszámolásra. Ez esetben csak a különbözetet vizsgálják (például éves szinten). Ha a különbözet a mi szempontunkból negatív, úgy mi fizetjük meg a különbözet árát a szolgáltató felé. Fordított esetben a szolgáltató fizet nekünk. Sajnos 2016.01.01-től a megújuló energiával termelt áram átvételi árát csökkentették hazánkban. Jelenleg Magyarországon a szolgáltató 34,34Ft/kWh-t fizet, ami európai szinten nagyon kevés, így nem érdemes túl nagy rendszert telepíteni például egy magánháza. [52]

#### *2.4.4. A napenergia hazai helyzete és potenciálja*

Magyarország 93 ezer km<sup>2</sup> területére évente beérkező napenergia 417 600 PJ. [53] A hazai fotovoltaiikus energiapotenciál meghatározásához különböző számítások készültek. Az elvileg beépíthető napelem felület 9027 km<sup>2</sup>. Ebből kedvezően beépíthető 4052 km<sup>2</sup>. Az így beépíthető napelem teljesítmény 405158 MWp. [54]

A becslések alapján számított hazai fotovoltaiikus potenciál 486 Mrd kWh=1749 PJ/év. Ez megfelel 134.8 kWh/nap/fő energiának, ami a jelenlegi energiafelhasználásunknak több, mint a másfélszerese, a villamosenergia felhasználásunknak pedig több, mint a 12-szerese. Ehhez képest Magyarországon 2013-ban 837 MW-nyi zöldelőművi kapacitást tartottak számon, aminek mindössze 4,2%-a a napenergia, azaz 35,02 MW. Ez a teljesítmény Európában az egyik legrosszabb adatot jelenti. Ami még szomorúbb, hogy a telepítendő napkollektorok és napelemek nagyságrendekkel elmaradnak a tervezettektől. [55] Hasonló megtorpanás figyelhető meg uniós szinten is. Az európai beépített napelem kapacitás 2013-ra elérte a 80 GW értéket. A növekedés azonban lelassult, így távolabbra tolódott a napenergia részesedésének szignifikáns szintre emelkedése. [56]

#### 2.4.5. A napenergia tárolásának jövője

A megújuló források felhasználásának világszerte az egyik legérzékenyebb pontja az energiátárolás. A befektetők ugyanis leginkább az időjárásfüggő szél-és napenergia iránt mutatnak érdeklődést, az ezekre alapozott termelőkapacitások viszont a rendszerek szabályozása miatt komoly kihívásokat jelentenek. A szél-és napenergia jelenlegi legnagyobb gondja annak 24 órás alkalmazhatósága, azaz tárolása, ami a jelenlegi akkumulátoroknál lényegesen kisebb szerkezeti tömegű és magasabb hatásfokú tárolását, illetve átalakítását feltételezi. A terheléscsúcsok áthidalása fosszilis üzemanyagú, gyorsan indítható erőművekkel, akkumulátorokkal, vízátszivattyúzással megoldott energiátárolás már most korlátokba ütközik. A hidrogénnel ilyen gond nincs. A közúti járművek mellett felhasználóként megjelennek a hidrogénnel működő traktorok, illetve a korlátlan fogadókészségű és tárolóképességű gázközművek.

A hidrogén a jövőben döntő szerepet fog betölteni a főlös szél- és napenergia tárolásában. Az anyag-átalakítók, úgynevezett elektrolizálók protoncserélő membránokkal alkalmasak arra, hogy a szél-és napenergiából hidrogént nyerjünk. Az elektrolizálók két elektródából állnak, amelyeket egy protoncserélő membrán (PEM<sup>18</sup>) választ el egymástól. Az elektródák nagy tisztaságú vízzel vannak körülvéve. Ha feszültség alá helyezzük a nemesfémekkel bevont elektródákat, az anód katalizátorként működik és szétválasztja a vízmolekulákat oxigénatomokra, elektronokra és elektromosan töltött hidrogén-ionokra, tehát protonokra. Egyedül a protonok tudnak áthatolni a membránon. Az elektronok, melyek egy külső áramkörből a katódhoz jutottak, itt egyesülnek a protonokkal és hidrogénné alakulnak. [57] A PEM-eljárás számos előnnyel rendelkezik: a forró és maró káliummal szemben az elektrolit szilárd polimembránból áll. Ez környezetbarátabb, kevesebb karbantartást igényel, de mindenekelőtt kisebbek és könnyebbek. A bennük keletkezett hidrogén nagyon tiszta, így azt nem kell lúgozással tisztítani. Ezenkívül gyorsan beindulnak, és akkor is hatékonyan dolgoznak, ha nincsenek teljesen kihasználva. A kinyert hidrogén közvetlenül a gázhálózatba táplálható, vagy tartálykocsikkal ipari üzemekbe szállítható. Hasonló jellegű kísérletek folynak Michael Graetzel (Laboratory of Photonics and Interfaces igazgatója) vezetésével, ahol a szolár cellákban egy olcsó és könnyen előállítható perovszkit nevű anyagot használtak, amelynek hatásfoka az elmúlt években meredeken nőtt. [58]

---

<sup>18</sup> PEM- Proton Exchange Membrane

A power-to-gas technológia lényege, hogy a PEM eljárás során nyert hidrogént a földgázvezeték-rendszerbe táplálják. Az így nyert hidrogén a földgázmix részeként hő-és villamos energia termelésére használható, vagyis visszaforgatható. A Hydrogenics számításai szerint a megoldás akár terrawattórás mennyiségben is képes lehet arra, hogy rendszerszinten felvegye a fölösleges villamos áramot. [59] A megoldás előnye, hogy átjárást teremt a gáz-és villamosenergia-rendszerek között. A P2G tárolók által előállított hidrogén ugyanis a földgázmix részeként jelentős mennyiségű földgáz megtakarításával jár, meghosszabbítja a termelő kutak élettartamát és növeli energiatartalmát. A rendszer még kísérleti fázisban van, de az eredmények rendkívül biztatóak. Több, mint kétfélmillió kilowattórányi hidrogént juttatott a németországi földgázvezeték rendszerbe az elmúlt egy évben a falkenhageni P2G kísérleti létesítmény. A létesítmény két megawattos kapacitásával óránként 360 m<sup>3</sup> hidrogént tud előállítani. [60]

## 2.5. A GEOTERMIKUS ENERGIA

A „geotermikus” kifejezés görög eredetű, jelentése: földi hő. A geotermikus források felfedezése egészen a római időkig nyúlik vissza. Legelőször a termálvizet alkalmazták, elsősorban gyógyászati, háztartási és pihenési célokra. Egykoron a brit római fürdővárosok a hévízforrásokat csőhálózat segítségével közvetlenül hasznosították. A rómaiak a hévizet a szem- és bőrbetegségekre, míg Pompeiben épületek fűtésére használták. Új-Zélandon az első polinéziai betelepülők a geotermikus hőforrások gőzét a főzésben, a termálvizet pedig a fürdésben, mosásban és a gyógyításban hasznosították.

### 2.5.1. A geotermikus energia meghatározása és működési mechanizmusa

Az 54/2008 (III.20.) Kormányrendelet definíciója alapján geotermikus energiának nevezzük „a földkéreg belső energiáját, amely energetikai céllal hasznosítható. A geotermikus energia a legalább +30 Celsius fok hőmérsékletű folyékony vagy gáz halmazállapotú anyagok (azaz geotermikus energiahordozók) közvetítésével, ezek közvetlen földkéregből való kitermelésével vagy recirkulálásával nyert energia.” A geotermikus energia a földkéreg, a köpeny és a mag nagy hőmérsékletű tömegei által tárolt belső energia. A földi hőáram lényege, hogy a Föld belsejében a hőmérséklet jóval nagyobb, mint a felszín közelében és ez a belső energia áramlik a nagy mélységben található forró zónákból a felszín felé. [61] A geotermikus energia alapja a Föld belsejében termelődő és tárolódó hő. A Föld belsejének nagyjából 99%-ában a hőmérséklet meghaladja az 1000 Celsius fokot és csak kevesebb, mint egy százalékában alacsonyabb 100 Celsius foknál. [62]

A geotermikus hő környezeti hatása elenyésző és jól kontrollálható, légnemű anyag kibocsátása csekély. A levegőbe jutó dinitrogén-oxid (kéjgáz), kénhidrogén, kéndioxid, ammónia, metán, széndioxid és szállópor mennyisége minimális. A földi hőáram hasznosítható villamos energia termelésre és hőtermelésre egyaránt. Nemzetközi szinten a jó adottságokkal rendelkező országok komoly teljesítményeket tudnak felmutatni. Hogy a geotermikus energiát milyen módon tudjuk hasznosítani, az nagyban függ a felszínre érkező víz illetve gőz hőmérsékletétől. Villamos energia termelésre elsősorban a 100 Celsius fok feletti hőmérsékletű fluidum alkalmas, míg az ennél alacsonyabb hőmérsékletű folyadék esetében a hőhasznosítás jellemző. Vita van azzal kapcsolatban, hogy tekinthető-e a geotermikus energia megújulónak. A kitermelt földhő lényege, hogy a földalatti rezervoárokból „eltűnt” földhőnek van egy természetes után pótlódása. Ha azonban ez lassabb, mint a kitermelés üteme, akkor a tározó kimerülhet. Természetesen a leállás után a természetes folyamatoknak köszönhetően megkezdődik a geotermikus helyreállítás. Ennek időtartama és mértéke azonban eltérő lehet. [63]

Ahhoz, hogy a geotermikus energiát felhasználhassuk, három fő elemre van szükségünk: hőforrásra, tározóközetre és hőközvetítő folyadékra. Maga a hőforrás csak természetes lehet, míg a másik két elem mesterségesen is létrehozható. Hatékonysági szempontból fontos megoldás a kaszkád<sup>19</sup> rendszerű hasznosítás. Ebben az esetben a fogyasztókat hőigény szerint rendezzük sorba, így biztosítva az energia leghatékonyabb kihasználását. Például egy termálvíz akkor használható fel leghatékonyabban, ha különböző hasznosítási formákat kombinálunk. A magas hőmérsékletű vizet légtérűtésben, majd hőfokának csökkenésével használati melegvíz-ellátásban vagy padlófűtésben, végül fürdőkben használjuk fel. Ilyen hasznosítási móddal találkozhatunk Hódmezővásárhelyen a Geotermikus Közműrendszer, a Városi Kórház valamint a Strand-és Gyógyfürdő együttes hévízhasznosításánál. A geotermikus energia a hőmérséklettől függően hasznosítható energiatermelésre, ipari célokra, távfűtésre, melegházak fűtésére, szárításra, jégtelenítésre illetve balneológiai célokra. Mindez történhet nyitott vagy zárt rendszerben. A jelenlegi technológiai színvonal mellett áramtermelésre a 100 Celsius foknál melegebb és 3-4 km-nél kisebb mélységből származó energiaforrások alkalmasak a gazdaságosság figyelembe vételével. A különböző geotermikus erőművek esetében megkülönböztethetünk egykutas (visszatáplálás nélküli) és kétkutas (visszatáplálás) rendszert. A kétkutas rendszer lényege, hogy a hasznosított folyadékot az eredeti rezervoárba visszasajtolják. Bár ez utóbbi rendszer jóval költségesebb, mint az egykutas, de környezeti szempontból sokkal előnyösebb. [64] Az

---

<sup>19</sup> A kaszkád rendszerű felhasználás többlépcsős energiakinyerést jelent

EGS technológia<sup>20</sup> régi keletű. Az Egyesült Államokban már az 1970-es években is folytak kísérletek, aztán a 90-es évektől kezdve egy újabb hullám indult el. Mára egy aránylag jól kifejlesztett technológiáról beszélünk. Működési folyamata egyszerű. A minimum 200 Celsius fok hőmérsékletű terepfluidumot nem tartalmazó kőzettestet kettő vagy több kút között hidraulikusan megrepesztjük, és a kutakon, valamint a közöttük létrehozott repedés rendszeren keresztül vizet keringetünk. A forró kőzettömegben a víz felmelegszik, melyet a felszínre érve egy ORC<sup>21</sup> erőműbe juttatunk, és az erőműből lehűlve kikerülő vizet visszajuttatjuk a megrepesztett rétegekbe. Ezeknek a projekteknek a fejlesztése a geológiailag alkalmas területek feltérképezésével, vizsgálatával kezdődik. Elvárás a legalább 200 Celsius fok hőmérsékletű, magas sűrűségű, jó hővezető képességű, megfelelően nagy térfogatú kristályos alaphegységi kőzet. [65] A GSHP<sup>22</sup> földhő szivattyús megoldások, ahol a termikus geológiai adottságok és a felszíni felhasználó energiaigényének megfelelően nagymélységű fúrásokkal vagy kisebb mélységben fúrt kutakkal (BHE<sup>23</sup> rendszer), segédközeg beiktatásával nyerik ki a föld hőjét fűtési célokra, illetve a rendszert nyáron megfordítva hőt vonnak el az épülettől és visszajuttatják a földbe. A rendszer hatékonynak tekinthető, mivel egy egységnyi energia befektetéssel 3-4 egységnyi energiát nyerhetünk.

### *2.5.2. Elméleti potenciál és teljesítmény a világban*

Bolygónk a földfelszínen keresztül a földi hőáramot 40 millió MW teljesítménnyel adja át az atmoszférának. A Föld belső hőtartalma  $10 \cdot 10^{25}$  MJ nagyságrendű, a földkéregé  $5 \cdot 10^{21}$  MJ. A világ energiafogyasztása nagyjából  $10^{14}$  MJ. Ezek szerint 50 milliószor nagyobb hő termelődik a földkéregben, mint az egész világ energia felhasználása. De még a földkéreg felső tíz kilométerében is 50 ezerszer nagyobb energiamennyiséget találunk, mint amennyire szükségünk van. Ez a földhő tehát hihetetlen mennyiségű, kimeríthetetlen és mindenütt megtalálható. A geotermikus energia nagy előnye a legtöbb megújuló energiával szemben, hogy nem függ az időjárástól, napszakoktól, állandóan rendelkezésre áll, a termelés ingadozásától adott technológiai szint mellett nem kell tartani. Jól alkalmazkodhatunk az alapteljesítményhez, vagy akár a csúcsteljesítményekhez is. A kitermelés helyén áll rendelkezésre, ezért általában csak decentralizáltan használható. Ugyanakkor hátrányként kell megemlítenünk, hogy fajlagos energiatartalma igen alacsony. Amíg például egy kg földgáz hasznosításakor 50 MJ energia szabadul fel, addig egy kg 100 Celsius fokos forró vízből

---

<sup>20</sup> Enhanced Geothermal System (mesterséges földhőrendszer)

<sup>21</sup> ORC- Organic Rankin Cycle-Organikus Rankin-ciklus

<sup>22</sup> Ground Source Heat Pump (földhőszivattyús rendszer)

<sup>23</sup> Borehole Heat Exchanger

hasznosítható energia csupán 356 KJ. A geotermikus energia teljesítménysűrűsége is csak töredéke más energiaforrásokénak. Magyarországon ez nagyjából  $0.1\text{W}/\text{m}^2$  (ez egyébként a kontinens átlag közel kétszerese!), ami a  $93000\text{ km}^2$ -re vetítve nem elhanyagolható nagyságot ad, de helyi szinten egy adott geotermikus mezőre  $100\text{kW}/\text{km}^2$  jut, vagyis egy átlagos geotermikus erőműből 5MW teljesítmény hozható ki. A földkéreg hőmérséklete a mélységgel növekszik (hővezetés törvénye). Ebből az következik, hogy annál jobbák a körülmények a geotermikus energia kitermelésére, minél közelebb van a felszínhez ez a magas hőmérsékletű közeg. Ennek a jellemzésére használják a geotermikus gradienst, ami az egységnyi mélységre eső hőmérséklet növekedést adja. A magyarországi átlagos gradiens 5-7 Celsius fok között mozog, ami az átlagos érték 1,5-2- szerese. Ez nagyjából azt jelenti, hogy körülbelül 2000 méteres mélységben a réteghőmérséklet meghaladja a 100 fokot. Adottságainkat figyelembe véve tehát geotermikus nagyhatalom vagyunk. Az egy főre vetített potenciális energiamennyiség az USA és Kína mellé emeli országunkat a statisztikákban.

Ehhez képest a hasznosított geotermikus energia a teljes energiafelhasználásunk 0,28%-át teszi ki, és a megújuló energiákon belül is mindössze 9%-os részarányt képvisel. 2009-ben a geotermikus energia termelésében az USA vezetett, az összes energiatermelés mintegy 30%-át előállítva. A másik közel egyharmadnyi energiatermelés Indonéziában és a Fülöp-szigeteken összpontosul. A harmadik jelentős hányad Japánban, Izlandon, Új-Zélandon, Mexikóban és Olaszországban koncentrálódik, míg a fennmaradó 16 országban a maradék néhány százalék található, bár bizonyos országokban az elkövetkezendőkben jelentős beruházások várhatóak (Németország, Ausztrália). [66] 2008-ban a világ energiafelhasználásának alig 0,1%-a származott geotermikus energiából, ami azonban az elkövetkezendő 30-40 évben 3%-ra nőhet a villamosenergia-felhasználás, és 5%-ra a közvetlen hőfelhasználás esetében. [67] A becsült geotermikus energia-felhasználás napjainkra  $122\text{ TWh}/\text{év}$  lesz az elektromosság és  $224\text{ TWh}/\text{év}$  a hőfelhasználás esetében. 2050-re az eddigi növekedési trendeket figyelembe véve  $1180\text{ TWh}/\text{év}$  villamosenergia-felhasználás és  $2100\text{ TWh}/\text{év}$  hőhasznosítás várható. Közvetlen hűtésre és fűtésre a beépített kapacitások 4-5 év alatt (2005-2009) közel 80%-kal nőttek. A hasznosítások főbb megoszlása: épületek fűtése 63%, balneológia 25%, üvegházak és talajfűtés 5%, ipari hőfelhasználás, mezőgazdasági szárítás 3%, akvakultúra, halgazdálkodás 3%, hőolvasztás 1%. [68]

### 2.5.3. A geotermikus energia magyarországi helyzete

Mint azt már korábban említettük Magyarország kiemelten jó adottságokkal rendelkezik földtani, geofizikai és hidrogeológiai szempontból egyaránt. Az átlagnál magasabb geotermikus gradiens azt eredményezi, hogy hazánkban az átlagos hőáram  $90\text{-}120\text{ mW/m}^2$ , ami az európai átlag közel 1,5-2-szerese. A készletbecslések ugyan eltérnek egymástól, de a technika fejlődésével ezek egyre megbízhatóbbak lesznek. Ezek alapján a földtani vagyon  $102\ 180\text{ EJ}$ , míg az ipari vagyon ennek csak töredéke  $343\text{ EJ}$ , a hőáramból származó és utánpótlódó hővagyon pedig már csak  $264\text{ PJ}$ . Elszomorító azonban, hogy ebből a potenciálból jelen pillanatban az éves felhasználás kevesebb, mint  $4\text{ PJ}$ . [69] A földhő hasznosítás esetében az újabb szakértői becslések alapján elérhető lenne 2020-ra a  $35\text{ PJ/év}$  érték, ami a jelenlegi érték közel tízszerese. Magyarországon elsősorban közvetlen hőhasznosítás történik, villamosenergia termelésünk ennél az alternatív energiaforrásnál elhanyagolható. Az új EGS technológia magyarországi bevezetése még kísérleti szakaszban van. (NER300) A beruházások aránylag költségesek voltak mellett komoly akadályt jelent hazánkban a szabályozás bonyolultsága és ellentmondásossága is. Egy komolyabb projekt esetében számolnunk kell vízkészlet-gazdálkodási járulékkal, bányajáradékkal, igazgatási szolgáltatási és felügyeleti díjakkal. A jogi szabályozás nem egységes, és túlságosan bonyolult a rendszer, az átfutási idők rendkívül hosszúak. Szintén komoly akadály a befektetők azon kockázata, hogy a magyarországi áramátvételi díjak messze elmaradnak az Európai Unióban alkalmazott áraktól, így a befektetések rentabilitása, a projekt megtérülési ideje nem felel meg a befektetők elvárásainak. Ugyancsak problémaként merül fel a szakértők véleménye szerint, hogy a döntések során nem érvényesülnek a geotermikus energia során jelentkező externális hasznok, környezeti, társadalmi előnyök, illetve a fosszilis energiaforrások által okozott externális költségek.

Kerülnünk kell a szélsőségeket, mind a túlságosan pesszimista, a geotermikus energiában rejlő lehetőségeket jelentősen alul becsülő, mind pedig a hurráoptimista forgatókönyveket. Most sem tudok mást hangsúlyozni, mint a rendszerszemléletű gondolkodás fontosságát. A geotermikus energia kihasználása számos kérdést vet fel, melyekre műszaki, gazdasági, társadalmi és környezeti válaszokat is kell adnunk. Látnunk kell előnyeit, hátrányait, és ezeket figyelembe véve minimum középtávú stratégiai terveket kidolgozni, az ehhez nélkülözhetetlen jogi és közigazgatási háttérrel együtt. Csak mindezek együttes figyelembe vételével tudunk felelős döntéseket hozni.

## 2.6. A VÍZENERGIA

A víz a felszín és a légkör között kering. A nap energiája felmelegíti a felszíni vizet, és azok vizet párologtatnak a légkörbe. Ez a pára csapódik ki csapadék formájában, és hullik vissza a felszínre nagyjából 10 nap elteltével. A vízenergia tulajdonképpen a napenergia egy áttételes formája. Hozzávetőleges számítások alapján a Naptól a Földre jutó teljes energiamennyiségnek 23%-a arra fordítódik, hogy fenntartsa a víz körforgását. Ennek 99%-a a párolgás és lecsapódás átalakulását szolgálja. A megmaradó 1% csak az, ami a földfelszínen található vizek helyzeti és mozgási energiája. Állóvizek esetében ez csak helyzeti és nyomási energiát jelent, míg a folyóvizeknél a kinetikai (mozgási) energia is megjelenik. Napjainkban ez a vízenergia primer energiaforrásként a zöld energiából előállított villamos energia többségét adja, ráadásul kiválóan alkalmas rendszerszabályozási eszköznek is. A víz primer megújuló energiaforrás, melynek jelentősége a jövőben sem csökken. A klímavédelmi törekvések felértékeltek a vízenergia fontosságát, amit a Kiotói Nyilatkozat és a johannesburgi WSSD-világtalálkozó állásfoglalása is alátámaszt.

### 2.6.1. A vízenergia meghatározása

Miben rejlik a víz energiája? A legtöbben talán a hömpölygő víz látványa alapján a mozgási energiára tippelnének. Ám ha kiszámítjuk a mozgó tömegek kinetikai energiáját ( $\frac{1}{2} \times m \times v^2$ ), akkor nagyságrendekkel kisebb értéket kapunk, mint a helyzeti energia kihasználása során ( $m \times g \times h$ ). Ebből azonban az következik, hogy egy hatékony erőmű mindenképpen lassítja a víz folyását és megemeli annak szintjét, aminek számos nem kívánatos hatása lehet. [70] A vízerőművek ökológiai hatásai gyakran teljesen átrajzolják a táj képét és az élővilág összetételét. Példaként említhetjük a Parana folyón (Brazília) létesített erőművet, mely Argentína és Paragvay területén egy egész tórendszert épített ki, gyökeresen megváltoztatva a természetet és átadva a múltnak a csodás Guaira-vízesést. Ám a gát éves szinten 100 TW energiát termel, ami a magyar villamosenergia fogyasztás két és félszerese, fedezi Paragvay villamosenergia felhasználásának 75%-át és Brazília villamosenergia felhasználásának 17%-át. A végeredmény tehát kettős: Energia függetlenség, csökkenő széndioxid kibocsátás, hajózási feltételek javulása, új fajok megjelenése és ezzel szemben esetlegesen kipusztuló halfajok, elszaporodó lebegő vízínövények, mocsarasodás, gyorsuló erózió, leblokkolt tápanyag szállítás, a táj és környezet gyökeres átalakulása, gazdasági-és erdőterületek elárasztása, a lakosság kitelepítése, csökkenő idegenforgalom. Ezek a kettősségek



is jól mutatják, hogy nem nélkülözhető az ilyen erőművek tervezésénél egy pontos és mindenre kiterjedő hatástanulmány elkészítése, ugyanakkor azt sem tehetjük meg, hogy a negatív hatások túlhangsúlyozása miatt nem foglalkozunk a lehetséges megoldási alternatívákkal.

### *2.6.2. Beépített kapacitások és megoszlásuk a világban*

A vízenergia egy hosszútávon is rendelkezésre álló energiaforrás, melynek a műszakilag hasznosítható volumenét csak 25%-ban használjuk ki. Vízenergiából 2009-ben a világban 952 GW teljesítményt tartottak számon, amiből 3329 TWh energiát állítottak elő.

A világ vízenergia-termelésének több mint 50%-át mindössze öt ország adja (Kína, Brazília, Kanada, Oroszország, USA) A közeljövőben a vízenergia a megújuló energiákon belül továbbra is domináns szerepet tölt majd be az IEA prognózisa szerint. A vízenergia feltételezett növekedése 2030-ig 500 GW új teljesítmény megvalósulását jelenti, ami éves szinten 1772 TWh/év növekedést eredményez. Legnagyobb készletek Ázsiában vannak, ahol a tervezett vízerőművek teljesítménye 224 GW. A világ legmagasabb duzzasztógátjának építését kezdték meg Kínában (314m). A Suangcsienkou gát a Jangce folyó mellékfolyóján épül, és várhatóan 2022-re készül el. A beruházás költsége megközelíti a 6 milliárd dollárt. A legmagasabb gát jelenleg a 305 méteres Csinping-1, míg a világ legnagyobb duzzasztógátja a Három-szurdok gát „mindösszesen” 185 méter magas, de 2335 méter széles és a megtermelt villamos-energia tekintetében első a világon. Érdemes még megjegyeznünk, hogy Kína ezen felül nagyjából 85 000 vízerőművel rendelkezik, és terveik szerint 2030-ra a teljes energiafelhasználásuk 20%-át megújuló energiából fedezik majd. A világ számos országában a vízenergiából nyerhető elektromos áramtermelés kiemelt szerepet kap. Bizonyos országok a megújulókból származó villamos energiának a 90%-át vízenergiából nyerik (Norvégia). [71]

### *2.6.3. A vízenergia hazai helyzete és kilátásai*

Hazánkban bizonyos szempontból nem jó a helyzet, hiszen rendkívül alacsony folyóink esése, ami azt jelenti, hogy a mozgási energia kihasználására kisebbek az esélyeink. Magyarországon a műszakilag hasznosítható vízenergia-készlet 1000 MW, ami maximális kapacitáskihasználás mellett évi 25-27 PJ, azaz 7-7,5 TWh energiát jelentene. Ennek megoszlása a következő: Duna 72%, Tisza 10%, Dráva 9%, Rába, Hernád 5%, Egyéb 4%. Természetesen ez jóval meghaladja a műszakilag is hasznosítható vagy fenntartható potenciált. Ennek az energiának kevesebb, mint 5%-át hasznosítjuk, ami így az ország villamos energia

igényének alig 1%-át adja. A szomorú valóság az, hogy a Dunán nincs villamos-energiatermelésre szolgáló erőmű. A Tiszán két nagyobb erőmű található, a Tiszalöki Vízerőmű (11,5 MW) és a Kiskörei Vízerőmű (28 MW). A Dráván nincs erőmű, a Rábán és a Hernádon illetve azok mellékfolyóin úgynevezett törpe vízerőművek működnek. [72]

„Elfogadhatatlan, hogy a mai magyarországi villamosenergia-fogyasztás 10–12%-át kitevő hazai vízenergia-potenciál energetikai hasznosításáról úgy mondjon le az ország, hogy e lemondást nem alapozta meg energetikai, környezeti, vízgazdálkodási, hajózási, mezőgazdasági, gazdasági, nemzetközi jogi stb. szempontokra kiterjedő, tudományos igényű, komplex vizsgálat. Az sem indokolható, hogy a megújuló forrásból termelt villamos energia részarányának előirányzott növelésében a villamosenergia-fogyasztókra és a lakosságra valószínűleg a legkisebb gazdasági terhet hárító vízenergia-hasznosítás még vizsgálat tárgyát sem képezi. A vízenergia hasznosításának kérdésében több mint fél évszázada nem készült átfogó vizsgálat, pedig a műszaki, gazdasági és környezeti feltételek megváltoztak. A megalapozott, racionális álláspont kialakításához le kellene lépni a vélelmek, feltételezések és emlékek bázisáról. Tudományos igényű, komplex vizsgálatokra van szükség.” [73]

## 2.7. A SZÉLENERGIA

A XXI. század globális problémái között tartjuk számon a túlnépesedést és ezzel párhuzamosan az energiafelhasználás exponenciális növekedését, valamint a légkörbe juttatott szennyező anyagok nagy ütemű emelkedését is. [74] Mára már a tudomány elfogadta, hogy az éghajlati rendszer antropogén eredetű változása közvetlenül érinti a globális gazdaságot valamint az emberi társadalmat egyaránt. Mindez kiemelt szerephez juttatja a megújuló energiaforrásokat. E lehetséges alternatív energiaforrások egyike a szél. A szélenergia megújuló erőforrásunk, amely kiválóan alkalmas az üvegházhatású gázok csökkentésére. Jelentősége többoldalú. Részint csökkenti a szén-dioxid kibocsátást, másrészt pedig az energiaszegény régiókban olyan forrás, amely független a politikai helyzettől és más energiaforrások árától.

### *2.7.1. A szélenergia meghatározása és hasznosításának jellemzői*

A Föld felszínét érő napsugárzás között jelentős intenzitásbeli különbségek tapasztalhatóak. Az így kialakult nagyléptékű hőáramlás alkotja a szélrendszerek alapját. Igen komoly erőforrásról beszélünk figyelembe véve, hogy nagyjából négy napra jutó szélenergia fedezné a világ éves

energiaszükségletét. Eloszlása széles spektrumú, így hatékony felhasználásához nélkülözhetetlen a pontos előrejelzés. A szél energiáját már az ókorban is használták vitorlás hajók, szélmalomok és cséplőgépek révén.

A XX. században jelentek meg a nagysebességű szélturbinák, melyek alkalmasak elektromos áram termelésére. A szélenergia földhöz rögzített eszközökkel való felhasználására számos megoldás létezik, terminológiája azonban nem kiforrott. Az angolszász irodalom egységesen a "wind turbine" kifejezést használja teljesítményüktől függetlenül, míg a magyar szakirodalom a mechanikus energia átalakítókra a szélmotor, szélerőgép kifejezést, a kis villamos energia termelőkre a szélturbina, szélgenerátor, míg a nagyobb egységekre a szélerőmű kifejezést használják. Az angolszász elnevezésnél maradván szélturbina alatt egy forgólapátokkal ellátott gépet értünk, mely a szélenergiát valamilyen hasznosítható (jellemzően villamos) energiává alakítja. Alapvetően kétfajta szélturbina létezik: a vízszintes tengelyű<sup>24</sup> és a függőleges tengelyű<sup>25</sup> turbina, a forgólapát tengelyirányának megfelelően. [75]

A szélenergia esetében a léghözmozgás kinetikus energiáját hasznosítjuk. Egy  $m$  tömegű és  $v$  sebességgel mozgó légtömeg kinetikus energiája:

$$E = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Felhasználva a sűrűség ( $\rho$ ) és az időegység alatt a rotor által súrolt felületen ( $F$ ) áthaladó levegő térfogatának ( $V=F \cdot v$ ) definícióját, az egységnyi idő alatt rendelkezésre álló szél teljesítmény az alábbi formában írható:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times v^3 \times F$$

Kérdés azonban, hogy ennek az energiának mekkora része nyerhető ki ténylegesen, mivel a turbinán áthaladó légtömeg energiája csak részben hasznosítható. A rendszer csak a küszöbérték (3-5 m/s) elérésekor kezd forgómozgásba. A hálózatra kapcsolt szélerőmű leadott teljesítményének emelkedése akkor a legintenzívebb, amikor az átlagos szélesebesség 1,4-2-szeresénél tartunk [76] A növekedési ütem ezek után drasztikusan lelassul, maximális értékét pedig az úgynevezett névleges szélesebesség elérésekor veszi fel a görbe, ami nagyjából 12-17 m/s értéknél következik be. A szélesebesség további növekedésekor a teljesítmény már nem növekszik, az a névleges teljesítmény szintjén marad egészen addig, amíg el nem érjük a leállási

---

<sup>24</sup> horizontal-axis wind turbine, HAWT)

<sup>25</sup> vertical-axis wind turbine, VAWT)

sebességet (25 m/s), ami felett a forgómozgás leáll, megelőzve ezáltal az esetleges mechanikai sérüléseket.

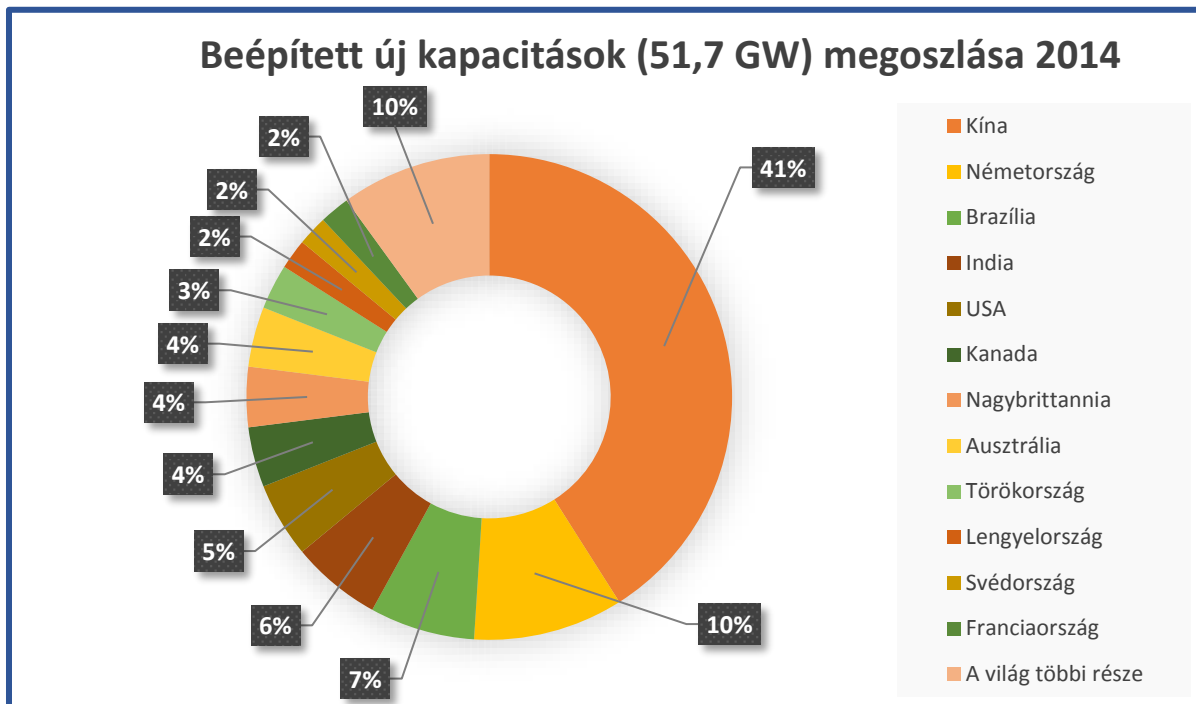
Felmerülhet a kérdés, hogy hol, milyen teljesítményű, milyen magas szélerőművet telepítsünk. Ehhez mindenképpen szükség van a szélklíma pontosabb feltárására, szélprofil vizsgálatokra, hiszen a legnagyobb energiájú szélirányok a szélturbinák telepítésénél, a napi menetben megfigyelhető periódusok pedig a rendszerirányítás számára adhatnak nélkülözhetetlen információkat. [77] A telepítésnél vizsgálnunk kell a szélviszonyokat, keresve az olyan területeket, amelyekre az állandó és nagy erősségű szelek jellemzőek és több évi helyi mérések állnak rendelkezésre. A környezeti szempontok figyelembe vételekor törekednünk kell a széles, nyílt területekre, melyek akadályoktól és érdességi elemektől mentesek. Fontos a megfelelően kiépített infrastruktúra valamint a hálózati csatlakozás lehetősége. Nem javasolt vagy törvényileg tiltott szélerőművek telepítése védett természeti területeken, vadon élő állatfajok élő,-táplálkozó- és fészkelő helye környékén, vonulási útvonalakon, tájvédelmi övezetekben, lakott területek közvetlen közelében, nemzetközi egyezmények és jogszabályok alá tartozó területeken (Ramsar, Natura 2000, Bioszféra rezervátum). [78]

### *2.7.2. Beépített kapacitások és megoszlásuk a világban*

A globális válság ellenére 2009-ben is folytatódott a szélenergia hasznosításának dinamikus növekedése. A Globális Szélenergia Tanács (GWEC) statisztikái szerint 2008-ban összesen 120,8 GW teljesítményű erőmű volt üzemben, ami az előző évhez képest is 28,8%-os növekedést jelent. 2009-ben 37,466 GW teljesítményű erőművet helyeztek üzembe, ami már 31,07%-os növekedést jelent. Az összes szélerőmű kapacitás terén az USA megelőzte Németországot, Kína pedig megduplázta kapacitását. Ez a növekedési ütem azt jelenti, hogy nagyjából 4 évente megduplázódik a beépített szélerőmű kapacitás, ami jelentősen járul hozzá az országok gazdaságához, a foglalkoztatottság növekedéséhez, az ellátásbiztonság növekedéséhez és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkenéséhez. A szélenergia tartalékai rendkívüliek. A világ hasznosítható éves szélenergiáját 53 000 TWh-ra becsülik, ami kétszeresen meghaladja a világ 2020-ra prognosztizált 25578 TWh villamos energia igényét. A következő diagram is jól mutatja, hogy a növekedés töretlen. 2014 végére az összes beépített kapacitás elérte a 370 GW-ot, ami a 2008-as adat több, mint háromszorosa. A teljes kapacitás 83%-át 12 ország adja, akik az újonnan beépített kapacitások terén is élen járnak, hiszen a 2014-ben beépített 51,7 GW teljesítményből ez a 12 ország 44,7 GW-ot (86,4%) produkált. Kína rendkívüli módon fejleszti a megújulóakra épülő energia termelését, szinte minden alternatív energia esetében vezető szerepet tölt be, de ezen a téren az Egyesült Államok és Németország

is komoly beruházásokat eszközölt. Európában az éves elektromos energia fogyasztás 3280 TWh. Az onshore szélenergia termelés 233 TWh, míg az offshore termelés 24 TWh, azaz összesen 257 TWh, ami a teljes fogyasztás 7,8%-a. 2015-ben újabb rekord született. A beépített új kapacitások nagysága 63,7 GW volt [79]

**4. ábra: A szélenergia beépített új kapacitásai 2014-ben**



Forrás: [http://www.wwindea.org/webimages/WWEA\\_half\\_year\\_report\\_2014.pdf](http://www.wwindea.org/webimages/WWEA_half_year_report_2014.pdf). saját szerkesztés

### 2.7.3. A szélenergia helyzete hazánkban

Magyarország a Kárpát-medencében fekszik, így hazánk a mérsékelt szélterületek közé tartozik. A 10 méteren mért átlagos szélesség 2,5-4,5 m/s között változik, a szeles órák száma átlagosan 1500-2200 óra. A legszelesebb az ország északnyugati térsége, ahol 75 méteren jellemzően már 5m/s feletti az átlagos szélesség. Mivel a szélturbina a forgással szemben egy természetes ellenállással rendelkezik, ezért a rendszer csak egy adott küszöbérték elérésekor kezd forgó mozgásba. Ez az úgynevezett bekapcsolási sebesség, melynek értéke általában 3-5m/s közé esik. 3 m/s-os sebességnél azonban annyi energia termelődik (<20kW), amely csak a rendszer fenntartására elegendő, ezért csak ennél nagyobb szélességnél érdemes indítani a rendszert. Ebből is látható, hogy miért korlátozottak a magyarországi szélenergia lehetőségei.

