

OTDK-DOLGOZAT

2015

AZ OKOS ENERGIAGAZDÁLKODÁS JÖVŐJE

THE FUTURE OF SMART ENERGY MANAGEMENT

Kézirat lezárva: 2014. július 18.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
1.1. A DOLGOZAT TÉMÁJÁNAK ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA	3
1.2. VIZSGÁLAT CÉLJA	3
1.3. AZ OKOS ENERGIAGAZDÁLKODÁS KIALAKULÁSÁNAK OKAI, AZ ENERGETIKAI FEJLŐDÉSTÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE.....	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
3. KUTATÁSI MÓDSZERTANOK.....	6
3.1. ELEMZÉS A SMART GRID TECHNOLOGIA JELENLEGI ÉS LEHETSÉGES JÖVŐBELI HELYZETÉRŐL	6
3.2. SZAKÉRTŐI RENDSZEREK	12
3.2.1. <i>A szakértői rendszerekről a jövőkutatásban</i>	<i>12</i>
3.2.2. <i>Smart Grid technológia jelenlegi állapota, fejlődési lehetőségek</i>	<i>13</i>
3.2.3. <i>A megújuló energiagazdálkodás szabad kártyája</i>	<i>14</i>
3.2.4. <i>Globális vagy lokális hálózatot?</i>	<i>15</i>
3.2.5. <i>Hazatérés 2020-ban.....</i>	<i>16</i>
3.3. SZCENÁRIÓ LOGIKA	17
3.4. JÖVŐTÁBLA.....	20
3.5. SZCENÁRIÓK	22
3.5.1. <i>Disztópia.....</i>	<i>22</i>
3.5.2. <i>BAU</i>	<i>26</i>
3.5.3. <i>Transzformációs jövő</i>	<i>29</i>
3.5.4. <i>Eutópia</i>	<i>32</i>
3.6. JÖVŐKERÉK.....	37
4. MEGFIGYELÉSEK ÖSSZEGZÉSE.....	41
5. TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK.....	42
IRODALOMJEGYZÉK	43
MELLÉKLETEK.....	I
1. MELLÉKLET: A HAJTÓERŐK KIÉRTÉKELÉSE	II

TÁBLÁZAT- ÉS ÁBRAJEGYZÉK

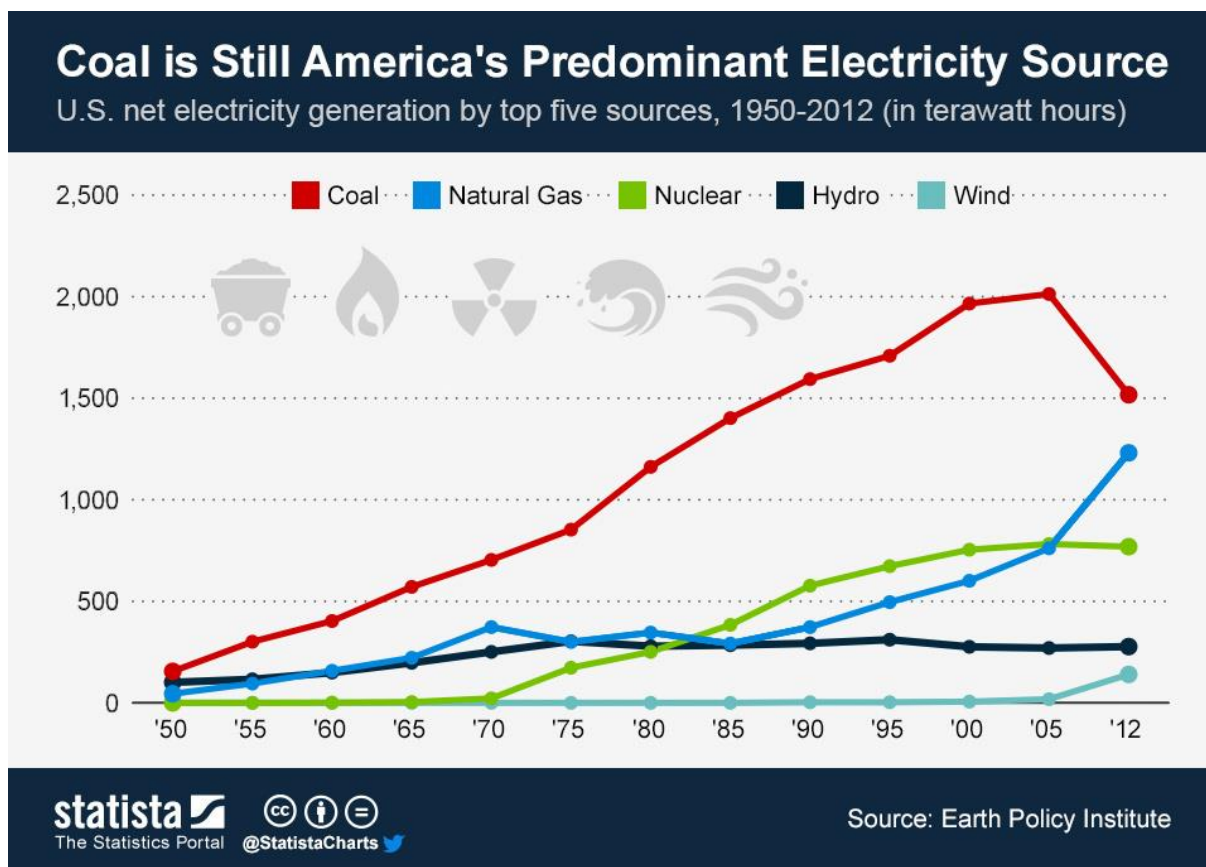
1. táblázat: Jövőtábla 2020-ig az USA-ban, saját szerkesztés	21
1. ábra: Amerikában még mindig a szén a fő energiaforrás	1
2. ábra: A villamos energia ellátás evolúciója.....	4
3. ábra: Várható befektetések a Smart Grid rendszerekbe világszerte	6
4. ábra: Hálózati biztonsági és adattárolási piac és a Smart Grid piac kapcsolata	7
5. ábra: Elektromos hálózat és a megújuló energia kapcsolata	8
6. ábra: Az Itron jövedeleme	9
7. ábra: Befektetések megújuló energiába az USA-ban	10
8. ábra: A palagázkitermelés alakulása az USA-ban.....	11
9. ábra: Szenáriókat befolyásoló hajtóerők értékelése	18
10. ábra: A szenáriók és kapcsolataik.....	20
11. ábra: Napi áramfogyasztás a Smart Grid bevezetése előtt és után	34
12. ábra: A Smart Grid rendszer integrálása egyéb vállalati folyamatokkal.....	35
13. ábra: A Smart Grid jelenlegi fázisa és az ebbe való befektetők helyzete	36
14. ábra: Jövőkerék – Eutópia	38
15. ábra: Szenáriókat befolyásoló hajtóerők értékelése	41

1. BEVEZETÉS

1.1. A DOLGOZAT TÉMÁJÁNAK ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA

Korábbi tanulmányaink során már találkoztunk a mesterséges intelligencia és az okos energiagazdálkodás területével, mely felkeltette érdeklődésünket, ez által tanulmányainkon kívül is foglalkoztat minket a téma.

A Smart Home, Smart City (összességében a mesterséges intelligencia és egyéb számítástechnikai lehetőségek alkalmazása az energetikában) egy olyan téma, mely jelenleg **szabad kártyaként** definiálható a jövőkutatásban. Ugyanis jelenleg e technológiákra elsősorban Észak-Európában (Hollandia, Németország) gondolnak úgy, mint az energiagazdálkodás jövőjére. A világ egyik legnagyobb energiafogyasztású országában, az USA-ban ugyanis még mindig inkább a hagyományos energiahordozókra szavaznak.



1. ábra: Amerikában még mindig a szén a fő energiaforrás
Forrás: Earth Policy Institute, statista.com szerkesztése

A közelmúltban jelentős földgáz kitermelőegységek nyíltak a Keleti Parton, valamint a Sarkkörön túl, az olvadó jégsapkák alatt rejtőző szénhidrogének felhasználása is nyitott kérdés, egyes becslések szerint akár 2050-ig is el lehet belőlük látni a bolygót. Éppen ezért, a Smart Metering, Smart Home technológiák nincsenek predesztinálva, mint a

jövő energiagazdálkodási rendszerei. Azonban, ha világszerte elterjednek, alapjaiban fogják megváltoztatni az emberi életmódot.