Az MTA Energetikai Bizottság Megújuló Energia Albizottság 2006-os adatai alapján Magyarország elméleti szél potenciálja 532,8 PJ/év, míg a technikailag elérhető potenciál 75

méteren 204 PJ/év, ami megfelel 56 666 667 MWh-nak. [80] Hazánk az európai rendszerekhez képest komoly lemaradásban van, hiszen csak 2000-től kezdtünk szélérőműveket telepíteni. 2011-ig 172 toronnyal 329,075 MW kapacitás kiépítése történt meg, bár igény ennek a háromszorosára lett volna. 2006 óta nem osztottak újabb kapacitásokat, 2010-ig az elnyert kvóták kiépítése történt meg. A VET alapján szélérőművet csak akkor lehet telepíteni, ha pályázatot írnak ki rá. Ez utoljára 2009-ben történt meg, amikor 430 MW kapacitást osztottak szét, de 2010-ben a pályázatot visszavonták. Magyarország 2020-ra 750 MW kapacitás kiépítést vállalta. 2006 óta nem adtak ki új engedélyeket szélérőművek létesítésére, és a jelenlegi kormányzati stratégiában nem szerepel újabb kapacitások kiépítése. A szélenergia legnagyobb problémája az egyenetlenség valamint a kiszámíthatóság és a tervezhetőség hiányában van, bár a szélparkok energiaátadási rendszerében a szolgáltatás biztonságosabb tervezhetőségében a számítástechnika révén nagy fejlődés várható. Megfelelő programokkal és előrejelzésekkel egyenletesebbé tehető a beépített teljesítmények kihasználása, ugyanakkor kímélik a hálózatokat, a rákapcsolások és lekapcsolások szabályos ütemezésével. [81]

A szélenergia hátrányai a jövőben minimálissá tehetőek, ha megoldhatóvá válik az energia egyszerűbb tárolása és az eddig elképzelt nagy tárolóegységek decentralizálása. Ilyen lehet az energiacellák felhasználása járművekben, háztartási berendezésekben, amelyek a véletlenszerű szélenergiából nyert elektromos energiát tárolni képesek. E rendszerekkel a csúcsidezőszakokban vízbontást végeznek, és az így nyert hidrogént és oxigént tartályokban tárolják, míg völgyidőszakban az elektrolízis folyamatát megfordítják és a tüzelőanyag-cellát üzembe helyezve az energiafeleslegből nyert gázok elégetésével villamos energiát állítanak elő. 2012-ben a szélérőmű parkok havi átlagban 61 112 MWh tiszta áramot termeltek, éves szinten 733 348 MWh-át, ami az éves energiafelhasználásunk 1,73%-át, a szélenergiából technikailag elérhető potenciálunk 1,3%-át adta. A magyar szélérőmű parkok 2012-ben összesen 77,6 millió m<sup>3</sup> földgáz egyenértéknyi villamos energia termelésével 662 000 tonna szén-dioxidot váltottak ki. Ahogy az minden megújuló erőforrásra igaz, pontos, körültekintő megítélésük csak komplex elemzések során lehetséges, melyben a gazdasági, környezeti és társadalmi szempontokat is figyelembe vesszük. Kerülnünk kell mind a pesszimista, mind a hurráoptimista forgatókönyveket, és az egyes energiaforrások teljes életciklus elemzését kell elvégeznünk, figyelembe véve az externális költségeket és hasznokat egyaránt.

## 2.8. AZ ENERGIAIMPORT-FÜGGŐSÉGI RÁTA KISZÁMÍTÁSA

Az energiafüggőség és a globális klímaváltozás problémáit áttekintettük. Célunk a fosszilis energiaforrások mennyiségének minimalizálása, a belföldi energiatermelés növelése,

és ezen keresztül importfüggőségi rátánk csökkentése. Láttuk, hogy jelenlegi energiaimportfüggőségi rátánk 60% felett van, ami magasnak mondható. Vajon a rendelkezésre álló lehetőségek kihasználásával milyen szintre csökkenthető ez a függőség az elkövetkezendő évtizedekben? Elsőként határozzuk meg a szükséges energiaigény hazai összetételét:

$$Q_{\text{igény}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8$$

$Q_{\text{igény}} \rightarrow$  Magyarország éves energiaigénye

$Q_1 \rightarrow$  Biomassza;  $Q_2 \rightarrow$  Napenergia;  $Q_3 \rightarrow$  Geotermikus energia;  $Q_4 \rightarrow$  Vízenergia

$Q_5 \rightarrow$  Szélenergia;  $Q_6 \rightarrow$  Atomenergia;  $Q_7 \rightarrow$  Energiahatékonyság;  $Q_8 \rightarrow$  Fosszilis energiák

Az energiahatékonyság által „megspórolt” energiát kétféleképpen is figyelembe vehetjük. Egyrészt tekinthetünk úgy rá, mintha ezt az energiát megtermeltük volna, másrészt mondhatjuk azt is, hogy az energiahatékonyság által megtermelt „negajoule” csökkenti éves energiaigényünket. Természetesen matematikailag nincs közöttük különbség, mindössze az a kérdés, hogy az egyenlet melyik oldalán szerepeltetjük.

### 2.8.1. A hátizsák-modell elmélete

A hátizsák-probléma célja annak eldöntése, hogy mit pakoljunk egy hátizsákba, ha annak térfogata véges, s nem fér el benne mindaz, amit szeretnénk? Válogatni kell a tárgyak között, figyelembe véve azok fontosságát, célszerűségét is. Lényeges momentum még, hogy valamiből nem lehet annak egy részét választani. Vagy teljes egészében választjuk, vagy teljes egészében elvetjük. Általánosabban: számtalan lehetőségünk közül hogyan kell választanunk a korlátozott erőforrásainkat figyelembe véve, hogy maximális hasznot érjünk el? Természetesen egyéb energiaforrások is szerepeltethetők a modellben, de mivel ezek az energiafajták Magyarországra nem jellemzőek, így a modellben amúgy is 0 értékkel szerepelnének. Célunk tehát a hazai energiaigény kielégítése a különböző (nem fosszilis) energiaforrások meghatározott kombinációjával. Ilyen modell az úgynevezett hátizsák probléma (knapsack problem). Célunk, hogy hátizsákunk tele legyen, és a benne elhelyezett tárgyak összértéke, hasznossága a lehető legnagyobb legyen. Amennyiben matematikailag szeretnénk leírni az adott problémát, úgy a tárgyakat célszerű tömegükkel és fontossági paraméterükkel jellemezni. Legyen adott  $n$ -számú elem. Minden elemhez ( $x_i$  és  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) rendeljünk hozzá egy  $m_i > 0$  tömeget és egy  $f_i > 0$  fontossági értéket. Az adott konstans ( $k$ ) teherbírású hátizsákot kell úgy feltölteni, hogy a hátizsák összértéke a lehető legnagyobb legyen az adott feltételek mellett:

1.  $\sum_{i=1}^n m_i \times x_i < k$ , vagyis a hátizsákba helyezett elemek össztömege nem haladhatja meg a hátizsák kapacitását
2.  $\sum_{i=1}^n f_i \times x_i \rightarrow \max$ , azaz az összes fontossági érték akkor maximális, ha az egyes fontossági értékek és a bekerülő elemek szorzatainak összege maximális

A módosított hátizsák probléma lehetővé teszi, hogy Magyarországon meghatározhassunk egy optimális energia-portfóliót. A hátizsák tehát Magyarország, a hátizsák kapacitása pedig az ország éves energiaigénye, azaz  $k = Q_{\text{igény}}$ . Az egyes elemek tömege helyett az energiaforrásokból nyerhető energiamennyiséget szerepeltetjük:  $m_i = Q_i$ , míg az  $f_i$  fontossági értéknek megfeleltethetjük az adott országban használható energiaforrások prioritását. [82], [83] Az egyes fontossági értékek meghatározása nem egyszerű feladat, mivel a 4 éves ciklusoknál jól látható, hogy különböző kormányzatok különböző prioritásokat állapítanak meg. Jelen pillanatban az látszik, hogy Paks 2 révén az atomenergia élvez elsődleges prioritást, és a szélenergia támogatásának megvonása azt a sor végére helyezi. Ugyancsak módosulhat a sorrend amennyiben a fosszilis energiaforrások ára emelkedni kezd, és ezáltal megváltozik az egyes elemek költséghatékonysága, megtérülési ideje. A prioritások megállapításának nehézsége miatt a hátizsák-modell megoldásait a Solver-program segítségével adhatjuk meg. Dr. habil Réger Béla munkáját felhasználva mutatok be egy lehetséges megoldást a probléma megoldására. A Solver a Microsoft Excel egyik bővítménye, amellyel lehetőség-elemzést végezhetünk, választ kaphatunk a „mi lenne, ha...” típusú kérdésekre. Segítségével egy adott cellában- az úgynevezett értékcellában- lévő képlet optimális értékét kereshetjük meg a megkötések vagy korlátozások fenntartásával a munkalapon szereplő többi értékcella értékeiben. Ehhez a Solver a cellák olyan, a döntési változóknak vagy egyszerűen változócelláknak nevezett csoportját használja fel, amelyek a képletek kiszámításához használhatók a célérték- vagy korlátozáscellákban. A Solver úgy módosítja a döntési változócellák értékeit, hogy megfeleljenek a korlátozáscella megkötéseinek és a célértékcellákban a kívánt eredményt hozza létre. A program előnye, hogy a hátizsákban szereplő elemek tetszőleges összetétele határozható meg a modellben. (1-es érték, ha az adott energiatípus szerepel a modellben és 0, ha nem.) Ezen felül az egyes energiatípusok fontossági értékei valamint költségvonzatai is szabadon változtathatóak, ami alapján a program automatikusan számol egy összhaszon értéket. Ezzel a módszerrel lehet a változó adatokkal folyamatosan figyelemmel kísérni és elemezni az aktuális helyzetet.

***A hátizsák probléma egy lehetséges megoldása az 1. számú mellékletben megtalálható.***



## 2.8.2. Az alternatív energiák becsült potenciálja

Az összes fosszilis energiaforrásból származó energia meghatározásakor a többi elem esetében (kivéve az atomenergia) különböző potenciálokkal számolhatunk:

1. Elméleti potenciál (a jelenlegi ismereteink szerint fizikailag rendelkezésre álló)
  2. Konverziós potenciál (adott technológiai szinten kiaknázható)
  3. Technikai potenciál (a strukturális korlátok között műszakilag reálisan kiaknázható)
  4. Gazdasági potenciál (gazdaságosan kiaknázható)
  5. Fenntartható potenciál (társadalmi-ökológiai tényezőkkel összhangban kiaknázható)
- [84]

Számítások szerint a jövőben várható energiafelhasználásunk 1040 PJ körül várható, azaz modellünk esetében  $k=1040$  PJ. Ha az elméleti vagy konverziós potenciálokat néznénk, akkor a hátizsák probléma triviális eseteihez jutnánk, azaz egy vagy több alternatív energiaforrással is a szükséges energiamennyiség többszöröse lenne biztosítható. Érdekes ezért feladatunkban a technikai, gazdasági illetve fenntartható potenciálokkal dolgozni. Számításaimat több szcenárió alapján végeztem el. A társadalmi-gazdasági potenciál a jelen helyzetben (2016) megvalósítható potenciálokat mutatja, ami több energiaforrás tekintetében a jövőben jelentősen bővíthet. Ezért fordulhat elő, hogy a 2050-ig tervezett reális potenciál több esetben jelentősen meghaladja a jelenlegi társadalmilag és gazdaságilag fenntartható potenciálját (napenergia).

[85]

### 4. táblázat: Az egyes energiaforrások potenciáljai szakirodalmi becslések alapján

	technikai potenciál	gazdasági potenciál	fenntartható potenciál	reális potenciál 2050-ig	tényleges
napenergia	3896,4 PJ	1749 PJ	110 PJ	364 PJ	0,3 PJ
szélenergia	532 PJ	204 PJ	65-95 PJ	80,5 PJ	2,4 PJ
geotermikus	264 PJ	100 PJ	100 PJ	35 PJ	4 PJ
biomassza	417 PJ	200-250 PJ	200-250 PJ	180-190 PJ	70,43 PJ
vízenergia	16,5 PJ	2 PJ	2 PJ	2 PJ	1 PJ
atomenergia	126 PJ	126 PJ	126 PJ	69,6 PJ	56, 334 PJ
energiahatékonyság	360 PJ	152 PJ	117 PJ	117 PJ	0
$\Sigma$ nem fosszilis	5611 PJ	2533 PJ	720 PJ	848,1	134,464
szükséges fosszilis	0	0	320 PJ	191,9	905.536

Forrás: Kohlheb Norbert, Munkácsy Béla, Csankay Lilla, Meleg Dániel: A megújuló energiaforrások potenciáljai és hasznosításuk Magyarországon, KOVÁSZ, IX. évfolyam 1-4.szám, 2015.

A jövőben várható energiaimport-függőségi rátánk csak becülhető értéket ad. Számításom során a magyarországi energiatermelésre, kivitelre és készletváltozásra az elmúlt 6 év átlaga alapján adtam becslést.

### 2.8.3. Az energiaimport-függőségi ráták az egyes scenáriók alapján

#### 1. Reális potenciállal számolva (2050-ig)

2014-es adatok alapján (lásd I. fejezet):

##### **Energiaimport – függőségi ráta:**

$$\frac{\text{behozatal} - \text{kivitel}}{\text{teljes fogyasztás}} = \frac{804,2 \text{ PJ} - 210,2 \text{ PJ}}{963,4 \text{ PJ}} = 0,616566 = 61,6566\%$$

A behozatal kiszámításánál az alábbi összefüggést használhatjuk:

Behozatal= Primer energiafelhasználás- (Termelés±Készletváltozás-Kivitel)

Ez a 2014-es adatok alapján:

Behozatal= 963,4- (424,3-54,9-210,2)=963,4-159,2=804,2 PJ

2050-es becülte adatok alapján:

Behozatal= 1040-(1158,636+12,8-183)=51,564 PJ

##### **Energiaimport – függőségi ráta:**

$$\frac{\text{behozatal} - \text{kivitel}}{\text{teljes fogyasztás}} = \frac{51,564 \text{ PJ} - 183 \text{ PJ}}{1040 \text{ PJ}} = -12,63 \%$$

Ez a legoptimistább scenárió, miszerint 2050-re Magyarország energiafüggsége teljes mértékben megszűnne.

#### 2. A társadalmi-gazdasági potenciállal számolva:

1040-(1030,536+12,8-183)=179,664 PJ

##### **Energiaimport – függőségi ráta:**

$$\frac{\text{behozatal} - \text{kivitel}}{\text{teljes fogyasztás}} = \frac{179,664 \text{ PJ} - 183 \text{ PJ}}{1040 \text{ PJ}} = -0,32 \%$$

#### 3. Az egyes megújuló energiaforrások becülte minimum értékeivel számolva:

Behozatal= 1040-(889,136+12,8-183)=321,064 PJ

##### **Energiaimport – függőségi ráta:**

$$\frac{\text{behozatal} - \text{kivitel}}{\text{teljes fogyasztás}} = \frac{321,064 \text{ PJ} - 183 \text{ PJ}}{1040 \text{ PJ}} = 13,27 \%$$

Végül vizsgáljunk meg egy olyan alternatívát, ahol a Nemzeti Energiastratégia szerint energiafogyasztásunk jelentősen növekedne az elkövetkezendő évtizedekben. Tegyük hozzá, hogy ez ellentmond a jelenlegi tendenciáknak.

**4. Az „Ölbe tett kéz forgatókönyv”<sup>26</sup> szerinti értékkel számolva:**

Behozatal= 1476-(889,136+12,8-183)=757,064 PJ

***Energiaimport – függőségi ráta:***

$$\frac{\text{behozatal} - \text{kivitel}}{\text{teljes fogyasztás}} = \frac{757,064 \text{ PJ} - 183 \text{ PJ}}{1476 \text{ PJ}} = 38,89 \%$$

*2.8.4. Összefoglalás, összegző következtetések*

*Egyedül az „Ölbe tett kéz” forgatókönyve alapján kaptam 30% feletti értéket, de ezek az adatok csak akkor relevánsak, ha az elkövetkezendő évtizedekben energiafelhasználásunk drasztikusan megnövekszik (40%-kal), és minden várható fejlesztés, energiahatékonysági intézkedés elmarad hazánkban, aminek igen alacsony a valószínűsége. Természetesen bizonyos forgatókönyvek inkább elméleti síkon megjelenő lehetőségeket mutatnak számunkra, annak ellenére, hogy azok is fenntartható módon szolgálnák az ország energiaellátását (társadalmi-gazdasági potenciál). Mindez nem csak a 2020-ig tett vállalásainkat segíti elő, de jelentősen csökkenne az energia importra fordított kiadás, a szén-dioxid kibocsátás és fosszilis erőforrások használatából keletkező externális költség is. A Dr. habil Réger Béla munkássága alapján elkészített hátizsák-modell segítségével az éppen aktuális adatok, lehetséges scenáriók alapján a jövőben is lehetőség van az optimális energia-portfólió kialakítására, és az energiaimport-függőségi ráta kiszámítására. Az 1. számú hipotézist a hazai és nemzetközi statisztikai adatok összegyűjtésével, azok rendszerezésével kapott forgatókönyvek, valamint az ezek segítségével elvégzett saját számításaim alapján bizonyítottnak tekintem.*

---

<sup>26</sup> Nemzeti Energiastratégia 2030 adatai alapján

### 3. AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG MAKRO-ÉS MIKRO LEHETŐSÉGEI

*H2: Feltételezem, hogy a jelenlegi és tervezett hazai energiatakarékossági és kibocsátás csökkentést célzó intézkedések nem hatásosak, és a gazdasági növekedés hatására nagyobb erőfeszítések szükségesek a hazai klímapolitikai célok és nemzetközi vállalások teljesítésére. A szabályozói környezet kiszámíthatatlansága, a jelenlegi szakpolitikai intézkedések keretszabályai akadályai az energiafüggetlenség megteremtésének, ezért azok átalakítására van szükség*

#### 3.1. BEVEZETŐ

A klímakutatók és szakemberek egybehangzó véleménye szerint 2030-ig 40%-kal, a század közepéig 70-80%-kal kell csökkentenünk az üvegházhatású gázok kibocsátását, és a század utolsó harmadában el kell érniük a szén-dioxid semleges állapotot, azaz annyi szén-dioxidot bocsájthatunk csak ki, amennyit a természet képes „feldolgozni”, semlegesíteni. [86] Az energia-megtakarítás legfontosabb formáit jelentheti a hatékony elektromos berendezések és hajtóművek használata, az elavult fűtőberendezések cseréje, az áru-és utasszállító járművek energiafogyasztásának csökkentése, a korszerűbb erőműi technológiák használata, a szén-dioxid kibocsátással kapcsolatos kutatási eredmények bevezetése (CCS<sup>27</sup>), a decentralizált energiarendszerek kialakítása, a kogeneráció (CHP<sup>28</sup>), azaz a kapcsolt hő-és energiatermelés. Hatékony eszköz lehet továbbá a tökéletesített hőszigetelés, a megfelelő épület-tervezés, a fogyasztói attitűdök megváltoztatását célzó kutatási eredmények felhasználása, az okos mérés bevezetése és a mindezek kiszorgálását célzó új üzleti modellek kidolgozása.

Az Európai Parlament és a Tanács 2012/27/EU irányelveiben az energiahatékonyság főbb területeinek ezek közül az épületenergetikai beruházásokat, a kapcsolt energiatermelést és a fogyasztói magatartások megváltoztatását- ezen belül is az okos mérés bevezetését- nevezi meg. Mindezek mellett olyan innovatív finanszírozási mechanizmusok bevezetése szükséges (magántőke számára nyújtott hitelgaranciák, vissza nem térítendő támogatások, támogatott kölcsönök és célhoz kötött hitelkeretek), melyek mérséklék az energiahatékonysági projektek kockázatait, és lehetővé teszik a költséghatékony megoldásokat az alacsony és közepes jövedelmű háztartások körében is. [87]

---

<sup>27</sup> CCS- Carbon Dioxid Capture and Storage-a szén-dioxid leválasztásán és geológiai tárolásán alapuló technológia

<sup>28</sup> CHP- Combined Heat and Power (Kapcsolt hő-és energiatermelés)

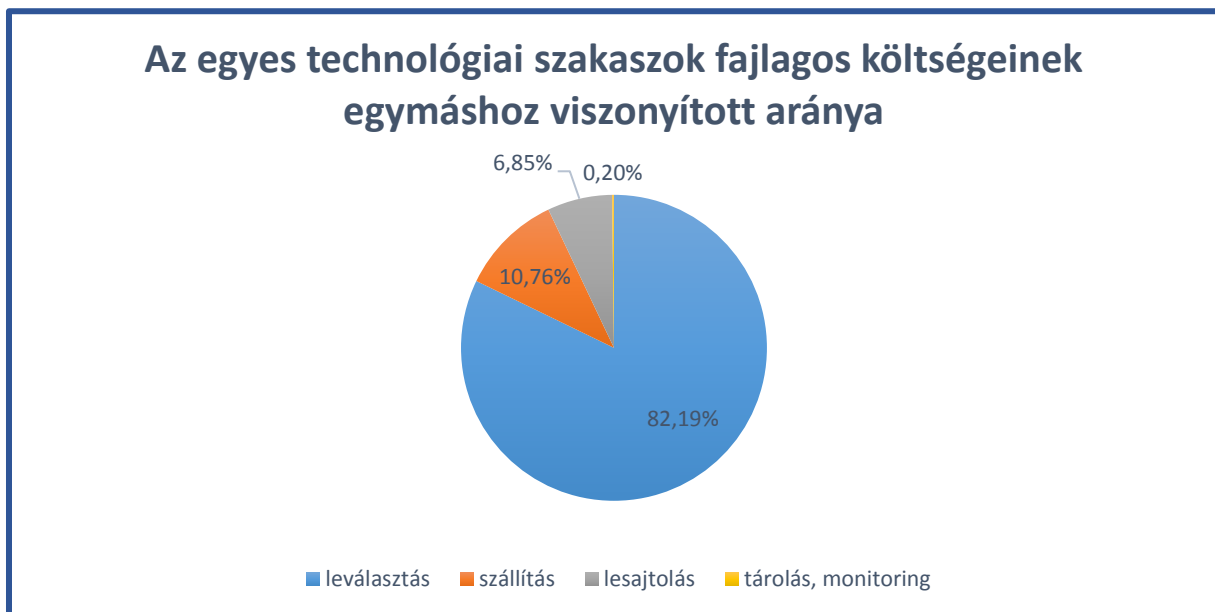
Az energiahatékonyságról szóló irányelv (2012/27/EU) 2012 decemberében lépett hatályba. Ezen irányelvek értelmében a tagállamok kötelesek a 2020-ig elérendő nemzeti energiahatékonysági célokat rögzíteni. Ennek megfelelően hazánk a 2015. évi LVII. törvényben rögzítette az energiahatékonysági célkitűzések megvalósításának központi feladatait és stratégiai dokumentumait. Ebben részletesen szabályozza a Nemzeti Épületenergetikai Stratégiát, az energiaellátás hatékonyságát, melynek biztosítása érdekében a nagyhatásfokú kapcsolt energiatermelés és a hatékony távfűtés és távhűtés megvalósíthatósági potenciáljának átfogó értékelését el kell végezni, és azt az Európai Bizottság kérésére ötévente felül kell vizsgálni. Tartalmazza a közintézmények energiahatékonysági feladatait, az energiahatékonyság-javító szakpolitikai intézkedések meghatározását és számítási módját, melyek az energia végfelhasználói fogyasztásának csökkentését eredményezik, szabályozza a hőenergiát szállító hálózatok és hulladékhőt termelő ipari létesítmények hatékony működését, és figyelmet fordít az energiafogyasztók és piaci szereplők tájékoztatására, valamint az energetikai auditálásra. [88] Ezek az alapelvek és a végrehajtásukhoz kapcsolódó időpontok meghatározása is segítséget nyújthat az energiahatékonyság javításához, a fogyasztás valamint szén-dioxid kibocsátás csökkentéséhez.

## 3.2. AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG MAKROSZINTŰ LEHETŐSÉGEI

### 3.2.1. *A CCS technológiák alkalmazása*

Az emberi tevékenységhez kapcsolódó befolyásolható mértékű szén-dioxid kibocsátás elsősorban a karbon-tartalmú anyagok tüzeléséhez kapcsolódik. Az erőművek a teljes szén-dioxid kibocsátás több, mint 40%-át bocsájtják ki, ami napjainkban már meghaladja a 12 Mrd t/év értéket. [89] Másrészt az emisszió koncentráltan történik, ami lehetőséget ad a csökkentést eredményező technológiák elviselhető költségszint melletti alkalmazására. A szén-dioxid kibocsátás csökkentés legkedvezőbb módja nyilvánvalóan a szén-dioxid képződés mérséklése az energiahatékonyság javítása által. Azonban itt nincsenek akkora tartalékok, amelyek biztosíthatnák a szükséges emisszió csökkentést, így elkerülhetetlenné válik a szén-dioxid leválasztáson alapuló erőművi tüzelési folyamatok, a CCS technológiák alkalmazása. [90] Ez egy olyan technológiai csoport összefoglaló elnevezése, melynek elsődleges célja, hogy a különböző ipari termelési folyamatokból származó szén-dioxidot elkülönítse, leválassza a szabadba kiáramló füstgázoktól, és azt a léghőrtől elkülönítve tartósan eltárolja.

## 5. ábra: A CCS technológia szakaszainak fajlagos költsége



Forrás: Energiaklub, A földalatti szén-dioxid-tárolás lehetséges szerepe az éghajlatváltozás hazai mérséklésében, [https://energiaklub.hu/sites/default/files/ek\\_ccs\\_tanulmany\\_2011.pdf](https://energiaklub.hu/sites/default/files/ek_ccs_tanulmany_2011.pdf), letöltve 2016.08.17., saját szerkesztés

A CCS technológiával kapcsolatban számos érv és ellenérv merült fel, és megítélése igencsak ellentmondásos. Egyes becslések szerint a CCS-sel működő erőművel megtermelt energia költségei 21-91%-kal nőhetnek, míg ha egy már meglévő erőműnél vezetik be a CCS-t, ami a tároló helytől távol található, a drágulás mértéke ennél jóval nagyobb. [91] A leválasztás hatékonysága természetesen függ az alkalmazott technológiától (égetés utáni leválasztás, égetés előtti leválasztás, oxigénes égetés), ami a szén-dioxid 85-95%-át képes leválasztani, azaz a szén-dioxid 5-15%-a kerül csak ki a légkörbe. Mindez jelentősen módosíthatja a költségeket. A technológiai költségek nagysága (leválasztás, szállítás, lesajtolás, monitoring) 29-74 EUR/tonna között változik. [92]

Az egyik legfontosabb érv a CCS mellett, hogy az EU által vállalt kibocsátás-csökkentési célok a szakemberek szerint a CCS nélkül nem megvalósíthatóak (2050-ig 80%-kal kell csökkenteni a kibocsátást). A második érv, hogy a technológia egy dekarbonizációs hidat képez, vagyis hozzájárul, hogy a dekarbonizációs folyamat során a gazdaságra, a környezetre és a társadalomra nehezedő nyomás csökkenjen. Egyrészt tehát a kibocsátások számszerűen csökkennek, másrészt időt ad a technológia leváltására. Nincs szükség azonnali erőmű bezárásokra, vagy az új rendszer azonnali kiépítésére, hanem lehetőség van megtervezni az átmeneti időszakot és egy sokszerű váltás helyett egy időben elnyújtott, kényelmesebb átmenetet biztosítani. A harmadik érv, hogy a CCS egy azonnal bevethető technológia, ami a

megfelelő döntés esetén csak finanszírozás kérdése. A gond azonban az, hogy a CCS technológia nem egy fenntartható rendszer eleme, hiszen fosszilis energiaforrásokra épít. Másrészt jelenleg is csak kísérleti fázisban van, a világon mindössze 10 projektet ismerünk. A legnagyobb ellenérv azonban a CCS-sel szemben, hogy túl költséges megoldás, hiszen az az energia előállításának költségeit 50-100%-kal növeli. Mind a fajlagos, mind a jövőben jelentkező magas externális költségek megkérdőjelezzik a technológia elterjedését vagy létjogosultságát. Magyarországon a működő, elsősorban szén-és gázerőművek jöhetnek szóba, melyeknek éves szén-dioxid kibocsátása 26,9 millió tonna. A már működő erőművek esetében a CCS technológia gazdaságilag nem fenntartható, mivel megtérülési ideje hosszabb, mint az erőművek várható hátralévő élettartama. A CCS, mint az elhárítás lehetséges alternatívája piaci alapon nem megvalósítható, legfeljebb állami dotációval jöhetne létre, ám pillanatnyilag nem látszik erre vonatkozó kormányzati szándék, így a 2020-ig terjedő EU előirányzat teljesítésében ez a technológia nem játszik majd szerepet.

### *3.2.2. Kogeneráció*

Minden villamos áramot fejlesztő folyamat tüzelőanyagot használ elsődleges energiaforrásként, amely jelentős mennyiségű hőt termel. A hagyományos erőművekben ez a hő a környezetbe jut, ami részben kis energiahatékonyságot eredményez, részben pedig jelentősen szennyezheti a légkört. Az energia megtakarításának egyik leghatékonyabb eszköze a kapcsolt hő-és villamosenergia-termelés (CHP). Lényege, hogy egy villamosenergia-termelő berendezés termodinamikai folyamatainak következtében hulladék-hő keletkezik. Amennyiben itt megfelelő hőszint alakul ki, akkor egyéb hőigények (elsősorban fűtési igények) kielégítése is történhet. A rendszer nagy előnye, hogy a tüzelőanyag energiatartalmának nagyjából 85%-a hasznosul villamos- és hőenergia formájában. Az egyes energiatípusok aránya természetesen változik az alkalmazott technológiától függően. A CHP erőművek a gazdaságossági szempontokat is figyelembe véve elsősorban helyi hőigényeket elégíthetnek ki. Használhatjuk épületek fűtésére, hűtésre, technológiai fűtésre, vízmelegítésre, távhőszolgáltatásra. Az alkalmazott CHP egység kielégíti a fogyasztó villamosenergia-igényét, a többletenergiát betáplálja a hálózatba, és a keletkezett hulladékhőt hasznosítja. [93] Ha a CHP berendezés kevesebb áramot termel a szükségesnél, akkor természetesen a teljes energiamennyiséget felhasználjuk, és a hiányzó energiához piaci körülmények között jutunk hozzá. Ha több energia termelődik a szükségesnél, akkor az a rendszerbe feltölthető, amiért a szolgáltató fizet.

Természetesen nagyon fontos ez esetben a szabályozási környezet. Kötelező-e a szolgáltatónak az átvétel, és az átvételi ár megfelelő-e a termelőnek?

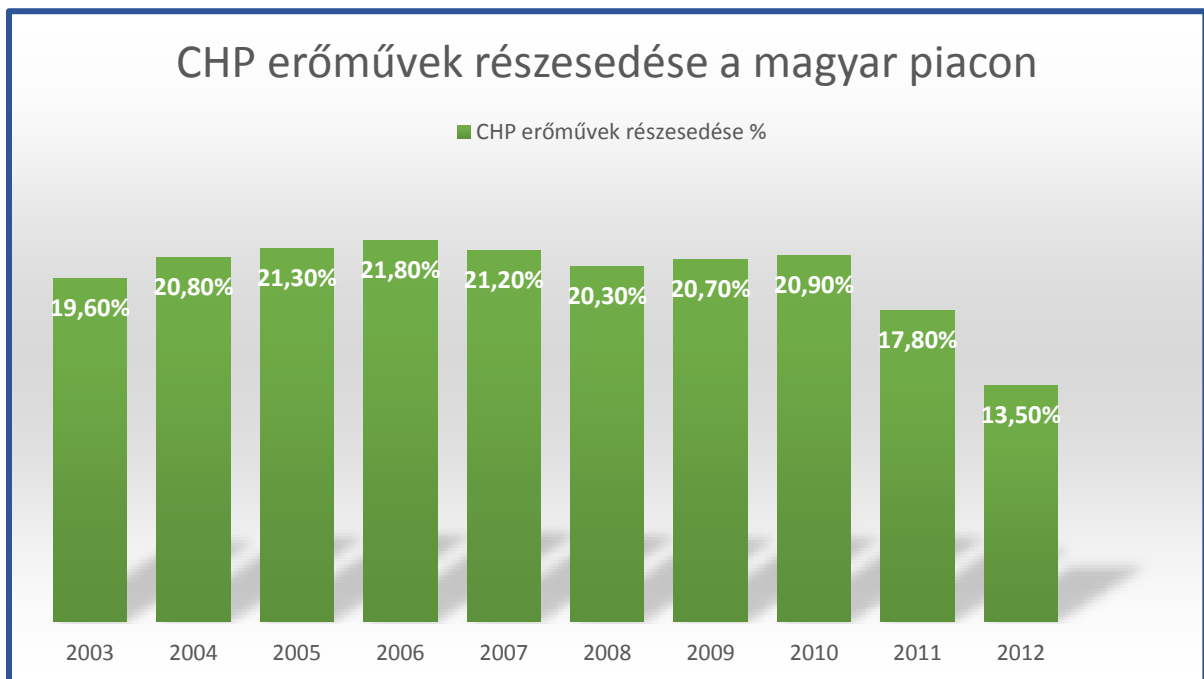
A nagy CHP-rendszerek néha távhő-rendszereknek szolgálnak hőt, vagy melegvizet, irodaparkokat fűtenek. Minden nagyobb iroda, hotel, kereskedelmi épület, iskola, önkormányzati épület, kórház pénzt takaríthat meg, ha maga termeli meg a villamos energiát, és a keletkezett hővel csökkenti fűtési és melegvíz előállítás költségeit. A CHP-rendszerek használata jelentős gazdasági és környezetvédelmi előnyöket jelent. CHP beépítésével jelentősen csökken a bruttó energiaszámla. A csökkentett tüzelőanyag-felhasználás a hagyományos erőműnél kisebb szén-dioxid kibocsátást tesz lehetővé. Ennek révén csökken a globális klímaváltozásra gyakorolt hatása. Amennyiben helyben történik az energia előállítása és felhasználása, úgy csökkennek a szállítói veszteségek. A CHP-technológia alkalmazása hazánkban a nemzeti vállalatok szerint 11%-kal csökkentheti a primerenergia-felhasználást, 16%-os szén-dioxid kibocsátás csökkenés érhető el és 6%-os földgáz-import csökkenést eredményezhet. Hátránya azonban, hogy csak akkor gazdaságos, ha mindkét termék kihasználtsága optimális. Egyértelmű előnye csak nemzetgazdasági szinten mutatható ki, az externális költségek figyelembe vételével. Fajlagosan magas a beruházási és fenntartási költsége. [94]

A „2013 Cogeneration National Snapshot Survey” egy 15 országra kiterjedő kutatást végzett a CHP technológia helyzetéről. A választ adó 15 ország az európai beépített CHP szektor 70%-át fedi le, így a felmérés reprezentatívnak tekinthető. [95]

A felmérés eredménye jól mutatja a CHP technológiával szembeni attitűdöket és fejlődési irányokat. Sajnos a legtöbb országban korlátozott növekedést, rosszabb esetben stagnálást, visszaesést tapasztalhatunk. Ennek oka részben a pénzügyi és gazdasági válság miatt bekövetkezett csökkenő ipari aktivitás, valamint a beruházási és politikai bizonytalanság. Ennek során a válság által leginkább sújtott országok kormányai olyan intézkedéseket vezettek be, amelyek szemben állnak az energiahatékonysági, fenntarthatósági és ellátás-biztonsági alapelvekkel. Több ország kormánya a költségvetési hiány finanszírozásának kényszere miatt CHP üzemeltetőket terhelő adókat vezetett be, vagy lecsökkentette, megszüntette a CHP támogatásokat. Magyarországon 2010-ig a CHP erőművek %-os részesedése 20-21% körül mozgott, azonban 2010 után a kormányzat drasztikusan csökkentette a szektor támogatását, aminek következtében a részesedés két éven belül 13,5%-ra csökkent. Ezek az adatok és a kormányzat jelenlegi támogatási rendszere, a források elvonása egyelőre nem ad okot optimizmusra a CHP-technológia jövőjét illetően.



## 6. ábra: A CHP erőművek részesedése a magyar piacon 2003-2012



Forrás: Dr. Kiss Csaba: Kapcsolt energiatermelés helyzete Európában és Magyarországon, [http://mataszsz.hu/wp-content/uploads/2013/11/12\\_Dr\\_Kiss\\_Csaba\\_EU\\_CHP\\_National\\_Snapshot\\_Csaba\\_Kiss\\_Nov\\_2013\\_fin.pdf](http://mataszsz.hu/wp-content/uploads/2013/11/12_Dr_Kiss_Csaba_EU_CHP_National_Snapshot_Csaba_Kiss_Nov_2013_fin.pdf), letöltve 2016.08.17., saját szerkesztés

Sarkalatos pont lehet azonban a 2012. október 25-én kiadott EED<sup>29</sup> ambíciózus bevezetése, melyet végre kell hajtania a tagállamoknak. A cél, hogy 2020-ig 20%-kal növeljék az energiahatékonyságot, ami által jelentősen javulhat az európai és hazai jogszabályi környezet. [81]

### 3.2.3. Útban a cirkuláris gazdaság felé

Az I. és II. ipari forradalom óta eltelt 150-200 évet az egyutas vagy lineáris gazdasági modell jellemezte, melynek alapvető lényege, hogy a kitermelt nyersanyagokat átalakítják, a megtermelt termékeket eladják és a keletkezett hulladékot eldobják vagy megsemmisítik. Mindaddig, amíg az erőforrások „korlátlanul” álltak rendelkezésre, és a globális klímaváltozás nem fenyegette az emberi társadalmat, úgy tűnt a modell működő-és versenyképes. Szembesülve azonban az erőforrások kimerülésének vitathatatlan tényével, a nyersanyagforrások árainak hektikus ingadozásával és az új energiastratégiák elvárásaival, elérkezettnek látszik az idő egy új gazdasági modell megteremtésére. A negajoule elmélete, a

<sup>29</sup> EED-Energy Efficiency Directive (Energiahatékonysági Irányelv)

fel nem használt energia gazdasági és társadalmi előnyei, az energiahatékonyság javításának egyértelmű üzleti haszna, a fenntartható gazdaságban betöltött pozitív szerepe előtérbe helyezte a cirkuláris gazdaságot. Jelen pillanatban nem állnak rendelkezésre olyan kutatások, melyek egyértelműen képesek számszerűsíteni a körforgásos gazdaságban rejlő potenciálokat, de a hozzávetőleges adatok is igen biztatóak. Az Ellen MacArthur Alapítvány által, illetve a McKinsey & Company elemzéseivel kiegészített "A körforgásos gazdaság irányába" című, 2012-ben és 2013-ban készített két tanulmány az átmeneti forgatókönyv alapján 350 milliárd USD, a fejlett forgatókönyv esetében 630 milliárd USD megtakarítási lehetőséget tárt fel, míg a napi fogyasztási cikkek piacán további 700 milliárd USD globális szintű megtakarítási potenciált azonosítottak. [96]

Az ipari forradalom óta nem történt jelentős változás a „kitermel-gyárt-eldob” mintát követő erőforrás-fogyasztó lineáris modellben. Sőt, ez a modell talán jellemzőbb, mint valaha. 2010-ben 65 milliárd tonna nyersanyag került a gazdaság vérkeringésébe, ami 2020-ra elérheti a 82 milliárd tonnát. A körforgásos gazdaság célja ösztönözni a megújuló energiák használatát, megszüntetni azoknak a mérgező vegyszereknek a használatát, melyeket nem lehet újrahasznosítani vagy a bioszférába biztonságosan visszajuttatni. A legfontosabb cél pedig a hulladékok megszüntetése az anyagok, termékek, rendszerek (üzleti modellek) magas szintű tervezésével. Ebben a modellben tehát a hulladék gyakorlatilag nem létezik, mivel a termékeket olyan szétszerelési és újrahasznosítási körfolyamatokra tervezik meg, melyek megkülönböztetik a modellt az ártalmatlanítástól vagy akár az újrahasznosítástól, ezáltal jelentős mennyiségű energiát és munkát takarítva meg. A módszer másik fontos eleme, hogy különbséget tesz a termék lebomló és tartós alkotóelemei között. A lebomló termékek olyan biológiai alkotóelemekből állnak, melyek nem károsítják a környezetet, és biztonságosan visszahelyezhetőek a bioszférába. A tartós fogyasztási cikkek esetében olyan alkotóelemek jelennek meg, mint a különböző fémek, műanyagok, melyek nem alkalmasak arra, hogy a bioszférába visszahelyezzük őket. Ezeket a termékeket már kezdetektől fogva az újrahasznosításra vagy feljavításra tervezik. A cél pedig az, hogy az ehhez szükséges energiát lehetőleg megújuló erőforrásokból nyerjük, ezen keresztül is csökkentve az energiafüggőségünket és növelve az energiabiztonságot. Erősödjön meg a felhasználói koncepció a fogyasztói elv rovására.

A „vedd meg és fogyaszd!” gazdasággal szemben a tartós fogyasztási cikkek lízingelése, bérlete a megoldás. Amennyiben pedig a tartós fogyasztási cikkeinket mégis megvesszük, a gyártók olyan szerződéseket, ösztönzőket alkalmazzanak üzleti modelljeikben, mely az elsődleges felhasználás végeztével a termék alkatrészeinek és anyagainak

visszavételére kötelezi őket és ebben a fogyasztót anyagilag is érdekeltté kell tenni. Hangsúlyozni szükséges, hogy az anyagfelhasználásban bekövetkezett hatékonyság-javulás pozitív hatással lehet a gazdasági növekedésre is. A körkörös gazdasághoz tartozó ipari lehetőségek jelentős költségmegtakarításokat eredményezhetnek, ami az EU GDP-jét akár 3,9%-kal is megnövelheti. A cirkularitás, mint a gazdaságot átszövő alapelv egyfajta újragondolási eszköz is lehet, mely képes kreatív megoldásokat indukálni és az innovációt ösztönözni. „A körforgásos koncepció a fejlett gazdaságok számára utat jelenthet a tartós és ellenálló növekedéshez, rendszerszintű választ adhat az erőforrás-piacoktól való függésre, és eszközt kínálhat az erőforrások áraiban, valamint a társadalmi és környezeti külső költségekben bekövetkező sokkok csökkentésére. Létrehoz egy új, a visszairányuló körforgásos tevékenységeknek szentelt iparágat, ahol a technológiai oldalról az újrahasználat, a felújítás, az újragyártás, míg a biológiai oldalról az anaerób lebomlás, a komposztálás és lépcsőzetes felhasználás megy végbe.” [97]

#### ***A körforgásos modell főbb elvei:***

1. Szüntesd meg a hulladékot!
2. A gazdaságon belül mindennek van értéke.
3. Úgy tervezz, hogy gondoldj a szétszedhetőségre és újrahasznosításra minimális átalakítás mellett!
4. Tegyéél különbséget a lebomló és tartós alkatrészek között!
5. Az értékláncon belül bárhol lehessen anyagot újrahasznosítani!
6. Iktasd ki a mérgező anyagokat!
7. A rendszert megújuló energiákkal tápláld!
8. Rendszerben gondolkodj!

Bár számos pozitív példát láthatunk, melyben érvényesülnek ezek az elvek a rendszer alapvetően még mindig lineáris. Az új modell kialakításához több tényezőre van szükség. Meg kell oldani az input oldali szabályozást a nyersanyagok megfelelő árazásával, valamint az externáliák internalizálását. Ehhez szükség van a megfelelő jogi és szakpolitikai környezetre, új üzleti modellek kidolgozására, a fogyasztói gondolkodás és szokások megváltoztatására, valamint a szereplők közötti együttműködési hajlandóság és bizalom kiépítésére.

### 3.3. A LAKÓÉPÜLETEKBEN ELÉRHETŐ ENERGIA POTENCIÁL

#### 3.3.1. *Az energiahatékonyság elméleti-műszaki potenciálja*

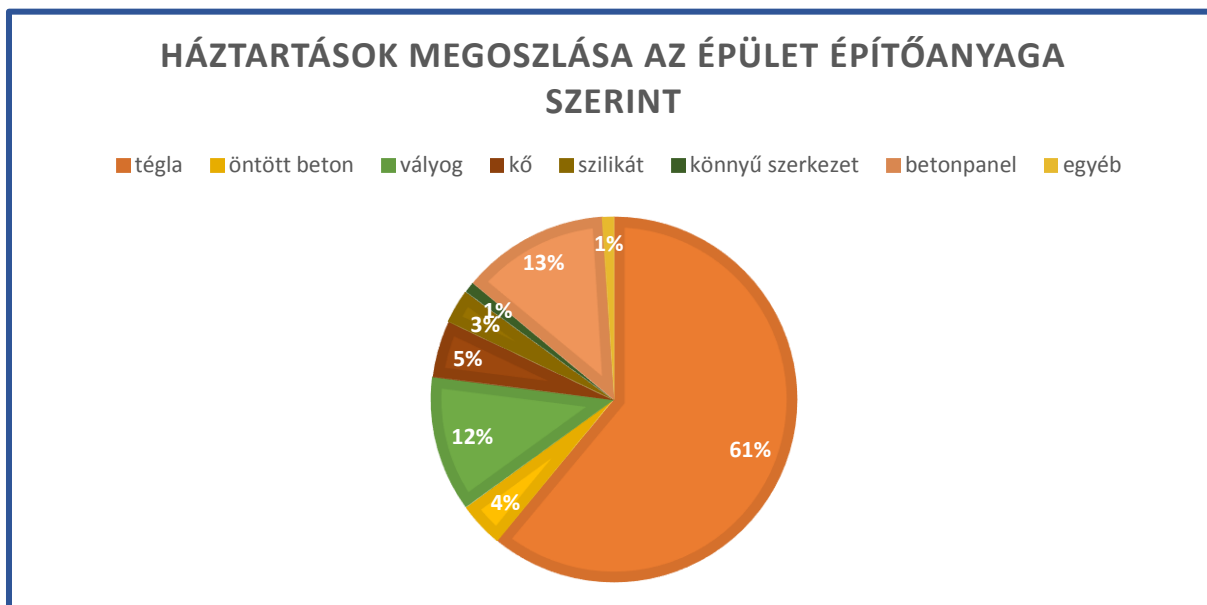
Az Energiaklub Szakpolitikai Intézetének Módszertani Központja nyilvánosságra hozott egy olyan kutatást melyben 2000 lakóépület vizsgálatát végezték el és az adatok elemzését az SPSS<sup>30</sup> statisztikai programmal végezték. Ennek eredményeként megállapították, hogy Magyarország teljes primerenergia-felhasználásának 33%-át (360 PJ) a lakóépületek fűtésére és melegvíz igényük ellátására fordítják, és ennek több mint 80%-át a családi házak energiafogyasztása teszi ki. Ennek a primer energiafogyasztásnak a 68%-át a földgáz, 28%-át pedig a tüzfifa adja. A kutatás adatai alapján, ha a háztartások a lehetséges energiahatékonysági intézkedéseket megtennék, akkor a felhasznált energia 42%-át, 152 PJ-t takaríthatnának meg. Elsősorban a családi házakban rejlik óriási lehetőség, hiszen a háztartások kétharmada él családi házban, alapvetően nagyobb alapterületűek, mint a társasházi lakások, és ennek következtében nagyobb felületen veszítenek hőt. Ennek az elméleti-műszaki potenciálnak a 77%-a (117 PJ) még szigorú gazdasági kritériumok mellett is gazdaságosan kiaknázható lenne. Az eredmény azt is kimutatta, hogy a családi házak jelentős részénél a hőszigetelés, a nyílászáró csere együttes elvégzése jövedelmezőbb lenne, mint egy hosszú távú banki befektetés (különösen a mai alacsony betéti kamatok mellett). A gazdaságos potenciál kiaknázásához 2400 milliárd forintnyi összberuházásra lenne szükség, amelyhez 2020-ig évente átlagosan 160 000 háztartásban kellene elsődlegesen hőszigetelésre és nyílászáró cserére irányuló beruházást végrehajtani, ami egy 30%-os állami támogatási szintet figyelembe véve az államháztartásnak évente 85 milliárd forintjába kerülne. [98] A megtérülés és hasznosulás ellenére a háztartások jó része nem lenne képes finanszírozni ezeket a beruházásokat, így mindenképpen szükséges lenne egy megfelelő pénzügyi modell kidolgozása is.

---

<sup>30</sup> SPSS-Statistical Package for Social Science-egy olyan Windows operációs rendszerben működő program, mely statisztikai adatok osztályozására, feldolgozására és elemzésére szakosodott.

### 3.3.2. A háztartások megoszlása különböző szempontok alapján

#### 7. ábra: A háztartások megoszlása az épületek építőanyaga szerint



Forrás: A magyar lakóépületekben rejlő energiahatékonysági potenciál, 2011, saját szerkesztés [http://negajoule.eu/sites/default/files/nega\\_kiadvany.pdf](http://negajoule.eu/sites/default/files/nega_kiadvany.pdf), letöltve 2016.08.18.

A magyar háztartások kétharmada lakik családi házakban, 14%-a panelben, 20%-a pedig jellemzően téglából épült társasházban él. Ez azt jelenti, hogy 2 500 000 háztartás lakik családi házban, 530 000 háztartás panelben és 760 000 háztartás nem panel társasházban. A családi házak legjellemzőbb építőanyaga a tégl és a vályog, ennél jóval kisebb arányban vannak jelen a szilikátból, illetve kőből épült családi házak, és mindössze 1% a könnyű szerkezetes családi ház. Ezek az adatok azért is érdekesek, mert szoros korreláció mutatkozik az energiahatékonyság, az építőanyag, és a lakóépületek kora között. Az adatok szerint lakóépületeink zöme igen régi, 61%-uk 1980 előtt épült, 24%-uk pedig 1960 előtt, és mindössze 10%-uk épült 2000 után. Ezek is jól mutatják, hogy milyen megtakarítási potenciál mutatkozik az épületek korszerűsítésben.

Bár a háztartások közel 80%-ában bevezették már a vezetékes gázt, mégis csak a háztartások 50%-a fűt kizárólag gázzal, 10%-uk vegyes fűtést használ, és több mint 20%-uk kizárólag a fafűtést használja. Jelentős eltérés tapasztalható a fűtési rendszerek alkalmazásában a különböző háztípusokban. A családi házakban igen magas (33%) a tüzfifa felhasználása, 47%-ban használnak csak gázt és 15%-uk használja a gázt és a tüzfát vegyesen. A hagyományos társasházak fűtése döntően földgáz alapú, míg az iparosított technológiával épült, zömében betonpanel társasházak 80%-ában központi fűtés található.

A fűtési rendszerek vizsgálatakor megállapítható, hogy a legnagyobb arányt a kazánnal, cirkóval fűtő háztartások teszik ki (47%), de szintén jelentős a konvektorral (10%), távfűtéssel (13%), illetve a kályhával (10%) fűtők aránya. A fűtési rendszerek meglehetősen korszerűtlenek. Ezek közül a konvektoros fűtés, valamint a kályha eleve nem tekinthető hatékonyak, de a modernebb kazános, cirkós rendszerek is átlagosan több, mint 12 évesek. Az összes fűtési rendszer közül a távfűtéses rendszerek a legidősebbek. Ezek átlagos életkora közelíti a 30 évet.

Ha belegondolunk, hogy egy olyan betonpanel lakótömbben, amelyben több, mint 30 éve nem történt szigetelés-korszerűsítés, és a fűtési rendszer a lakótömbbel egyidejű, akkor már sejthetjük, hogy komoly potenciál rejlik mind a szigetelésben, mind a fűtés korszerűsítésében. Ilyen energiahatékonysági korszerűsítések a lakóépületek kis részében történtek csak. A háztartások alig 25%-a végzett külső hőszigetelést illetve végezte el a nyílászárók cseréjét és mindössze 20%-uk korszerűsítette fűtési rendszerét.

A felmérés adatai szerint, ha az 1 nm-re eső fűtési költségeket a fűtési rendszerek oldaláról közelítjük meg, akkor jól látható, hogy a legköltségesebb fűtési mód a távfűtés (320Ft/nm), még úgy is, hogy a távfűtés esetén az ÁFA mindössze 5%. A legköltséghatékonyabb a kályha és a cirkós rendszer kombinációja. (160 Ft/nm), de a kályha, mint egyedi fűtés is jó helyet foglal el a listában (170 Ft/nm). Ha a fűtéshez használt energiahordozók szerint vizsgáljuk a kérdést, akkor a legdrágább elektromos árammal fűteni (360 Ft/nm), míg a földgáz és tűzifa kombinációja, illetve a csak tűzifát használó rendszerek költségei a legalacsonyabbak (165 Ft/nm). Nyilvánvalóan az egyes típusokon belül nagy szórások is elképzelhetőek a háztartások komfortérzetének függvényében.

A családi házak vizsgálata során kiderült, hogy energetikai besorolásuk alapján igen rossz eredmények adódtak, amelyek az építőanyag és az alkalmazott épületgépészeti rendszertől függően F-G energetikai besorolások adódtak. Ez annyit tesz, hogy ezen lakóépületek primerenergia-igénye 400-500 kWh/m<sup>2</sup>/év. Ez igen kritikus érték, ha figyelembe vesszük, hogy egy alacsony energiafogyasztású ház primerenergia-igénye ennek mindössze a 10%-a. A téglából épült társasházak esetében ez az érték 200-300 kWh/m<sup>2</sup>/év. A panellakások alapállapotban is relatíve kedvezőbb értékeket mutatnak (200 kWh/m<sup>2</sup>/év).

### 3.3.3. Az energiahatékonyság által elérhető megtakarítás nagysága

Határozzuk meg ezek alapján a magyar lakóépületek fűtési és melegvíz-felhasználásának primerenergia-igényét. Az egyes épülettípusok jellemző energiafogyasztását szorozzuk a lakóépületek alapterületével, valamint az egyes épülettípusokban tartózkodó háztartások számával.

$$\mathbf{PE(lakóépületek)= PE(alap;i)*Ni*Ti}$$

PE(lakóépületek)=lakó épületek összes primerenergia-fogyasztása

PE(alap;i)= az i típus-épület 1 nm-re eső primerenergia-fogyasztása alapesetben

Ni= az i típus-épületben lakó háztartások száma

Ti= az i típus-épület alapterülete

A képlet alapján összesen 360 PJ primerenergia-fogyasztás adódott, ami a teljes éves fogyasztás harmadát teszi ki, és éves szinten több mint 13 millió tonna szén-dioxid kibocsátással jár, ami a teljes kibocsátás 24%-a. Ha ezt összevetjük a különböző beruházások után előálló csökkentett energiafogyasztási értékekkel, akkor a szigetetlen, régi nyílászárókkal rendelkező családi házak esetében a szigetelés és nyílászáró-csere 50-60%-os energia-megtakarítást eredményez. A korszerűsítések után az energetikai besorolás értéke 3-4 kategóriát javul. Ha a két korszerűsítés egyike már megtörtént, akkor a második korszerűsítés még további 30%-os energia-megtakarítással jár. A téglá társasházaknál ez az érték átlagosan 15-25%, míg panel esetében mindösszesen 10-15%, vagyis ezek az épülettípusok jellemzően 1-2 kategóriával jobb besorolást érnének el. A fűtéskorszerűsítés családi házak esetében a felújítások elvégzése után már csak 4-5% további megtakarítást eredményez, míg a társasházak esetén ez hatékonyabb 25-35%-os eredményt ad ki, míg a távfűtéses rendszerű panelekben mindössze 5%.

$$\mathbf{P= [PE(alap;i)-PE(új;i)]*Ni*Ti}$$

P= energia-megtakarítási potenciál

PE(alap;i)= az i típus-épület 1 nm-re eső primerenergia-fogyasztása alapesetben

PE(új;i)= az i típus-épület 1 nm-re eső primerenergia-fogyasztása a teljes felújítás után

Ni= az i típus-épületben lakó háztartások száma

Ti= az i típus-épület alapterülete

Így összesen 152 PJ adódik. Ez természetesen csak a műszaki-elméleti potenciál, ami akkor állna fenn, ha az energiahatékonysági korszerűsítési lehetőségeket maximálisan kihasználnák a háztartások. Ezzel közel 6 millió tonna szén-dioxiddal kerülne kevesebb a légterbe. A gazdaságos potenciál kiszámításához figyelembe kell venni a korszerűsítés költségét, megtérülési idejét, a piaci kamatok nagyságát, valamint az energia árak várható alakulását. A

családi házak esetében a szigetelés elvégzése, valamint a nyílászáró-csere hatékonyabb befektetés lenne a háztartások részéről, mint egy a banki befektetés, míg a fűtőkorszerűsítés már csak egyedi esetekben lenne gazdaságos. Ugyanakkor a téglalapítványú társasházaknál inkább a fűtőkorszerűsítés az, ami gazdaságilag hatékony megoldás lenne a háztartások számára. Ez a potenciál is igen jelentős (117PJ), a műszaki-elméleti potenciál 77%-a, és az ország éves primerenergia-felhasználásának 11%-a.

#### *3.3.4. Az energiahatékonysági beruházások pályázati lehetőségei*

A 2014 és 2020 közötti időszakban jelentős uniós forrás áll Magyarországra rendelkezésre, melyeket az EU által meghatározott fejlesztési céloknak megfelelően pályázatok keretében kell odaítélni. Ilyen ágazati és területi operatív programok a Vidékfejlesztési Operatív Program (VP), a Terület és Településfejlesztési Operatív Program (TOP, 190 Mrd Ft), a Környezeti és Energhatékonyági Operatív Program (KEHOP, 308 Mrd Ft), a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program (GINOP, 240 Mrd Ft), a Versenyképes Közép-Magyarország Operatív Program (VEKOP, 23 Mrd Ft). A VP és a TOP keretében elsősorban önkormányzatok pályázhatnak, a GINOP kifejezetten a vállalkozói szféra számára szól, míg a KEHOP főleg közintézmények, egyházak, civil szervezetek, távhőszolgáltatók számára áll rendelkezésre. Fontos információ azonban, hogy csak visszatérítendő támogatásra lehet pályázni. [99]

Ugyancsak jelentős potenciált jelenthet a 2015-től kötelezően bevezetett energia audit is. Az európai uniós energiahatékonysági irányelv hazánkban 2015 nyarától kötelezővé teszi az energia auditot vagy az ISO 50001 tanúsítvány bevezetését a nagyvállalatok és kapcsolt vállalkozásaik számára. A prognózis szerint 100 Mrd forintot is meghaladhatja az energiahatékonysági beruházások értéke, melynek megtérülési ideje legfeljebb 5 év. Számos szervezet (Magyar Energhatékonyági Intézet, Energiaklub) komoly szakmai hibának véli az uniós források ilyen összetételű felhasználását, mivel az operatív programokban elkülönített közel 450 Mrd forintnyi forrás a lakossági energetikai felújításokat is magában foglalja. Ha ezek a vissza nem térítendő támogatások kikerülnek a rendszerből, akkor veszélybe kerülhetnek a Nemzeti Épületenergetikai Stratégia irányzásai. A kutatások adatai alapján jól látható, hogy a régi, rossz energetikai besorolású lakóingatlanokban érhető el a legnagyobb megtakarítás, azonban a lakosság ezen része nem képes a szükséges önerő előteremtésére és a hitelfelvételt sem tartja járható útnak. Míg a lakóépületek a teljes éves primer energiafelhasználásnak nagyjából egyharmadát adják, addig a közintézmények ennek csak töredékét jelentik, így a



Nemzeti Épületenergetikai Stratégiában a lakóépületek esetében 38 PJ, míg a közintézményekben mindössze 1,6 PJ energia megtakarítás az előirányzat. Összességében elmondható, hogy az épületenergetikai korszerűsítések jelenthetik a 2020-ig terjedő vállalásaink teljesítésének egyik alapkövét, de a források felhasználásának hatékonysága több szakmai szempont alapján is kifogásolható, ezért szükség van egy átfogó lakossági felmérésre az igények, elérhető források tekintetében, és ennek megfelelően szükséges az elkövetkezendő négy évben a források elosztásáról gondoskodni. Bár az EP és a Tanács 2012/27/EU irányelvei teljesíthetőnek tűnnek az uniós források és az atomenergia bővítésének tükrében, a rendelkezésünkre álló energiahatékonyságot javító alternatívák kihasználtsága megfelelő hatástanulmányok és pénzügyi konstrukciók kidolgozásával jelentős mértékben javítható lenne.

### 3.4. A FOGYASZTÓI MAGATARTÁS VIZSGÁLATA

#### 3.4.1. *A viselkedés gazdaságtan elméleti alapjai*

A fogyasztói társadalom mai helyzetében túlzott idealizmus lenne elvárni a gazdaság szereplőitől az önmegtartóztatást. Láthatjuk azonban, hogy számos lehetőség kínálkozik társadalmunk számára, melyek úgy vezethetnek át bennünket egy fenntarthatóbb energiafelhasználás felé, hogy sem a háztartásokban, sem az információs és szórakoztató elektronikai berendezések terén nem kell feladnunk jól megszokott kényelmünket. Felmerül azonban a kérdés, hogy mik azok a tényezők, melyekkel befolyásolhatjuk a döntéshozókat? Vajon döntéseinket a várható hasznosságok alapján hozzuk meg egy racionális költség-haszon elemzés során vagy emberi jellemünkből adódóan hibákat vétünk? A hibák véletlenszerűek vagy kiszámíthatóak és szisztematikusak? Különösen érdekesek ezek a kérdések, ha döntéseinket a kockázat jellemzi. A neoklasszikus megközelítési mód szerint választásainkat, döntéseinket preferenciáink határozzák meg. Választásaink során azok kimenetelét-elsősorban monetáris kifizetéseit- vizsgáljuk, és a várható hasznosságok maximalizálására törekszünk. A neoklasszikus modell bár konzisztens modelljével, kidolgozott matematikai apparátusával kiválóan alkalmas költség-haszon elemzések megalkotására, nem veszi figyelembe az emberi elme korlátozott mivoltát és azokat a pszichológiai tényezőket, melyeknek következtében hibákat követhetünk és követünk el döntéseink során. Ezek a kognitív disszonanciák irányíthatják figyelmünket a viselkedéstudományi döntéelmélet felé. [100] A fogyasztói magatartás vizsgálatánál fontos kérdés, hogy a gazdasági aktor, mint döntéshozó, milyen döntési mechanizmusokat használ, döntéseiben mennyire következetes, kiszámítható. A

mainstream közgazdaságtani elméletekben legtöbbször a racionális döntéshozatal elméletét<sup>31</sup> említik. Ez a szemlélet jellemzi mind a hétköznapi, mind az intézményi, mind pedig a szakpolitikai gondolkodást. Az elmélet lényege, hogy gazdasági döntéshozóinkat alapvetően a költség-haszon elv vezérli, és egy adott helyzetben a maximális „kifizetésekre” törekszik.

Általánosságban elmondható, hogy mindennapi döntéseinkben erőteljesen tetten érhetőek ezek a hatások, irányelvek, ám a modell további feltételezésekkel is él. Egyrészt a racionális fogyasztó döntéseiben autonóm, azaz mások nem hatnak döntéseire, másrészt tökéletesen informált és korlátlan belátási képességekkel rendelkezik. Amennyiben elfogadjuk ezeket az elveket, akkor a fogyasztói döntések befolyásolásának egyik módja, ha elegendő információval látjuk el a fogyasztót, hogy tájékozott döntést hozhasson. A másik beavatkozási pont pedig a személyes költségek és hasznok hozzáigazítása a társadalmi költségekhez és hasznokhoz. A modell tehát feltételezi, hogy minden externália internalizált, azaz a fogyasztók csak az árakban szembesülnek döntéseik minden hasznával és költségével. Ez az idealizált modell azonban sokkal inkább azt írja le, hogy hogyan kellene a gazdasági szereplőknek viselkedniük, és nem azt, hogyan viselkednek valójában. A behavioral economics<sup>32</sup> képviselői, mint Kahneman, Tversky létrehozta az emberi hibák és előítéletek kognitív szemléletmódját, feltárva a heurisztikák működését, kifejlesztették a kilátáselméletet, amiért 2002-ben Nobel-díjat kaptak. Felfedezésük lényege, hogy az emberek nem követik a várható hasznosság racionális szabályait. Kahneman és Tversky számos olyan hatást mutatott be és igazolt kísérletekkel, melyek szemben állnak a 20. század uralkodó közgazdasági elméleteivel.

Kísérletek tucatjai bizonyítják, hogy döntéshozóink rendre megsértik a neoklasszikus elmélet axiómáit, és látszólag irracionálisan döntenek. Azt is látnunk kell azonban, hogy ezek az irracionális döntések, az úgynevezett döntési „hibák” rendszerezhetőek és kiszámíthatóak, azaz hasonlóan modellezhetőek, mint a korábbi elméletek. A Daniel Kahneman és Amos Tversky nevéhez fűződő kilátás elmélet<sup>33</sup> a hasznosság függvény helyett egy értékfüggvénnyel dolgozik, mely eltérő alakot mutat a nyereségek illetve a veszteségek tartományában. A nyereségek tartományában értékfüggvényünk a hasznossági függvényekhez hasonlóan konkáv, azaz kockázatkerülő döntéshozót feltételez, a veszteségek tartományában azonban függvényünk konvex, azaz döntéshozóink veszteségkerülőek. Ráadásul a veszteségek tartományában függvényünk jóval meredekebb.

---

<sup>31</sup> Rational Choice Theory

<sup>32</sup> Viselkedés gazdaságtan

<sup>33</sup> Prospect theory

A vagyoni helyzetben beálló változás tulajdonságai közül szembeötlő, hogy a veszteség sokkal erőteljesebbnek tűnik, mint a nyereség. Az a szenvedés, amit egy adott mértékű veszteség okoz, sokkal nagyobb, mint az az öröm, amit azonos nagyságú nyereség tud adni. [101] Az igazi értékhozó tehát a vagyonban történő változás és nem a végső vagyoni vagy jóléti helyzet. Az elmélet másik fontos alappillére, hogy nem a végső vagyoni helyzet fontos, hanem a vagyoni helyzetben bekövetkező változás. A döntéshozó nem az abszolút állapotokat, hatásokat értékeli, hanem a változásokat és különbségeket. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a tényleges kiindulási pontot, vagyoni helyzetet figyelmen kívül kell hagynunk. Az érték ábrázolásakor két komponenssel kell dolgoznunk. Egyrészt az adott vagyoni helyzettel, mely referencia pontul szolgál, másrészt az ettől való elmozdulás mértékével, ahol természetesen az elmozdulás iránya is fontos. Hogy mit tekintünk nyereségnek vagy veszteségnek, az már a probléma megfogalmazásától függ.

A csomagolási vagy keretezési hatás<sup>34</sup> az a mód, ahogyan egy döntési problémát megfogalmazzuk, és az a forma, ahogyan az információkat átadják. Mindez meghatározó hatással van az egyéni döntésekre bizonytalanság esetén. A kilátáselmélet alapján különböző ajánlásokat tehetünk különböző kimenetek csomagolására annak érdekében, hogy az alanyok minél nagyobbak értékeljék a kombinációk hasznosságát. Így például tanácsos a nyereségeket külön bemutatni, mivel a pozitív tartományban értékfüggvényünk konkáv, illetve a veszteségeket összevonni, hiszen az értékfüggvény negatív oldala konvex.

A magatartás gazdaságtan által feltárt és kísérletekkel is igazolt másik fontos döntési mechanizmus a ragaszkodási vagy birtoklási hatás<sup>35</sup>. Ennek lényege, hogy feladni valamilyen már elért dolgot, mindig nehezebb, mint lemondani valaminek a megszerzéséről. Ami még nem volt a miénk, ahhoz nem kötődünk annyira, még ha kívánatosnak is tartjuk annak megszerzését. Ragaszkodunk a fennálló állapothoz (status quo), és az ettől való elmozdulást az emberek mindig kockázatosnak ítélik. Ez a ragaszkodás gyakran a racionalitással is szembe megy. [102] Aronson ugyanezt a ragaszkodást a kognitív disszonanciával magyarázza. Ha ugyanis egy újabb döntésünkkel, választásunkkal felülbírálnánk egy korábbi döntésünket, akkor ezzel azt fejeznénk ki, hogy korábbi döntésünk hibás, vagy értelmetlen volt, ami kényelmetlen érzést és rossz közérzetet okozna, amit mindenképpen szeretnénk elkerülni. Ezért ha már korábban egy A kimenet mellett döntöttünk, akkor ez egyfajta elköteleződést jelent számunkra, és a

---

<sup>34</sup> Framing effect

<sup>35</sup> Endowment effect

következő menetben is A-t választjuk még akkor is, ha egy adott B alternatíva sokkal előnyösebb lenne számunkra. [103]

#### 3.4.2. *A fenntartható fogyasztás elérésének lehetőségei*

Ha tehát keressük a lehetséges beavatkozási pontokat, és azokat a tényezőket, melyekkel a fenntartható fogyasztás felé terelhetnénk a jövő gazdaságát, akkor a racionális döntésekre építő modellt együtt kell vizsgálnunk az úgynevezett versengő megközelítésekkel, melyben figyelembe vesszük az ember kognitív képességeinek korlátozottságát, döntéseik illetve viselkedésük társas voltát, valamint a moralitás kérdéseit. Ha a valóság leírására alkalmas modellt szeretnénk felállítani, látnunk kell, hogy mindennapi döntéseinkben igen takarékosan bánunk kognitív erőforrásokkal. Naponta több ezer döntést hozunk meg. Ha minden egyes esetben körültekintően, minden lehetséges szempontot figyelembe véve szeretnénk dönteni, az végül is a teljes döntésképtelenség állapotába sodorna bennünket. Ezért alapvetően megpróbáljuk ezeket a döntési mechanizmusokat leegyszerűsíteni, a folyamatot lerövidíteni. Kahneman szerint gyakran a legbonyolultabb kérdésre is eszünkbe jut valamilyen válasz, ami korántsem biztos, hogy a helyes megoldás, sokkal inkább egyfajta heurisztika alkalmazása (mentális ökölszabály). Bár gyakorta képesek vagyunk problémákat, számolási feladatokat végiggondolni, és alaposan elemezni, a legtöbb esetben azonban impulzus döntéseket hozunk, bízva megérzéseinkben. [104]

A klasszikus közgazdaságtani elméletek szerint tehát minél több információ áll rendelkezésünkre, annál pontosabb és megbízhatóbb döntést tudunk hozni. A viselkedés gazdaságtan viszont ezt két ponton is kritizálja, egyrészt az információ mennyiségét illetően, másrészt az információ tárlásának módjában. A vizsgálatok, kísérletek egyértelműen kimutatták, hogy az információ mennyiségének növekedése, akár el is fordíthatja a döntéshozót az információ forrásától. Gondoljunk csak bele, hogy vásárlásaink során valóban a teljes körű tájékozottságra törekszünk-e, vagy egyszerű, átlátható, könnyen beszerezhető információkat szeretnénk. A cél tehát, hogy a fogyasztók döntéseit megkönnyítsük, csökkentve ezáltal kognitív erőfeszítéseiket. Kognitív korlátaink miatt nem tartunk mindent észben, és nem figyelünk bizonyos negatív események bekövetkezésére, hacsak nem figyelmeztetnek bennünket erre. Jennifer Snook és Elizabeth Boomgard az áramfogyasztással kapcsolatban végeztek vizsgálatokat, és arra az eredményre jutottak, hogy a visszacsatolás erőssége jelentősen befolyásolhatja fogyasztásunkat. Az általuk leírt Nag-Baztag eszköz képes monitorozni a háztartás fogyasztását, fogyasztási szokásait, és hang, valamint színváltoztatással jelzi, ha valami szokatlant tapasztal. [105] Számos más pozitív példát találhatunk erre

vonatkozóan. Ezeknek a módszereknek a lényege, hogy ha szembesítjük a háztartás tagjait fogyasztásukkal, akkor gazdasági érdekeiket követve hajlanak a fogyasztás csökkentésére. Jelentős különbségeket lehetett tapasztalni azokban a holland háztartásokban a villamos energia fogyasztásban, ahol a mérőórát az előszobában helyezték el, mint ahol a házban kívül, vagy a pincében. Ugyancsak ezt az erős visszacsatolási módot használta fel a Southern California Edison áramszolgáltató vállalat is, amely egy környezeti gömb<sup>36</sup> segítségével képes a fogyasztó számára jelezni különböző napszakok energiafelhasználását. Egyrészt színekkel jelez (a zöld alacsony, vagy normális energiafelhasználást jelöl, míg a vörös szín túlzott energiafelhasználást jelez). Mindemellett egy egyszerű és jól nyomon követhető kijelzőn nyújt fontos információkat a háztartás energiafelhasználásáról.

Míg a különböző kampányok gyakorlatilag hatástalanok maradtak, ezzel az eszközzel közel 40%-os energia-megtakarítást értek el a csúcsidőszakban. Thaler és Sunstein Nudge című könyvükben leírják, hogy a fő probléma az energia láthatatlansága, mivel így az emberek nem érzékelik, hogy sokat vagy keveset fogyasztanak. Kognitív korlátaik miatt pedig nem képesek ezt folyamatosan nyomon követni, de ha folyamatos visszacsatolást kapnak, akkor képesek változtatni fogyasztási szokásaikon. [106]

A racionalitás eszméje feltételez egy atomizált, döntéseiben autonóm, mások által nem befolyásolható fogyasztót. Ugyanakkor a valóságos fogyasztók számos esetben preferenciáikban és döntéseikben bizonytalanok, megerősítést várnak társas környezetüktől, és fontosnak tartják a társadalmi státusz kérdését. Az anyagi szűkösség eltűnésével, a szabadidő mennyiségének és az emberek kulturális tőkéjének növekedésével a fogyasztói társadalomban a hangsúly a jövedelem megszerzéséről áttevődött annak elköltésére. Ebben a fogyasztás-központú életvitelben az ember a hobbjáival, fogyasztási és szabadidős szokásaival azonosítja önmagát. A választás sokféleségének mindennapos garantálása azt a lehetőséget biztosítja a fogyasztó számára, hogy vásároljon magának egy életstílust, fogyasztói döntéseket hozva arról, hogyan éljen, hogyan viselkedjen, milyen javakat vásároljon. Vagyis a fogyasztói társadalomban létrejönnek a versengő fogyasztási lehetőségek közötti folyamatos választáson alapuló újabb és újabb életstílusok és identitások, valamint a pozicionális javakért folyó versengés. Mi a Toyota Prius titka más hibrid autókkal szemben? A lényeg, hogy Priusból csak hibrid létezik, így azok, akik meg akarják mutatni zöld elkötelezettségüket boldogabbak egy Priusban, mint egy olyan autóban, amelyen csak akkor látszik, hogy hibrid, ha közel megyünk hozzá és elolvassuk a rajta található feliratot. Így a „hivalkodó környezetvédők” hajlamosak a

---

<sup>36</sup> Ambient Devices

szükségesebbnél többet fektetni napelembe és kevesebbet olyan energiahatékonyságot növelő beruházásokba, amely a kívülállók számára nem látszik (fűtőkorszerűsítés). Steven E. Sexton szerint a kaliforniai háztulajdonosok még abban az esetben is az utcafront felé eső tetőrészre teszik a napelemeket, ha hatékonyság szempontjából az nem ideális, de fontos, hogy látszódjon zöld elkötelezettségük.