Ez a téma tehát elsősorban olyan elemeket érint, amelyekkel a mindennapi életben találkozunk. A Smart Home egy kényelmesebb, könnyebben használható és lakható környezetet biztosít saját lakásunkban. Ezáltal a mesterséges intelligencia merően befolyásolja és átalakítja életünket. A Smart City egy jobban strukturált várost jelentene.

Érdekesnek tartjuk, hogy kényelmi szempontból hogyan alakítja át az emberek viselkedését és életét, technológiai szempontból pedig hogyan fejlődnek a házban fellelhető elektronikus tárgyak, milyen funkciókkal bővülnek, esetleg mik tűnnek el vagy épp olvadnak bele más eszközökbe. Az emberiség számára azért fontos, mert alapjaiban változtatja meg a viselkedésüket, fogyasztásukat (pl.: energiafogyasztás a Smart Meteringgel).

A mesterséges intelligencia az egyik leglátványosabban fejlődő, legtöbbek életét befolyásoló témakör, ami milliárdokat érinthet a jövőben a Földön. Rendkívül szerteágazó, magába foglalja a kényelmet, a rendszerként működő, biztonságot jelentő és egyszerűen alkalmazható eszközöket, az energiagazdálkodást; vagyis a mindennapi életszínvonalat javítja, könnyíti meg. Olyan lehetőségeket látunk benne, melyeket igazán a saját érdekünknek érzünk, hogy megvalósuljanak. A smart rendszerek kialakításának lehetőségei közül mégis leginkább az energiatakarékosság irányába fordulnánk. Ennek oka, hogy az emberiség már napjainkban is többet fogyaszt, mint amennyit Földünk újra tud termelni, és hosszútávon ennek biztos megtapasztaljuk negatív következményeit. Ha megállítani nem is tudjuk ezekkel a vizsgált technikákkal, módunk nyílik a lelassítására.

A megújuló energiaforrások hatékony integrálása az energetikai rendszerbe a jövő létfontosságú kérdése, mivel a hagyományos energiahordozókból rendelkezésre álló mennyiség a jövőben várhatóan csökkenő tendenciát fog követni. Ezen kívül az energiát fogyasztóknak is fontos feladata egy fenntartható energetikai rendszer kialakítása, azáltal, hogy a legtöbb esetben pazarló energiafogyasztásukat optimalizálják. Ráadásul, ha ezt a lépést sikerül végrehajtaniuk, akkor a háztartások rezsiköltsége is jelentősen csökkenhet.

Ezen kihívásokra a megoldást csakis a korszerű számítógép-hálózati technológiák alkalmazása jelentheti, azaz a „smart” hálózatok, „smart” otthonok kialakítása. Ezen új rendszereken keresztül integrálva egy interaktív vezérlési rendszer is kialakítható, mind a háztartásokban, mind az energiaszolgáltatóknál. Ha pedig az integrált rendszereket mesterséges intelligenciák irányítására bízunk, a lehetőségek végtelen tárháza nyílhat meg az emberiség előtt az optimális energiaszabályozás megvalósulásával.

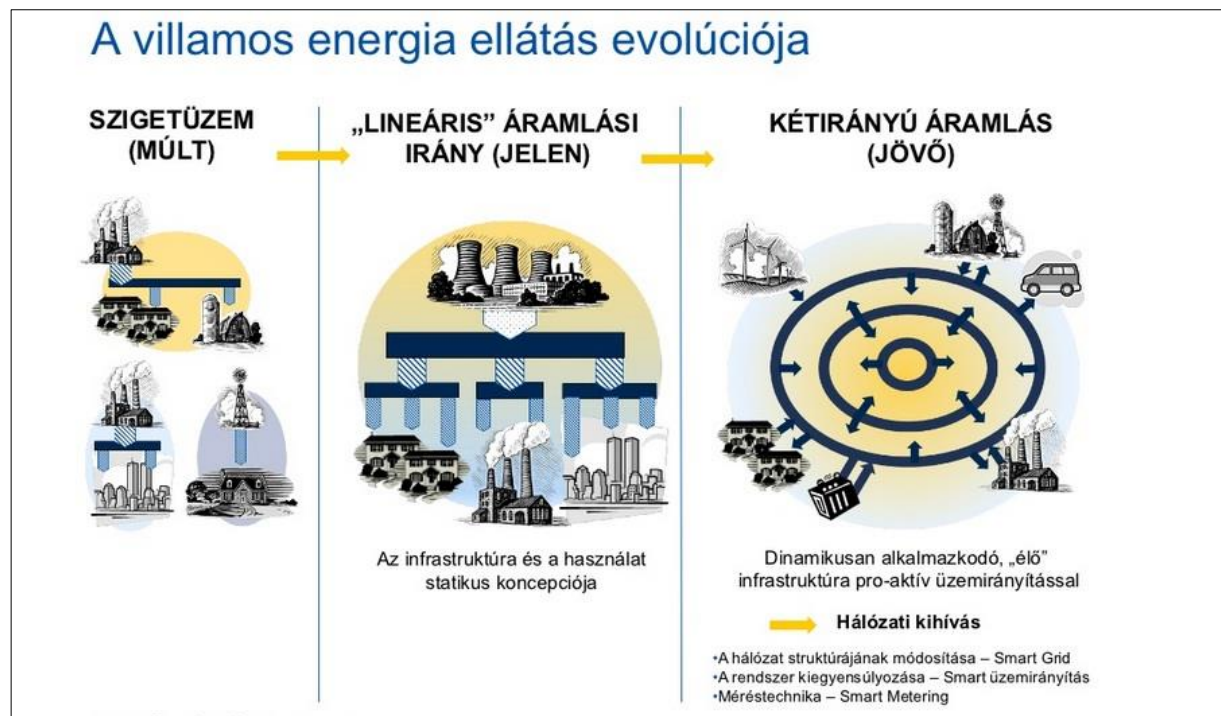
1.2. VIZSGÁLAT CÉLJA

Lényegében jelenleg létező technológiák bemutatására koncentrálnunk, első nekifutásra mind a lakossági, mind a szolgáltatói oldalon, majd az ebben rejlő fejlesztési lehetőségeket járjuk végig. Alapvetően a jelen fejlesztéseit, újításait, lehetőségeit vizsgálunk, ezek működését, emellett olyan rendszereket, amelyek még szabad kártyák vagy gyenge jelek, esetleg már működő, bevált trendek.¹ Vizsgálunk ezek hatását a jelenben és a köz-eljövőben, s megoldásokat keresünk az energiafelhasználási problémákra. Ezek alapján pedig minőségileg lényegesen eltérő jövőképeket, scenáriókat kívánunk bemutatni az intelligens energiagazdálkodás jövőjéről. A dolgozat fókusza a viszonylag könnyen előre jelezhető jövőtartományt vizsgálja (2020-ig tartó időintervallum), illetve az elsősorban a világ vezető gazdaságában (és legnagyobb energiafogyasztójában), az Egyesült Államokban fellelhető megoldásokat mutatja be.

1.3. AZ OKOS ENERGIAGAZDÁLKODÁS KIALAKULÁSÁNAK OKAI, AZ ENERGETIKAI FEJLŐDÉSTÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE

Alapvetően az urbanizációtól indult el az emberiség tömeges és koncentrált energiafogyasztása, a városiasodott területek nagy energiafelhasználása miatt. Ekkor alakultak ki a kis, helyi szükségleteket ellátó energiatermelő egységekből (pl.: szél/vízimalom) a regionális szükségleteket is fedezni képes erőművek. Ezek nem megújuló energiaforrásokkal működtek (szén, kőolaj, földgáz). Mivel az ilyen nagyobb erőművek világszerte elterjedtek, ezen energiahordozók kitermelési volumene jelentősen megugrott. Olyan szintre emelkedett, hogy a kitermelés hasonló szinten való fenntarthatósága kérdésessé vált.

¹ A jövőkutatásban megismert jelentések értelmében.