Mindezek a tényezők meghatározzák, hogy milyen lépéseket hajlandóak tenni a fogyasztók a fenntartható fogyasztás érdekében. [107] A magyar lakosság környezettudatosságát az jellemzi, hogy azt azonosítják a szelektív hulladékgyűjtéssel. A fogyasztáscsökkentést alapvetően elutasítják, de mivel a magyar lakosság alapvetően árérzékeny, így a takarékoság megjelenik, mint cél. Az energiafelhasználás csökkentése ezért meghatározó eleme a magyar háztartások környezettudatos cselekvéseinek. [99]

Hasonlóan jó eredményre vezethet az okos eszközök bevezetése az otthoni energiaellátás terén. Manapság „trendi” ilyen smart eszközök használata, az otthoni energia-  
menedzsment. Léteznek olyan Smart Home KIT-ek, előre megtervezett rendszerek, melyek természetesen alkalmasak arra is, hogy a fogyasztó egyéni igényeihez igazodjanak. Előnyük, hogy optimalizált energiafelhasználást tesznek lehetővé, és otthonunkat akár távolról egy mobil eszköz alkalmazásával is elérhetjük. A költséghatékony fűtés érdekében létrejött csomagok olyan termofejeket tartalmaznak, melyek vezeték nélküli kommunikációval továbbítják a helyiségben mért hőmérsékleti értékeket egy RF Touch számára (rádiófrekvenciás érintőképernyős vezérlő), amely összehasonlítja a beérkező hőmérsékleti értékeket a beprogramozottakkal és szükség esetén beavatkozik, azaz utasításokat ad a szelep elzárására vagy kinyitására. Energiafelhasználás terén második helyen a világítás áll. Az otthonainkban használt elektromos eszközök felhasználásánál kiemelt jelentőségű a vezérlés, mivel ezáltal tudjuk a kívánt pillanatban berendezéseinket működésbe hozni, illetve használat után kikapcsolni, hogy azok csak a szükséges ideig működjenek és használjanak fel energiát. Ezeknek a rendszereknek a bevezetése költséges, megtérülési idejük több év (rendszeről függő), de szintén a pozicionális javak közé sorolható, mivel az okos eszközök (mobiltelefon, tablet) használata és ezen eszközök tudásának kihasználása napjaink főbb trendjeit jelentik. [108]

### 3.4.3. Összefoglalás, összegző következtetések

A harmadik fejezetben áttekintést nyújtottam az energiahatékonyság lehetőségeiről és magyarországi helyzetéről, valamint azokról a jelenleg érvényes szakpolitikai alapelvekről, támogatási formákról, melyek meghatározzák Magyarország energiapolitikájának jövőjét.

***A jelenlegi statisztikai adatok és intézkedés csomagok széleskörű áttekintése után 2. számú hipotézisem helyességét az alábbi pontok alapján bizonyítottnak tekintem:***

- 1. A CCS technológia magyarországi gyakorlati alkalmazásáról nincs tudomásom.*
- 2. A CHP rendszerek támogatottsága 2010 óta drasztikusan csökkent.*
- 3. A cirkuláris gazdaság elősegítése, támogatása Magyarországon még nem került a szakpolitika látókörébe, annak érvényesülése legfeljebb egyedi esetekben érvényesül a szakpolitikától függetlenül.*
- 4. Az energiahatékonysági beruházások támogatásának szerkezete, keretösszege nem segíti kellőképpen az ilyen jellegű projektek elterjedését a lakosság körében, ahol az kellően hatékonyan tudna működni. A jelenleg működő pályázati rendszer feltételei ad hoc módon alakulnak, a rendszer nem kiszámítható és nem tervezhető. Nem születtek meg azok az országos vagy helyi szintű hatástanulmányok, felmérések, melyeknek eredményei alapján kidolgozható lenne egy hatékony, kiszámítható, az alacsonyabb jövedelmi helyzetűek számára is elérhető pályázati rendszer.*
- 5. A lakosság rendelkezésére álló vissza nem térítendő támogatások keretösszege a szükséges összegnek csak töredéke, ami jelentősen hátráltatja a 2020-ra kitűzött energia stratégiánk keretszámainak megvalósítását.*
- 6. Nincsenek jelen pillanatban olyan hatékony intézkedéscsomagok, információs felületek, melyek a lakosság tájékoztatását szolgálnák energiafelhasználásuk csökkentésében, támogatnák az okos eszközök elterjedését. Nem születtek energia megtakarításra ösztönző kampányok, nincsenek mindenki számára könnyen és gyorsan elérhető információs felületek. Pedig éppen az egyének vagy kisebb közösségek szintjén létrejövő kezdeményezések, projektek segítenék leginkább az energiabiztonság növelését. Ezek az egyéni kezdeményezések azonban mindaddig csak nyomokban jelennek meg, amíg a megfelelő szakpolitikai támogató rendszerek nem születnek meg.*

#### **4. MEGÚJULÓ ENERGETIKAI BERUHÁZÁSOK, ENERGIAHATÉKONYSÁG**

*H3: A jelenlegi szakpolitikai intézkedések nem állnak összhangban a lakosság elvárásaival, ezért feltételezéseim szerint szükség van a támogatási és információs rendszer átalakítására, a lakosság igényeihez való igazításra.*

*H3/a: Feltételezem, hogy a primer kutatás első csoportjában (megújuló energiákkal szembeni attitűd vizsgálat) magas az alternatív energiák elfogadottsága és a megújuló energetikai beruházásoknál létezik az ismeret, szándék, forrás hármassága. A fiatal, magasabb iskolai végzettséggel rendelkezők jól ismerik az okos mérés rendszerét, és adott feltételek mellett szívesen alkalmazzák.*

*H3/b: Feltételezem, hogy a második csoportban (energiahatékonysági beruházások) alacsony saját erő és magas vissza nem térítendő támogatás mellett végeznének csak energiahatékonysági beruházásokat. A csoport tagjai az adott területet illetően alulinformáltak, jelentősen alul becslik a beruházással elérhető megtakarítás mértékét, ár érzékenyek, ezért elsősorban az anyagi források megléte és a rövid megtérülési idő az ösztönző, nem a környezettudatosság.*

##### **4.1. A SZAKPOLITIKAI BEAVATKOZÁSOK ELMÉLETI HÁTTERE**

A megújuló energiák használatára és az energiahatékonysági beruházásokra irányuló szakpolitikai beavatkozások tervezésére számos megközelítés létezik. Ezeknek a megközelítéseknek az áttekintése segít keretbe helyezni bármely konkrét szakpolitikai intézkedést, és segít reflektálni arra, hogy adott lépés a különböző szempontok szerint hogyan kategorizálható.

Az első kérdés, hogy egy szakpolitikai beavatkozásnak mi lehet a célja, az egyes módszerek alkalmazásával mit szeretnénk elérni, honnan hová szeretnénk eljutni. A vizsgálat további tárgya, hogy a célok eléréséhez milyen eszközöket használhatunk, és azt is el kell döntenünk, hogy mi legyen a beavatkozás kontextusa, kik legyenek a kezdeményezők és milyen megoldási módszerek alkalmazhatóak a beavatkozás során. Ezeket a csoportosításokat az alábbiakban taglalom.[109], [110], [111]



***A beavatkozás célja:***

- Képesé tenni
- Bevonni
- Példát mutatni
- Ösztönözni

***A beavatkozás eszközei:***

- Hatósági
- Gazdasági
- Tájékoztatási

***A beavatkozás kontextusa:***

- Egyéni
- Társadalmi
- Anyagi

***Kezdeményezők:***

- Állam
- Helyi önkormányzat
- Üzleti szereplők
- Civil szektor

***Megoldási módszerek:***

- Állami jogszabályok, ösztönzők, ajánlások
- Attitűdváltozást támogató oktatási célú programok
- Helyi csoportos vagy közösségi mozgalmak
- Erkölcsi, vallási, etikai megközelítések

#### *4.1.1. Az empirikus felmérés kutatási módszerei*

Primer kutatásom során a kevert kutatásoknál gyakran alkalmazott nem valószínűségi, azon belül a célirányos (elmevezérelt) mintavételt használtam. Mivel a mintákat célirányosan választottam, így elméletileg orientált, nem reprezentatív mintához jutottam. Feltételeztem, hogy mintavételi eljárásom ezáltal a kutatott téma, probléma lehető legmélyebb megértését szolgálja.

#### **A mintavétel:**

A kutatási kérdések alapján két homogén csoportot vettem alapul, melyek kor, iskolai végzettség és jövedelmi helyzet szerint alakultak ki. [112], [113]

***Az első csoportban 378 ingatlanból 266 ingatlannál sikerült kérdőívet kitölteni, ami az alapsokaság 70,3%-ának felel meg, míg a másik homogén csoportba (régi városrész) 287 ingatlan tartozik, amelyből 192 kérdőívet sikerült kitölteni, ami az alapsokaság 66,9%-a.***

A homogén csoportok meghatározását számos beszélgetés, interjú előzte meg, hogy feltérképezsem a lehetőségeket. Maglódon, mint sok más, hasonló szerkezetű kisvárosban a lakosság összetétele rendkívül vegyes. Ugyanakkor a 2000-es évek elején gyorsan fejlődő agglomerációs körzetekben koncentráltan homogén csoportok alakultak ki. Jellemzően Budapestről kertes házba vágyó fiatalok foglalták el ezeket a területeket, akik kis gyermekkel vagy családalapítási céllal indultak az agglomerációba. A régi városrészben viszont az úgynevezett „öslakosok” maradtak. Az interjúk során, valamint az önkormányzattól szerzett adatok alapján kiderült, hogy a régi városrészben lakók jelentős többsége idősebb, alacsonyabb iskolai végzettségű és rosszabb anyagi helyzetben lévő emberek homogén csoportja. Kérdőívemet két kérdéskör köré csoportosítottam: megújuló energetikai beruházások és energiahatékonysági beruházások.

A régi városrészben élők számára az előzetes felmérések alapján irreleváns lett volna a megújuló energiákkal (napenergia, szélenergia, geotermikus energia) kapcsolatos kérdéseket feltenni, mivel ezek létesítésére feltételezéseim szerint sem ismeretük, sem forrásuk, sem szándékuk nincs. Mivel itt a kérdőívek kitöltése személyes részvételem mellett történt, volt időm a válaszadókat megkérdezni az alternatív energiákról is, melyek alapján feltételezéseim helytállóan bizonyultak. A másik vizsgált csoportba a jellemzően 10-15 évnél fiatalabb ingatlanokban élő fiatal, gyermekes, magasabb iskolai végzettségű, alapvetően rendezett anyagi helyzetben élők tartoznak. Az ingatlanok kora alapján itt nincs értelme energiahatékonysági

beruházásokról kérdezni, mivel ezekben az ingatlanokban modern nyílászárók és jól szigetelt falak találhatóak, a fűtési rendszer pedig jellemzően gáz cirkó fűtés. Az ott élők átlagos életkora 30-40 év között van, iskolai végzettségük magasabb (jellemzően felsőfokú végzettség).

Az első csoportnál az online kérdőívet választottam, mivel az itt élők kivétel nélkül rendelkeznek internetes hozzáféréssel, és előnyben részesítik a rugalmasabb időbeosztást lehetővé tevő online formát. Többségüket személyesen is ismerem, így a kérdéskör mélyebb megismerése végett sokat beszélgettem az itt élőkkel. 8 család esetében pedig hosszabb mélyinterjúk során jutottam információkhoz. Ezek a beszélgetések segítettek a kérdőív kialakításában is. A második csoporthoz közvetlen megkérdezés során is rendkívül nehéz volt eljutni, mivel igen magas a bizalmatlanság a kérdezőkkel szemben, internet hozzáféréssel a lakosság csak kis százaléka rendelkezik, és a számítógép kezelése is időnként gondot okoz az idősebb lakosoknál. Itt kezdetben a hólabda módszert alkalmaztam, majd a bizalom kiépítése után már személyesen tudtam a kérdőívek nagy részét kitölteni. Ezúton is szeretném köszönetemet kifejezni a Könyvtár, valamint a Művelődési Ház dolgozóinak, mivel rendkívül sokat segítettek a bizalom kialakításában és közreműködésükkel sikerült ilyen sok kérdőívet személyesen kitöltenem az ott élőkkel.

#### 4.2. A MEGÚJULÓ ENERGIÁKKAL SZEMBENI ATTITŰDVIZSGÁLAT

Ebben a csoportban feltételezésem szerint fiatal, gyermeket, magas iskolai végzettségű családok élnek. A csoport tagjainak anyagi helyzete jó, de mindenképpen stabil. (A válságot hátrányosan megélik zöme az elmúlt években elköltözött, és helyükre újabb fiatal családok érkeztek kiegyensúlyozott anyagi háttérrel.) A beszélgetések során kiderült, hogy megfelelő feltételek mellett nyitottak a megújuló energetikai beruházásokkal szemben. A kérdőív elemzése során a kapott adatok azt mutatják, hogy feltételezéseim helytállóak voltak, hiszen a megkérdezettek 68%-a 40 évnél fiatalabb és mindössze 12%-uk idősebb 45 évnél. A megkérdezettek 99%-a rendelkezik legalább érettségivel, 78%-uk pedig valamilyen felsőfokú végzettséggel és a megkérdezettek 92%-a érzi stabilnak anyagi helyzetét.

*A kérdőív a 2. számú mellékletben található*

**5. táblázat: Szociodemográfiai jellemzők**

<b><i>Kérdezett neme</i></b>	
Férfi	45,9%
Nő	54,1%
<b><i>Életkor</i></b>	
20-30 év	15%
31-35 év	29,3%
36-40 év	24,1%
41-45 év	19,5%
46-50 év	8,3%
51-60 év	3,8%
61-70 év	0%
<b><i>Legmagasabb iskolai végzettség</i></b>	
Kevesebb, mint 8 általános	0%
8 általános	0%
Szakmunkásképző	0,8%
Gimnázium, középiskolai érettségi	21,8%
Felsőfokú szakképzés vagy technikum	23,3%
Főiskola, egyetem	54,1%
<b><i>Jövedelmi helyzet</i></b>	
Kényelmesen kijövünk a jövedelmünkből	45,1%
Kijövünk a jövedelmünkből	46,6%
Nehezen jövünk ki a jövedelmünkből	7,5%
Nagyon nehezen jövünk ki a jövedelmünkből	0,8%

A legmagasabb elfogadottsága és ismertsége a napenergiának van. Amikor arra kértem a kérdőív kiöltőit, hogy soroljanak fel alternatív energiaforrásokat, akkor a megkérdezettek igen magas százalékban a napenergiát említették elsőnek vagy másodikként, és a válaszadók 98,5%-ából inkább pozitív érzéseket vált ki a napenergia említése, és mindössze 1,5% esetében semleges érzést. Ugyancsak magas elfogadottsága és ismertsége van a szélenergiának (86%-nál inkább pozitív), valamint a geotermikus energiának (75%-nál inkább pozitív). Érdekes, hogy a szélenergiával szemben azonban 10%-nak ellenérzése van, míg a geotermikus energia esetében 25%-nál semleges érzést vált ki, ami összecseng azzal, hogy az alternatív energiák említésénél a geotermikus energiát ritkán találjuk az első 3 említés között, vagy egyáltalán fel sem sorolták.

**6. táblázat: Az energiaforrások elfogadottsága**

Energiaforrások elfogadottsága	Negatív	Inkább negatív	Semleges	Inkább pozitív	Pozitív
<i>Milyen érzéseket vált ki önből a napenergia?</i>	0%	0%	1,5%	16,5%	82%
<i>Milyen érzéseket vált ki önből a szélenergia?</i>	0,8%	9%	4,5%	24,8%	60,9%
<i>Milyen érzéseket vált ki önből a geotermikus energia?</i>	0%	0%	24,8%	27,8%	47,4%
<i>Milyen érzéseket vált ki önből a atomenergia?</i>	13,5%	38,3%	24,1%	21,8%	2,3%

Szintén az alternatív energiák elfogadottságát mutatja, hogy a kívánatos energia-mixben 82%-ban szerepelnek az alternatív energiaforrások. Itt is kiemelkedő a napenergia (25%), a szélenergia (19%) és a geotermikus energia (16%) szerepe.

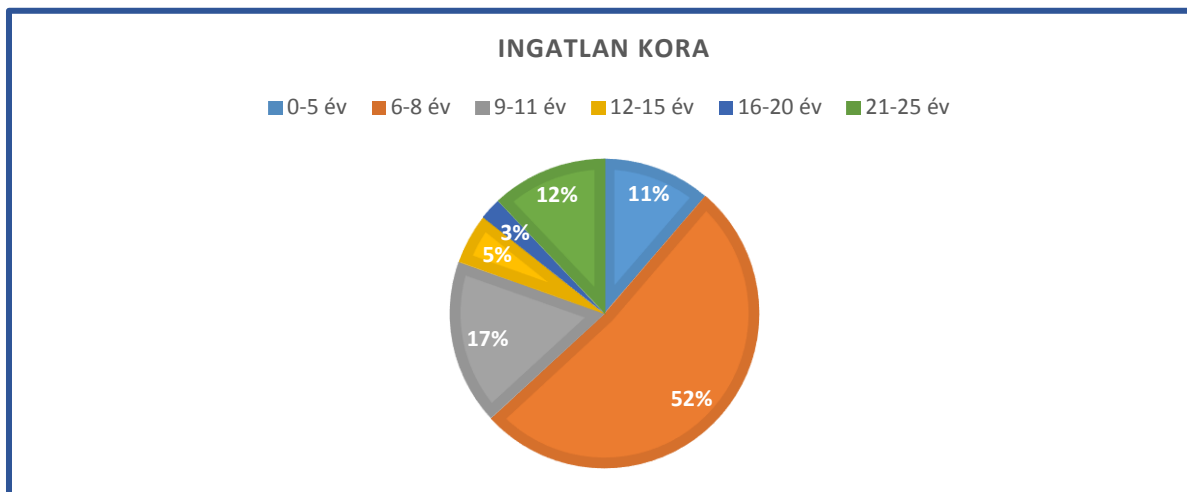
A megújuló energetikai beruházásoknál szintén a napenergiáé a vezető szerep, hiszen a válaszadók 85%-a már legalább elgondolkodott napelem létesítéséről. Ezzel összecseng a kérdőív 22. kérdése:”Tegyük fel, hogy a technológia telepítése 7-9 év alatt megtérül, majd további 15 évig ingyen termeli az energiát. Adott feltételek mellett telepítene ön ilyen technológiát, ha a beruházás 1,5 millió forintba kerülne?” Itt ugyanis a megkérdezettek 92%-a mondta, hogy legalább elgondolkodna rajta, 38%-uk pedig mindenképp végrehajtana ilyen jellegű beruházást.

**7. táblázat: Megújuló energiák beruházására vonatkozó tervek**

Adott feltételek mellett tervezne-e ön megújuló energia beruházást?	Napelem	Napkollektor	Hőszivattyú	Mini szélérómű	Tűzifa	Fapellet
<i>Már rendelkezem vele</i>	5,3%	9%	0%	0%	27,8%	4,5%
<i>Igen, tervezek</i>	26,3%	22,6%	3,8%	3%	34,6%	2,3%
<i>Gondolkodom rajta, de még nem döntöttem</i>	53,4%	36,1%	10,5%	4,5%	18%	10,5%
<i>Még nem gondolkodtam el rajta</i>	9%	18%	31,6%	14,3%	4,5%	13,5%
<i>Egyáltalán nem tervezek</i>	3%	10,5%	46,6%	69,2%	11,3%	57,1%
<i>Nem tudja</i>	3%	3,8%	7,5%	9%	3,8%	12%

Az ingatlanok összetétele az adott körzetben jól mutatja a 2000-es években történt rohamos építési lázat, hiszen az itteni ingatlanok 80%-a 11 évnél fiatalabb és mindössze 12%-a 21-25 év közötti, de ezekben az ingatlanokban is már eredetileg vagy utólagosan megtörtént a hőszigetelés, a fűtőkorszerűsítés és a modern nyílászáró szerkezetek beépítése.

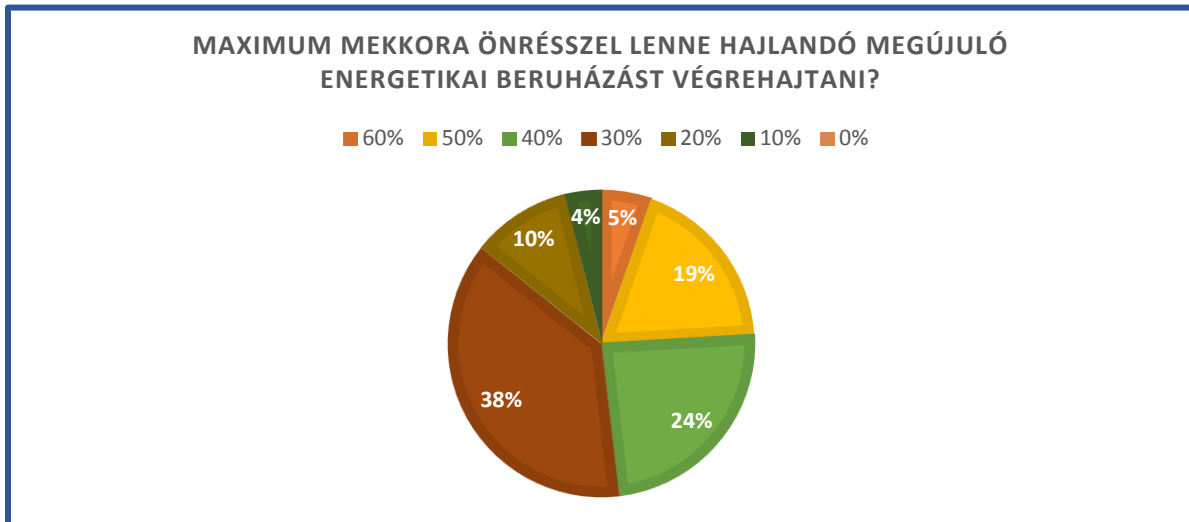
### 8. ábra: Az ingatlan kora



Rendkívül lényeges tényező az ismeret és a szándék mellett a harmadik elem a forrás. Az előző kérdések elemzéséből kiderült, hogy ebben a homogén csoportban adott az alternatív energiák ismertsége, magas azok elfogadottsága, és adott feltételek mellett meg van a szándék ilyen beruházások létesítésére. Rendkívül fontos kérdés, hogy a lakosság ezen része mit tart adott feltételeknek. Az nyilvánvaló, hogy még stabil anyagi háttérrel sem tudják „zsebből” finanszírozni a teljes projektet, így szükséges valamilyen támogatási forma megléte.

A megkérdezettek 70%-a az önrész mellett vissza nem térítendő állami támogatásokkal, 18%-uk kamatmentes, mindössze 3%-uk alacsony kamatozású kölcsönrel, 9%-uk pedig adókedvezmények megléte esetén látja megvalósíthatónak a beruházást. Mivel a megkérdezettek több mint kétharmada a vissza nem térítendő támogatásokat várja el kíváncsi voltam az önrész és a támogatás mértékének nagyságára is.

## 9. ábra: Vállalt önrész



A megkérdezettek, több mint egyharmada (38%) lenne hajlandó maximum 30% önrészt vállalni a beruházás költségeiből, míg 48%-uk 40-60% közötti önrésszel is megvalósítana ilyen jellegű beruházást. Fontos momentum, hogy az állami szerepvállalás kérdésében a felmért csoportnak nincsenek irreális elvárásai, hiszen a válaszadók 58%-a csak a beruházási érték egy ötödét, másik 24%-uk pedig a 30%-át szeretné vissza nem térítendő támogatásból finanszírozni, és mindössze 19% vár el 40-50%-os állami részvételt. A megújuló energiák esetében kulcskérdés a megtérülési idő. Általánosságban elmondható, hogy ezeknél a számításoknál nem veszünk figyelembe olyan nehezen számszerűsíthető tényezőket, mint a környezeti terhelés csökkenése, a szén-dioxid kibocsátás csökkenése, az élhetőbb környezet kialakítása, az energiafüggetlenség legalább részleges elérése.

Az első módszer a belső megtérülési ráta (IRR) számítása, ahol a befektetés nettó jelenértéke  $NPV=0$

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+r)^i} * (\dot{E}_i + M_i - B_i - P_i) = 0 \text{ és } IRR = r \times 100 (\%)$$

ahol:

$i$  = évek száma

$n=m+z$  („ $m$ ” a megvalósítás időtartama; „ $z$ ” a figyelembe vett üzemévek száma)

$IRR(r)$  = a keresett megtérülési ráta

$\dot{E}_i$  = éves működési cas-flow

$B_i$  = beruházási költség

$P_i$  = pótló beruházás

$M_i$  = maradványérték

Ez a modell nem számol inflációt, értékcsökkenést, nem számolható költségelemeket, a projektelemek által generált működési költséget, árbevétel változást. Ezzel a megújuló energiaforrások számos előnyös tulajdonságát nem veszi figyelembe. A megtérülési idő alatt gyakorlatilag nincs pótlólagos ráfordítás, mivel a rendszer nem tartalmaz mozgó alkatrészt, gyakorlatilag költség- és munkamentesen üzemel.

Ezen kívül nem számol az infláció mértékével, és az externális költségekkel sem.

## 2. módszer

A másik gyakran alkalmazott módszer (ami az általánosan alkalmazott módszer) a következő:

$$n = \frac{C_0}{PV}$$

ahol

n= megtérülési idő

C<sub>0</sub>= A befektetés jelenértéke

PV= az éves várható hozamok jelenértéke

A képlet alkalmazhatósága, érvényessége itt is csak bizonyos feltételek mellett érvényes, hiszen a hozamok jelenértéke az egyes években keletkezett hozamok diszkontált értékeként adódik. A megtermelt éves hozam és az energia ára, az átvételi ár azonban változhat, így csak becslött értékekkel dolgozhatunk. Ráadásul figyelembe kell vennünk az inflációt is. A tapasztalatok és a statisztikai adatok is azt mutatják, hogy az átlagos inflációs ráta és az energiaárak inflációja akár jelentősen is eltérhet egymástól. Ennek figyelembe vételével a reális megtérülés a következő képlettel határozható meg:

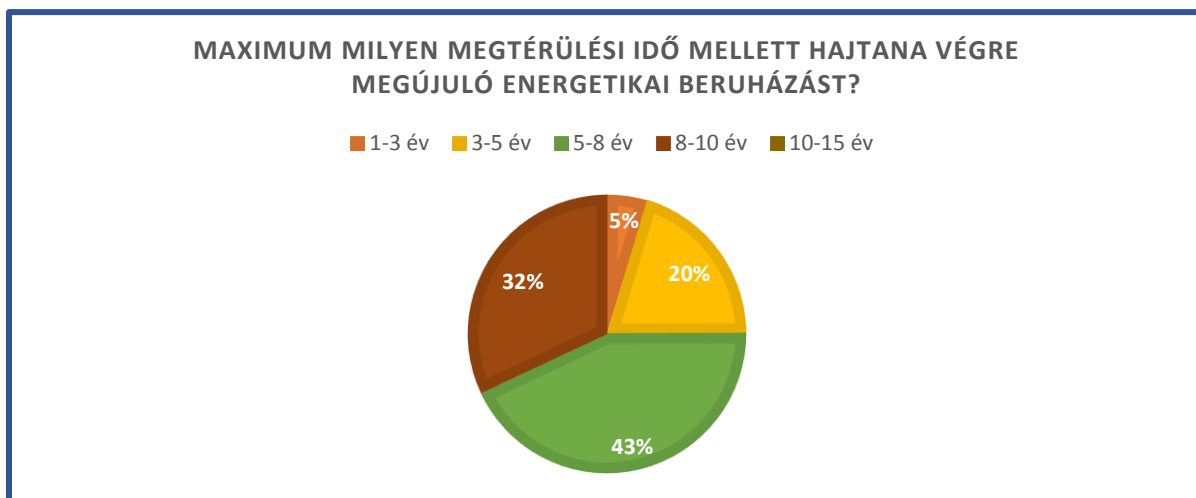
$$n = C_0 \times (1+r_1)^n / PV \times (1+r_2)^n$$

Amennyiben  $r_1=r_2$ , úgy az eredeti egyszerűsített képletet kapnánk. 2001 és 2010 között például az energiaárak átlagos változása 12,6% volt (MEKH adatai alapján számolva), míg az átlagos infláció mértéke 4,85% (KSH adatai alapján számolva). Ha erre az időszakra számítjuk a megtérülési időket, akkor a lakossági felhasználók esetében a reális megtérülési számítás alapján az egyszerűsített számításnál kapott érték 84%-a adódik. A jelenlegi időszakban azonban az energiaárak világpiacon is csökkenésnek indult, valamint a hazai rezsicsökkentés következtében is negatív inflációval számolhatunk. Mindez megemeli a napelemes rendszerek megtérülési idejét, különös tekintettel arra, hogy mindeközben az áram átvételi ára hazánkban rendkívül alacsony például a németországi FIT rendszerhez képest. 2016. január elsejétől a 20MW-nál kisebb naperőművek esetében ez 31,77 HUF/kWh.[114] Ugyanakkor Németországban 29-39 eurocent/kWh, a FIT rendszer 20 évre garantált, amit a piaci árváltozásokhoz igazítanak, így nagyjából 9-11 éves megtérülési időt kapunk. A rossz tervezés



ugyanakkor sérülékennyé teheti a rendszert. Spanyolországban hasonló átvételi árak mellett a jóval nagyobb áramtermelés miatt a megtérülési idő 5-7 évre csökkent, ami gyakorlatilag „aranylázat” indított el, komoly veszélybe sodorva ezáltal a költségvetést. Az így bekövetkező megszorítások azonban kiszámíthatatlanná teszik a rendszert.[115]

### 10. ábra: A megtérülési idő



Ennél a kérdésnél a kapott eredmények jól mutatják, hogy még a fiatal, stabil anyagi helyzetben lévő családok esetében is az elvárt megtérülési idő 10 év alatt van, sőt legnagyobb arányban (43%) az 5-8 éves megtérülési időt tartják elfogadhatónak, ami a jelenlegi napelemes rendszerek árát figyelembe véve csak jelentős állami támogatás mellett megvalósítható.

*A 3. számú hipotézis első alpontjának esetében a felmérés eredménye egyértelműen kimutatta, hogy ebben a csoportban valóban létezik az ismeret-szándék-forrás hármasság, magas a megújuló energiák elfogadottsága, és adott feltételek mellett hajlandóak lennének megújuló energetikai beruházásokra. A stabil anyagi háttér miatt magasabb önrésszel és kisebb arányú vissza nem térítendő támogatással is hajlandóak lennének ilyen jellegű beruházásokra. Ami leginkább visszatartó faktor, az a magasabb megtérülési idő. A jelenlegi szabályozás alapján számítható megtérülési idők 3-5 évvel hosszabbak az általánosságban elvártnál. **Hipotézisem ezen részét a felmérés során kapott eredmények alapján bizonyítottnak tekintem.***

*A smart meteringre vonatkozó kérdésekre adott válaszok meglepő végeredménnyel zárultak. Feltételezésemmel ellentétben az okos mérés rendszere ebben a homogén csoportban csak alacsony százalékban ismert. A megkérdezettek 30,1%-a hallott már a rendszerről és mindössze 9,8%-uk állította, hogy jól ismerik azt. **Ez esetben tehát bizonyítást nyert, hogy hipotézisem második része nem teljesült, a kapott eredmények alapján feltételezésem ellenkezője nyert bizonyítást.** Ugyanakkor miután röviden ismertettem az okos mérés lényegét,*

alkalmazhatóságát 12%-uk mindenképpen beszereltetne ilyen otthonába, 57,1%-uk pedig az ártól függően tenné mindezt. „Az okos mérés előnyös számomra mert...” kérdésre adott válaszok már magas elfogadottságot tükröztek. A megkérdezettek 88%-a értett részben vagy egészben egyet azzal, hogy a rendszer naprakész információkkal látja el, 85%-uk azzal, hogy maguk irányíthatják energiafelhasználásukat, 94,8%-uk, hogy csökkenthetik rezsi költségüket és 70,7%-uk szerint kényelmes, hogy a háztartási eszközök távolról is irányíthatóak egy okos telefon segítségével, ami szintén alátámasztja hipotézisem első részét.

#### *4.2.1. Szakpolitikai javaslatok*

*A 3. számú hipotézis és annak ellenőrzése során kapott végeredmény alapján a következő szakpolitikai javaslatokat teszem:*

##### **1. Tovább kell javítani az ilyen összetételű csoportok informáltságát**

- Bár a megkérdezettek alapvetően tájékozottak az alternatív energiák tekintetében, bizonyos energiaforrások ismerete még nem elégséges. Kevesen gondolkodnak a geotermikus energia adta lehetőségekben, nem ismerik a biomassza számos elemének előnyeit (pellet fűtés). Kiemelten fontos az „okos mérés”-ről való tájékoztatás, a rendszer főbb elemeinek megismertetése a fogyasztókkal, az előnyök kiemelése, alkalmazhatóságuk, beépíthetőségük feltételeinek pontos leírása.
- Rövidtávon tájékoztató füzetekkel, társadalmi célú hirdetésekkel, internetes hirdetésekkel, portálokkal, oktatási projektekkel, konkrét, pontos elemzésekkel bemutatni az ismert és kevésbé ismert alternatív energiaforrások adta lehetőségeket. Költségelemzésekkel, megtérülési és hozam számításokkal bemutatni a megújuló energiák gazdasági és ökológiai előnyeit. Az ebbe a csoportba tartozók kiemelkedő arányban felsőfokú végzettséggel rendelkeznek, így ők nagyobb valószínűséggel értenek meg szakmai elemzéseket és kimutatásokat. Ennek ellenére azonban figyelniük kell az ismeretek komplexitására, valamint arra, hogy egyszerűen dekódolható információkat jutassunk el a fogyasztóhoz. Nem az információk mennyiségére, hanem minőségére kell fektetnünk a hangsúlyt.
- Olyan mérőeszközök bevezetésével, melyek segítenek az energiafelhasználás racionalizálásában, a visszacsatolás erősítésében (környezeti gömb: Ambient Devices, Nag-Baztag, előszobában elhelyezett mérőórák).

**2. A vissza nem térítendő támogatások keretösszegének jelentős emelése, a jelenlegi szabályozó rendszer felülvizsgálata.**

- Az alternatív energiaforrások támogatottsága csökkent (CHP erőművek támogatásának csökkentése [116], napelemek esetében a környezetvédelmi termékdíj bevezetése, szél erőművek telepítésének teljes leállítása), ami jelentősen hátráltatja a megújuló energiák elterjedését, illetve az ilyen típusú energetikai beruházások megvalósulását.
- A vizsgált csoport esetében a minimálisan elvárt vissza nem térítendő támogatások nagyságát javasolt 25%-ban megállapítani. A vállalt önrész a felmérés szerint 30-40% között mozoghat, míg a fennmaradó részre (35-45%) olyan kamatmentes vagy alacsony fix kamatozású hitelkonstrukciókat kidolgozni, melyek kiszámíthatóak, és biztosítják a befektetők által elvárt 7-9 éves megtérülési időt. Hatékony elmozdulás csak akkor várható, ha az erre szánt állami, illetve uniós források nagysága eléri az évi 50-60 Mrd forintot. 2016-ban ilyen jellegű közvetlen állami támogatás a napelemes rendszerekre nincs, közvetetten a Lakástakarék Pénztáraknál nyitott számlán keresztül érhető el az évi maximális 72 000 Ft támogatás.

#### 4.3. AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG VIZSGÁLATA

Feltételezésem szerint ezen a területen alapvetően régi, szigeteletlen családi házakat találunk, ahol az energiahatékonysági beruházások megvalósítása jelentős megtakarításokat eredményezne. A felmérés végeredménye alátámasztotta feltételezéseimet. Az itt található ingatlanok 77%-a 30 évnél öregebb, és mindösszesen 10%-uk 15 évnél fiatalabb. Az itt található ingatlanok típusa szerint 90,6%-a családi ház, jellemző építőanyaga téglá (83,3%).

***A kérdőív a 3. számú mellékletben található***

## 8. táblázat: Szociodemográfiai jellemzők

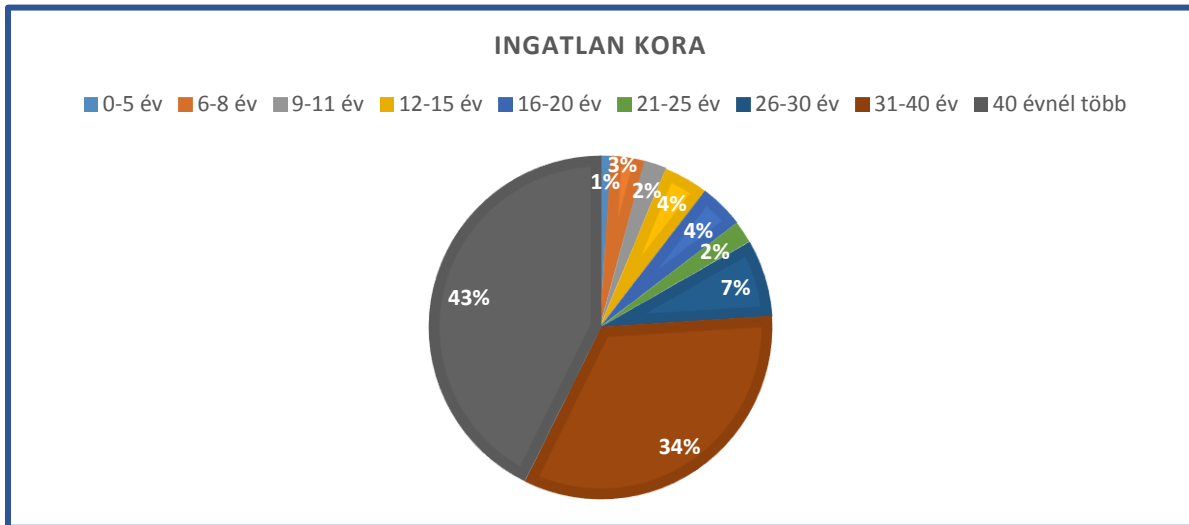
<b><i>Kérdezett neme</i></b>	
Férfi	46,9%
Nő	53,1%
<b><i>Életkor</i></b>	
20-30 év	6,3%
31-35 év	2,1%
36-40 év	7,3%
41-45 év	13,5%
46-50 év	10,4%
51-60 év	24%
61-70 év	36,5%
<b><i>Legmagasabb iskolai végzettség</i></b>	
Kevesebb, mint 8 általános	0%
8 általános	11,5%
Szakmunkásképző	20,8%
Gimnázium, középiskolai érettségi	38,5%
Felsőfokú szakképzés vagy technikum	6,3%
Főiskola, egyetem	22,9%
<b><i>Jövedelmi helyzet</i></b>	
Kényelmesen kijövünk a jövedelmünkből	10,4%
Kijövünk a jövedelmünkből	34,4%
Nehezen jövünk ki a jövedelmünkből	29,2%
Nagyon nehezen jövünk ki a jövedelmünkből	26%

A szociodemográfiai jellemzőkből jól látható, hogy a második homogén csoportban idősebb, alacsonyabb végzettséggel rendelkező, és gyakran nehéz anyagi helyzetben lévő lakosságot találunk. A megkérdezettek 60,5 %-a 50 évnél idősebb, és mindössze 15,7%-uk 40 évnél fiatalabb. Felsőfokú végzettséggel a megkérdezettek kevesebb, mint egyharmada (29,2%) rendelkezik, és mindössze 10,4%-uk állította azt, hogy kényelmesen megélnek a jövedelmükből, 55,2%-uk pedig nehezen vagy nagyon nehezen jön ki a jövedelméből.

Az SPSS szoros korrelációt mutatott az energiahatékonyság, az építőanyag, és a lakóépületek kora között. A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja. Ezekben az esetekben az F-próba szignifikancia szintje 0 közeli értéket adott, ami a kapcsolat meglétét igazolja.

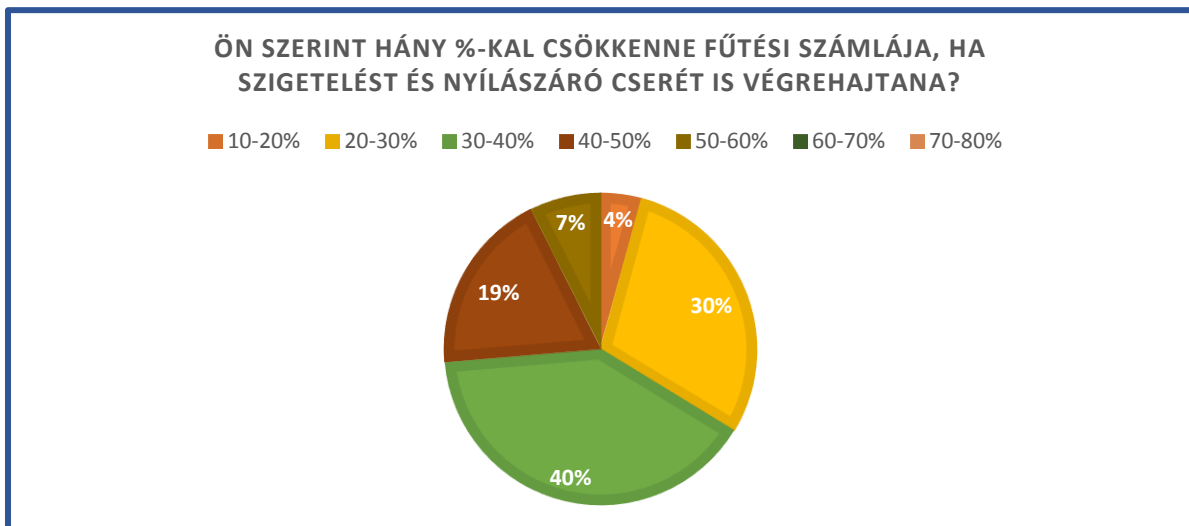
***Az SPSS elemzés a 4.számú mellékletben található***

## 11. ábra: Az ingatlan kora



Az Energiaklub Szakpolitikai Intézetének Módszertani Központja kutatási jelentése alapján a szigetetlen, régi nyílászárókkal rendelkező ingatlanok esetében a teljes körű korszerűsítés 50-60%-os energia megtakarítást eredményez. [13] A felmérés végeredménye jól mutatja, hogy az emberek alul becslik az energia megtakarítás nagyságát. A megkérdezettek mindössze 11%-a gondolta úgy, hogy ekkora vagy ennél is nagyobb megtakarítás érhető el. 74%-uk 40%-nál kevesebb megtakarítást feltételezett.

## 12. ábra: Fűtési számla csökkenésének mértéke

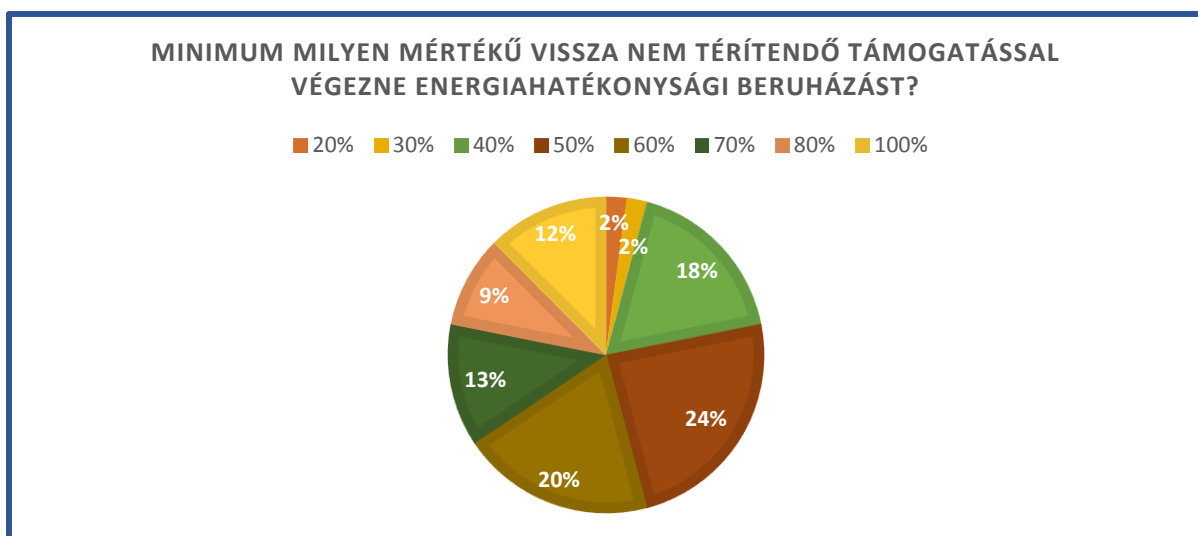


A támogatási formákat illetően az előző csoporthoz képest jelentős eltolódás történt a vissza nem térítendő állami támogatások felé (60%), és mindössze 23%-uk látja megoldásnak a hitelezés valamilyen formáját, 3%-uk pedig az adókedvezményt.

Ugyancsak erőteljes változás mutatható ki a vállalt önrész tekintetében is. A csoport 83%-a 30%-nál, 65%-a pedig 20%-nál is kisebb önrésszel lenne hajlandó vállalni egy ilyen típusú beruházást.

A vissza nem térítendő támogatások tekintetében az arányok felfelé tolódtak el a másik csoporthoz viszonyítva. A megkérdezettek 78%-a vár el 50%-nál is nagyobb állami támogatást, 34%-uk pedig 70% felettit. Az elvárt megtérülési idő is jóval kisebb ebben a csoportban. A válaszadók 60%-a 5 évnél rövidebb megtérülési idő mellett végezne energiahatékonysági beruházást, és mindössze 6%-uk fogadja el a 8 évnél hosszabb megtérülési időt.

### 13. ábra: A vissza nem térítendő támogatások aránya



Az energiahatékonysági beruházások létrejöttének gátját a megkérdezettek 21,2%-a a lassan megtérülő beruházásban, 49,7%-uk a pénzügyi lehetőségek hiányában, és 24,2%-uk magában a hitelfelvételben látja.

Az SPSS elemzés kimutatta, hogy a háztartások jövedelmi helyzete és a vállalt önrész mértéke, az elvárt állami támogatás mértéke, valamint a megtérülési idő között szoros korreláció mutatható ki. A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja. Az F-próba szignifikancia szintje mindkét csoport esetében 5% alatti volt, ami a kapcsolat meglétét igazolja, és bizonyítja, hogy célszerű azt a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.

**A 3. számú hipotézis második alpontjánál** a megkérdezettek nagy része indokoltnak tartja, hogy legyen pályázati támogatás (uniós forrás) az energetikai korszerűsítésre. Többségük nem végezne ilyen beruházásokat, ha csak a saját megtakarításaira és hitelekre támaszkodhatna. Ráadásul az anyagi helyzetre adott válaszok azt jelentik, hogy a lakosság ezen részének nincsenek megtakarításai, vagyis nem képesek önerőből finanszírozni a beruházásokat, hiába

térülne meg később a beruházás. A jelenlegi visszatérítendő támogatások aránylag kedvezőtlen konstrukciók, így azok kereslet-és beruházás élénkítő hatása erősen megkérdőjelezhető. Bár érthető, hogy az állam elvárja az állampolgáraitól, hogy áldozzanak otthonuk felújítására, ugyanakkor fontos megérteni, hogy mindez közérdek, hiszen jelentősen csökkenne energiakitettségekünk, javulna a külkereskedelmi mérlegünk, és munkahelyteremtő hatása sem elhanyagolható. A másik jelentős probléma, ami hátráltatja ezeket a beruházásokat, az az információ hiánya. A fogyasztók jó része azzal sincs tisztában, hogy mennyit fogyaszt, és ebből mivel mennyit spórolhatna, jelentős mértékben alul becslik a megtakarítás mértékét. [100], [101] A vissza nem térítendő támogatások keretösszege jelen pillanatban 5 milliárd Ft, ami a szükséges összeghez képest elenyésző mértékű, és a pályázati összeg néhány nap alatt elfogy az eddigi tapasztalatok alapján. Ráadásul a pályázatok nagy része ad hoc jellegű, a felhasználók számára nem tisztázottak előre a feltételek, a rendszer nem kiszámítható és nem tervezhető. Ugyancsak nem jelent megoldást az adójóváírás sem (a megkérdőjelezettek mindössze 3%-a ért egyet ezzel a támogatási formával), mivel nem javítja a likviditási gondokat, és az alacsony jövedelmű családoknál nem jelent komoly összeget. Ez a támogatási forma azoknak jelent megoldást, akik magas jövedelműek, magas adóalappal rendelkeznek, viszont ők nagy valószínűséggel a támogatás nélkül is megvalósíthatnák a beruházást.

*A kapott eredmények alapján kijelenthetem, hogy a jelenlegi szakpolitikai intézkedések valójában nem állnak összhangban a lakosság elvárásaival. Ebben a csoportban alacsony saját erő és magas vissza nem térítendő támogatás mellett végeznének csak energiahatékonysági beruházásokat. Bebizonyosodott, hogy a csoport tagjai az adott területet illetően alulinformáltak, jelentősen alul becslik a beruházással elérhető megtakarítás mértékét, ár érzékenyek, ezért elsősorban az anyagi források megléte és a rövid megtérülési idő az ösztönző, nem a környezettudatosság. **A kapott eredményeket összevetve a hipotéziseimmel kijelentem, hogy a 3. számú hipotézis energiahatékonysági beruházásokra vonatkozó részét bizonyítottnak tekintem.***

*Mindezek okán szükség van a támogatási és információs rendszer átalakítására, a lakosság igényeihez való igazításra. Ennek kapcsán a következő szakpolitikai javaslatokat teszem:*

#### *4.3.1. Szakpolitikai javaslatok:*

##### **1. Jelentősen javítani kell a lakosság informáltságát.**

- Rövidtávon tájékoztató füzetekkel, társadalmi célú hirdetésekkel, az energiaszámlák áttekinthetőbb, informatívabb megjelenésével, az energia-megtakarítási lehetőségek

konkrét számszerűsítésével. Figyelnünk kell az ismeretek komplexitására, és ennél a csoportnál kiemelkedően fontos, hogy egyszerűen dekódolható információkat juttassunk el a fogyasztókhöz. Nem az információk mennyiségére, hanem minőségére kell fektetnünk a hangsúlyt.

- Az energiahatékonysági beruházások bemutatása, mint hosszú távú, jövedelmező befektetés megtérülési-idő számításával egybekötve.
- Közép-és hosszú távon olyan mérőeszközök bevezetésével, melyek segítenek az energiafelhasználás racionalizálásában, a visszacsatolás erősítésében (környezeti gömb: Ambient Devices, Nag-Baztag, előszobában elhelyezett mérőórák)

## **2. *A vissza nem térítendő támogatások keretösszegének jelentős emelése***

- Éves szinten a javasolt keretösszeget az eddigi 5 Mrd Ft helyett 80-90 Mrd forintra emelni. Országos szinten több mint 2 millió családi házat találunk, és ennek jelentős többsége 1980 előtt épült. Erre az összegre jelentős uniós támogatások érhetőek el, és a kifizetett támogatások nagyságát ellensúlyozhatja a gázimport jelentős csökkenése, valamint az emisszió csökkenés következtében megnövekvő kvóta bevétel. Ezzel a keretösszeggel éves szinten 110-120 000 lakás korszerűsítése lenne megoldott, ami Maglódra vetítve éves szinten 150 ingatlant jelentene.

## **3. *A vissza nem térítendő támogatások arányának növelése***

- A felmérés adataiból kiderült, hogy a megkérdezettek jelentős aránya vár el 40% feletti állami támogatást, ami szoros korrelációban áll a csoportot jellemző jövedelmi helyzettel. A jelenlegi rendszer elsősorban azoknak kedvez, akik nagyobb arányú önrészt képesek előteremteni, és vállalni tudják az esetleges hitel terheit, vagyis jövedelmi helyzetük stabil, nem a mindennapi kiadások előteremtése nyomasztja őket, és tulajdonképpen képesek a beruházást egy jól jövedelmező befektetésként felfogni. Javasolt a támogatási arány 50%-os szintre emelése, amivel tartható az éves korszerűsítési arány, és elérhetőek az alacsonyabb jövedelemmel rendelkező családok is.

## **4. *Az önrész arányának csökkentése, megfelelő pénzügyi konstrukciók kidolgozása***

- Ahogy azt az elemzésben is kimutattam a csoport 83%-a 30%-nál, 65%-a pedig 20%-nál is kisebb önrésszel lenne hajlandó vállalni egy ilyen típusú beruházást. Mindenképpen javasolt bizonyos mértékű önrész elvárása, de a beszélgetésekből számomra az derült ki, hogy 100-200 000 Ft előteremtése is jelentős teher a családoknak. Így a javasolt önrész mértéke minimum 10%. A fennmaradó részre pedig



olyan pénzügyi konstrukciók kidolgozása javasolt, melyben a hitel törlesztő részlete nem, vagy csak kis mértékben haladja meg a korszerűsítés által elért megtakarítás nagyságát, így a háztartások kiadásai nem növekednének a beruházás következtében. Javasolt kamatmentes vagy alacsony kamatozású hitelkonstrukciók kidolgozása. Egy 1,5 milliós beruházás esetén ez azt jelenti, hogy az állami támogatás mértéke 750 000 Ft, önrész 150 000 Ft, hitel 600 000 Ft, ami 5 éves futamidővel számolva havi 10 000-11 000 Ft törlesztő részletet jelent, ami nagyjából megfelel egy átlagos családi házban elérhető megtakarítás havi átlagos összegével. (50-60%-os megtakarítási volument feltételezve)

#### 4.4. A MICROGRID ÉS MEGVALÓSULÁSAI

Az alternatív energiákra épülő modellek esetében nem szabad megfélemlenünk az ellátórendszerek kiépítéséről sem. Egy olyan intelligens, hálózatközpontú logisztikai rendszer kialakításáról van szó, amely képes kezelni a működés közben jelentkező beavatkozási kényszereket. A legnagyobb gond alapvetően a kialakult- és mára már elavult- struktúrával van. A „nagy energiafejlesztők”→”nagy hálózatok”→”nagy és kisfogyasztók” rendszerébe a házakra szerelt napelemek, a kis szélkerekek nehezen illeszthetők be. Át kell alakítanunk a jelenlegi villamos energia hálózati rendszerünket a megújuló energiáknál jelentkező kapacitásokhoz igazítva. Elosztott hálózatot kell létesíteni, ami sok apró kis szigetből (microgrid) áll össze. Ezek a szigetek önállóan tartalmazzák áramfejlesztőket, energiatárolókat, intelligens energiatovábbítókat és felhasználókat, melyek között biztosított a megfelelő infokommunikáció. Ezekből a közös vezérlésű rendszerekből alakul ki egy redundáns, felxibilis, öndiagnosztizáló és öngyógyító hálózat. [117]

Fontos a rendszerszintű, rendszerszemléletű gondolkodás, az egységes stratégiai elvek mentén való haladás, de a valódi, működőképes megoldásokat első körben regionálisan, kistérségi szinten kell keresnünk. Szerencsére egyre több olyan hatékonyan és gazdaságosan működő kistérségi zöld energia-ellátó rendszert láthatunk magunk körül, mely szolgálhat egy esetleges adaptáció alapjául. Olyan logisztikai rendszer kidolgozása a feladatunk, amely (ki)szolgálja a fenntartható fejlődést. Az ellátási lánc az energiaátalakító telepeket ellátja a szükséges anyagokkal, eszközökkel, technikával. Feladatuk a beszerzés, szállítás, tárolás, raktározás, működtetési támogatás, terméktárolás, szállítási tevékenység a fogyasztóig, valamint az esetleges cserék elvégzése. A megújuló energiák legfontosabb megoldandó feladata tehát (különösen a nap-és szélenergia esetében) az energia tárolása, valamint a termelés hektikuságából adódóan a kereslet és kínálat egymáshoz igazítása. [118]

A lokális rendszerek kialakításának, a regionális fejlesztéseknek számos előnye van. Kisebbségi a beruházási igénye, jelentősen csökkennek a szállítási, tárolási költségek, a helyben történő termelés és felhasználás nagy előnye pedig, hogy kiküszöbölhetőek, illetve minimálisra redukálhatóak az energiaszállítási veszteségek is. Mindemellett megoldást jelenthetne a túlzott centralizációval, urbanizációval szemben. A vidékfejlesztés további hozadéka, hogy új munkahelyek teremthetők, helyi vállalkozások jutnak megrendelésekhez, és az így keletkezett többletjövedelmek jó része is az adott területen hasznosul.

„Az energia kezelése alakítja a civilizáció természetét. Az energia termelésének és elosztásának ellenőrzése a fosszilis üzemanyag bázisú gigantikus centralizált társaságoktól áthelyeződik a kis termelők millióihoz, akik generálják saját megújuló energiájukat, és a felesleget eladják. Az új kor a hatalmi kapcsolatok minden szintjének újjá szervezését hozza magával. Míg az első és második ipari forradalom a centralizációt és a vertikális szervezeti struktúrát favorizálta, a harmadik a másodlagos utakat választja, és előnyben részesíti az együttműködő üzleti modelleket, amelyek jobban működnek a világhálókon. A kapcsolat a korábbi eladó és vevő ellentéte helyett, együttműködő kapcsolattá alakul a szállító és a felhasználó között.” [119]

Lassan összefonódik az otthoni energiatárolás és az elektromos autózás. A vezető autógyártók közül egyre többen lépnek be az otthoni energiatárolás piacára. A BMW i3-as modelljében a Beck Automotion-nal együttműködve olyan rendszert épített ki, amely az autó energiatárolóit használva 22 illetve 33 kilowattórás lesz, ami elegendő energiát képes tárolni ahhoz, hogy ellásson egy átlagos otthon egy napig külső betáplálás nélkül. Ezzel egy lépéssel közelebb kerültünk a 3. ipari forradalom elveihöz, az önálló energiaellátáshoz. A tulajdonosok ugyanis eltárolhatják a háztetőjükre szerelt napelemben termelődő energiát anélkül, hogy a hálózat esetleges kimaradásainak ki lennének szolgáltatva. Hasonló megoldásokkal korábban a Tesla és a Nissan (Nissan xStorage) is bejelentkezett. [120] A Tesla által kifejlesztett Powerwall akku 7 vagy 10 kilowattórányi áramot tárolhat. Akkura a cég 10+10 év garanciát vállal. A 100kg-os Powerwall 130\*86\*18 centiméteres, így akár egy előszobában vagy a garázsban is elfér. További előnye, hogy töltése időzíthető, így akár éjszakai árammal is tölthetőek. 2016. október 28-án jelentette be a Tesla, hogy új, a tetőcserepekbe integrált napelem rendszerek gyártásába kezd, amihez kifejlesztésre került a Powerwall 2, aminek a kapacitása már 14 kWh, így képes egy háztartás energiaellátását egy napon át fedezni. Az ipari felhasználóknak pedig elkészült a Powepack, ami 201 kWh kapacitású és akár gigawattórás szintre is skálázható.

#### 4.5. ÖSSZEFOGLALÁS, ÖSSZEGZŐ KÖVETKEZTETÉSEK

Felmérésem egy adott város homogén csoportjaiban történt. Felmérésem nem tekinthető reprezentatívnak. Figyelembe véve azonban, hogy az országban számos Maglódhoz hasonló szerkezetű település található, hasonló homogén csoportokkal, az itt kapott eredményeknek vannak általánosítható eredményei, még ha azok korlátozottak is. A felmérés arra egyértelmű választ adott számomra, hogy a jelenlegi szakpolitikai intézkedések nincsenek összhangban a lakosság elvárásaival, ami az egyes pályázati lehetőségek hatékonyságát megkérdőjelezi. Amennyiben 2020-ig teljesíteni szeretnénk a vállalt 14,65%-os megújuló arányt, úgy a jelen szabályozási környezet ezt nem segíti kellőképpen elő. Mivel ezek a programok központosítottak, így az önkormányzat lehetőségei is korlátozottak, mozgásterük kicsi. Az önkormányzat elsődleges feladatát a lakosság felé az 1. pontban leírt információ növelésben látom, míg felfelé erős lobbizási tevékenység folytatása javasolt a megfelelő támogatási rendszer kidolgozása érdekében, többek között az ilyen típusú felmérések eredményének közzétételével a döntéshozók felé.

Kutatásomban a viselkedésgazdaságtan eredményeivel összhangban kiemelt szerepet kap az információk tárolása a tájékozottság növelése érdekében. Itt nem az információk mennyiségén van a hangsúly, hanem a minőségén abban az értelemben, hogy az információk az átláthatóságot és végső soron a bizalmat, az információk megbízhatóságába vetett hitet erősítsék meg. Ez járul hozzá ahhoz, hogy nem az információtengerben kétségbeesetten kapálódozó fogyasztók, hanem saját erejükben bízó fogyasztók hozhatják meg személyes döntéseiket a fenntarthatóság érdekében. Ki kell emelnem azonban, hogy olyan információk kommunikálásáról lenne szó, melyek a komplexitás megőrzése mellett egyszerűen dekódolhatóak a felhasználók számára. A nemzeti és uniós projektek fő üzeneteivel összhangban kutatásomban a lokalitás kiemelt szerepet játszik. A civil, alulról építkező állampolgári kezdeményezések támogatása, a közösségi terek infrastruktúrájának erősítése egyértelműen a fenntartható fejlődést segíti elő, hiszen sokféle és önszerveződő társadalmi innovációk tereit teremtheti meg. Ugyancsak ajánlható a szakpolitika számára a közösségfejlesztés erősítése. A helyi gazdaságfejlesztés szakembereinek képzése és infrastruktúrájának támogatása a helyi gazdaság és foglalkoztatás erősítése érdekében ugyancsak szükséges lépésnek látszik.

A XXI. században a 3. ipari forradalom küszöbén az alternatív energiák térnyerése úgy tűnik, megállíthatatlanul folytatódik. Mindez azonban még nem vezet el bennünket a

megoldáshoz, hiszen meg kell vizsgálnunk a teljes ellátási lánc megfelelő kialakításának lehetőségeit is. Az általam preferált decentralizált áramtermelésre a kismértékű, szétszórt energiatermelés jellemző, melyeknek az elosztási rendszere hatékony, szállítási veszteségük a helyi felhasználás miatt kicsi. Szükséges az újgenerációs erőforrásokat integrálni, újfajta hálózatokra és innovatív kapcsolódó megoldásokra van szükségünk. A hálózati irányítás új alapokra helyezése elengedhetetlen. Ezek az új intelligens megoldási formák képesek biztosítani az energia keresletének és kínálatának egyensúlyban tartását, egymáshoz igazítását.

Minden elvesztegetett év növeli a kockázatokat és csökkenti a következő generációk esélyét egy jobb életre. Egy olyan geopolitikai és természeti adottságokkal rendelkező ország, mint hazánk sikere jelentős mértékben függ attól, hogy a hagyományos energiahordozókra épített gazdasági modellt hogyan tudja egy alternatív gazdasági modell felváltani. Magyarországnak olyan rendszerelvű energetikai terveket kell alkotnia, amely kiutat mutat a jelenlegi rendszer nehezen feloldható ellentmondásaiból.

## **5. MAGLÓD VÁROS BIOMASSZÁRA ALAPULÓ PROJEKTJE**

*H4: Feltételezem, hogy Magyarország optimális, megújuló energiákra alapuló energiamixében a biomassza kiemelkedő szerepet játszik a jövőben is, mivel a bioenergetikai ágazat képes nagy mennyiségben és tárolható módon energiát termelni. Ugyanakkor egy biomassza üzem létesítése csak abban az esetben valósítható meg, és működtethető hatékonyan, ha létezik a termeszítő-feldolgozó-felhasználó hármasság az adott kistérségben.*

### **5.1. A VÁROS ADOTTSÁGAI, A PROJEKT TERVEZETE**

Kutatásom vizsgálati terepe jelenlegi lakóhelyem Maglód, Budapest agglomerációs körzetében. Maglód Pest megye területén, a fővárostól (0 kilométerkö) 26 km-re, Nagy Budapest határától úgy 1,5 km-re, délkeletre fekszik. A dunai nagy síkságra kilapuló cserhádi dombok déli oldalában, két domb között helyezkedett el a régi falu, ami azóta jelentősen megnövekedett. A Duna-Tisza közti hátság észak-déli lejtése nem közvetlenül szembeűnő. Szomszédos települései Ecsér, Gyömrő, Pécel, Üllő, illetve Budapest XVII. kerülete. Az M0-ás autópálya közvetlenül a város nyugati határa mellett-az Ecsér és Maglód közötti völgyben halad el. A település megközelíthető a 31-es főútról Budapest és Szolnok felől egyaránt, Ecsér és Gyömrő felől a 3111-es számú főúton. Budapest-Újszász kétvágányos

vasútvonal megy át a településen, az állomáson iparvágány és kirakodási lehetőség van. Szintén könnyen megközelíthető a város az M5-ös és M3-as autópálya, valamint a 4-es számú főút felől. Közlekedési szempontból tehát kiemelkedően jó helyzetben van a város, ami jelentősen megkönnyíti számos logisztikai feladatok megoldását.

Maglód 2007-ben kapta meg a városi rangot. Jelenlegi lakosainak száma 11 471 fő, lakóházainak száma 4 011 (2000-ben 3087 volt az ingatlanok száma), ami a 2006-2008 közötti időszakban jelentősen gyarapodott, gyakorlatilag új városrészek nőttek ki a földből 2-3 év leforgása alatt, 10 év alatt pedig 1000 új ingatlan épült, egyharmadával növelve az ingatlanok számát. Csak a klenovai részen több mint 400 ingatlan található, amiből egyetlen utcában (Lövéte) 278 ingatlan épült. Ez az új rész 2007-től alakult ki, és mára minden telek beépült 3-4 lakásos sorházakkal.

A város területe 2 237 hektár, amiből 465 hektár a belterület. A fennmaradó rész erdőség, mezőgazdasági, illetve ipari terület. A monori kistérségben 5 km-es körzetben belül további jelentős mezőgazdasági területek és erdőségek találhatóak (Ecsér, Gyömrő, Mende, Pécel). A földterületek között jelentős a 16-20 AK-os földterület, helyenként magas talajvízszinttel. Ez azt jelenti, hogy ezek a területek kivonhatóak az élelmiszertermelés folyamatából.

A kérdőívben felmért csoportoknál láthattuk, hogy egyrészt nyitottak az alternatív energiák használatára, és megfelelő pénzügyi konstrukciók, valamint belátható megtérülési idők mellett képesek és hajlandók a megújuló energiákra alapuló beruházásokra, másrészt az energiahatékonysági beruházások esetében a szigetelés és nyílászáró csere mellett a kazáncsere is megjelenik, mint lehetséges beruházási alternatíva. A klenovai részen épült 278 lakás mindegyike rendelkezik alternatív fűtési lehetőséggel, azaz bélelt kéménnyel kályha illetve kazán beállításához, míg a régi városrészben az elavult fűtési rendszerek cseréjénél lehet költséghatékony és gyorsan megtérülő befektetés egy új, alternatív energiahordozóra épülő kazán. Ugyancsak jelentős megtakarítási potenciál érhető el az önkormányzat fenntartásában működő épületekben is. Bár a felmérés azt mutatta, hogy a pellet sokak számára még ismeretlen, vagy legalábbis nem elfogadott fűtőanyag, a háztartások nagy része tervezi (vagy rendelkezik is vele) másodlagos fűtés kialakítását. Amennyiben bizonyítani tudjuk számukra a pellet előnyeit a gáz és a fafűtéssel szemben, akkor versenyképes alternatívája lehet az eddigi fűtési rendszereknek. A projekt akkor lehet gazdaságos és hatékony, ha megvalósul a természető-feldolgozó-felhasználó hármasság egy adott körzetben. Maglódon a közeljövőben ennek jegyében jöhet létre a projekt.

A közelmúltban több pellet üzem hagyta abba működését anyagi okokra hivatkozva. Az ügyvezetőkkel folytatott interjúkban a projektek sikertelenségének okait összefoglalóan a következőkben látták:

- 1. A magas logisztikai költségek, ami jelenti mind az inputpiac, mind pedig az outputpiac nagy távolságát. A megtermelt pellet legnagyobb felvásárló piaca külföldön van (Ausztria, Németország, Olaszország), így a szállítási költségek igen magasak, ráadásul a külföldi megrendelők amennyiben olcsóbb beszerzési piacot találnak (Ukrajna, Románia), akkor onnan rendelik a termékeket.*
- 2. Az alapanyag utánpótlás kiszámíthatatlansága. Gyakori probléma, hogy a termelők is a jobb lehetőségek érdekében külföldre értékesítik az alapanyagot.*
- 3. Az alapanyag minőségének változása. Amennyiben az alapanyag minősége változik (növekszik a szennyező anyag mennyisége), gyakran okoz fennakadást a termelésben, mivel a precízen beállított gépeknél ez meghibásodást és gyakori leállást eredményez, ami rontja a költséghatékonyságot.*
- 4. Szűk, vagy kiszámíthatatlan felvevő piac. A megkérdezettek állítása szerint ott működnek kisebb méretű projektek, ahol az önkormányzati épületek fűtését oldják meg pellettel, mivel itt jól tervezhető a felvevő piac nagysága.*

A válaszokból egyértelműen kitűnik, hogy a problémák, okok jelentős része éppen a hármas egység meglétének hiányáról tanúskodik.

**Megoldási javaslatok (a hármas egység meglétének garantálása):**

- 1. A pellet alapanyagát helyben kell megtermelnünk, hogy jelentősen csökkenthessük a logisztikai költségeket.*
- 2. Fontos a szállítások olyan rendszerének kialakítása, amely megfelel a city logisztika főbb elveinek.*
- 3. Olyan alapanyagot kell választanunk, amely kiszámítható, egyenletes utánpótlást biztosít a pellet üzem számára, és minősége állandó.*
- 4. A megfelelő üzemméret meghatározása, és a felvevő piac helyben történő biztosítása.*
- 5. Javasolt önkormányzati földterületeket használni mind a termőterületek, mind a pellet üzem esetében, ezáltal biztosítva a hosszú távú, stabil működést.*
- 6. Az üzem létesítésére uniós támogatásokat szerezni, így a beruházásnál csak az önrész biztosítása szükséges.*

## 5.2. LOGISZTIKAI ALAPELVEK ÉS MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEK

A logisztika a klasszikus megfogalmazás szerint egy olyan gondolkodásmód és ebből fakadó tevékenység, mely ellátási és szolgáltatási folyamatok egymáshoz kapcsolódó részrendszereit egy átfogó, tudományos szemlélettel képes szintetizálni. Feladata anyagok, emberek és információk rendszeren belüli és rendszerek közötti áramlásának tervezése, szervezése, irányítása és visszacsatolásokon keresztüli ellenőrzése, valamint mindezek végrehajtásához szükséges tárgyi feltételek biztosítása. A XXI. században a rohamosan változó világ új alapokra helyezte a logisztika tudományát is. A rendszerszemléletű gondolkodásmód a tudomány számos területén meghatározó elvé vált. Knoll professzor meghatározása szerint: „A logisztika összefüggő gazdasági és társadalmi folyamatok átfogó, egyben integrált kezelésének tudománya. Célja a mikro-és makro környezet hatásvizsgálataira folyamatosan támaszkodva, a lehetséges maximális gazdasági és társadalmi eredmény elérése.” [121] Ugyanakkor egyetértek Dr. Réger Béla azon rendszerszemléletű megközelítésével, mely a logisztika főbb részeit az ellátási-,termelési-,elosztási logisztikára bontja. Disszertációm témaköréből kiindulva fontosnak tartom külön elemként megemlíteni a hulladék logisztikát is, mely a cirkuláris gazdaság megteremtésének egyik fő alappillére lehet. Mindebből arra következtethetünk, hogy az ellátás a logisztika része, így nem fogadhatóak el azok az elvek, melyek megpróbálják a logisztika egyes részeit kiemelni és azt önálló részként értelmezni.[122]

Knoll professzor definíciójából következik, hogy a folyamat első lépése egy makro-elemzés, melyben részletesen megvizsgáljuk a környezeti elemeket, és hatásvizsgálatokat végzünk. Ezeket bontjuk fel mikro elemekre, és az így kapott eredmények alapján történik meg a visszacsatolás, a végső logisztikai rendszer kialakítása.

Ennek egyik fontos eleme a partneri kapcsolatok előzetes figyelembe vétele. Szoros együttműködést kell kialakítanunk a beszállítókkal, az esetleges alvállalkozókkal és minden érintett féllel társ önkormányzatokkal, kormányzati ágazati szervekkel. Az együttműködés lényege a közös gondolkodás, az innovatív gondolatok megvitatása, különböző brainstorming jellegű csoportos döntéshozatalok alkalmazása. Ez egy összetett rendszer, amelyben együttműködik a logisztika a társadalommal és a gazdasággal. Igazi megelégedés viszont csak akkor jön létre, ha ez egy win-win típusú játékká válik, ahol minden résztvevő nyer, ahol sikeresen valósítjuk meg a kölcsönös érdekeltséget.

### *5.2.1. Az outsourcing, mint a gazdasági optimalizálás egyik alternatívája*

Egy gazdálkodó szervezet életében a magas fix költségek komoly gondot jelenthetnek, és a profitabilitás akadályává válhatnak. Célszerű ezért ezeket a költségeket teljesítményfüggő változó költségekké alakítani, ami egyfajta „karcsúsítást” jelent a vállalat életében. A vállalati folyamatok bizonyos elemeinek outsourcing-ja (vállalaton kívülre történő kihelyezése) csökkenti a vállalaton belül elvégzendő tevékenységek körét, karcsúsítva ezáltal az irányítási rendszert is. A szervezet ezáltal átláthatóbb, hatás-és felelősség köreiben következetesebb lesz, ami belső hatékonyság növekedéshez vezet. Ilyen feladat-kiszervezés lehet a legyártott termékek csomagolása, készletezése, a karbantartási tevékenység, energiaellátás, őrző-védő szolgáltatás, takarítás, vagy különböző ügyviteli munkák. Bizonyított tény, hogy ezáltal a logisztikai költségek akár 20-30%-kal is csökkenhetnek.

Az eredményesség egyik alapfeltétele, hogy a kiszervezett feladatokat az arra leginkább alkalmas partnerekre bizzuk. Ennek a kiválasztásnak a főbb kritériumait mutatja a 25. ábra. Természetesen itt meg kell jelennie szakmai, minőségi, valamint pénzügyi tényezőknek is, de nem szabad elfelejtenünk, hogy a stakeholderek a vállalat filozófiájának szellemében kell, hogy közreműködjenek. [121]

A logisztikai outsourcing révén több stratégiai cél is megvalósítható. A fő tevékenységre való koncentráció, a költségcsökkentés és a magasabb kiszolgálási színvonal elérése. A logisztika kiszervezése azonban csak megfelelő kontrol biztosítása mellett lehet hatékony megoldás. Ha az információellátottságban hiányok keletkeznek, az a kölcsönös bizalom hiányát és a „win-win” szituációból történő kilépést hozza magával, ami hosszú távon nem garantál hatékony együttműködést a felek között. Ezért kiemelkedő fontosságú a helyi önkormányzatok koordináló szerepe az ellátási láncban részt vevő, gyakran eltérő érdekű érintettek közötti együttműködés megteremtésében és az érdekharmónizációban. [123]



#### 14. ábra Az outsourcing partner kiválasztásának feltételei



Forrás: Knoll Imre: Logisztika a 21. században, KIT Képzőművészeti Kiadó 2001, 28. oldal

#### 5.2.2. A City logisztika elvei

Az egyik legfontosabb vállalati partner a beszállító. A rendszer alapvető célja a 7 „M” biztosítása a megrendelő számára. Mindez manapság azonban már nem csak ökonómiai és szolgáltatási célokat foglal magába, hanem egyre fontosabbá válik a környezetvédelem is. A vállalatoknak vállalniuk kell termékeik és tevékenységeik környezeti következményeit is, így egyre inkább megfigyelhető, hogy ezek a környezetvédelmi alapelvek beépülnek a vállalati stratégiákba. Ennek egyik megjelenési formája a vállalati felelősségvállalás (CSR)<sup>37</sup>. Szükség van tehát egy környezetorientált logisztikai felfogásra, mely egységbe szervezi a stakeholdereket, a logisztika egyes alrendszerait, aminek nyomán a vállalat képes áttekinteni a környezeti hatásokat a termék teljes életciklusán keresztül. A szállítások rendszerét áttekintve azonban Magyarországon azt látjuk, hogy még mindig nagyon sok a 15 évnél öregebb és nem megfelelően karbantartott tehergépkocsi, aminek következtében magas mind a káros-anyag kibocsátás, mind pedig a zajhatás. Erre megoldás lehet a kisebb teljesítményű járművek alkalmazása, a megfelelő szintű karbantartás, a közlekedési

<sup>37</sup> Corporate Social Responsibility

intenzitás csökkentése, a forgalommal kevésbé terhelt időszakokban történő szállítás, a visszfuvar arányának növelése. [124]

### 5.3. EGY KISTÉRSÉGI PELLETT ÜZEM LÉTESÍTÉSÉNEK FELTÉTELEI

Egy biomasszára alapozott projekt tehát akkor lehet gazdaságos és hatékony, ha megvalósul a termeszto-feldolgozo-felhasználó hármass egy adott körzetben. Mivel a biomassza esetében kiemelt szerepe van a logisztikának, a logisztikai költségeknek, így a gazdaságosság egyik fő kritériuma ezeknek a költségeknek a minimalizálása lesz. Ha a biomassza alapanyag termesztese, annak feldolgozása és felhasználása is helyben történik, úgy nem csak egy fenntartható, de profitábilis projekt jön létre. Láttunk már hasonló jellegű helyi kezdeményezéseket, ahol sikeresen valósították meg a fenntarthatóság és nyereségesség kombinációját. Dunaszentbenedeken, Tizsasason és Kaposfőn eredményesen kapcsolták össze az energianád termesztesét és feldolgozását a közmunkaprogrammal, jelentősen csökkentve az önkormányzati épületek fűtési költségeit. Azonban ezek a projektek kistelepüléseken jöttek létre, és csak az önkormányzati épületek fűtésének kiváltását oldották meg, igaz ott 30-50%-os költségmegtakarítást értek el.