2. ábra: A villamos energia ellátás evolúciója

Forrás: Nagy Zoltán: Smart eszközök a XXI. században, MKT Vándorgyűlés, 2012

Az első válasz a problémára az atomerőművek megjelenése volt. Hiszen ezek a korábbi hőerőművek energiatermelési szintjének többszörösét tudták biztosítani sokkal kevesebb input felhasználásával (radioaktív izotópok). Azonban a közelmúlt jelentősebb atomerőmű katasztrófái (Fukushima) rávilágítottak ezen megoldások kockázataira. Az új, alternatív megoldások iránti igény így az utóbbi 10-15 évben keletkezett. Ez az alternatív megoldás pedig a fogyasztói igények, szokások hálózati technológiák segítségével történő feltérképezése, amelynek segítségével valós időben, költséghatékonyan optimalizálható az energiahálózat terheléelosztása.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A tudományos szakirodalomban a Smart Grid rendszerek, és az intelligens energiazöldgazdálkodás témaköre alapvetően kétféle megközelítésből került tárgyalásra. Egyes írások a Smart Grid rendszerekben alkalmazott technológiai-mérnöki megoldások jelenlegi és lehetséges alkalmazásait tárgyalják. Más írások pedig a jelenleg alkalmazott szervezeti megoldásokat vizsgálják, amelyek a rendszer kiépítését felügyelő – általában a kormány alá tartozó – ügynökségek alkalmaznak az intelligens hálózatok kiépítésének koordinálására, megszervezésére, a lehetőség társadalmi elfogadottságának növelésére.

A technológiai jellegű irodalomban találunk a hálózati megoldások alkalmazhatóságával foglalkozó tanulmányokat, pl.: Ancillotti et al. (2013), amely a nagy megbízhatóságú eszközök használatának előnyeit ismerteti egy energiahálózat esetében. A mesterséges intelligencia alkalmazásának jelenlegi állásáról a terheléelosztásban értekezik Gonzalez (2013). Az átfogó architektúrális tervezés kérdéseiről Cunjiang et al. (2012) számol be.

A szervezeti – irányítási oldalon a Smart Grid rendszereken keresztül terjesztett megújuló energia megfelelő árazási módszereiről értekezik Phuangpornpitak et al. (2013). Az állam és a kormányzat által irányított, kontrollált szabályozószervezetek megfelelő súlyáról az intelligens hálózatok kiépítésében Mah et al. (2013) mutat fel kutatási eredményeket, a fukusimai katasztrófa utáni Japán intézkedéseiről, példáján keresztül.

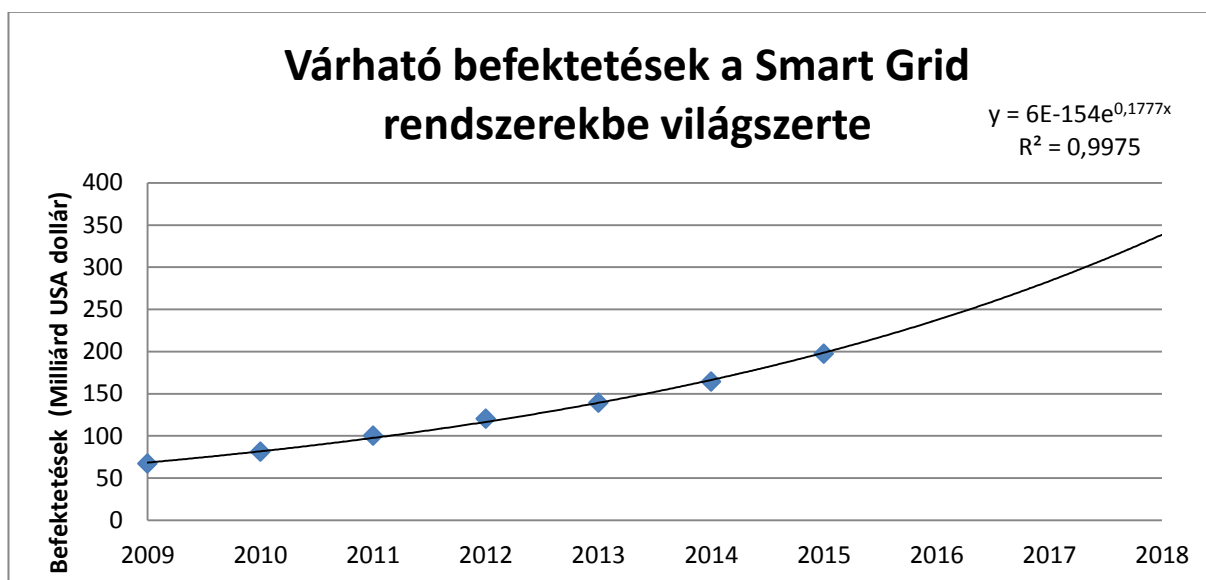
Tanulmányunk a fenti két szemlélet (technológiai megoldások és szervezeti modellek) ötvöztetésének segítségével kíván eltérő scenáriókat megfogalmazni az intelligens energiahálózatok jövőjéről, 2020-ig előretekintve. Kutatásunk elsődleges fókuszja az Egyesült Államok, mint a jelenlegi legnagyobb gazdasági szereplő és energiaszolgáltató, felhasználó.

3. KUTATÁSI MÓDSZERTANOK

3.1. ELEMZÉS A SMART GRID TECHNOLOGIA JELENLEGI ÉS LEHETSÉGES JÖVŐBELI HELYZETÉRŐL

A Smart Grid technológiáján olyan elektromos hálózatokat értünk, amelyek különböző számítógép-hálózati, azaz „okos” eszközök (okos mérő/smart meter, okostelefon, etc.) kommunikációja során keletkezett – a közműhálózatra vonatkozó – adatok elemzésének segítségével optimalizálja a hálózat energiacelosztását, maximalizáltan kielégítve a felhasználói igényeket. Ezzel egy időben minimalizálja az erőművek leterhelését, mindig az időszakosan elérhető legolcsóbb típusú energiát eljuttatva a végfogyasztóhoz.² Az ilyen elektromos hálózatok kiépítésével lehetővé válik a különböző megújuló energiaforrások (nap, szél, stb.) (költség)hatékony integrálása a jelenlegi áramszolgáltató rendszerekbe.

Mivel az emberiség napjainkban a hagyományos energiahordozókból már eleve többet fogyaszt, mint amennyit Földünk újra tud termelni, így létfontosságú, hogy ezen technológiákat tökéletesítsük, és szélesebb körben elterjesszük. Ennek megfelelően a 2018-ig előre jelzett befektetések ebben az iparágban egy dinamikusan növekvő, exponenciális trendet követnek, és 2018-ra a befektetések összege várhatóan eléri a 339 milliárd USA dollárt, világszerte. A függvény hibahatára (reziduális szórása) mindössze +/- 2 milliárd dollár, magyarázó ereje 99%-os. A növekedési ütem várhatóan évi 19%.

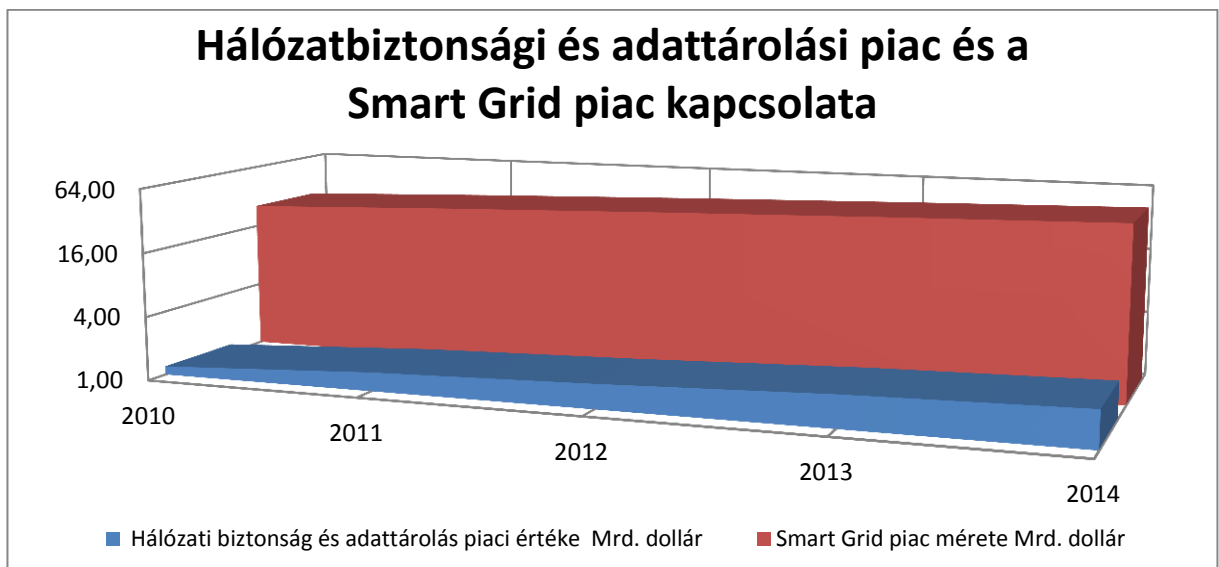


3. ábra: Várható befektetések a Smart Grid rendszerekbe világszerte

Forrás: Zpryme Research & Consulting, 2012, saját szerkesztés

² Pongrácz Ferenc előadása alapján, MKT Vándorgyűlés 2012

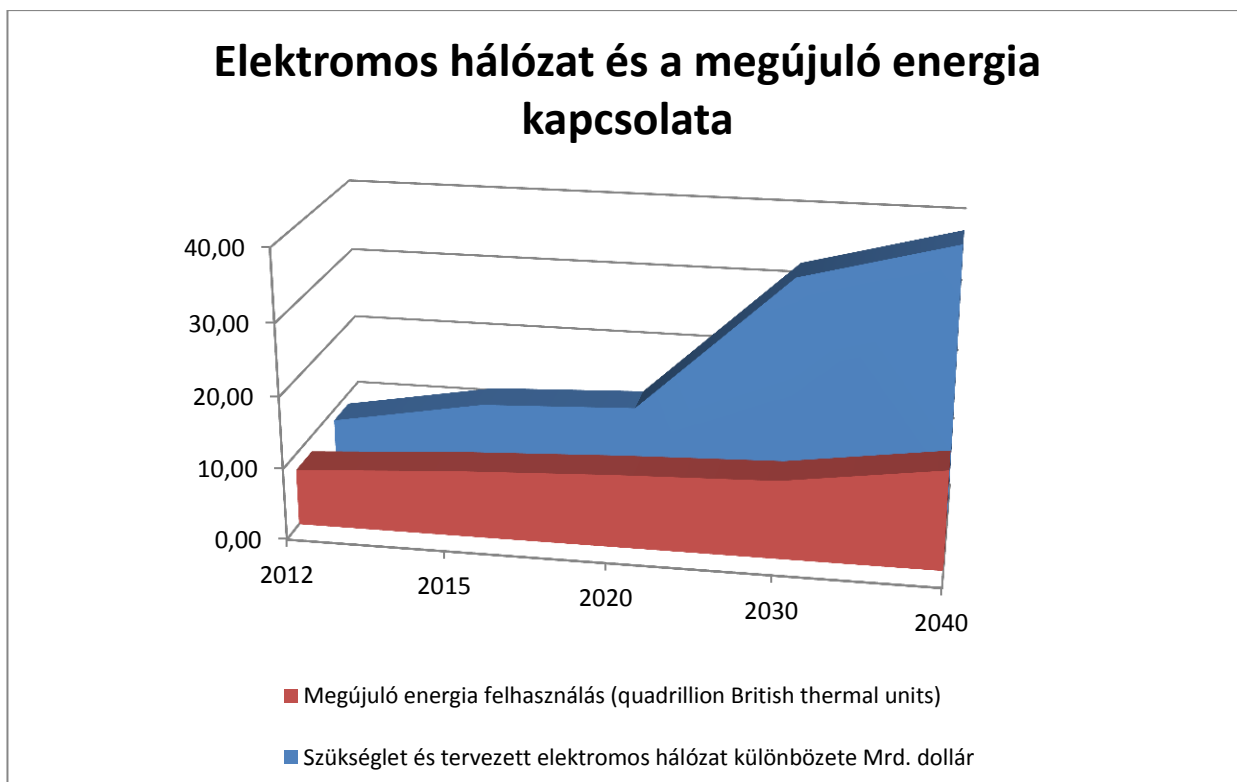
Ha egy kicsit szűkítjük a vizsgálatunkat térben, és időben, és az USA-ra – mint a világ legnagyobb gazdasága, és energiafogyasztója – koncentrálunk, a 2014-ig tartó előrejelzések alapján egy lineáris növekedési trendet figyelhetünk meg a Smart Gridek piacán. Ezt alátámasztja az is, hogy a szintén lineárisan növekvő hálózatbiztonsági és adattárolási eszközök piacán 2014-re a legnagyobb mértékben az okos mérők (a Smart Gridek alapkövei) fognak a legnagyobb ütemben növekedni. A 2009-es értékekhez képest, egy 118%-os növekedés várható. Ráadásul, a két piac idősora közötti korreláció egynek tekinthető, tehát a méretük függvényszerűen együtt, lineárisan növekszik.



4. ábra: Hálózati biztonsági és adattárolási piac és a Smart Grid piac kapcsolata

Forrás: Deloitte Open Mobile Survey, 2012, saját szerkesztés

Ha egy kicsit a távoli jövőbe is kitekintünk (2040-ig) a várható megújuló energiafogyasztásra (az ASCE, EIA és NERC előrejelzései alapján), láthatóan egy szintén lineárisan növekvő trendet figyelhetünk meg, ami 2020 környékén egy nagyobb (pozitív) meredekségű egyenesbe megy át, hiszen valószínűleg erre az időszakra lesz problémás a hagyományos energiagazdálkodás fenntartása. Ha az idősort összevetjük a várható tőkebefektetés mértékével az elektromos hálózatokba, láthatjuk, hogy a lineáris trend ott is 2020 körül vált meredekséget, ám egy sokkal nagyobb mértékben, mint a megújuló energiafogyasztás. Ez azt jelezheti, hogy abban az időben fog hirtelen sok befektetés történni a Smart Grid rendszerekbe. Hiszen, az addig lefedetlen területeken is hirtelen igény lesz a megnövekedett megújuló energia fogyasztás hálózati kezelésére.

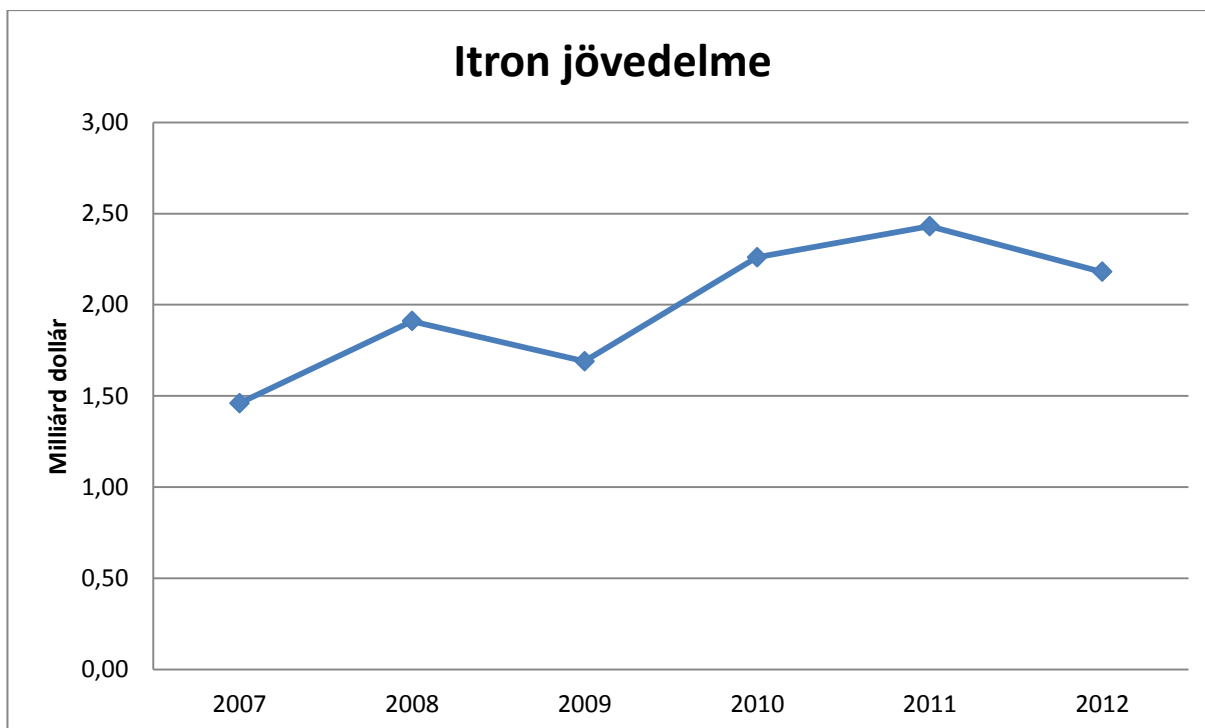


5. ábra: Elektromos hálózat és a megújuló energia kapcsolata

Forrás: ASCE; EIA; NERC, 2011, saját szerkesztés

A két adatsor között a korrelációs együttható értéke 0.901, így az idősorok közötti erős sztochasztikus kapcsolat feltételezhető.