#### 5.3.1. *A biomassza alapanyag kiválasztása*

Célszerű olyan égetéses hasznosítású zöldenergia termesztest megvalósítani, ahol elsősorban az évelő szántóföldi növények alkotják a portfóliót. Úgy, mint az évelő rozs, a lucerna, a vörös here, a kínai nád, a tatai nád (*Miscanthus*), az olasz nád (*Arundo*), a szarvasi-1 energiafű, az angolperje, vagy az óriás keserűfű. Ezek közül emeljük ki a hazánkban még kevésbé ismert olasz nádat. (A tizsasasi és a kaposfői projekt is erre a növényre épült.) Az ókori Mezopotámiában már 4000 évvel ezelőtt ismerték és hasznosították. Mára már a mérsékelt és trópusi klíma területén is megtalálható. Ezt a növényt talajjavítás céljából is tartják kiváló fitoremedációs<sup>38</sup> képessége miatt. Az *Arundo*-t más lágyszárú évelő energianövényekkel összehasonlítva megállapítható, hogy szignifikánsan kevesebb gyomirtószer és műtrágya felhasználás szükséges. Évente 20-40 tonna szárazanyag tervezhető hektáronként. Marginális területeken is kitűnően adaptálódik, életciklusa meghaladja a húsz évet. Legnagyobb költség a telepítésnél és talaj-előkészítésnél jelentkezik. A következő években nem igényel talajművelést. Életképes magja nincs, így nem tekinthető invazív, agresszív módon terjedő fajnak. Felszárítja

---

<sup>38</sup> Szennyezett környezet megtisztítása növények által

a pangó vizeket, miközben jól bírja az aszályt és rövidtávon az elárasztást is. Nem szegényíti el a talajt, gyors növekedése miatt túlnövi a gyomokat, herbicid kezelés nem szükséges. Energiatartalma megegyezik az azonos tömegű száraz fáéval. Kiváló pellett, brikett, torrefaction, faszén és biochar alapanyag. Energiamérlege pozitív. Mivel a növény alacsonyabb termőértékű földeken is termesztendő, a hagyományos mezőgazdasági kultúráknál magasabb jövedelmezőséget biztosít. A lenti táblázatból is jól kitűnik, hogy számos tulajdonsága alapján jutott a választásom erre a növényre. Magas a szárazanyag tartalma, hőértéke a hasonló energianövények közül a legmagasabb, hamutartalma alacsony, élettartama magas, vízigénye pedig a miscanthushoz képest alacsonyabb. [125] Fontos megjegyezni, hogy az energianád telepítése 800 000-1 000 000 Ft/ha, de ennek 40%-ára (legfeljebb 260 000 Ft-ra) támogatást kaphatunk pályázatok útján.

### 5.3.2. *A termőterület meghatározása*

A fűtőértékek és termésátlagok alapján megállapítható, hogy egy hektár energianád három családi ház fűtés-és melegvíz ellátását képes biztosítani. Mivel az adott területen nagyjából 300-400 családi házzal, és az önkormányzati épületekkel számolhatunk, így a projekthez 100 ha termőföldre van szükség. Ez a terület nagyság az öt településen található földterületeken rendelkezésre áll, ráadásul ilyen terület nagyságnál már megfelelő az úgynevezett üzemméret, és a kezdeti magas fix költségek megtérülési ideje jelentősen csökkenthető ezáltal, valamint a nagyobb összefüggő területek a szállítás hatékonyságát is növelik. A szállítás lehetőleg 5 km-nél kisebb sugarú körben történjen, mivel az energianád túl könnyű ( $80-100 \text{ kg/m}^3$ ) Célszerű azokat a területeket kiválasztani, melyek az élelmiszertermelésre kevésbé alkalmasak, akár mélyebben fekvő, talajvizes területek is lehetnek. A szállítás hatékonyságának növelése érdekében nagyobb összefüggő területet határozzunk meg. Mivel a nád lábon eláll, kiszárad, a betakarítás akár folyamatosan is végezhető a felmerülő igényeknek megfelelően. A kistérségi adatok alapján a földterületekre a következő összetétel javasolt: Maglód 50 ha, Mende 30, Gyömrő 20 ha. A települések elhelyezkedése miatt a szállítási láncok egymáshoz köthetőek, ami szintén a költségek csökkenését jelentené. Minden szállítási útvonal 5 km-en belül van, ami kisebb ökológiai lábnyomot és költséghatékonyságot jelent.

A biomassza földekről történő beszállításának logisztikai szervezésénél a legfontosabb cél, hogy az üzem igényeit folyamatosan ki tudjuk elégíteni. A szállítás szervezése úgy kell,

hogy történjen - földrajzi, közlekedési körülmények figyelembevételével -, hogy annak összköltsége a lehető legkisebb legyen.

Mivel az Arundo termésátlagja 20-40 szt/ha, így egy 100 hektáros területen átlagosan 2000-2500 száraztonna energianád takarítható be. A betakarítás történhet kézzel (a korábbi projektekhez hasonlóan a közmunkaprogram részeként), vagy gépesítve. (KB3011B vagy NOBILI WS320 szárzúzóval és Krone 1290 HDP bálázóval). Erre alkalmas lehet még a gyakorlatban már bevált Claas Jaguár 830 járvaszecskázó és körfűrész vágó adapter, amelynek azonban magas az üzemeltetési költsége, bérleti díja. Az Arundo rendre vágása történhet egy John Deer 6710-es betakarítógéppel is. A vágószerkezet kiegészíthető egy olyan vágószerkezettel, amely a több méteres Arundo-t kisebb 40-70 cm-es darabokra vágja, roppantja és rendre rakja. A vágáskori nedvességtartalom 50% körüli. Az így vágott és roppantott Arundo pár nap alatt a szél és a nap hatására 15-20%-os nedvességtartalomra szárad.

A végtermék versenyképességét ez jelentősen befolyásolhatja, így ilyen értékű gépeket csak integrációban érdemes megvásárolni és szakszerűen, tervezett módon üzemeltetni. Kézi betakarítás esetén a betakarítási és apríték készítési költségek közel a felére csökkenthetőek, ami hektáronként 50 000 Ft-os megtakarítást is eredményezhet.

10 fő alkalmazása esetén a 100 ha 70 nap alatt takarítható be. Az apríték helyszínen történő elkészítéséhez mobilaprító gépet használunk, mely az aprítékot a közvetlenül mellette haladó szállító járműre fűjja. Ahhoz, hogy a JIT<sup>39</sup> megvalósuljon, olyan munkaszervezési eljárást kell alkalmazni, amely figyelembe veszi a költségminimalizálásra való törekvést, messzemenően szem előtt tarja a munkavégzés optimális időintervallumon belüli elvégzésének lehetőségét, vagyis optimalizálja a növénytermelési folyamatokat. Az optimum ott van, ahol érvényesül az időkorlát és a gazdaságos üzemeltetés.

A szántóföldi munkáknál e kettősség elérése igen bonyolult feladat. A vállalkozás méretéhez, a termőhelyhez jól illeszkedő kapacitások meghatározása (ökológiai környezet, táblák alakja, távolság a logisztikai súlyponttól stb.), az ehhez szükséges eszközrendszer kiválasztása mindig csak abban az adott környezetben igazak, melyekben a számításokat végeztük. A munkafolyamat szervezése akkor a leggazdaságosabb, ha minden a folyamatban részt vevő gép, gépcsoport kapacitását hasznos működtetéssel fedezzük. A hasznos munkaidővel le nem fedett kapacitás (veszteségidők, holtidő) állandó költsége a kihasználtság mértékének megfelelően növeli a produktív teljesítményre jutó költségeket. Ebben a projektben javasolt az élő munka arányának növelése (különösen a mezőgazdasági folyamatok során), ami

---

<sup>39</sup> Just In Time-„éppen időben”

részben költséghatékonyságot eredményez, részben pedig helyi munkaerő felhasználását teszi lehetővé.

### 5.3.3. *A telephely meghatározása*

***A telephely meghatározásánál több szempontot is figyelembe kell vennünk:***

1. A biomassza-ellátási szempontok miatt a biomassza termőterületek közelébe
2. A szállítási költségek csökkentése érdekében a fűtött területek közelébe
3. Környezetvédelmi szempontok (zajszennyezés) miatt a lakott területektől kellő távolságra
4. Ingatlan-gazdálkodási szempontok miatt önkormányzati tulajdonú, építésre alkalmas telken kell létesíteni
5. Javaslatom szerint zöld mezős beruházást kell végrehajtani, mivel ebben kevesebb a kötöttség (igaz a telek átminősítése ipari telekké nem egyszerű feladat). Zöld mezős beruházásnál figyelniük kell arra is, hogy hol nem létesíthető telephely (Natura 2000; jó termőhely, ökológiai szempontból jelentős terület, régészeti lelőhely)
6. Út-és közműcsatlakozások létesítése

A projekt létrehozásánál rendezni kell a telek és szolgalmi jogokat, az áramhálózati és közmű csatlakozásokat, meg kell kötni a fővállalkozói szerződést. Pénzügyi szempontból számolnunk kell a beruházás közvetlen költségein kívül a beruházás alatti kamattal, a próbák költségeivel, üzemeltetési költségekkel, adókkal, illetve a hitel adósságszolgálatával. Egy projekt akkor finanszírozható, ha van fedezet ezekre a költségekre és a befektetői hozamelvárásokra. Maglódon rendelkezésre áll ilyen jellegű ipari terület, amely minden kritériumnak megfelel. A terület pontos meghatározásához javasolt térinformatikai rendszert használni, amely a megfelelő adatok betáplálásával kijelöli a feltételeknek legjobban megfelelő területet. A beruházási költségek előteremtéséhez az uniós és állami források elengedhetetlenek. Ezek a források azonban rendelkezésre állnak, hiszen ilyen jellegű beruházásokra az Unió jelentős kereteket biztosít.

### 5.3.4. *A pellet és a pelletkazanok jellemzői*

A pellet magas nyomású préseléssel előállított tüzelőanyag, amit az úgynevezett pellet kályhák, pellet kandallók és pellet kazánok tudnak hasznosítani kimagasló hatásfokkal. Ezek a fűtőberendezések a fatüzelés új generációját képezik. A pellet legelterjedtebb mérete a 6 mm-

es átmérőjű és 2-5 cm-es hosszúságú. A pellet szállításának alapvetően háromféle módja van. 15-25 kg-os zsákokban, 1000 kg-os zsákokban (big bag), illetve fluid, ömlesztett formában. A pelletkazánok rendelkeznek üzemanyagtartállyal, égetőfejjel és erre a célra kialakított hőcserélővel. Az ilyen rendszerek hatásfoka meghaladja a 90%-ot. Egy családi házas pellet tartály 1 m<sup>3</sup> pelletet képes befogadni, ami egy 35 kW-os kazánban 5-6 hét alatt ég el. Égés után pedig a pellet minőségétől függően 0,5-1 kg salakanyag és hamu keletkezik. A jobb minőségű pellet nedvességtartalma 6-8%, ami jóval alacsonyabb, mint a tűzifáé, így hatásfoka jobb, szabályozott égése miatt pedig a károsanyag kibocsátása is alacsonyabb. Ahol nincs lehetőség a kazán helyének kialakítására, ott használhatunk vízteres pellet kandallókat, melyek teljes körűen képesek ellátni a lakás teljes fűtését és esztétikailag is kiemelkedő minőségűek.

A pellet tehát egy nagyon speciális tüzelőanyag, amelyhez egy megfelelő hatásfokú és teljesítményű berendezés is szükséges. Magyarországon elsősorban a lakossági és önkormányzati felhasználások a jellemzőek. Lakossági felhasználásra 10-40 kilowatt nagyságrendig, lakáscsoportok, önkormányzati épületek esetében az 1-2 megawattig terjedő teljesítménytartományú kazánok alkalmasak. A pellet égetését elsősorban családi házaknál javasolják, ahol sok helyen már most rendelkezésre állnak a megfelelő berendezések. A következő lépés az lehet, hogy lakáscsoportok, egymáshoz közeli családi házak, sorházak térhetnek át gázfűtésről pellet tüzelésre. Amennyiben a kazánnak ki tudnak alakítani megfelelő helyet, akkor az önkormányzat vagy a különböző lakáscsoportok olyan automata adagolóval ellátott nagyobb teljesítményű kazánokat tudnak üzembe helyezni, melynek kényelmi szintje eléri a gázfűtését. A pellettüzelő kazánok kis mérete és a pellet szintén kis helyigénye további előnyt jelenthet a fafűtéses rendszerekkel szemben. A hazai pellet árak 50-60 Ft/kg alakulnak 15-50 kg-os csomagolt kiserelések esetében, de amennyiben nagyobb mennyiségben (ömlesztve) rendeljük, akár 10-20%-os engedmény is elérhető. Egy átlagos családi ház fűtése és melegvíz ellátása egy téli szezonban 3-5 tonna pelletet igényel, ami egy teljes fűtési szezonra 150 000-250 000 Ft-ot jelent. Ez a magas (import) árak mellett is a fafűtés és gázfűtés költségeivel versenyképes. Ha viszont a pellet előállítása helyben történne, szintén helyben természetett energianádból, akkor a költségek jelentősen csökkennének, különös tekintettel arra, hogy a KEOP pályázatokon belül az energiaültetvények létrehozására és kazánok beszerzésére is lehet támogatást elnyerni. Így összességében a gázfűtéshez képest is 30%-os költségmegtakarítás érhető el.

### 5.3.5. A pellet üzem

A betakarított arundo bálákat célszerű egy fedett, de levegő járta tárolóban elhelyezni, ahol nedvességtartalma tovább csökken. 10%-os nedvességtartalom felett a pelletet szárítani kell. Kisebb mennyiség esetén szalagos szárítót, nagyobb mennyiség esetén forgódobos szárítót célszerű alkalmazni. Ezekben a mesterséges szárítóknál az alapanyag nedvességtartalmát folyamatosan mérni kell, hiszen az esetleges túlszárítás energiafelhasználási többletet jelent. A gazdaságosság figyelembe vételével javasolt ezeket a mesterséges szárítókat hulladékhővel üzemeltetni. [126] A pellet alapanyaga tartalmazhat bizonyos szennyezőanyagokat, melyeket a gyártási fázis megkezdése előtt el kell távolítani, majd a tisztított alapanyagot a bemenő értéktől függően egy vagy két fázison keresztül finomítani, hogy kialakuljon a megfelelő szemcse méret. A préselést megelőzően 70 Celsius fokos vízpermettel 1-2 tömegszázaléknyi vizet kell adni a keverékhez. Az előkészített alapanyag a pelletáló gép présterébe kerül, ahol az alapanyagot görgők préselik át a pelletmatrica lyukain. Figyelnünk kell arra, hogy az így kapott még képlékeny anyag hőmérséklete nagyon magas. Javasolt ez esetben ellenáramú levegős hűtőrendszert használni, így a lassú lehűlés során a pellet darabok szilárdsága stabilizálódik. A lehűlés után egy portalanítási fázis következik, majd a tisztított pelletet ömlesztve vagy egységcsomagokban készítjük elő a raktározásra illetve szállításra. [127]

A pellet üzembe a Nova Pellet cég ECO sorozata javasolt, melynek óránkénti teljesítménye 300-500 kg, telepített energiaigénye 37 kW. Egy ilyen termelő berendezéssel napi 3 tonna pellet állítható elő, ami éves szinten 600 tonna előállítását teszi lehetővé. Az ECO sorozat kis energiaigénye alacsonyabb átlagkosztásokat tesz lehetővé, ami vagy adott árak mellett biztosít az átlagnál magasabb profitot, vagy kisebb árak alkalmazását teszi lehetővé.

Az önkormányzat épületei közé tartozik 2 általános iskola, két óvoda, egy polgármesteri hivatal, valamint a Magház (kultúrház és könyvtár). A hat intézmény éves pellet igénye 350-400 tonna. Egy családi ház éves fűtési igénye átlagosan 4 tonna pellet. Ez a 300 családi házra vetítve 1200 tonnát tesz ki. A maximális igény tehát 1600 tonna/év. Ez az érték azonban csak akkor adódik, ha minden családi házban már átálltak erre a fűtési rendszerre, ami a legjobb esetben is csak 5-10 év múlva érheti el a kiszámított kapacitási igényt. Maglódon az elkövetkező években kerül kiépítésre a Forrás lakópark, ahol 3-4 lakásos sorházak épülnek. Javasolt ezeknél az épületeknél a kazán helyének megtervezése és kiépítése.

Nem célszerű a projektben túltervezni a kapacitásokat, mert az gazdaságtalanná tenné a működést. Inkább a bővíthetőség feltételeit kell megteremteni, és az igények növekedésével újabb pellet gyártó gépeket üzembe helyezni. A pellet gyár gyakorlatilag egy környezetvédelmi

üzemként fog funkcionálni, felépítése, struktúrája is ennek megfelelő. Az üzemben minden beszállított alapanyag 100%-ban feldolgozásra, hasznosításra kerül, maradék hulladékanyag nem keletkezik. Az üzem területigénye mintegy 1 ha. Védőtávolságra nincs szükség, hiszen környezeti ártalom nincs. A felszíni és a talajszint alatti vizek veszélyeztetése nem áll fenn, mivel semmiféle káros anyagot nem használnak fel az ismertetett technológia során. A levegőszennyezésre vonatkozó egyetlen pontforrás a pellet üzemű mobil kazán, amely típusminősítéssel rendelkező, bevizsgált berendezés. Mivel hőteljesítménye nem éri el a 21/2001. II.14. Kormányrendelet 25. § 6/b pontjában meghatározott értéket, a légszennyezésre nem kell pontforrás engedélyt kérni. A zajterhelés szempontjából legközelebbi lakóház 250 méterre van, de az üzemi zajszint nem haladja meg az 55 dB határértéket.

### *5.3.6. Technológiai folyamat*

A beérkező anyagok egy fedett válogató térbe kerülnek, majd a nádat minőség és típus szerint frakcionálni kell. E tér egyben biztosítja az átmeneti pufferkapacitást, ami a követő, hasznosító eljárások optimális megtáplálásához szükséges. A beszállításhoz speciális, nagy kapacitású járműszerelvények szükségesek, melyek alkalmasak a közúti közlekedést és a terepen való haladást egyaránt rugalmasan biztosítani. A tervezett pótkocsik hidraulikus tömörítőkkal ellátottak, így egyenként 70 m<sup>3</sup> térfogatú nád beszállítási kapacitással rendelkeznek. A city logisztika alapelveit figyelembe véve figyelniük kell a nagyteljesítményű tehergépjárművek megfelelő karbantartására a kisebb káros-anyag kibocsátás érdekében. Mivel a beszállítások nem folyamatosak, ezért javasolt ezt a tevékenységet kiszervezni, a szállítóval egy előre rögzített feltételek szerinti hosszú távú szerződést kötni, amely mindkét fél érdekeit kellően szolgálja és kiemelten kezeli a környezeti hatásokat. Maglód, mint agglomerációs körzet közlekedési szempontból nagyszerű adottságokkal rendelkezik, de mindenképpen figyelembe kell vennünk az utak különböző időszakokban történő leterheltségét. Kimagasló az utak terheltsége a jelentős számú ingázó miatt a reggeli 6-9 órai időszakban, valamint 16 óra után. Ezért a szállításokat a forgalom szempontjából holtidőszaknak tekinthető órákban kell megoldani. Így a szállító járművek nem tartják fel a forgalmat, maguk is könnyebben, zökkenő mentesebben tudnak haladni, csökkentve ezáltal a káros-anyag kibocsátást és a zajszennyezést. Mivel az alapanyag beszállítása több termőterületről történik, így megfelelő útvonaltervezéssel tovább csökkenthetőek a negatív hatások.

Az így beszállított tüzeléstechnikailag hasznosítható anyagból pellet készül. E gyártási jellegű feladatok végrehajtására komoly gépészeti berendezések szükségesek, melyek komplett



kialakítással az „üzemcsarnok”-ban kerülnek elhelyezésre. A technológia alapvetően három fázisból áll: aprítás, nedvességtartalom beállítás, termék előállítása speciális gépekkel. A késztermék szárazon tárolandó, ezért az ömlesztett anyagok elszállításig az üzemcsarnokban maradnak. A zsákolt termékek védettek külső hatásoktól ezért szakszerűen kültéren (de javaslatom szerint fedett helyen) is elhelyezhetőek az elszállításig. A vevői megrendelések kielégítése esetén a disztribúciós csatornák kialakítása és működtetése az elsődleges feladatunk. A költségek minimalizálása érdekében közvetítők beépítésére nincs szükség. Az önkormányzatok pellet igénye adott, jól tervezhető és biztos piacot jelent az üzemnek. A lakossági igények kielégítése megoldható helyben értékesítéssel illetve internetes rendelés bevezetésével. Az internet mára stratégiai fegyverré vált. Ezek az internetes üzleti modellek négy alapvető mintázatból építkeznek: portál modellek, piactér modellek, bolt modellek, közmű modellek. A mi esetünkben a bolt modell kialakítása ajánlott. Jellemzője az internetes értékesítés, az online vevő-eladó kapcsolat. Ezen belül alkalmazhatóak a különböző modell típusok, mint webshop, közvetlenül a gyártótól modell, illetve a B2B webshop.<sup>40</sup> Továbbá érdemes olyan haladó trendek alkalmazása is, mely lehetővé teszi az offline, mobilról történő rendelést, a különböző ajánló algoritmusok alkalmazását valamint az online önkiszolgáló rendszer bevezetését a B2C<sup>41</sup> rendszerben. A kiszállítások kialakításánál eldöntendő kérdés, hogy ezt a vállalati tevékenységet is kiszervezzük, vagy ennek megoldását a rugalmasság és a rendelkezésre állás magas szintjének megteremtése érdekében saját erőforrásokkal oldjuk meg. A kezdeti időszakban a végtermékek kiszállítása megoldható egyetlen szállító jármű üzembe állításával. Ami lehet egy 4 m<sup>3</sup>-es rakterű kisebb furgon, vagy egy 3,5 tonnás zárt rakterű szállító jármű, ami akár 6 m<sup>3</sup>-es raktérrel is rendelkezhet, maximális terhelhetősége pedig több, mint 1200 kg. Mivel a pellet esetében a helyigény fontosabb, mint a terhelhetőség, ezért elsősorban a nagyobb rakterű járműveket érdemes előnyben részesíteni, amivel a big-pack-ek is könnyedén szállíthatóak az önkormányzatok vagy más üzleti megrendelők számára. A kisebb furgon előnye, hogy a magánszemélyek igényeit rugalmasabban és költséghatékonyabban tudja megoldani.

A humánerőforrás ellátása helyi munkavállalók alkalmazásával oldható meg. A betakarításnál elsősorban idényjellegű munkára kell lehetőleg a közmunka program keretén belül munkaerőt biztosítani. A gyártó sorhoz, a kiszolgáló egységekhez, adminisztratív teendőkhöz helyi munkaerő alkalmazása, kiképzése az elsődleges. Fontos tudatnunk az itt dolgozókkal, hogy ez egy stabil, kiszámítható munkahely, amelyre mindig számíthat.

---

<sup>40</sup> B2B: Business-to-Business, cég-a-cégnek marketing

<sup>41</sup> B2C: Business-to-Consumer, cég-a-fogyasztónak

Szükséges tehát az úgynevezett komfortérzet biztosítása (komfort logisztika). Azt nevezhetjük komfortérzetnek, amikor a körülményeknek megfelelően a munkavállaló érzi a ráirányuló figyelmet és gondoskodást. A „Nem hagyunk magadra!”, „Ránk mindig számíthatsz” érzés közvetítése, kommunikálása a dolgozók felé. Ennek következtében válságos helyzetben is jobb érzéssel teljesíti munkáját. Kiemelendő ebben a helyzetben az úgynevezett internal szolgáltatási logisztika alkalmazása: a családi munkakörülmények megteremtése, az ellátás megszervezése (büfé, ebédelési lehetőségek), túlórák esetén a gyermekfelügyelet megszervezése.[128]

***Az üzemcsarnok egy 800 m<sup>2</sup>-es több funkcionak helyet adó központi létesítmény:***

- előkészítő műveletek elvégzése
- pelletálló gépek elhelyezése
- átmeneti tárolás, raktározás elsősorban az ömlesztett pellet vonatkozásában
- további beltéri válogatási és termék előállítási funkciók

Az irodai tevékenység ellátására alkalmas adminisztrációs helyiség az üzemcsarnokban kerül kialakításra, ahol emellett szociális blokk és kézi raktár is helyet kap.

***A telephely közműellátása viszonylag könnyen megoldható:***

- Az önkormányzat bekötőút kapcsolatot biztosít a 200 m-re lévő közúthoz
- A villamosenergia légvezetéken biztosítható a közeli, meglévő hálózatról
- A külső közüzemi vízcsatlakozási pont 50-100 méterre van
- Az üzemcsarnok fűtése helyi apríték illetve pellet kazánal oldható meg
- Telefon és elektromos csatlakozás reális feltételek mellett biztosítható

A telephely kerítéssel körbevett létesítmény, az őrzésvédelemről elektromos riasztórendszer gondoskodik 24 órás távfelügyelettel. Bár a feldolgozó üzem nem kiemelt tűzveszélyességű, a tűzvédelemre különös hangsúlyt kell helyeznünk. A telep fűtését biztosító kazánt külön konténerben (kültéren) célszerű elhelyezni, ami tovább növeli a biztonságot.

***Várható eredmények:***

- A maximális 100 ha területtel és évi 1500 t pellettel számolva a megújuló energiafelhasználás 8000 GJ/év, amivel átlagosan évi 200 000 m<sup>3</sup> földgázfogyasztás váltható ki.
- A fosszilis energiahordozók kiváltásával közel 500t/év CO<sub>2</sub>-ekvivalens üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentés érhető el.
- A projekt eredményeképpen a hőellátási költségek évi nettó 8 millió forinttal csökkenthetőek, és jelentős összegek (10-11 millió Ft) maradnak a térségben.

### ***Javaslatok az önkormányzatok részére:***

- A biomassza alapanyag kitermelésében résztvevő közmunkásokat jövedelmükön felül elláthatjuk tüzelőanyaggal.
- Javasolt az előkészítés fázisában más, működő projektek megtekintése, az ott összegyűjtött tapasztalatok közös értékelése.
- Mivel az önkormányzatok jelentős többsége nem rendelkezik adatsorokkal a jelenlegi energetikai rendszeréről, ezért javasolt az önkormányzatok tulajdonában lévő intézmények energiafogyasztásának folyamatos követése, és összegzése egyszerű, jól nyomon követhető adatsorok, táblázatok formájában.
- Első körben az önkormányzat járjon elő jó példával, mielőtt a lakosság jelentős részére kiterjedő projekt elindulna. Első körben tehát javasolt a közintézmények energiaellátása, és csak ezután történjenek meg a lakossági fejlesztések.
- A különféle energiaigények ellátása nehezen kezelhető, ezért érdemes koncentrált üzemelésben gondolkodni, ami feltételezi az önkormányzat, a vállalkozók és gazdálkodók együttműködését. [129]

### **5.4. ÖSSZEFOGLALÁS, ÖSSZEGZŐ KÖVETKEZTETÉSEK**

Az interjúk során kapott válaszokat elemezve kiderült, hogy a hármas egység megléte nélkül a projektek nem működő-és életképesek. Az általam felépített projektben azonban sikeresen megteremttem ezt az egységet, jelentősen csökkentve a logisztikai költségeket, növelve a kiszámíthatóságot. Megteremttem a biztos és tervezhető input-és outputpiac lehetőségét, kialakítottam a betakarítás és feldolgozás technológiai folyamatát. Számszerűsítettem a projekt várható eredményeit, majd javaslatokat fogalmaztam meg az önkormányzat számára, ezáltal egy a jövőben ténylegesen megvalósítható tervet készítettem. Amennyiben a Forrás lakópark építkezései elindulnak (127 db LF 4-es telekkel), és azon 3 lakásos sorházak épülnek, akkor ez 380 új ingatlant jelent, ahol már a kialakításnál lehetőség van a gázfűtés bevezetése helyett (mellett) a pellet tüzelés kialakítására. Az önkormányzati épületeket, a klenovai területen található 300-400 ingatlant, a régi városrészben kazáncserére váró ingatlanokat és a leendő Forrás lakópark épületeit figyelembe véve megteremthető egy biztos és növekvő felvevő piac. Ugyanakkor az is elmondható, hogy a gazdasági hasznosságon felül a társadalmi hasznosságot is figyelembe véve egy előremutató és példaértékű projekt jöhet létre.

*Bár a projekt konkrét megvalósíthatósága számos, a jövőben kialakuló esemény, hatás, szabályozás függvénye, és gondot jelenthet a hosszú távú előnyök bizonytalansága, az a megvalósult és kudarccal végződött korábbi projektek, az általam megvizsgált feltételrendszerek és feltárt lehetőségek, problémák alapján egyértelműen kimondható, hogy a hármas egység megléte nélkül a beruházás nem térül meg, és annak működése olyan külső tényezők függvénye, melyeknek kockázata túl magas, és nem elfogadható. **Ezért az 5. számú hipotézisemet a megvizsgált feltételrendszer alapján bizonyítottnak tekintem.** A projekt gyakorlati alkalmazásának bevezetését, annak részletes kidolgozását csak az önkormányzattal és az érintettekkel együttműködve lehet és érdemes kidolgozni, ami munkám és kutatásom további folytatását és annak operatív feladatokra való lebontását feltételezi. Ez esetben a jövő feladatai közé tartozik egy átfogó SWOT-analízis, és egy részletes és mindenre kiterjedő költségtervezet kidolgozása.*

A XXI. században, amelyben a globális felmelegedés, a vidék leszakadása, az alacsonyabb végzettségűek tömeges munkanélkülisége határozza meg az életminőségünket, erőteljesebben kell figyelniük a környezeti és társadalmi hatásokra, és azzal a feltételezéssel kell élnünk a közgazdaságtan és a technológiai fejlődés törvényszerűségeit figyelembe véve, hogy mind a méretgazdaságosság helyes megválasztása, mind a technika fejlődése egyre költséghatékonyabbá teszi majd ezeket a projekteket a fosszilis energiafelhasználással szemben. [130]

## 6. A DOKTORI DISSZERTÁCIÓ EREDMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÁSA

### 6.1. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Dolgozatomban négy hipotézist fogalmaztam meg, melyből a hármas számú hipotézisemet további két rész hipotézisre bontottam.

**A H1 hipotézisemben** feltételeztem, hogy energiainport-függőségi rátánk a megújuló energiákban rejlő potenciálok és az energiahatékonysági intézkedések kihasználásával 30% alá szorítható az elkövetkezendő 15-20 évben.

Ennek kapcsán elvégeztem az energiapotenciálok számszerűsítését. Egy hátizsák-modell segítségével meghatároztam Magyarország importfüggőségi-rátájának jövőbeli minimális szintjét. A Solver elemző program segítségével Réger Béla munkássága nyomán olyan megoldási módszert dolgoztam ki, amely az energiaportfolió tetszőleges kialakítása mellett ad konkrét haszonmaximalizáló eredményeket. Az így kapott végeredmények egyértelműen alátámasztották hipotézisem helyességét.

**Az energiainport-függőségi ráta ilyen megközelítését, az általam vázolt számítási módszerét, a hátizsák-modellbe való beillesztését új tudományos eredménynek tekintem.**

***T1: Kimondható tehát, hogy az ország lehetőségeit kihasználva a társadalmilag, gazdaságilag és ökológiailag is fenntartható szcenárió esetén is a jelenlegi 61%-os import-függőségi rátánk 30% alá szorítható.***

**A H2 hipotézisemben** feltételeztem, hogy a jelenlegi és tervezett hazai energiatakarékossági és kibocsátás csökkentést célzó intézkedések nem hatásosak, és a gazdasági növekedés hatására nagyobb erőfeszítések szükségesek a hazai klímapolitikai célok és nemzetközi vállalások teljesítésére.

A szabályozói környezet kiszámíthatatlansága, a jelenlegi szakpolitikai intézkedések keretszabályai akadályai az energiafüggetlenség megteremtésének, ezért azok átalakítására van szükség. 2. számú hipotézisem bizonyítását szekunder kutatás segítségével végeztem el, melynek kapcsán arra a megállapításra jutottam, hogy a CCS technológia magyarországi alkalmazása még nem kezdődött el, a CHP rendszerek támogatottsága 2010 óta drasztikusan csökkent, míg a cirkuláris gazdaság elősegítése, támogatása Magyarországon még nem került a szakpolitika látókörébe, annak érvényesülése legfeljebb egyedi esetekben érvényesül a

szakpolitikától függetlenül. Az energiahatékonysági beruházások támogatásának szerkezete, keretösszege nem segíti kellőképpen az ilyen jellegű projektek elterjedését a lakosság körében, ahol az kellően hatékonyan tudna működni. A jelenleg működő pályázati rendszer feltételei ad hoc módon alakulnak, a rendszer nem kiszámítható és nem tervezhető. Nem születtek meg azok az országos vagy helyi szintű hatástanulmányok, felmérések, melyeknek eredményei alapján kidolgozható lenne egy hatékony, kiszámítható, az alacsonyabb jövedelmi helyzetűek számára is elérhető pályázati rendszer. A lakosság rendelkezésére álló vissza nem térítendő támogatások keretösszege a szükséges összegnek csak töredéke, ami jelentősen hátráltatja a 2020-ra kitűzött energia stratégiánk keretszámainak megvalósítását.

Szekunder kutatásom során megállapítottam, hogy nincsenek jelen pillanatban olyan hatékony intézkedéscsomagok, információs felületek, melyek a lakosság tájékoztatását szolgálnák energiafelhasználásuk csökkentésében, támogatnák az okos eszközök elterjedését. Nem születtek energia megtakarításra ösztönző kampányok, nincsenek mindenki számára könnyen és gyorsan elérhető információs felületek.

**Ilyen jellegű, átfogó, sok területre kiterjedő elemzés más tudományos munkákban nem lelhető fel, így a második fejezetben megalkotott következtetéseimet új tudományos eredménynek tekintem.**

***T2: Kimondható, hogy a 2020-ig tartó energiastratégiánk fő tartópillérei, a megújuló energiák elterjedése és az energiahatékonysági beruházások széleskörű kiterjesztése nem érte el célját. Az intézkedések ad hoc jellegűek, alacsony hatásfokúak, a szabályozói környezet egyelőre gátja és nem elősegítője az alternatív energiák elterjedésének.***

***A H3 hipotézisemben*** feltételeztem, hogy a jelenlegi szakpolitikai intézkedések nem állnak összhangban a lakosság elvárásaival, ezért feltételezéseim szerint szükség van a támogatási és információs rendszer átalakítására, a lakosság igényeihez való igazításra.

***A H3/a pontban*** feltételeztem, hogy a primer kutatás első csoportjában (megújuló energiákkal szembeni attitűd vizsgálat) magas az alternatív energiák elfogadottsága és a megújuló energetikai beruházásoknál létezik az ismeret, szándék, forrás hármassága. A fiatal, magasabb iskolai végzettséggel rendelkezők jól ismerik az okos mérés rendszerét, és adott feltételek mellett szívesen alkalmazzák.

Ebben a csoportban 378 ingatlanból 266 ingatlannál sikerült kérdőívet kitölteni, ami az alapsokaság 70,3%-ának felel meg. A felmérés eredménye alapján egyértelműen kimutattam,

hogy ebben a csoportban létezik az ismeret-szándék-forrás hármassága, magas a megújuló energiák elfogadottsága, és adott feltételek mellett hajlandóak lennének megújuló energetikai beruházásokra. A stabil anyagi háttér miatt magasabb önrésszel és kisebb arányú vissza nem térítendő támogatással is hajlandóak lennének ilyen jellegű beruházásokra. Ugyanakkor a magasabb megtérülési időnek visszatartó ereje van a beruházások elindításában. A jelenlegi szabályozás alapján számítható megtérülési idők 3-5 évvel hosszabbak az általánosságban elvártnál.

***T3: A felmérés során kapott eredmények alapján kimondható, hogy amennyiben megteremtjük a megfelelő feltételeket, akkor a megújuló energetikai beruházásokra a lakosság egy jelentős része nyitott, ismeretei alaposak, szándékában áll megvalósítani ilyen jellegű beruházásokat, és rendelkezik azokkal a forrásokkal, melyek a beruházások megvalósításához szükségesek.***

***Ugyanakkor a kutatás eredménye alapján kimondható az is, hogy az okos mérés rendszere még nem ismert kellőképpen a lakosság körében, gyakran magáról a rendszerről sincs megfelelő információjuk, így nem tudják maguktól beazonosítani annak előnyeit.***

***A H3/b pontban*** feltételeztem, hogy az adott homogén csoportban alacsony saját erő és magas vissza nem térítendő támogatás mellett végeznének csak energiahatékonysági beruházásokat. A csoport tagjai az adott területet illetően alulinformáltak, jelentősen alul becslik a beruházással elérhető megtakarítás mértékét, ár érzékenyek, ezért elsősorban az anyagi források megléte és a rövid megtérülési idő az ösztönző, nem a környezettudatosság.

A másik homogén csoportba (régibb városrész) 287 ingatlan tartozik, amelyből 192 kérdőívet sikerült kitölteni, ami az alapsokaság 66,9%-a.

***Különösen jelentős ez a csoport, mivel ilyen összetételű csoportok nem csak az agglomerációban találhatóak, hanem a vidék jelentős részében is találhatunk leszakadó térségeket, hasonló szerkezetű falvakat, ami a kutatás eredményeinek nagyfokú érvényességét és általánosíthatóságát igazolja.***

**A H3/b pontban** megállapítást nyert, hogy az adott összetételű lakosság körében nem valósulnának meg ilyen jellegű beruházások, ha csak a saját megtakarításaikra és hitelekre támaszkodhatnának. A lakosság ezen részének nincsenek megtakarításaik, nem képesek önerőből finanszírozni a beruházásokat, hiába térülne meg később a beruházás. A jelenlegi visszatérítendő támogatások aránylag kedvezőtlen konstrukciók, így azok kereslet-és beruházás élénkítő hatása erősen megkérdőjelezhető. Az önrész előteremtése és a hitelek visszafizetése megoldhatatlan feladat elé állítja ezeket a háztartásokat, így a beruházásokat csak egy szűk kör

veszi, veheti igénybe. A felmérés eredményei alapján bizonyítást nyert, hogy az információ hiánya is jelentősen hátráltatja a beruházásokat. A fogyasztók jó része azzal sincs tisztában, hogy mennyit fogyaszt, és ebből mivel mennyit spórolhatna, jelentős mértékben alul becslik a megtakarítás mértékét. A pályázatok nagy része ad hoc jellegű, a felhasználók számára nem tisztázottak előre a feltételek, a rendszer nem kiszámítható és nem tervezhető. A kutatás során meghatároztam a beavatkozási célokat, az ezekre adható megoldási metódusokat és szakpolitikai javaslatokat tettem a helyi közösségek energiabiztonságának növelésére, kiemelve azokat a pénzügyi konstrukciókat, melyek az alacsonyabb jövedelmi helyzetben lévők esetében is hatékony megoldásokat jelentenek.