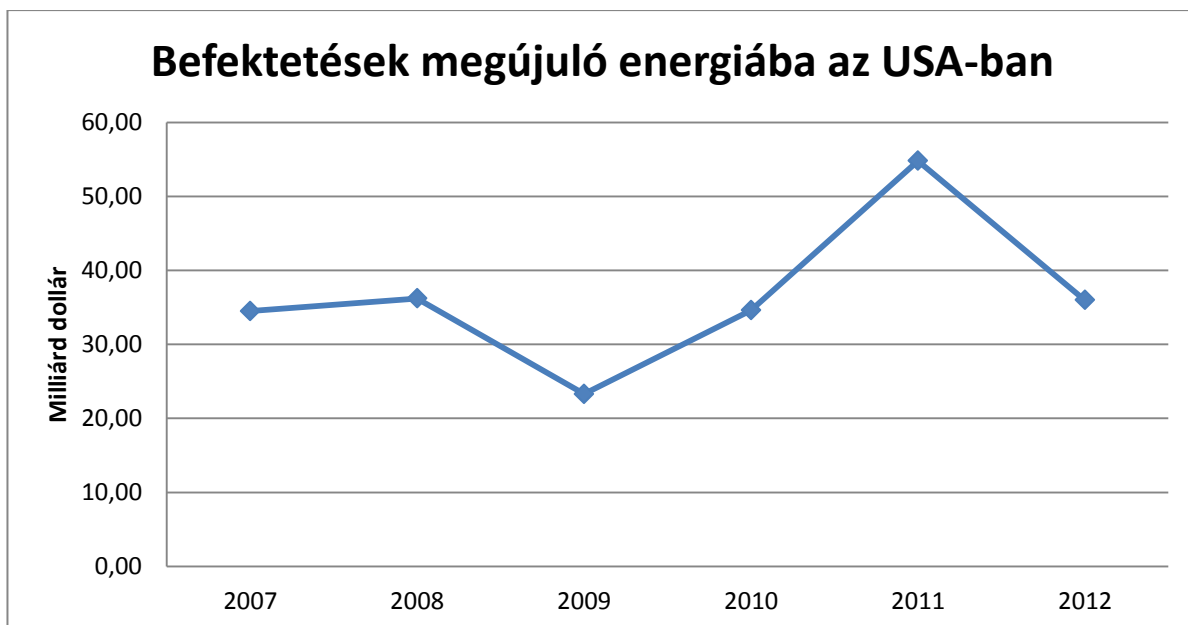
Ha a Smart Grid rendszerek kivitelezésével foglalkozó cégek alkotta piacot tekintjük napjainkban, akkor első ránézésre egy egészen kiegyenlített piaci versenyt figyelhetünk meg. A telepített okos mérők száma szerinti koncentráció elhanyagolható, a Herfindahl-index csak 0.03 egységgel tér el egy tökéletesen versenyző piaci helyzettől (Zpryme Research & Consulting, 2012). Azonban, ha az elnyert támogatások szerint elemezzük ugyan azon vállalatok alkotta piacot, akkor a Herfindahl-index már jelentősebb koncentrációt jelez, 0.06 egységgel tér el a koncentrációmentes értéktől. A piac 3 legnagyobb szereplője a teljes piac majdnem 50%-át lefedi (Zpryme Research & Consulting, 2012). Így érdemes lehet megvizsgálni a 30%-os részesedéssel bíró legnagyobb szereplő, az Itron árbevételét.



6. ábra: Az Itron jövedeleme

Forrás: Bloomberg; UNEP, 2013, saját szerkesztés

Ezen az adatsoron, már korántsem látszik az a dinamikus iparági növekedés, amit az elemzés elején tárgyalt aggregát piaci idősorok mutattak. A 2008-as gazdasági válság érezteti hatását, ám a 2011, 2012-es adatok is csökkenő tendenciát jeleznek előre. Ez a jelenség magyarázható a megújuló energiaforrásokba történő befektetések értékének alakulásával is.

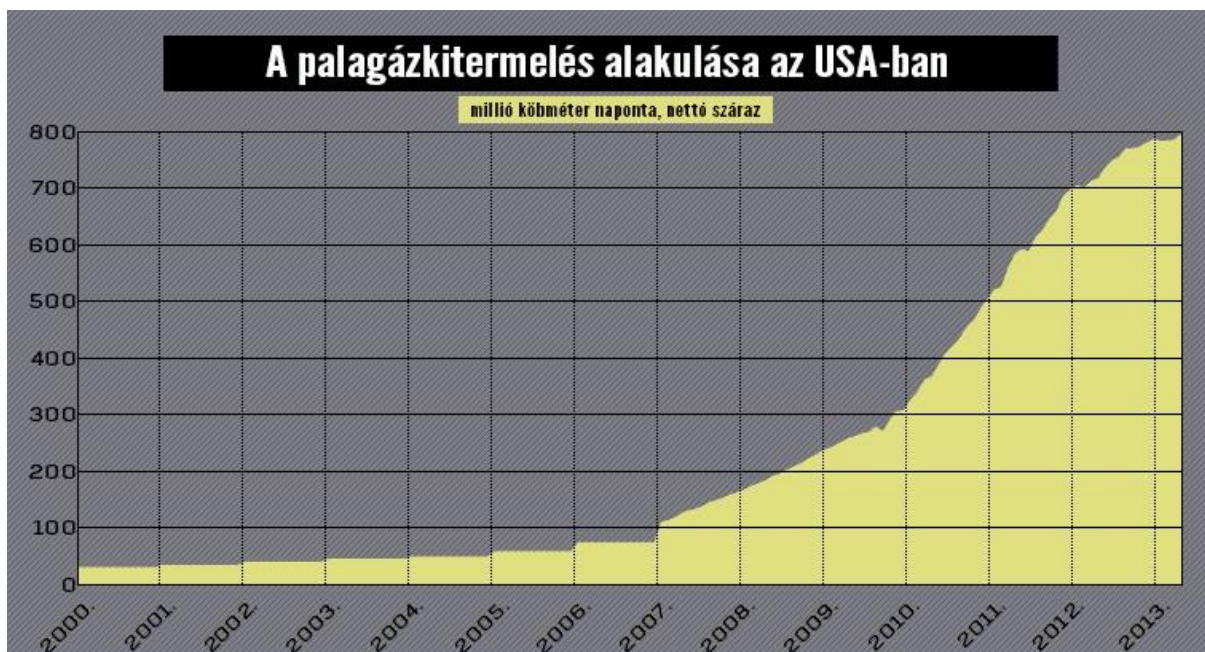


7. ábra: Befektetések megújuló energiába az USA-ban

Forrás: Bloomberg; UNEP, 2013, saját szerkesztés

Látszik, hogy a két idősor nagyjából azonos csökkenési, növekedési pályákat ír le, ezt a korrelációs együtthatójuk (0.7) is megerősíti, a magyarázó erő 50%-os. Illetve logikus is, hogy egy megújuló energiák hatékony integrálásával foglalkozó vállalat jövedelmét befolyásolja a megújuló energiákba történő befektetések értéke. De mi is történhetett a megújuló energiákkal, hogy már nem feltétlen ajánlanak vonzó befektetéseket?

A választ a palagázban kell keresni, ami egy új, ámde mégis „hagyományos” energiaforrásként kezelhető. A 90-es évek közepéig kitermelhetetlennek hitt gázmezők gázát hívják palagáznak. A palagázt ugyanis kövek őrzik, ott van mélyen a pala hajsálrepedéseiben. George Mitchell texasi mérnök találta ki a módszert, hogyan lehet ehhez a gázhoz hozzáférni. A módszer felfedezését követően az USA kitermelése 2011/12-re ért el olyan értéket, amit látva már feltételezhető, hogy helyettesíteni tudja hosszabb ideig az eddigi hagyományos energiaforrásainkat.



8. ábra: A palagázkitermelés alakulása az USA-ban

Forrás: BIA, Natural Gas Weekly Update, 2013, 444.hu szerkesztése

Így az olyan hatékony energiagazdálkodási megoldások, mint a Smart Grid fejlesztése, lehetséges, hogy háttérbe szorul a jövőben az Egyesült Államokban. Viszont az Európai Unió irányelveiben elkötelezte magát a megújuló és a Smart Grid megoldás mellett, így globális előrejelzéseinket továbbra is helytállónak tekinthetjük.

Magyarországon jelenleg az EDF Démász folytat egy pilot projektet a Smart Grid rendszer kiépítéséhez, melynek keretén belül 3000 okos mérőt szereltek fel különböző háztartásokban. Jelenleg az okos mérők a fogyasztói takarékosagra gyakorolt hatását vizsgálják, a végleges eredmények 2014 elejére várhatók.

Az adatok statisztikai elemzéséből kiindulva máris két merően eltérő jövőképet tárunk fel. Az egyik, a smart rendszerek és a megújuló energiaforrások piacának dinamikus bővülési trendje, fennmarad. A fenntartható fejlődés koncepciójának térnyerése katalizálja a megújuló energiaforrások terjedését, ami szinte automatikusan gerjeszteni fogja a smart beruházások még dinamikusabb növekedését.

A másik lehetséges forgatókönyv a palagáz – mint megfelelő helyettesítője az eddigi fosszilis energiaforrásoknak – térnyerése. Ami alapvetően szükségtelenné vagy másodlagossá teszi a jelenlegi energiahálózatok optimalizálását. Így a befektetések mértéke valószínűleg visszaesik, mivel a kezdeti beruházások költsége túl magas lenne, ha lehetőség van a jelenleg stabilan futó rendszerek konzerválására egy újfajta fosszilis energiaforrás segítségével. A piacvezető Itron példája jól szemlélteti ezt az eshetőséget.

Azonban a hajtóerők mélyebb vizsgálatával, feltárásával és egyéb kutatási módszerekkel (pl.: szakértői megkérdezések, jövőtábla, jövőkerék) ez a két drasztikusan eltérő jövőkép finomhangolható, és további jövőváltozatok, alternatívák tárhatók fel. Ezen módszerek eredményeit áttekintve egy sokkal alaposabb, változatosabb scenárió logikát építhetünk fel.

3.2. SZAKÉRTŐI RENDSZEREK

3.2.1. A szakértői rendszerekről a jövőkutatásban

A jövőkutatás tele van kérdésekkel. Ha a jövőbe látnánk, sok minden könnyebb volna, ám így csak találgatni tudunk, hogy merre visz az út.

A trendek már valamekkora mértékben a mindennapjaink részei, de azon találmányok kimenetele, amiket még a szabad kártyák vagy a gyenge jelek csoportjába sorolunk, erősen bizonytalan. Azonban a különböző kimeneteket a korábbiakban megtanult statisztikai számításokkal, több-kevesebb bizonyossággal tudjuk becsülni. Viszont a becslésre nem csak számadatok szolgálhatnak.

Az üzleti életben is tapasztalhatjuk, hogy ha sok, a szakmában jártas ember egybe gyűlik, akkor egy komplex feladat megoldására is könnyebben rájönnek, mintha külön szobákba ültetnénk le őket, hogy gondolkodjanak magukban. Miért ne alkalmazhatnánk ugyanezt a módszert a jövőkutatás terén is? A számítógépé valamint az interneté a jövő, így leküzdvé a földrajzi határokat, a jelen jövőkutatással foglalkozó szakemberei különböző weboldalakon oszthatják meg saját véleményüket. A kulcsfontosságú kérdésköröket és ezekhez kapcsolódóan a hozzáértők különböző véleményeit olyan weboldalak gyűjtik össze, mint a <http://wiwe.iknowfutures.com> és a <https://ec.europa.eu>. Ezen oldalak segítségével újabb statisztikákra derülhet fény, hogy a különböző területekről összegyűlt gondolkodók milyen fejleményeket gondolnak reálisnak illetve kívánatosnak a jövővel kapcsolatban.

Az általunk támasztott téma, a Smart Grid – és ennek kapcsán a Smart Home-ok kialakulása – sokak életét befolyásoló témakör, amiben azok is érintettek, akik esetleg még nem is tudnak róla. Nem csoda hát, hogy sok tudós/kutató foglalkozik a témával.

A Smart Grid technológiáján olyan elektromos hálózatokat értünk, amelyek különböző számítógép-hálózati, azaz „okos” eszközök (okos mérő/smart meter, okostelefon, etc.) kommunikációja során keletkezett – a közműhálózatra vonatkozó – adatok elemzésének segítségével optimalizálja a hálózat energiacelosztását, maximalizáltan kielégítve a felhasználói igényeket. Ezzel egy időben minimalizálja az erőművek leterhelését, mindig az

időszakosan elérhető legolcsóbb típusú energiát eljuttatva a végfogyasztóhoz. Az ilyen elektromos hálózatok kiépítésével lehetővé válik a különböző megújuló energiaforrások (nap, szél, stb.) (költség)hatékony integrálása a jelenlegi áramszolgáltató rendszerekbe.

A fentebb említett két jövőkutatással foglalkozó weboldal szakértőinek véleményét felhasználva többféleképpen szeretnénk körbejárni a témát. Először is a Smart Grid technológia jelenlegi penetrációját szeretnénk bemutatni, illetve az ehhez kapcsolódó véleményeket. Ezután kettő, igencsak figyelemfelkeltő, az okos energiagazdálkodáshoz kapcsolódó szabad kártyát ismertetünk, amelyeknek a bekövetkezési valószínűsége ugyan igen kicsi, ám ha bekövetkeznek, alapvetően alakítják át az energiagazdálkodásról és termelésről kialakított elképzeléseinket. Végezetül egy részletesebb víziót tárunk az olvasó elé, amelyből megtudhatjuk, milyen is lesz egy teljesen kiépült Smart Grid rendszer mellett egy okos otthonba hazaérkezni. Ezen szakértői véleményekből kiindulva pedig a különböző, minőségileg eltérő jövőképek hajtóerőinek feltárását kíséreljük meg a következő fejezetben.

3.2.2. Smart Grid technológia jelenlegi állapota, fejlődési lehetőségek³

A világ energiarendszerének átalakítása intelligens energiahálózatokká egyre növekszik, bár észrevehetőek az erős mértékű regionális eltérések a technológia alkalmazásában. A K+F tevékenységet és a technológia alkalmazását erősen befolyásolja a kormányzati kezdeményezés és ezek finanszírozási forrása.

A világszinten telepített intelligens villanyórák száma 4%-ról 18%-ra nőtt 2008 és 2012 között. Egyes előrejelzések szerint 2020-ra ez a szám elérheti az 55%-ot is.

Európában a Smart Grid projektek száma jelentősen megnőtt az utóbbi években. A Joint Research Centre adatai alapján 2002 és 2005 között újonnan induló projektek száma kevesebb, mint 5 volt, míg 2006 és 2012 között több tucattal nőtt évente.

2011-ben összesen 219 Smart Grid és Smart Metering projekt volt Európában, 2012-re ez a szám tovább növekedett 281 Smart Grid és 90 Smart Metering projektre. Továbbá az átlagos nagysága ezeknek a projekteknek 27%-ról (2006) 61%-ra (2012) nőtt az összes elinduló projekthez képest.