**Ezek tükrében a felmérések során kapott válaszok elemzését, a levont következtetéseket, szakpolitikai javaslatokat új tudományos eredménynek tekintem.**

***T4: Kimondható, hogy a jelenlegi energiahatékonyságot célzó intézkedések elégtelenek, mind a hatókörüket, mind a keretösszegüket tekintve. Az adott területen lekinkább érintettek feltételeit (jövedelmi helyzet, informáltság, kiszámíthatóság) az intézkedés csomagok nem veszik figyelembe, ezáltal az egyik legjelentősebb energiamegtakarítási potenciál marad kihasználatlanul.***

A **H4 hipotézisemben** feltételeztem, hogy Magyarország optimális, megújuló energiákra alapuló energiamixében a biomassza kiemelkedő szerepet játszik a jövőben is, mivel a bioenergetikai ágazat képes nagy mennyiségben és tárolható módon energiát termelni. Ugyanakkor egy biomassza üzem létesítése csak abban az esetben valósítható meg, és működtethető hatékonyan, ha létezik a termeszítő-feldolgozó-felhasználó hármasság az adott kistérségben.

***Kutatásom legfőbb eredménye,*** hogy kidolgoztam egy biomasszára alapuló projekt feltételrendszerét az adott kistérségben, különös tekintettel a kutatási célokban megfogalmazott hármasság meglétére. Hasonló jellegű projektek vezetőivel készített interjúk eredményeit felhasználva bizonyítottam, hogy a hármasság megléte nélkül a projektek nem működő-és életképesek. Az általam felépített projektben azonban sikeresen megteremttem ezt az egységet, jelentősen csökkentve a logisztikai költségeket, növelve a kiszámíthatóságot. Megteremttem a biztos és tervezhető input-és outputpiac lehetőségét, kialakítottam a betakarítás és feldolgozás technológiai folyamatát. Kidolgoztam a projekt logisztikai feltételrendszerét a city logisztika alapelveit figyelembe véve. A teljes folyamatot a gyártótól a



felhasználóig húzódó kulcsfontosságú elemeket integráló tevékenységként kezeltem, melyek során a fogyasztó részére használati értéket képező termék, szolgáltatás és információ jött létre.

**Számszerűsítettem a projekt várható eredményeit, majd javaslatokat fogalmaztam meg az önkormányzat számára, ezáltal egy a jövőben ténylegesen megvalósítható tervet készítettem, ami alapján kijelentem, hogy a kapott eredményeket, javaslatokat, terveket kutatásom fontos és meghatározó új tudományos eredményének tekintem.**

*T5: Kimondható tehát, hogy a biomasszára alapuló kistérségi projektek sikerességének feltétele a hármas egység megléte, a jól átgondolt logisztikai, ellátási rendszer. Ugyanakkor a projektek konkrét megvalósítása csak a helyi és országos szakpolitikai alapelvek összhangja esetén jöhet létre*

## 6.2. AZ EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

A hátizsák-modell és a Solver program segítségével számított értékek alapján képezhetik Magyarország 2020-ig, illetve 2030-ig terjedő energiastratégiájának, mint elérhető célértékek. A Solver program alkalmazása konkrét válaszokat ad az energiaportfólió hatékony és maximális hasznosságot nyújtó kialakításához. Ezáltal tervezhetővé válik az egyes megújuló energiaforrások felhasználásának mértéke, költségvonzata és hasznossága. A rendszer nagy előnye használhatóságában a rugalmassága és az újratervezés lehetősége.

Az empirikus felmérés eredményei jól használhatóak az önkormányzat energiastratégiájának meghatározásában. Alkalmas arra, hogy a különböző lakossági csoportokra eltérő energiastratégiát dolgozzunk ki kistérségi szinten. Az eredmények megfelelő általánosítás után számos, Maglódhoz hasonló felépítésű és szerkezetű városban is jól alkalmazhatóak. A kutatás magas érvényessége miatt alapját képezheti országos szintű szakpolitikai intézkedéseknek a hasonló összetételű, homogén csoportok esetén

A biomasszára alapuló projekt eredményei áttörést jelentenek az adott kistérség energiaellátásában, az energiafüggetlenség megteremtésében, és pozitív példát adhatnak más, hasonló adottságokkal rendelkező kistérségeknek. A feltárt problémák és az arra adott releváns válaszok segítségével elejét lehet venni sikertelenségre ítélt projektek létrehozásának. A kialakított alapelvek alkalmasak arra, hogy más kistérségekben is adaptálhatóak legyenek a projekt eredményei.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

***Köszönetet szeretnék mondani mindazoknak, akik munkámban segítséget nyújtottak:***

Elsősorban témavezetőmnek Dr. Estók Sándornak, aki nélkül most nem tarthatnék itt. Segítőkézségével, ösztönző szavaival, munkám folyamatos nyomon követésével, elvárásaival jutottam el idáig.

Dr. habil Rajnai Zoltánnak, akinél mindig nyitott ajtókat találtam, és készségesen válaszolt minden kérdésemre.

Dr. habil Lazányi Kornéliának, aki ötleteivel, tanácsaival segítette munkámat.

Farkasné Hronyecz Erikának a készséges és kedves ügyintézésért.

Családomnak, akik végig támogattak, és megteremtették a felkészülés lehetőségét.

A maglódi könyvtár dolgozóinak, akik a kérdőívek kitöltésében, és források gyűjtésében nyújtottak óriási segítséget.

## HIVATKOZÁSOK

---

[1] ÜRMÖSI Károly: A biztonság, a biztonság fogalma. Hadtudományi Szemle (2013) 6. évfolyam 4.szám pp.148.

[2] [http://www.vg.hu/gazdasag/vg\\_online/gazdasag\\_-\\_kulfold/081211\\_olajvalsag\\_252465?p](http://www.vg.hu/gazdasag/vg_online/gazdasag_-_kulfold/081211_olajvalsag_252465?p), letöltve 2017.01.26.

[3] VASS Attila, Dr. MAROS Dóra, Prof. Dr. BEREK Lajos: Az interdependencia kérdése az energetikai rendszer és a híradástechnika esetén a kritikus infrastruktúra biztonsága védelmében, Bolyai Szemle 2015/3 12-14. oldal

[4] EUROSTAT STATISTICS EXPLAINED, Energy Production and Imports, [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy\\_production\\_and\\_imports](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports) downloaded 2105.10.20.

[5] ROBERTS, Paul: The End of Oil: On the Edge of a Perilous New World. Mariner Books, Boston, 2005.

[6] KATONA Tamás János: Az energiabiztonság, mint rendszer. Energiagazdálkodás 54. (2013) pp. 6-10.

[7] GOODSTEIN, David: Out of Gas, The End of the Age of Oil. W.W. Norton & Company, New York (2004)

[8] IEA, Medium Term Coal Market Report, Market Analysis and Forecasts to 2020, ISBN PRINT 978-92-64-24894-6, [http://www.iea.org/bookshop/712-Medium-Term\\_Coal\\_Market\\_Report\\_2015](http://www.iea.org/bookshop/712-Medium-Term_Coal_Market_Report_2015), letöltve 2016.09.18.

[9] Enron-The real scandal: <http://www.economist.com/node/940091>, letöltve 2017.01.26.

[10] RIFKIN, Jeremy The Third Industrial Revolution. How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World, Palgrave Macmillen, New York 2011

[11] PRINCEN, Thomas; MANNO, Jack. P.; MARTIN, Pamela: Keep Them in the Round: Ending the Fossil Fuel Era, State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible? Island Press 2014. pp.180.

[12] SCHUMACHER, E.F: Small is Beautiful. Katalizátor Kiadó, Budapest, 2014. 31.o

[13] SOKOLOV, A.P. et al., Probabilistic Forecast for 21st Century Climate Based on Uncertainties in Emissions (without Policy) and Climate Parameters, Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Joint Program on the Science and Policy of GlobalChange, (2009) pp.1.

- 
- [14] HAUBER György: An oversized world– or the economic effects of the global warming. BGF Tudományos Évkönyv (2008) pp.337-345.
- [15] NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Hidden Costs of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use, Washington: National Academies Press (2010) pp. 4-5.
- [16] [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf), letöltve 2017.01.26.
- [17] LOMBORG, Bjorn: Cool it: The Sceptical Environmentalist’s Guide to Global Warming. Typotext Kiadó, Budapest, 2008
- [18] LOVELOCK, James: The Revenge of Gaia; Why the Earth is Fighting Back and How We Can Still Save Humanity. Basic Books, 2007.
- [19] THE ENCYCLOPEDIA OF EARTH, (2013) Energy return on investment (*EROI*). Retrieved from <http://www.eoearth.org/view/article/152557>, letöltve 2015.10. 19.)
- [20] ZENCEY, Eric, Energy as Master Resource, The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible? (2013) pp.95.
- [21] HALL, Charles A.S., BALOGH, Stephen, MURPHY, David J.R.: What is the Minimum EROI That a Sustainable Society Must Have?, *Energies*, vol.2, no.1 (2009). pp.29-30. ISSN 1996-1073
- [22] GARDNER, Gary: Conserving Nonrenewable Resources, The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?(2013) pp.122.
- [23] PRINCEN, Thomas; MANNO, Jack. P.; MARTIN, Pamela: Keep Them in the Round: Ending the Fossil Fuel Era, State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible? Island Press 2014. pp.186.
- [24] ZENCEY, Eric, Energy as Master Resource, The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible? (2013) pp.100.
- [25] NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM: Nemzeti Energiatérkép 2030. [http://www.kormany.hu/download/e/19/40000/Energiaterep.pdf,\(downloaded:22.04.2013\)](http://www.kormany.hu/download/e/19/40000/Energiaterep.pdf,(downloaded:22.04.2013))
- [26] FEHÉR Sándor, Radioaktív hulladékok transzmutációja, *Magyar Tudomány* 2007/01,36. oldal
- [27] World Energy Outlook 2014,4. oldal: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO\\_2014\\_ES\\_English\\_WEB.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_2014_ES_English_WEB.pdf), letöltve 2017.01.26.
- [28] 2014 ACEEE, Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, <http://aceee.org/files/proceedings/2014/data/index.htm>, letöltve 2017.01.26.
- [29] PATAKI György et al.: Nem növekedés-központú gazdaságpolitikai alternatívák: A fenntartható életmód felé való átmenet szakpolitikai lehetőségei. NFFT, Budapest 2013.

- 
- [30] MACKAY, David J.C.: Sustainable energy – Without the hot air, Typotext Kiadó, Budapest, 2011. 3.o
- [31] MACKAY, David J.C.: Sustainable energy – Without the hot air, Typotext Kiadó, Budapest, 2011. 3.o
- [32] KSH: Magyarország 2011, Budapest 2012.  
<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mo/mo2011.pdf>, letöltve: 16.05.2013
- [33] NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM: Nemzeti Energiastratégia 2030.  
<http://2010-2014.kormany.hu/download/e/19/40000/Energiastrategia.pdf>.letöltve: 2015.04.22.
- [34] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY: Energy Policies of IEA Countries – Hungary, 2011 Review. OECD/IEA, France, 2011.
- [35] MAGDA Róbert: A megújuló energiaforrások szerepe és hatásai a hazai agrárgazdaságban. Gazdálkodás, 55 (2011) 575-588.
- [36] LUKÁCS Gergely Sándor: Megújuló energia – kitörési lehetőség a szegénységből. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2010.
- [37] PÁGER Balázs: A környezetipar szerepe a regionális gazdaság fejlesztésében. In: Baranyi Béla – Fodor István (Eds), Környezetipar, Újraiparosítás és Regionalitás Magyarországon. MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete, Pécs-Debrecen, 2012.
- [38] ESTÓK Sándor Megújuló energiák rendszereinek intelligens logisztikai támogatása Hadtudományi Szemle 7:(1) pp. 13-21. (2014)
- [39] ESTÓK Sándor: Hálózatközpontú integrált interdiszciplináris logisztika Bolyai Szemle XVIII. évf.:(3. szám) pp. 23-33. (2009)
- [40] Környezet-és természetvédelmi lexikon I. Akadémiai Kiadó, 2002
- [41] LUKÁCS Gergely Sándor: Kistérségi energiarendszerek Szaktudás Kiadóház Zrt 2011 89. oldal
- [42] DINYA László: Biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás, Magyar Tudomány 2010/8 918.oldal
- [43] LUKÁCS Gergely Sándor, Falufűtőmű , Szaktudás Kiadóház Zrt. 2011 127. oldal
- [44] GYULAI Iván: A biomassza-dilemma, Magyar Természetvédők Szövetsége 2008. 51.oldal
- [45] BAI Attila, LAKNER Zoltán, MAROSVÖLGYI Béla, NÁBRÁDI András: A biomassza felhasználása, Szaktudás Kiadó Ház 2002. 196. oldal

- 
- [46] Dr. KÁDÁR Péter: Különleges energiaforrások ÓE KVK, 2010. 48.oldal
- [47] LUKÁCS Gegely Sándor, Falufűtőmű , Szaktudás Kiadóház Zrt. 2011 139-146. oldal
- [48] DAVID, J.C. Mackay: Fenntartható energia- mellébeszélés nélkül, Typotex kiadó 2011 46.oldal
- [49] Dr. KÁDÁR Péter: Különleges energiaforrások ÓE KVK, 2010. 78.oldal
- [50] <http://www.alternativenergia.hu/jelenleg-ez-a-leghatekonyabb-napelem-a-vilagon/76577>, letöltve 2016.09.21.
- [51] VASS Attila- BEREK Lajos: Napenergia és az elektronikai jelzőrendszer, villamosenergia hálózattól távol lévő objektumok védelmének lehetőségei, Hadmérnök X.évfolyam 2. szám
- [52] <http://www.mekh.hu/kotelezo-atveteli-rendszer-villamos-energia>, letöltve 2016.09.21.
- [53] NEMZETI Megújuló Energiahasznosítási Cselekvési Terv, háttér tanulmány [http://etanol.info.hu/download/meh\\_pylonc\\_4.pdf](http://etanol.info.hu/download/meh_pylonc_4.pdf), letöltve 2016.09.11.
- [54] PÁLFY Miklós : Magyarország szoláris fotovillamos energetikai potenciálja. Energiagazdálkodás. 2004 45. évfolyam 6. szám ,7–10.oldal)
- [55] FARKAS István: A napenergia hasznosításának hazai lehetőségei, Magyar Tudomány 2010/8 942.oldal
- [56] VARGA Pál: V. Napenergia-hasznosítás az épületgépészetben konferencia és kiállítás, 2014.11.06. <http://docplayer.hu/9298724-Napenergi-as-jovo-kep-varga-pal-elnok-megnap-egy-esulet.html>, letöltve 2016.08.21.
- [57] Dr.ÓVÁRI Gyula- Dr. SZEGEDI Péter: Alternatív üzemanyagok alkalmazásának lehetőségei a repülésben, Repüléstudományi közlemények 2010. április 16.
- [58] MIT Technology Review;  
<https://www.technologyreview.com/s/530331/germany-and-canada-are-building-water-splitters-to-store-renewable-energy/>, letöltve 2016.08.11.
- [59] <http://www.hydrogenics.com/hydrogen-products-solutions/energy-storage-fueling-solutions/power-to-gas>, letöltve 2016.08.26.
- [60] <http://www.energiacentrum.com/energiatarolas/uj-zold-technologia-energiatermelesben-a-p2g-hidrogenrendszerek/>, letöltve 2016.08.27.

---

[61] BOBOK Elemér, TÓTH Anikó: A geotermikus energia helyzete és perspektívái Magyar Tudomány 2010/8, 926. oldal

[62] SZANYI János, KOVÁCS Balázs: A geotermikus energia hasznosítási lehetőségei az Alföldön, <http://docplayer.hu/2126422-A-geotermikus-energia-hasznositasi-lehetisegei-az-alfoldon.html>, letöltve 2016.09.22.

[63] MÁDLNÉ Szőnyi, J. : A geotermikus energia, Készletek, kutatás, hasznosítás. Grafikon Kiadó, Nagykovácsi, 2006.

[64] RIVA, G., Foppapedretti, E., de Carolis, C., Giakoumelos, E., Malamatenios, C., Signanini, P., Giancarlo, C., Di Fazio, M., Gajdoš, J., Ručinský, R., 2012: A megújuló energiaforrások kézikönyve [ford. és szerk. Laczó, D.], Budapest, ISBN 978-963-08-3749-1

[65] REKK, Geotermikus villamosenergia-termelés Magyarországon, 2009 tanulmány, [http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/124/1/wp2009\\_2.pdf](http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/124/1/wp2009_2.pdf), letöltve 2016.09.22.

[66] BERTANI, R., 2010: Geothermal Power Generation in the World 2005–2010 Update Report. In: Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25–30 April 2010, 41p.

[67] GOLDSTEIN, B., Hiriart, G., Bertani, R., Bromley, C., Gutierrez-Negrin, L., Huenges, E., Muraoka, H., Ragnarsson, A., Tester, J., Zui, V., 2011: Geothermal Energy. In: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [eds. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schlomer, S., von Stechow, C.], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 36p.

[68] LUND, J.W., Freeston, D.H., Boyd, T.L., 2010: Direct utilization of geothermal energy 2010 worldwide review. In: Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25–30 April 2010, 23p.

[69] MÁDLNÉ Szőnyi Judit, Rybach László, Lenkey László, Hámor Tamás, Zsemle Ferenc: Fejlődési lehetőségek a geotermikus energia hasznosításában, különös tekintettel a hazai adottságokra Magyar Tudomány 2009/8 994. oldal

[70] Dr. KÁDÁR Péter: Különleges energiaforrások ÓE KVK, 2010. 132. oldal

[71] IEA: Renewable Energy, Medium-Term Market Report 2015. <https://www.iea.org/bookshop/708-Medium> letöltve: 2016.07.14.

[72] ÖKORÉGIÓ Alapítvány a Fenntartható Fejlődésért, A megújuló energiaforrások alkalmazási lehetőségei egyéni és közösségi szinten, Ökorégió Füzetek IX., 2010. 43. oldal

[73] SZEREDI István, Alföldi László, Csom Gyula, Mészáros Csaba: A vízenergia-hasznosítás szerepe, helyzete, hatásai, Magyar Tudomány 2010/8, 959. oldal

[74] SORENSEN, Bent: Renewable Energy, Academic Press, London 2000. 912p.

- 
- [75] A megújuló energiaforrások kézikönyve 2012. 67. oldal [http://www.ktk-ces.hu/ENER-SUPPLY/megujulo\\_kezikonyv\\_kicsi.pdf](http://www.ktk-ces.hu/ENER-SUPPLY/megujulo_kezikonyv_kicsi.pdf), letöltve 2016.07.14.
- [76] HAU, Erich: Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer Verlag 2002.
- [77] SZALAI Sándor – Gács Iván – Tar Károly – Tóth Péter: A szélenergia helyzete Magyarországon, Magyar Tudomány 2010/8
- [78] TAR Károly: A szélenergia magyarországi hasznosításának reális lehetőségei 2012. [http://www.mettars.hu/wp-content/uploads/2012/04/Eloadas120418\\_Tar.pdf](http://www.mettars.hu/wp-content/uploads/2012/04/Eloadas120418_Tar.pdf), letöltve 2016.07.14.
- [79] The World Wind Energy Association 2014 Half-year Report 3. oldal, [http://www.wwindea.org/webimages/WWEA\\_half\\_year\\_report\\_2014.pdf](http://www.wwindea.org/webimages/WWEA_half_year_report_2014.pdf), letöltve 2016.07.14.
- [80] Magyarország megújuló energetikai potenciálja. MTA Energetikai Bizottság Megújuló Energia Albizottság, 2006. Tanulmánykötet, p.149.
- [81] Szélerőművek kihasználtsága Magyarországon 2010, <http://www.mavir.hu/web/mavir/tanulmanyok>, letöltve 2015.08.21.
- [82] COLMAN, Bernard, Robert E. Beck, Elementary linear programming with applications, Elsevier Science and Technology Books, 1995
- [83] MARTELLO, Silvano, Paolo, Toth: Knapsack Problems, Algorithms and Computer Implementations, John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA, 1990 ISBN:0-471-92420-2
- [84] Nemzeti Megújuló Energiahasznosítási Cselekvési Terv 2010, [http://etanol.info.hu/download/meh\\_pylonc\\_4.pdf](http://etanol.info.hu/download/meh_pylonc_4.pdf), letöltve 2017.01.23.
- [85] KOHLHEB Norbert, Munkácsy Béla, Csanaky Lilla, Meleg Dániel: A megújuló energiaforrások potenciáljai és hasznosításuk Magyarországon, <http://kovasz.uni-corvinus.hu/2015/renewables.pdf>. letöltve 2016.09.22.
- [86] Leaders' Declaration G7 Summit 7-8 June 2015, Schloss Elmau; <http://www.schloss-elmau.de/en/hideaway/hideaway/g7-summit-2015/> letöltve 2016.03.19.
- [87] Európai Unió Hivatalos Lapja, 2011.11. 14. 55. évfolyam ISSN 1977-0731 L315/1
- [88] 2015. évi LVII. törvény az energiahatékonyságról <http://www.kozlonyok.hu/nkonline/MKPDF/hiteles/MK15070.pdf> letöltve: 2016. 02. 23.
- [89] World Energy Outlook 2014, IEA,(2014) ISBN 978-92-64-20804-9



---

[90] Dr. KAPROS Tibor, Erőművek szén-dioxid kibocsátás csökkentése CCS technológiák alkalmazásával, HulladékOnline elektronikus folyóirat 3. évf. 2. szám (2012), ISSN 2062-9133

[91] KARDOS Péter, A földalatti szén-dioxid-tárolás lehetséges szerepe az éghajlatváltozás hazai mérséklésében, Energiaklub Szakpolitikai Intézet Módszertani Központ, 2011. november, [http://energiaklub.hu/sites/default/files/ek\\_ccs\\_tanulmany\\_2011.pdf](http://energiaklub.hu/sites/default/files/ek_ccs_tanulmany_2011.pdf) letöltve 2016. 02. 23.

[92] IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, 2005, Cambridge University Press, New York, ISBN-13 978-0-521-86643-9

[93] Dr. TÓTH László, Települési energetika 4.2. Erőművek kapcsolt energiatermelése, 2011 TÁMOP 4.1.2. [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019\\_Telepules\\_energetika/ch04s02.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Telepules_energetika/ch04s02.html) letöltve 2016. 01. 22.

[94] COGEN Europe 20<sup>th</sup> Anniversary, 2013. november 14. Kapcsolt energiatermelés helyzete Európában és Magyarországon, [http://matasz.hu/wp-content/uploads/2013/11/12\\_Dr\\_Kiss-Csaba-EU-CHP-National-Snapshot-Csaba-Kiss-Nov-2013-fin.pdf](http://matasz.hu/wp-content/uploads/2013/11/12_Dr_Kiss-Csaba-EU-CHP-National-Snapshot-Csaba-Kiss-Nov-2013-fin.pdf)

[95] 2014 COGEN Europe Cogeneration Snapshot Survey Overview of the CHP sector in Europe, [http://www.cogeneurope.eu/medialibrary/2014/04/08/519b3624/Csaba%20Kiss\\_COGEN%20Hungary.pdf](http://www.cogeneurope.eu/medialibrary/2014/04/08/519b3624/Csaba%20Kiss_COGEN%20Hungary.pdf) letöltve 2016. 01.15.

[96] Ellen MacArthur Foundation, Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition , (2012). [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE\\_Ellen-MacArthur-Foundation\\_9-Dec-2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015.pdf)

[97] A körforgásos gazdaság irányába [http://www.circularfoundation.org/sites/default/files/ce\\_international\\_execsum\\_hun.pdf](http://www.circularfoundation.org/sites/default/files/ce_international_execsum_hun.pdf), letöltve: 2016.05.04.

[98] FÜLÖP Orsolya, VARGA Katalin, Lakóépületekben elérhető megújulóenergia-potenciál, 2011 [http://negajoule.eu/sites/default/files/nega\\_kiadvany.pdf](http://negajoule.eu/sites/default/files/nega_kiadvany.pdf) letöltve 2016.01.23.

[99] [http://enhat.mekh.hu/wp-content/uploads/2015/12/HU\\_Annual-Report-2015\\_hu.pdf](http://enhat.mekh.hu/wp-content/uploads/2015/12/HU_Annual-Report-2015_hu.pdf) letöltve 2016.03.21.

[100] HAUBER György: A klasszikus közgazdaságtanon innen és túl, Mikroökönómia (szerk.: Galbács Péter, Szemlér Tamás), Saldo Kiadó 2011. 367-368. oldal

[101] KAHNEMAN, Daniel, Kilátásmélet: kockázat melletti döntések elemzése, Döntéseink csapdájában, Alinea Kiadó 2011. 122. oldal

[102] KAHNEMAN, Daniel: Gyors és lassú gondolkodás, HVG Kiadó Budapest 2013. 338-339. oldal

- 
- [103] ARONSON, Eliot: A társas lény, Budapest Akadémiai Kiadó 2008.
- [104] KIRÁLY Gábor, Kiss Gabriella, Köves Alexandra, Pataki György, Horváth Janka: Nem növekedés-központú gazdaságpolitikai alternatívák: a fenntartható életmód felé való átmenet szakpolitikai lehetőségei, NFFT kutatási jelentés, Budapest 2013.05.31.
- [105] SNOOK, Jennifer, BOOMGARD, Elizabeth: Driving Sustainable Behavior in the Mainstream Consumer: Leveraging Behavioral Economics to Minimize Household Energy Consumption, Doctoral Dissertation, Duke University 2011.
- [106] THALER, Richard H., SUNSTEIN, Cass R.: Nudge Jobb döntések egészségről, pénzről és boldogságról- a pénzügyi válság után, Manager Könyvkiadó 2011. 195. oldal
- [107] SEXTON, Steven E.: Conspicuous conservation: The Prius effect and willingness to pay for environmental bona fides. The Selected Works of Steven E. Sexton. 2011  
<https://works.bepress.com/sexton/11/> Letöltve: 2016.07.14.
- [108] <http://www.imore.com/homekit-faq>, letöltve 2016.09.22.
- [109] Sustainable Development Commission. Making Sustainable Lives Easier. London: Sustainable Development Commission 2011.
- [110] SOUTHERTON, D., McMeekin, A., & EVANS, D. (2011). International Review of Behaviour Change Initiatives. Edinburgh: Scottish Government Social Research.
- [111] TNO. Sustainable Consumption Policies Effectiveness Evaluation Final Report. Delft: TNO Built Environment and Geosciences 2008
- [112] SCHEILER Nóra: Kvalitatív kutatási módszerek a társadalomtudományokban. BKF jegyzet. Századvég, Budapest. 2007. ISBN: 963 734053 6
- [113] MASON, Jennifer: Kvalitatív kutatás. Józsefvárosi Műhely, Budapest, 2005. ISBN: 963 7052 07 0 4.1.
- [114] <http://www.mekh.hu/kotelezo-atveteli-rendszer-villamos-energia>, letöltve 2016.09.25.
- [115] <http://www.alternativenergia.hu/hogyan-lehet-elrontani-egy-jo-tamogatasi-rendszert/18418>, letöltve 2016.09.25.
- [116] Dr. KISS Csaba: Kapcsolt energiatermelés helyzete Európában és Magyarországon  
[http://mataszsz.hu/wp-content/uploads/2013/11/12. Dr. Kiss Csaba EU CHP National Snapshot Csaba Kiss Nov 2013 fin.](http://mataszsz.hu/wp-content/uploads/2013/11/12._Dr._Kiss_Csaba_EU_CHP_National_Snapshot_Csaba_Kiss_Nov_2013_fin.), letöltve 2016.09.30.
- [117] Dr. ESTÓK Sándor: Hálózatközpontú integrált interdiszciplináris logisztika Bolyai Szemle XVIII. évf.:(3. szám) pp. 23-33. (2009)

---

[118] Dr. ESTÓK Sándor: Megújuló energiák rendszereinek intelligens logisztikai támogatása Hadtudományi Szemle 7:(1) pp. 13-21. (2014)

[119] RIFKIN, Jeremy: The Third Industrial Revolution-How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy and the World, Macmillan 2011.

[120] <http://www.alternativenergia.hu/bmw-i3-mint-otthoni-energiatarolo/76697>, letöltve 2016.08.27.

[121] Prof. Dr. KNOLL Imre: Logisztika a 21. században, KIT Képzőművészeti Kiadó 2001. 14.oldal

[122] RÉGER Béla: A logisztika és az ellátási lánc időszerű kérdései napjainkban, Hadmérnök V. évfolyam 3. szám 2010. 66.oldal

[123] Dr. TÁNCZOS Lászlóné: Innovatív citylogisztika- a koncepciótól a megvalósulásig, [http://kitt.uni-obuda.hu/mmaws/2007/download/Tanczosne\\_MMA.pdf](http://kitt.uni-obuda.hu/mmaws/2007/download/Tanczosne_MMA.pdf). letöltve 2017.03.21.

[124] KISS Diána: City-logisztika- környezetkímélő városi áruszállítás, BME OMIKK, IX. évf. 1. szám, [http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi\\_fulltext/logisztika/2003/06/06.pdf](http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/logisztika/2003/06/06.pdf). letöltve 2017.03.21.

[125] <http://www.biomassza.eu/energiaultetveny/>, letöltve 2016.08.31.

[126] BAKOSNÉ Diószegi Mónika: Lágyszárú mezőgazdasági növényekből előállított pellet vizsgálata, az energiabiztonság növelését szolgáló lehetőség szemszögéből, Hadmérnök, II. évf. 3. szám 2008 20. oldal

[127] <http://www.pelletkazan.org/pelletgyartas-fazisai>, letöltve 2016.09.05.

[128] RÉGER Béla: A logisztika logisztikája, avagy a suszter cipője mindig lyukas, 55. oldal [http://epa.oszk.hu/02000/02051/00030/pdf/EPA02051\\_TK\\_2014\\_30\\_055-062.pdf](http://epa.oszk.hu/02000/02051/00030/pdf/EPA02051_TK_2014_30_055-062.pdf), letöltve 2017.03.22.

[129] <http://videkstrategia.kormany.hu/download/5/9a/c0000/településfejlesztési%20füzetek%202016%202017.pdf>, letöltve: 2016.09.21.

[130] BAKOSNÉ Diószegi Mónika, Hazai energiabiztonság növelésének lehetőségei, Hadtudomány IV. évf. 2. szám 14. o

---

## RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

AK	Aranykorona
BHE	Borehole Heat Exchanger
CCS	A szén-dioxid leválasztása és geológiai tárolása
CHP	Kapcsolt hő-és energiatermelés
EED	Energiahatékonysági Irányelv
EROI	A befektetett energia megtérülése
FÁK	Független Államok Közössége
FIT	Betáplálási tarifa
GDP	Bruttó Hazai Termék
GINOP	Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program
GSHP	Földhőszivattyús rendszer
GWh	Gigawattóra
IEA	Nemzeti Energiaügynökség
IRR	Belső megtérülési ráta
JIT	„Éppen időben”
KEHOP	Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program
KSH	Központi Statisztikai Hivatal
LCA	Életciklus elemzés
MEKH	Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal
MW	Megawatt
NIMBY	Csak ne az én kertem végébe!
OECD	Gazdasági Együtműködési és Fejlesztési Szervezet
OPEC	Kőolaj-exportáló Országok Szervezete
ORC	Organikus Rankin-ciklus
P2G	Power to Gas
PEM	Protoncserélő membrán
PJ	Petajoule
PPM	Az egész milliomod része
PV	Jelenérték

---

SPSS	Statistical Package for Social Science
TOE	Tonna egyenértékes
TOP	Terület és Településfejlesztési Operatív Program
VEKOP	Versenyképes Közép-Magyarország Operatív Program
VER	Villamos-energia Rendszer
VET	A villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény
VP	Vidékfejlesztési Operatív Program
W/h	Watt per óra
Wp	Watt peak

## MELLÉKLETEK

### 1. számú melléklet

#### a. hátizsák-modell

Project	Változó	Energia igény 2050	Hasznosság	Költség
Biomassza	1	364	10	200
Napenergia	1	80,5	9	100
Goetermikus energia	1	35	7	150
Vízenergia	1	180	3	130
Szélenergia	0	2	1	300
Atomenergia	1	69,6	1	500
Energia hatékonyság	1	117	4	100
Fosszilis energiák	0	191,9	2	600
Összesen:		846,1	34	1180

#### b. Eredményjelentés 1

##### Célcella (Max)

Cella	Név	Eredeti érték	Végérték
\$C\$11	Összesen: Energia igény 2050	483	483

##### Módosuló cellák

Cella	Név	Eredeti érték	Végérték
\$B\$2	Biomassza Változó	1	1
\$B\$3	Napenergia Változó	0	0
\$B\$4	Goetermikus energia Változó	0	0
\$B\$5	Vízenergia Változó	0	0
\$B\$6	Szélenergia Változó	1	1
\$B\$7	Atomenergia Változó	0	0
\$B\$8	Energia hatékonyság Változó	1	1
\$B\$9	Fosszilis energiák Változó	0	0

### Korlátozó feltételek

Cella	Név	Cellaérték	Képlet	Status	Eltérés
\$C\$11	Összesen: Energia igény 2050	483	$\$C\$11 \leq 500$	Bőven	17
\$E\$2	Biomassza Költség	200	$\$E\$2 \leq 1500$	Bőven	1300
\$E\$3	Napenergia Költség	100	$\$E\$3 \leq 1500$	Bőven	1400
\$E\$4	Goetermikus energia Költség	150	$\$E\$4 \leq 1500$	Bőven	1350
\$E\$5	Vízenergia Költség	130	$\$E\$5 \leq 1500$	Bőven	1370
\$E\$6	Szélenergia Költség	300	$\$E\$6 \leq 1500$	Bőven	1200
\$E\$7	Atomenergia Költség	500	$\$E\$7 \leq 1500$	Bőven	1000
\$E\$8	Energia hatékonyság Költség	100	$\$E\$8 \leq 1500$	Bőven	1400
\$E\$9	Fosszilis energiák Költség	600	$\$E\$9 \leq 1500$	Bőven	900
\$B\$2	Biomassza Változó	1	$\$B\$2 = \text{bináris érték}$	Éppen	0
\$B\$3	Napenergia Változó	0	$\$B\$3 = \text{bináris érték}$	Éppen	0
\$B\$4	Goetermikus energia Változó	0	$\$B\$4 = \text{bináris érték}$	Éppen	0
\$B\$5	Vízenergia Változó	0	$\$B\$5 = \text{bináris érték}$	Éppen	0
\$B\$6	Szélenergia Változó	1	$\$B\$6 = \text{bináris érték}$	Éppen	0
\$B\$7	Atomenergia Változó	0	$\$B\$7 = \text{bináris érték}$	Éppen	0
\$B\$8	Energia hatékonyság Változó	1	$\$B\$8 = \text{bináris érték}$	Éppen	0
\$B\$9	Fosszilis energiák Változó	0	$\$B\$9 = \text{bináris érték}$	Éppen	0

## 2. számú melléklet

### Megújuló energiákkal szembeni attitűd vizsgálat

Kedves Kitöltő!

Ebben a kérdőívben arra kérem önt, hogy a megújuló energiákkal kapcsolatos kérdésekre válaszoljon. A kérdőív eredményei doktori disszertációm részét képezik majd, így a kitöltéssel sokat segítene munkámban, amit előre is nagyon köszönök! A kérdőív kitöltése maximum 10-15 percet vesz igénybe. A legtöbb kérdésre egyetlen választ kell megjelölnie. Ahol több válasz is megadható ott ezt zárójelben a kérdés után jeleztem.

Felhívom figyelmét, hogy a kérdőívben semmilyen önre utaló adat nem szerepel (név, lakcím, egyéb személyes adat), így a kitöltés teljesen anonim, annak eredményei csak ebben a felmérésben jelennek majd meg. Az utolsó oldalon megjelenő regisztráció és email megadása nem kötelező, nyugodtan kihagyhatja!

#### 1. Az ön neme

- férfi  
 nő

#### 2. Az ön életkora

- 20-30  
 31-35  
 36-40  
 41-45  
 46-50

51-60

61-70

### 3. Az ön legmagasabb iskolai végzettsége

kevesebb, mint 8 általános

8 általános

szakmunkásképző

gimnáziumi, középiskolai érettségi

felsőfokú szakképzés vagy technikum

főiskola, egyetem

### 4. Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?

kényelmesen megélünk a jövedelmünkből

kijövünk a jelenlegi jövedelmünkből

nehezen élünk meg a jelenlegi jövedelmünkből

nagyon nehezen élünk meg a jelenlegi jövedelmünkből

nem tudom

### 5. Az ingatlan kora

0-5 év

6-8 év

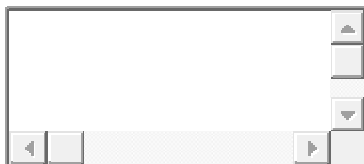
9-11 év

12-15 év

16-20 év

21-25 év

### 6. Ön milyen megújuló energiaforrásokat ismer?



### 7. Milyen érzéseket vált ki önből a napenergia említése?

negatív

inkább negatív

semleges

inkább pozitív

pozitív



---

**8. Milyen érzéseket vált ki önből a szélenergia említése?**

- negatív
- inkább negatív
- semleges
- inkább pozitív
- pozitív

**9. Milyen érzéseket vált ki önből a geotermikus energia említése?**

- negatív
- inkább negatív
- semleges
- inkább pozitív
- pozitív

**10. Milyen érzéseket vált ki önből az atomenergia említése?**

- negatív
- inkább negatív
- semleges
- inkább pozitív
- pozitív

**11. Ön szerint az ország villamosenergia ellátását milyen energiaforrásokkal kellene biztosítani? (több válasz lehetséges)**

- napenergia
- szélenergia
- geotermikus energia
- vízenergia
- atomenergia
- biomassza
- szén
- földgáz

**12. Ön szerint melyek azok az érvek, melyek a megújuló energiák mellett szólnak? (több válasz lehetséges)**

- Környezetbarát, a klímavédelmet szolgálja
- Kisebb fosszilis energiafüggés
- Az energiaellátás biztonságának növekedése

- Saját magam tudom a szükséges energiát előállítani
- A fosszilis energia ára miatt jó befektetés
- Egyéb
- Nem tudja

### 13. Mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?

- fenntartása olcsó legyen
- beépítése kis költséggel megvalósítható legyen
- környezetbarát legyen
- műszakilag kiforrott legyen
- ne igényeljen karbantartást
- rövid időn belül megtérüljön a beruházás

### 14. Adott feltételek mellett tervezne-e ön megújuló energia/technológia beruházást?

	már rendelkezem vele	igen, tervezek	gondolkodom rajta, de még nem döntöttem	még nem gondolkodtam el rajta	egyáltalán nem tervezek	nem tudja
napelem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
napkollektor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hőszivattyú	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mini szélérőmű	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tűzifa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fapellet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 15. Önnek mi a legfontosabb szempont megújuló technológiák beruházásánál?