Ez a nagy változás az energiaipar munkaerő piacán jelentős változásokat fog okozni az elkövetkezendő néhány éven belül. Továbbá a digitalizálás, automatizálás és az interoperabilitás az energiahálózatok között lehetővé teszi harmadik féltől származó al-

³ <https://ec.europa.eu/digital-agenda/futurium/en/content/increasing-deployment-smart-energy-grid-technologies>

kalmazások fejlesztését a különböző fogyasztók számára. Ugyanakkor a digitalizálással és az internetes összeköttetéssel számos új sebezhetőséget teremt a rendszerek között.

A Futurium szakértői rendszere alapján a kitöltők 90%-a kívánatosnak, 80% pedig valószínűnek találta a fent ismertetett fejlődési irányt. Sajnos ez az adat jelenlegi állapotban (2013. október 15-én) nem reprezentatív, mely persze változhat.

3.2.3. A megújuló energiagazdálkodás szabad kártyája⁴

Mivel a Smart Grid rendszerek egyik fontos célkitűzése, hogy a megújuló energiaforrásokat hatékonyan tudják az energetikai rendszerünkbe integrálni, így érdemes kitekinteni arra, hogyan is vélekednek a gondolkodók magáról a megújuló forrásokról. Önmagukban életképesnek tartják őket?

Napjainkban a megújuló energia gyors fejlődésének lehetünk tanúi. Ez a hatékonyság, elérhetőség és stabilitás fejlődésén keresztül mutatkozik meg. Egyes országok már egy alternatívának tekintik az olyan hagyományosabb energiaforrások mellett, mint például a nukleáris energia. Ha fejlődési üteme továbbra is így folytatódik, az a nukleáris energiaigény csökkenését eredményezheti. A kérdés tehát: vajon számíthatunk-e a nukleáris energia fokozatos elhagyására a megújuló energia javára? Ez a kérdés pedig kellően nyitott a szabad kártya státuszhoz, ha a megújuló energiaforrások jelenlegi penetrációját tekintjük a legtöbb országban.

A fizikai – virtuális⁵ kiépítettség harcában, a fizikai tűnik az egyértelmű győztesnek. Ezt alátámasztják a következő számok: a fizikai infrastruktúra kiépítése a megkérdezett szakértők 55%-a szerint kulcsfontosságú, míg a virtuális kiépítést a kérdőívet kitöltők 72,22%-a éppen ellenkezőleg, kifejezetten jelentéktelen tényezőnek ítélte meg.

Európa felkészültségét az új technológiák bevezetésére az emberek igen eltérően látják, ennek köszönhető a válaszok viszonylagos egyenletes eloszlása a válaszlehetőségek között. Sok a bizonytalanság, mivel a legtöbben, pontosabban 44,44%, úgy gondolják, hogy Európa közepesen felkészült a megújuló energia felhasználására. Ezen kívül a nagyon alacsony és a magas felkészültség is kapott jó pár szavazatot (16,7% és 33,33%). Ezen eredményeket a válaszadók különböző országokból való származásával magyarázzuk. Pontosabban: más az, amit maguk körül látnak, így a közvetlen környezetük hatására

⁴ <http://wiwe.iknowfutures.eu/bank/wild-card/view/a-considerable-increase-in-efficiency-of-renewable-resources-2/analysis>

⁵ Virtuális erőműnek nevezzük az olyan energiaforrások gyűjteményét, amelyek fizikailag nincsenek egy helyen, csupán az energiahálózatot vezérlő szoftver látja őket egységesen. Ez a megoldás tipikusan a megújuló energiaforrások esetében alkalmazott, hiszen a különböző feltételeket igénylő energiaforrások (nap, szél, víz, stb.) csak így kezelhetők le egységesen egy hálózatban.

máshogy, a valóság valamely szélsőséges, lokális aspektusából becsülik meg a globális helyzetet. Valószínűleg a klasszikus nyugat-kelet ellentét húzódhat meg a háttérben. A másik ok, ami miatt a vélemények ennyire eltérőek lehetnek, az a különböző személyek belülről fakadó és befolyásoló természete, optimista vagy pesszimista hozzáállások.

Az emberek mérvadó hányada úgy gondolkodik, az állam és a politika nem fogja a megújuló energiákat kiterjedtebben támogatni. Noha, már napjainkban is igényelhető állami támogatás energiatakarékos megoldásokra a házaknál, például a falak hőszigetelése, vagy régi ablakok/nyílászárók cseréje. Azonban a smart technológiák bevezetése, mint a rezsicsökkentés fenntartható eszköze, még igencsak kérdőjeles a törvényhozás szintjén. Viszont a megújuló energiaforrások hatékony integrálására az energiahálózatokba igencsak szükség volna, hogy javítson valamit a fentebb ismertetett megosztottságon a megújuló energia jövőjének kérdésében.

3.2.4. Globális vagy lokális hálózatot?⁶

A smart energiagazdálkodási technológiák szignifikáns térnyerése az egyes háztartásokban akár azt is eredményezheti, hogy a saját házhoz megújuló energiaforrásokat sikerül költséghatékonyan az otthoni energiahálózatba integrálni. Így, a háztartásokban lévő hatékony fűtés és elektromosság hasznosítás fejlődésének következtében – ami egyébként az okos otthonok fejlődésének alappillére kell, hogy legyen – a házak önellátóvá válnak az energiatakarékosság elérésében. Ez a folyamat oda vezethet, hogy megszűnhet az igény egy nemzeti energiahálózatra.

A gondolkodók 49,18%-a úgy gondolja, hogy jelenleg, Európában erre az eshetőségre (szabad kártyára) még nem vagyunk eléggé felkészülve.

A kormánynak kevesebb beleszólása van az otthonok energiagazdálkodásának kiépítésébe, mint egy központi hálózat kialakításába. Valószínűleg ezért gondolta a megkérdezettek 90,14%-a, hogy a kormány inkább az utóbbi rendszert támogatná.

Amennyiben ténylegesen beindulna a házakon belüli okos energiahálózat kiépítése, továbbá az otthonok tömegesen, de külön-külön próbálnák meg az energiafelhasználást hatékonyabbá tenni, akkor a megkérdezettek 50,79%-a szerint a tudományos, technológiai és innovációs (TTI) rendszer kiépítésekor is nagy szerepet kap majd a központi energiahálózat kérdése. Ez nem csak a jövőre vonatkozik, hazánkban már a kormány középtávú (2007-2013-as) TTI stratégiájában is kiemelkedő szerepet kapott az energiagazdálkodás. (Forrás: http://mta.hu/fileadmin/2007/04/TTI_strategia_2007_03_28.pdf)

⁶ <http://wiwe.iknowfutures.eu/bank/wild-card/view/national-energy-grid-disappears-3/analysis>

Bár a vélemények annyira nem egyeznek meg, végeredményben mégis a válaszadók 43,75%-a szerint az energiabiztonság növekedne, ha a különálló, otthoni rendszerek győzedelmeskednének a globális hálózatok kiépítésével szemben. Lehetséges, hogy ez kevésbé kiszolgáltatott helyzetet eredményezne az otthonoknak, hisz amíg 1-1 otthon okos rendszerének meghibásodása csak 1-1 családot érint, addig egy Smart Grid rendszerleállás akár városokat, országokat is. Ráadásul általános tény, hogy minél nagyobb egy rendszer, annál több a lehetséges biztonsági rés. Ráadásul, ha az átfogó számítógép-hálózati technológiákat alkalmazzuk, akkor bizony kitesszük az energetikai rendszert az esetleges hacker-támadások veszélyének is.

3.2.5. Hazatérés 2020-ban⁷

Ha 2020-ban megérkezünk okos otthonunkba, akkor abban a pillanatban, amikor leparkoljuk az autónkat a garázsba, az autó eredeti méretének a felére zsugorodik, majd a ház képes lesz az autót megtankolni, mind elektromos energiával, mind pedig hidrogénnel. A házat képesek leszünk hangvezérléssel működtetni interaktív módon, azaz lesz egy mesterséges intelligencia (MI) mely képes lesz velünk kommunikálni, ezt a rendszert egyszerűen (energia) trainernek nevezhetjük. Az MI képes előre tervezni a ház energiaellátását, és az eltervezett következő napi programot is, ráadásul egy esetleges előző heti kimaradt találkozás pótlását is kalkulálja, és minden egyebet.