- ár
- minőség
- hitellehetőség
- termékgarancia
- pályázat
- származási hely
- a telepítő cég ismertsége

### 16. Ön szerint az államnak egy ilyen beruházásnál mit kellene támogatnia?

- a beruházás költségeit
- a működési költségeket (pl. az áram átvételi árának támogatása)
- vegyes támogatási forma

---

nem tudja

**17. Megújuló energetikai beruházásnál milyen támogatási formát részesítene előnyben?**

- kedvező kamatozású kölcsön önrész nélkül
- kamatmentes kölcsön önrésszel
- adókedvezmény
- vissza nem térítendő támogatás a beruházás egy részére, a fennmaradó rész hitel+saját erő
- egyéb pénzügyi hozzájárulás
- nem tudja

**18. Maximum mekkora önrésszel lenne hajlandó megújuló energetikai beruházást végrehajtani?**

- 60%
- 50%
- 40%
- 30%
- 20%
- 10%
- 0%

**19. Minimum milyen mértékű vissza nem térítendő támogatással végezne megújuló energetikai beruházást?**

- 20%
- 30%
- 40%
- 50%
- 60%
- 70%
- 80%
- 100%

**20. Maximum milyen megtérülési idő mellett hajtana végre megújuló energetikai beruházást?**

- 1-3 év
- 3-5 év
- 5-8 év
- 8-10 év
- 10-15 év

**21. Ön szerint melyik tényező nehezíti leginkább a megújuló energetikai beruházásokat a lakosság körében? (több válasz lehetséges)**

- a lassan megtérülő beruházás
- a pénzügyi lehetőségek hiánya
- a hitelfelvétel
- a technológia kiforratlansága
- az alacsony átvételi árak
- az építési- műszaki problémák
- egyéb
- nem tudja

**22. Tegyük fel, hogy a technológia telepítése 7-9 év alatt megtérül, majd további 15 évig ingyen termeli az energiát. Adott feltételek mellett telepítene ön ilyen technológiát, ha a beruházás 1,5 millió Ft-ba kerülne?**

- igen, mindenképpen
- elgondolkodnék rajta
- nem valószínű
- egyáltalán nem
- nem tudja

**23. Halott-e már az "okos mérésről" (smart metering)?**

- nem, nem hallottam
- igen, már hallottam
- igen jól ismerem
- nem tudja

**24. Az intelligens mérés lehetővé teszi, hogy a fogyasztók energiafogyasztásukat az éppen aktuális tarifák függvényében optimalizálják, és egy okostelefon vagy tablet segítségével irányíthassák otthonuk energiafelhasználását.**

**Beszereltetne ön egy ilyen rendszert az otthonába?**

- igen, mindenképp
- igen, de ez teljesen az ártól függ
- túlzottan nem érdekel a dolog
- egyáltalán nem érdekel a dolog

## 25. Az okos mérés előnyös lenne számomra mert....

	teljesen egyetérték	inkább egyetért	inkább nem ért egyet	egyáltalán nem ért egyet	nem tudja
naprakész információval rendelkezem az energiafogyasztásomról	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
magam irányíthatom az energiafogyasztásomat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
csökkenthetem a rezsi költségeimet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kényelmes, hogy a háztartási eszközök távolról is irányíthatóak egy okos telefon segítségével	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Köszönöm, hogy kitöltötte a kérdőívet! A következő oldalt nem kell kitölteni, nyugodtan kiléphet a kérdőívből!

### 3. számú melléklet

## Energiahatékonysági beruházásokkal szembeni attitűd vizsgálat

Kedves Kitöltő!

Ebben a kérdőívben arra kérem önt, hogy az energiahatékonysági beruházásokkal kapcsolatos kérdésekre válaszoljon. A kérdőív eredményei doktori disszertációm részét képezik majd, így a kitöltéssel sokat segítene munkámban, amit előre is nagyon köszönök! A kérdőív kitöltése maximum 10-15 percet vesz igénybe. A legtöbb kérdésre egyetlen választ kell megjelölnie. Ahol több válasz is megadható ott ezt zárójelben a kérdés után jeleztem.

Felhívom figyelmét, hogy a kérdőívben semmilyen önre utaló adat nem szerepel (név, lakcím, egyéb személyes adat), így a kitöltés teljesen anonim, annak eredményei csak ebben a felmérésben jelennek majd meg. Az utolsó oldalon megjelenő regisztráció és email megadása nem kötelező, nyugodtan kihagyhatja!

### 1. Az ön neme

- férfi  
 nő

### 2. Az ön életkora

- 20-30  
 31-35  
 36-40  
 41-45  
 46-50  
 51-60  
 61-70

### 3. Az ön legmagasabb iskolai végzettsége

- kevesebb, mint 8 általános
- 8 általános
- szakmunkásképző
- gimnáziumi, középiskolai érettségi
- felsőfokú szakképzés vagy technikum
- főiskola, egyetem

### 4. Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?

- kényelmesen megélünk a jövedelmünkből
- kijövünk a jelenlegi jövedelmünkből
- nehezen élünk meg a jelenlegi jövedelmünkből
- nagyon nehezen élünk meg a jelenlegi jövedelmünkből
- nem tudom

### 5. Az ingatlan kora

- 0-5 év
- 6-8 év
- 9-11 év
- 12-15 év
- 16-20 év
- 21-25 év
- 26-30 év
- 31-40 év
- 40 évnél több

### 6. Milyen típusú az ön ingatlana?

- családi ház
- ikerház
- sorház
- egyéb

### 7. Milyen az ön ingatlanának építőanyaga?

- kisméretű tömör téglá
- nagyobb méretű lyukacsos téglá
- vályog
- kő
- szilikát
- könnyű szerkezetes
- öntött beton
- egyéb
- vályog+ téglá

### 8. Ön milyen energiaforrásokat használ fűtésre? (több válasz lehetséges)

- vezetékes gáz
- tűzifa
- gáz+tűzifa
- palackos gáz
- szén
- villany
- fapellet
- napenergia
- hőszivattyú

### 9. Ön milyen fűtési rendszert használ?

- ház központi fűtés
- csak cirkó, kazán
- cirkó és kályha
- csak konvektor
- konvektor és kályha
- csak kályha
- konvektor
- egyéb

**10. Mennyi az ön fűtőberendezésének kora? (Kérem, hogy minden sorban jelöljön egy választ!)**

	5-8 év	9-12 év	13-15 év	16-18 év	19-22 év	23-25 év	26-30 év	ilyen típusú nincs
ház központi fűtés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
csak cirkó, kazán	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cirkó és kályha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
csak konvektor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
konvektor és kályha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
csak kályha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
egyéb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**11. Rendelkezik-e az ön ingatlana energetikai tanúsítvánnyal?**

- igen  
 nem  
 nem tudja

**12. Ismeri ön ingatlana energetikai besorolását?**

- A  
 B  
 C  
 D  
 E  
 F  
 G  
 nem tudom

**13. Az alábbi beruházások közül melyiket valósította meg az elmúlt 8 évben? (több válasz lehetséges)**

- hőszigetelés  
 kazáncsere  
 radiátorok cseréje  
 szellőzőrendszer cseréje  
 nyílászárók cseréje  
 bojler csere  
 egyiket sem



**14. Ön mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?**

- fenntartása olcsó legyen
- beépítése kis költséggel megvalósítható legyen
- környezetbarát legyen
- műszakilag kiforrott legyen
- ne igényeljen karbantartást
- rövid időn belül megtérüljön a beruházás

**15. Tervez-e ön energiahatékonysági beruházást az otthonában??  
Kérem, hogy minden sorban jelöljön egy választ!**

	már végeztem ilyen beruházást az elmúlt 8 évben	igen, tervezek	gondolkodom rajta, de még nem döntöttem	még gondolkodom rajta	egyáltalán nem tervezek	nem tudja
hőszigetelés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kazáncsere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
bojlercsere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
radiátorok cseréje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nyílászárók cseréje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
szellőzőrendszer cseréje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**16. Ön szerint mi a fontos az energiahatékonysági beruházásoknál? (több válasz lehetséges)**

- ár
- minőség
- termékgarancia
- a cég ismertsége
- hitellehetőség
- pályázat
- származási hely

**17. Ön szerint hány százalékkal csökkenne fűtési számlája, ha szigetelést és nyílászáró cserét is végrehajtana ingatlanán?**

- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- 50-60%
- 60-70%
- 70-80%

**18. Energiahatékonysági beruházásnál milyen támogatási formát részesítene előnyben?**

- kedvező kamatozású kölcsön önrész nélkül
- kamatmentes kölcsön önrésszel
- adókedvezmény
- vissza nem térítendő támogatás a beruházás egy részére, a fennmaradó rész hitel+saját erő
- egyéb pénzügyi hozzájárulás
- nem tudja

**19. Maximum mekkora önrésszel lenne hajlandó energiahatékonysági beruházást végrehajtani?**

- 60%
- 50%
- 40%
- 30%
- 20%
- 10%
- 0%

**20. Minimum milyen mértékű vissza nem térítendő támogatással végezne energiahatékonysági beruházást?**

- 20%
- 30%
- 40%
- 50%
- 60%
- 70%
- 80%
- 100%

**21. Maximum milyen megtérülési idő mellett hajtana végre energiahatékonysági beruházást?**

- 1-3 év
- 3-5 év
- 5-8 év
- 8-10 év
- 10-15 év

**22. Ön szerint melyik tényező nehezíti leginkább az energiahatékonysági beruházásokat a lakosság körében? (több válasz lehetséges)**

- a lassan megtérülő beruházás
- a pénzügyi lehetőségek hiánya
- a hitelfelvétel
- az építési- műszaki problémák
- egyéb
- nem tudja

**Az utolsó kérdést NEM KELL megválaszolni, nyugodtan bezárhatja a kérdőívet! Köszönjük, hogy kitöltötte a kérdőívet! Sokat segített munkámban!**

---

#### 4. számú melléklet

### Az SPSS elemzés eredményei

#### a. Energiahatékonysági beruházásokkal szembeni attitűd vizsgálat

##### 1. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az életkor a legmagasabb iskolai végzettségtől és a jövedelemtől?

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,467 <sup>a</sup>	,218	,201	1,600

a. **Független változó:** Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?  
Az ön legmagasabb iskolai végzettsége

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,218.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

A modell magyarázóereje alacsony, azaz az életkor nem függ szorosan a legmagasabb iskolai végzettségtől és a jövedelmi helyzettől. A legmagasabb iskolai végzettség és a jövedelmi helyzet együttesen 21,8 százalékban magyarázzák az életkor különbségét. A többi 78,1 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	66,293	2	33,146	12,941	,000 <sup>b</sup>
	Residual	238,207	93	2,561		
	Total	304,500	95			

a. **Függő változó:** Az ön életkora

b. **Független változó:** Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét? Az ön legmagasabb iskolai végzettsége

Az F-próba szignifikanciája 0 (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat meglétét igazolja.

### Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	4,388	1,067		4,112	,000
Az ön legmagasabb iskolai végzettsége	-,201	,156	-,144	-1,288	,201
Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?	,665	,202	,368	3,284	,001

**a. Függő változó:** Az ön életkora

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a jövedelmi szint szignifikancia szintje 0,1 százalék, azaz sig. <0,05, tehát a modellben célszerű magyarázó változóként szerepeltetni. Azonban a legmagasabb iskolai végzettség szignifikancia szintje nagyobb, mint 5 százalék, így ezt a tényezőt nem célszerű a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.

**2. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az ingatlan kora az ingatlan építőanyagától és a fűtési rendszer használatától?**

**Függő változó:** Ingatlan kora  
**Független változók (magyarázó változók):** Ingatlan építőanyaga és fűtési rendszer használata az ingatlanban

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,245 <sup>a</sup>	,060	,040	1,885

**a. Független változó:** Ön milyen fűtési rendszert használ?,  
Milyen az ön ingatlanának építőanyaga?

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,06.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

A modell magyarázóereje gyenge erősségű, azaz az ingatlan kora nem függ az ingatlan építőanyagától és fűtési rendszer használatától az ingatlanban. Az ingatlan építőanyaga és a fűtési rendszer használata az ingatlanban együttesen 6 százalékban magyarázzák az ingatlan kora különbségét. A többi 94 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

#### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	21,175	2	10,587	2,979	,056 <sup>b</sup>
	Residual	330,482	93	3,554		
	Total	351,656	95			

**a. Függő változó:** Az ingatlan kora

**b. Független változó:** Ön milyen fűtési rendszert használ?, Milyen az ön ingatlanának építőanyaga?

Az F-próba szignifikanciája 5,6 százalék (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat meglétének hiányát igazolja.

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	6,910	,370		18,695	,000
Milyen az ön ingatlanának építőanyaga?	,026	,100	,027	,258	,797
Ön milyen fűtési rendszert használ?	,241	,109	,235	2,207	,030

---

**a. Függő változó:** Az ingatlan kora

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a fűtési rendszer tényező szignifikancia szintje 0,3 százalék, azaz sig. <0,05, tehát a modellben célszerű magarázó változóként szerepeltetni. Azonban a legmagasabb az ingatlan építőanyaga tényező szignifikancia szintje nagyobb, mint 5 százalék, így ezt a tényezőt nem célszerű a modellben magarázó változóként szerepeltetni.

### 3. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az ingatlan kora az ingatlan fűtőberendezésének életkorától és az ingatlan energetikai besorolásától?

**Függő változó:** Ingatlan kora

**Független változók (magarázó változók):** Ingatlan fűtőberendezésének életkora és az ingatlan energetikai besorolása

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,372 <sup>a</sup>	,138	,120	1,805

a. **Független változó:** Ismeri ön ingatlana energetikai besorolását?, Az ingatlan fűtőberendezésének életkora

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,138.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

A modell magarázóereje igen alacsony, azaz az ingatlan kora nem függ az ingatlan fűtőberendezésének életkorától és az ingatlan energetikai besorolásától. Az ingatlan fűtőberendezésének életkora és az ingatlan energetikai besorolása együttesen 13,8 százalékban magarazzák az ingatlan kora különbségét. A többi 86,2 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magarázható.

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	48,584	2	24,292	7,454	,001 <sup>b</sup>
	Residual	303,072	93	3,259		
	Total	351,656	95			

**a. Függő változó:** Az ingatlan kora

**b. Független változó:** Ismeri ön ingatlana energetikai besorolását?, Az ingatlan fűtőberendezésének életkora

Az F-próba szignifikanciája 0,1 százalék (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat meglétét igazolja.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4,275	,926		4,618	,000
	Az ingatlan fűtőberendezésének életkora	,084	,158	,051	,531	,596
	Ismeri ön ingatlana energetikai besorolását?	,433	,113	,371	3,845	,000

**a. Függő változó:** Az ingatlan kora

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy az ingatlan energetikai besorolása tényező szignifikancia szintje 0 százalék, azaz sig. < 0,05, tehát a modellben célszerű magyarázó változóként szerepeltetni.

Azonban az ingatlan fűtőberendezésének életkora tényező szignifikancia szintje 59,6 százalék, azaz nagyobb, mint 5, így ezt a tényezőt nem célszerű a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.



---

**4. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az ingatlanon elmúlt 8 évben megvalósított energetikai beruházás az ingatlan korától és az ingatlanban használt fűtőberendezések korától?**

**Függő változó:** Ingatlanon elmúlt 8 évben megvalósított energetikai beruházás

**Független változók (magyarázó változók):** Ingatlan fűtőberendezésének életkora és az ingatlan energetikai besorolása

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,117 <sup>a</sup>	,014	-,007	2,468

a. **Független változó:** Az ingatlan fűtőberendezésének életkora,  
Az ingatlan kora

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,014.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolatot:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

A modell magyarázóereje rendkívül alacsony, azaz az ingatlanon elmúlt 8 évben megvalósított energetikai beruházás nem függ az ingatlan fűtőberendezésének életkorától és az ingatlan energetikai besorolásától. Az ingatlan fűtőberendezésének életkora és az ingatlan energetikai besorolása együttesen 1,4 százalékban magyarázzák az ingatlanon elmúlt 8 évben megvalósított energetikai beruházás tényező különbségét. A többi 98,6 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7,882	2	3,941	,647	,526 <sup>b</sup>
	Residual	566,524	93	6,092		
	Total	574,406	95			

**a. Függő változó:** Ingatlanon elmúlt 8 évben megvalósított energetikai beruházás

**b. Független változó:** Az ingatlan fűtőberendezésének életkora, Az ingatlan kora

A F-próba szignifikanciája 52,6 százalék (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat hiányát igazolja.

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	4,721	1,113		4,242	,000
Az ingatlan kora	,067	,132	,052	,506	,614
Az ingatlan fűtőberendezésének életkora	-,223	,216	-,107	-1,036	,303

**a. Függő változó:** Ingatlanon elmúlt 8 évben megvalósított energetikai beruházás

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy az ingatlan fűtőberendezésének életkora tényező szignifikancia szintje 30,3 százalék, azaz sig. > 0,05, tehát a modellben nem célszerű magyarázó változóként szerepeltetni. Emellett az ingatlan kora tényező szignifikancia szintje is nagyobb, mint 5 százalék (sig. = 0,614), így ezt a tényezőt sem célszerű a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.

**5. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezője a fűtési számla feltételezett csökkenésétől és az ingatlan fűtőberendezésének korától?**

**Függő változó:** Ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezője

**Független változók:** fűtési számla feltételezett csökkenése és az ingatlan fűtőberendezésének kora

---

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,285 <sup>a</sup>	,081	,062	2,077

**a. Független változó:** Az ingatlan fűtőberendezésének életkora, Ön szerint hány százalékkal csökkenne fűtési számlája, ha szigetelést és nyílászáró cserét is végrehajtana ingatlanán?

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,081.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolatot:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

A modell magyarázóereje rendkívül alacsony, azaz az ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezője nem függ szorosan a fűtési számla feltételezett csökkenésétől és az ingatlan fűtőberendezésének korától

A fűtési számla feltételezett csökkenése és az ingatlan fűtőberendezésének kora együttesen 8,1 százalékban magyarázzák az ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezője különbségét. A többi 91,9 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	35,597	2	17,798	4,124	,019 <sup>b</sup>
	Residual	401,362	93	4,316		
	Total	436,958	95			

**a. Függő változó:** Ön mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?

**b. Független változó:** Az ingatlan fűtőberendezésének életkora, Ön szerint hány százalékkal csökkenne fűtési számlája, ha szigetelést és nyílászáró cserét is végrehajtana ingatlanán?

A F-próba szignifikanciája 1,9 százalék (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat meglétét igazolja.

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	1,088	,706		1,541	,127
Ön szerint hány százalékkal csökkenne fűtési számlája, ha szigetelést és nyílászáró cserét is végrehajtana ingatlanán?	,581	,203	,286	2,859	,005
Az ingatlan fűtőberendezésének életkora	-,113	,183	-,062	-,615	,540

**a. Függő változó:** Ön mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a fűtési számla feltételezett csökkenése tényező szignifikancia szintje 0,05 százalék, azaz sig. = 0,05, tehát a modellben célszerű magarázó változóként szerepeltetni. Azonban az ingatlan fűtőberendezésének kora szignifikancia szintje nagyobb, mint 5 százalék (sig. = 0,54), így ezt a tényezőt nem célszerű a modellben magarázó változóként szerepeltetni.

---

**6. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ a háztartás jövedelmi helyzete az ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezőjétől és a tervezett ingatlan hőszigeteléstől?**

**Függő változó:** Háztartás jövedelmi helyzete

**Független változók (magyarázó változók):** Az ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezője és a tervezett ingatlan hőszigetelés

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,153 <sup>a</sup>	,024	,003	,990

**a. Független változó:** Tervez-e hőszigetelést ingatlanán?, Ön mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,024.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

A modell magyarázóereje alacsony, azaz A háztartás jövedelmi helyzete nem függ szorosan az ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezője és a tervezett ingatlan hőszigeteléstől. Az ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezője és a tervezett ingatlan hőszigetelés együttesen 2,4 százalékban magyarázzák a háztartás jövedelmi helyzetének különbségét. A többi 97,6 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,200	2	1,100	1,121	,330 <sup>b</sup>
	Residual	91,207	93	,981		
	Total	93,406	95			

**a. Függő változó:** Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?

**b. Független változó:** Tervez-e hőszigetelést ingatlanán?, Ön mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?

A F-próba szignifikanciája 33 százalék (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat hiányát igazolja.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2,590	,266		9,754	,000
Ön mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?	-,038	,048	-,082	-,790	,432
Tervez-e hőszigetelést ingatlanán?	,078	,067	,120	1,157	,250

**a. Függő változó:** Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy az ingatlan energiaellátásának legfontosabbnak ítélt tényezőjének szignifikancia szintje 43,2 százalék, azaz sig. < 0,05, tehát a modellben nem célszerű magarázó változóként szerepeltetni. Emellett a tervezett ingatlan hőszigetelés szignifikancia szintje is nagyobb, mint 5 százalék (sig. = 0,25), így ezt a tényezőt sem célszerű a modellben magarázó változóként szerepeltetni.

---

**b. Megújuló energiákkal szembeni attitűd vizsgálat**

**1. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az életkor a legmagasabb iskolai végzettségtől és a jövedelemtől?**

**Függő változó:** Életkor

**Független változók (magyarázó változók):** A legmagasabb iskolai végzettség és a jövedelem

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,204 <sup>a</sup>	,042	,027	1,308

- a. **Független változó:** Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?, Az ön legmagasabb iskolai végzettsége

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,042.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge

Mivel a modell magyarázóereje rendkívül gyenge, azaz az életkor nem függ a legmagasabb iskolai végzettségtől és a jövedelemtől. A legmagasabb iskolai végzettségtől és a jövedelem együttesen 4,2 százalékban magyarázzák az életkor különbségét. A többi 95,8 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlenel magyarázható.

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	9,663	2	4,831	2,824	,063 <sup>b</sup>
Residual	222,412	130	1,711		
Total	232,075	132			

**a. Függő változó:** Az ön életkora

**b. Független változó:** Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?, Az ön legmagasabb iskolai végzettsége

A F-próba szignifikanciája 6,3 százalék (Sig. > 0,05), tehát a kapcsolat meglétének hiányát igazolja.

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,870	,937		,928	,355
	Az ön legmagasabb iskolai végzettsége	,345	,146	,217	2,360	,020
	Ön szerint melyik leírás közelíti meg leginkább az ön háztartásának jövedelmi helyzetét?	,110	,186	,055	,592	,555

**a. Függő változó:** Az ön életkora

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a legmagasabb iskolai végzettség szignifikancia szintje 2 százalék, azaz sig. < 0,05, tehát a modellben célszerű magyarázó változóként szerepeltetni. Azonban a jövedelem szignifikancia szintje nagyobb, mint 5 százalék (sig. = 0,555), így ezt a tényezőt nem célszerű a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.

**2. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az életkor a napenergia megítélésétől és az atomenergia megítélésétől?**

**Függő változó:** Életkor

**Független változók (magyarázó változók):** A napenergia megítélése és az atomenergia megítélése



### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,012 <sup>a</sup>	,000	-,015	1,336

**a. Független változó:** Milyen érzéseket vált ki önből az atomenergia említése?, Milyen érzéseket vált ki önből a napenergia említése?

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0. Ugyanakkor a beállított korrelációs együttható négyzete -1,5 százalék.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolatot:

- negatív irányú
- gyenge

A modell magyarázóereje rendkívül gyenge, azaz az életkor nem függ a napenergia megítélésétől és az atomenergia megítélésétől. A napenergia megítélése és az atomenergia megítélése együttesen 0 százalékban magyarázzák az ingatlan kora különbségét, tehát 100 százalékban a véletlennel magyarázható.

### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,032	2	,016	,009	,991 <sup>b</sup>
	Residual	232,043	130	1,785		
	Total	232,075	132			

**a. Független változó:** Az ön életkora

**b. Független változó:** Milyen érzéseket vált ki önből az atomenergia említése?, Milyen érzéseket vált ki önből a napenergia említése?

Az F-próba szignifikanciája 99,1 százalék (Sig. > 0,05), tehát a kapcsolat meglétének hiányát igazolja.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,708	1,297		2,088	,039
	Milyen érzéseket vált ki önből a napenergia említése?	,034	,270	,011	,126	,900
	Milyen érzéseket vált ki önből az atomenergia említése?	,003	,112	,003	,030	,976

**a. Függő változó:** Az ön életkora

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a napenergia megítélésének szignifikancia szintje 90 százalék, azaz sig. >0,05, tehát a modellben nem célszerű magyarázó változóként szerepeltetni. Emellett az atomenergia megítélésének szignifikancia szintje is nagyobb, mint 5 százalék (sig. = 0,976) így ezt a tényezőt sem célszerű a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.

**3. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ a megújuló energia mellett szóló érvek az életkortól és a legmagasabb iskolai végzettségtől?**

**Függő változó:** Megújuló energia mellett szóló érvek

**Független változók (magyarázó változók):** Életkor és legmagasabb iskolai végzettség

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,224 <sup>a</sup>	,050	,036	4,976

**a. Független változó:** Az ön legmagasabb iskolai végzettsége, Az ön életkora

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,05.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

Mivel a modell magyarázóereje rendkívül gyenge, a megújuló energia mellett szóló érvek nem függenek az életkor és legmagasabb iskolai végzettségtől. Az életkor és legmagasabb iskolai végzettség együttesen 5 százalékban magyarázzák az a megújuló energia mellett szóló érvek különbségét. A többi 95 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

#### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	170,677	2	85,339	3,446	,035 <sup>b</sup>
	Residual	3219,293	130	24,764		
	Total	3389,970	132			

**a. Függő változó:** Ön szerint melyek azok az érvek, melyek a megújuló energiák mellett szólnak?

**b. Független változó:** Az ön legmagasabb iskolai végzettsége, Az ön életkora

Az F-próba szignifikanciája 3,5 százalék (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat meglétét igazolja.

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	19,588	2,812		6,967	,000
	Az ön életkora	-,164	,333	-,043	-,492	,624
	Az ön legmagasabb iskolai végzettsége	-1,284	,528	-,212	-2,431	,016

---

**a. Függő változó:** Ön szerint melyek azok az érvek, melyek a megújuló energiák mellett szólnak?

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a legmagasabb iskolai végzettség szignifikancia szintje 0,16 százalék, azaz  $\text{sig.} < 0,05$ , tehát a modellben célszerű magyarázó változóként szerepeltetni. Azonban az életkor szignifikancia szintje nagyobb, mint 5 százalék ( $\text{sig.} = 0,624$ ), így ezt a tényezőt nem célszerű a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.

**4. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ a megújuló technológiai beruházás során legfontosabbnak ítélt szempont (13. kérdés) a megújuló energia mellett szóló érvektől (12. kérdés) és állami szerepvállalástól az energetikai beruházások terén (16. kérdés)?**

**Függő változó:** A megújuló technológiai beruházás során legfontosabbnak ítélt szempont

**Független változók (magyarázó változók):** A megújuló energia mellett szóló érvek és az állami szerepvállalás az energetikai beruházások terén

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,077 <sup>a</sup>	,006	-,009	2,172

**a. Független változó:** Ön szerint az államnak egy ilyen beruházásnál mit kellene támogatnia?, Ön szerint melyek azok az érvek, melyek a megújuló energiák mellett szólnak?

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,06.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

Mivel a modell magyarázó ereje rendkívül gyenge erősségű, a megújuló technológiai beruházás során legfontosabbnak ítélt szempont nem függ a megújuló energia mellett szóló érvek és az állami szerepvállalás az energetikai beruházások terén tényezőktől. A megújuló energia mellett szóló érvek és az állami szerepvállalás az energetikai beruházások terén tényezők együttesen 6 százalékban magyarázzák az a megújuló energia mellett szóló érvek különbségét. A többi 94 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3,666	2	1,833	,388	,679 <sup>b</sup>
	Residual	613,537	130	4,720		
	Total	617,203	132			

**a. Függő változó:** Mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?

**b. Független változó:** Ön szerint az államnak egy ilyen beruházásnál mit kellene támogatnia?, Ön szerint melyek azok az érvek, melyek a megújuló energiák mellett szólnak?

A F-próba szignifikanciája 67,9 százalék (Sig. > 0,05), tehát a kapcsolat meglétének hiányát igazolja.

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,394	,623		5,448	,000
	Ön szerint melyek azok az érvek, melyek a megújuló energiák mellett szólnak?	,028	,037	,066	,751	,454
	Ön szerint az államnak egy ilyen beruházásnál mit kellene támogatnia?	-,109	,207	-,046	-,528	,598

**a. Függő változó:** Mit tart a legfontosabbnak háztartása energiaellátásánál?

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a megújuló energia mellett szóló érvek szignifikancia szintje 45,4 százalék, azaz sig. > 0,05, tehát a modellben nem célszerű magarázó változóként szerepeltetni.

---

Emellett az állami szerepvállalás az energetikai beruházások terén tényező szignifikancia szintje is nagyobb, mint 5 százalék (sig. = 0,598), így ezt a tényezőt sem célszerű a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.

**5. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ a vélt állami szerepvállalás az energetikai beruházások terén (16. kérdés) a megújuló technológiák beruházásánál vélt legfontosabb szemponttól (15. kérdés) és a támogatási formától (17. kérdés)?**

**Függő változó:** Vélt állami szerepvállalás az energetikai beruházások terén

**Független változók (magyarázó változók):** A megújuló technológiák beruházásánál vélt legfontosabb szempont és a támogatási formák

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,171 <sup>a</sup>	,029	,014	,910

a. **Független változó:** Megújuló energetikai beruházásnál milyen támogatási formát részesítene előnyben?, Önnek mi a legfontosabb szempont megújuló technológiák beruházásánál?

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,029.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

Mivel a modell magyarázóereje rendkívül gyenge erősségű, a vélt állami szerepvállalás az energetikai beruházások terén tényező nem függ a támogatási formáktól. A megújuló technológiák beruházásánál vélt legfontosabb szempont és a támogatási formák együttesen 2,9 százalékban magyarázzák a vélt állami szerepvállalás az energetikai beruházások terén tényező különbségét. A többi 97,1 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3,248	2	1,624	1,960	,145 <sup>b</sup>
	Residual	107,685	130	,828		
	Total	110,932	132			

**a. Függő változó:** Ön szerint az államnak egy ilyen beruházásnál mit kellene támogatnia?

**b. Független változó:** Megújuló energetikai beruházásnál milyen támogatási formát részesítene előnyben?

Önnek mi a legfontosabb szempont megújuló technológiák beruházásánál?

A F-próba szignifikanciája 14,5 százalék (Sig. > 0,05), tehát a kapcsolat meglétének hiányát igazolja.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,457	,344		4,236	,000
	Önnek mi a legfontosabb szempont megújuló technológiák beruházásánál?	,111	,069	,140	1,620	,108
	Megújuló energetikai beruházásnál milyen támogatási formát részesítene előnyben?	,098	,089	,095	1,100	,273

---

**a. Függő változó:** Ön szerint az államnak egy ilyen beruházásnál mit kellene támogatnia?

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a megújuló technológiák beruházásánál vélt legfontosabb szempont szignifikancia szintje 10,8 százalék, azaz  $\text{sig.} > 0,05$ , tehát a modellben nem célszerű magarázó változóként szerepeltetni. Emellett a támogatási formák szignifikancia szintje is nagyobb, mint 5 százalék ( $\text{sig.} = 0,273$ ), így ezt a tényezőt sem célszerű a modellben magarázó változóként szerepeltetni.

**6. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az okos mérés ismerete az életkortól és a legmagasabb iskolai végzettségtől?**

**Függő változó:** Okos mérés ismerete

**Független változók (magarázó változók):** Életkor és legmagasabb iskolai végzettség

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,321 <sup>a</sup>	,103	,089	,700

a. **Független változó:** Az ön legmagasabb iskolai végzettsége, Az ön életkora

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,103.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

Mivel a modell magarázóereje gyenge erősségű, az okos mérés ismerete egyáltalán nem függ az életkor és legmagasabb iskolai végzettségtől. Az életkor és legmagasabb iskolai végzettség együttesen 10,3 százalékban magarázzák az okos mérés ismerete tényező különbségét. A többi 89,7 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlenel magarázható.



**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7,313	2	3,656	7,461	,001 <sup>b</sup>
	Residual	63,710	130	,490		
	Total	71,023	132			

**a. Fügő változó:** Halott-e már az "okos mérésről" (smart metering)?

**b. Független változó:** Az ön legmagasabb iskolai végzettsége, 2) Az ön életkora

A F-próba szignifikanciája 0,1 százalék (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat meglétét igazolja.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,085	,396		,214	,831
	Az ön életkora	,073	,047	,131	1,550	,124
	Az ön legmagasabb iskolai végzettsége	,235	,074	,268	3,162	,002

**a. Fügő változó:** Halott-e már az "okos mérésről" (smart metering)?

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a legmagasabb iskolai végzettség szignifikancia szintje 0,2 százalék, azaz sig. < 0,05, tehát a modellben célszerű magarázó változóként szerepeltetni. Azonban az életkor szignifikancia szintje nagyobb, mint 5 százalék (sig. = 0,124), így ezt a tényezőt nem célszerű a modellben magarázó változóként szerepeltetni.

**7. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ az elvárt támogatás aránya (19. kérdés) a támogatási formától (17. kérdés) és a megtérülési időtől (20. kérdés)?**

**Függő változó:** Elvárt támogatás aránya

**Független változók (magyarázó változók):** Támogatási forma és megtérülési idő

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,281 <sup>a</sup>	,079	,065	1,291

a. **Független változó:** Maximum milyen megtérülési idő mellett hajtana végre megújuló energetikai beruházást?, Megújuló energetikai beruházásnál milyen támogatási formát részesítene előnyben?

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,079.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

Mivel a modell magyarázóereje gyenge erősségű, az elvárt támogatás aránya nem függ a támogatási formától és a megtérülési időtől. A támogatási forma és megtérülési idő együttesen 7,9 százalékban magyarázzák az elvárt támogatás aránya különbségét. A többi 92,1 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	18,580	2	9,290	5,574	,005 <sup>b</sup>
	Residual	216,653	130	1,667		
	Total	235,233	132			

**a. Függő változó:** Minimum milyen mértékű vissza nem térítendő támogatással végezne megújuló energetikai beruházást?

**b. Független változó:** Maximum milyen megtérülési idő mellett hajtana végre megújuló energetikai beruházást?, Megújuló energetikai beruházásnál milyen támogatási formát részesítene előnyben?

A F-próba szignifikanciája 5 százalék (Sig. = 0,05), tehát a kapcsolat meglétét igazolja.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	5,378	,575		9,356	,000
Megújuló energetikai beruházásnál milyen támogatási formát részesítene előnyben?	-,270	,126	-,181	-2,141	,034
Maximum milyen megtérülési idő mellett hajtana végre megújuló energetikai beruházást?	-,301	,123	-,205	-2,438	,016

**a. Függő változó:** Minimum milyen mértékű vissza nem térítendő támogatással végezne megújuló energetikai beruházást?

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy a támogatási forma szignifikancia szintje 3,4 százalék, azaz sig. <0,05, tehát a modellben célszerű magyarázó változóként szerepeltetni. Emellett a megtérülési idő szignifikancia szintje is kisebb, mint 5 százalék (sig. = 0,016), így ezt a tényezőt is célszerű a modellben magyarázó változóként szerepeltetni.

---

**8. Vizsgálati kérdés: Hogyan függ a fizetendő önrész mértéke (18. kérdés) az elvárt támogatási aránytól (19. kérdés) és a megtérülési időtől (20. kérdés)?**

**Függő változó:** Fizetendő önrész mértéke

**Független változók (magyarázó változók):** Elvárt támogatási arány és a megtérülési idő

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,351 <sup>a</sup>	,123	,110	1,108

**a. Független változó:** Maximum milyen megtérülési idő mellett hajtana végre megújuló energetikai beruházást?, Minimum milyen mértékű vissza nem térítendő támogatással végezne megújuló energetikai beruházást?

A kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható négyzete mutatja, melynek értéke jelen esetben 0,123.

Ez azt jelenti, hogy a kapcsolat:

- pozitív irányú
- gyenge erősségű

Mivel a modell magyarázóereje gyenge erősségű, a fizetendő önrész mértéke nem függ az elvárt támogatási aránytól és a megtérülési időtől. Az elvárt támogatási arány és a megtérülési idő együttesen 12,3 százalékban magyarázzák az a megújuló energia mellett szóló érvek különbségét. A többi 87,7 százalék más tényezőkkel, illetve a véletlennel magyarázható.

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	22,481	2	11,241	9,156	,000 <sup>b</sup>
	Residual	159,594	130	1,228		
	Total	182,075	132			

**a. Függő változó:** Maximum mekkora önrésszel lenne hajlandó megújuló energetikai beruházást végrehajtani?

**b. Független változó:** Maximum milyen megtérülési idő mellett hajtana végre megújuló energetikai beruházást?, Minimum milyen mértékű vissza nem térítendő támogatással végezne megújuló energetikai beruházást?

A F-próba szignifikanciája 0 százalék (Sig. < 0,05), tehát a kapcsolat meglétét igazolja.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	2,485	,476		5,217	,000
Minimum milyen mértékű vissza nem térítendő támogatással végezne megújuló energetikai beruházást?	,301	,074	,342	4,072	,000
Maximum milyen megtérülési idő mellett hajtana végre megújuló energetikai beruházást?	-,044	,108	-,034	-,407	,684

**a. Függő változó:** Maximum mekkora önrésszel lenne hajlandó megújuló energetikai beruházást végrehajtani?

A koefficiens táblázat adataiból elmondható, hogy az elvárt támogatási arány szignifikancia szintje 0 százalék, azaz sig. < 0,05, tehát a modellben célszerű magarázó változóként szerepeltetni. Azonban a megtérülési idő szignifikancia szintje nagyobb, mint 5 százalék (sig. = 0,684), így ezt a tényezőt nem célszerű a modellben magarázó változóként szerepeltetni.