Képes az energia felvétel megbecslésére az időjárás előrejelzésből, és az energia használatot is úgy tervezni, hogy a kocszi megfelelő töltéssel rendelkezzen a másnapi útra, amit persze ugyanúgy megtervez előre, forgalmi adatokat, statisztikákat is figyelembe véve. Az otthon rendszereit képes előre tervezett rutinokkal optimalizálni, sőt, ha látja például, hogy a holnapi útra a szokásosnál több energiára van szükség és ezt a jelen energiafelhasználással nem lehetséges pótolni az autóba, akkor a háztól elvesz némi energiát különböző rutinokkal. (Például a hőmérséklet csökkentésével nyerhetünk plusz energiát.) De ha ez sem elég, akkor külön jelzi a rendszer, hogy szükség lesz alternatív energiafelhasználásra, amit be kell szerezni külső forrásból.

Emberi beavatkozás nélkül, automata rutinokkal képes az energia tudatos felhasználására, például akkor mosogat el, vagy akkor indítja be a mosógépet a rendszer, amikor olcsó az energia, azaz, vagy a saját maga előállította energiából képes a fenntartáson túl működtetni, vagy amikor a szolgáltató a legolcsóbban kínálja azt.

⁷ <https://ec.europa.eu/digital-agenda/futurium/en/content/future-smart-energy-systems>

Még egy fontos tulajdonsága lesz ezeknek a házaknak. Mégpedig az, hogy az MI képes lesz érzékelni, ha véletlenül egy ablak nyitva maradt és a helyiségből az utcára szökik a hő, majd képes ezeket korrigálni, azaz becsukni az ablakot.

Fontos kérdések és kihívások:

Mennyire frissíthető a rendszer, azaz optimalizálási lehetőséget enged-e az embereknek a program felülírására, javítására.

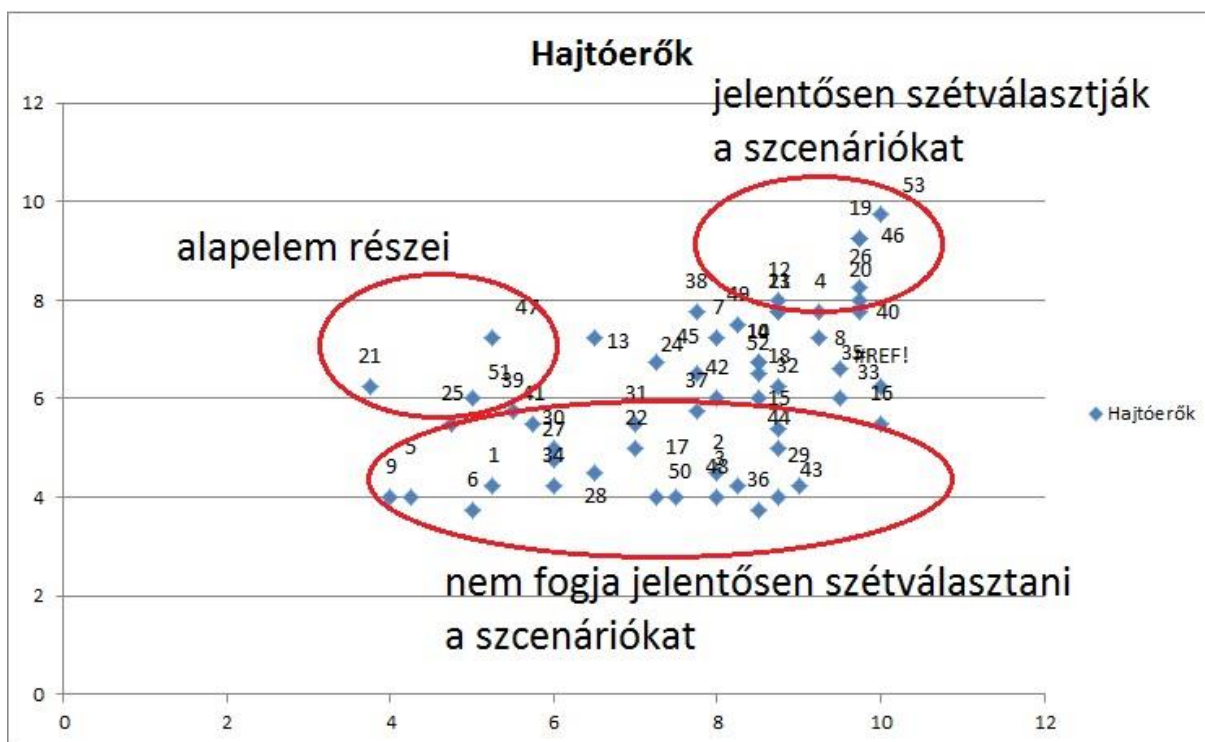
Fontos, hogy az emberek elfogadják ezeket az eszközöket, el kell velük fogadtatni és energiatudatosá kell tenni őket. Mindezt nem lehet felülről ráerőszakolni az emberre: esetleg jótékonyan terelni ebbe az irányba a polgárokat.

Az államnak ezen kívül nagy szerepe lesz még ezeknek a megoldásoknak a támogatásban, ettől is függ majd, hogy mennyi idő alatt terjed el a Smart Grid és Smart Home technológia.

3.3. SZCENÁRIÓ LOGIKA

Kutatásunk során a lehetséges jövőképeinket, más néven scenárióinkat – a Smart Grid és az okos energiagazdálkodási rendszerekre vonatkozóan – jelentősen megkülönböztető hajtóerők feltárása során 55 darab, különböző tényezőt azonosítottunk az adatelemzésből és a szakértői véleményekből kiindulva. Ezen tényezők értékelésére két szempont szerint történt meg: hatásosság, és bizonytalanság szerint. Mind a két szempontot egy 1-10-ig terjedő skálán értékeltük. A hatásosság esetében az 1-es érték a teljesen elhanyagolható hatást jelenti a jövőre vonatkozóan, míg a 10-es érték az alapvető változásokat indukáló tényezőket jelenti. A bizonytalanság esetében az 1-es érték a biztos bekövetkezés kódja, ezzel szemben a maximális 10-es érték a nagy bizonytalanság, a szinte lehetetlen bekövetkezési valószínűség reprezentációja.

Csapatunk tagjainak átlagos értékelését egy-egy hajtóerőre vonatkozóan a következő grafikon szemlélteti. A számkódok magyarázatát és az értékelés részletes eredményét az 1. számú mellékletben rögzítettük.



9. ábra: Szenáriókat befolyásoló hajtóerők értékelése, saját szerkesztés

Az eredményeket értelmezve próbáltuk meghatározni a jövőképek közös hajtóerőit, azaz az alapelem részeit (nagy hatású, kis bizonytalanságú események), illetve a jövőképeket minőségileg differenciáló hajtóerőket (nagy hatású, nagy bizonytalanságú) is.

Azon tényezők, melyeket a jövőképek közös részének tekintünk, nem bírnak kiemelkedően nagy hatással, pontszámuk általában az összesített hatás-pontszámátlag (7.71) alatt helyezkedik el. Viszont ezen tényezők hatáspontszámai még nem esnek bele a kiosztott pontszámok alsó 25%-ba, tehát az alsó kvartilis (kb. 6) értéke fölött helyezkednek el. Továbbá, ezek azok az események, amelyek bekövetkezési valószínűsége kellően kicsi, azaz bizonytalansági pontszámuk az összesített medián érték (6) alatt van. Érdekes módon ezek azok az események, amelyek a Smart Home-ok valamiféle térnyerésével foglalkoznak. Pl.: kiépítésük az átlagfogyasztónak lehetségessé válik, és meg fog térülni, és ezen otthoni irányításra fókuszáló technológiák elterjednek. Alapvetően ez azért lehet így, mivel még egy disztópikus jövőképben is – ahol a megújuló energiaforrások és az okos energiagazdálkodási rendszerek nem jutnak meghatározó szerephez – lesz kereset azon Smart Home megoldásokra, melyek az otthont kényelmesebbé, jobban kezelhetővé teszik, gondolunk itt az automata ajtókra vagy az okos háztartási gépekre. Azonban fontos megjegyezni, hogy (mint az ábrán is látszik) ezen események bizonytalansága nem kellően kicsi, illetve hatásuk jellemzően nem átlag feletti. Kivéve a következő elemeket: az AI technológia fejlődése, egy újabb gazdasági válság bekövetkezése, az energiabiztonság valamiféle

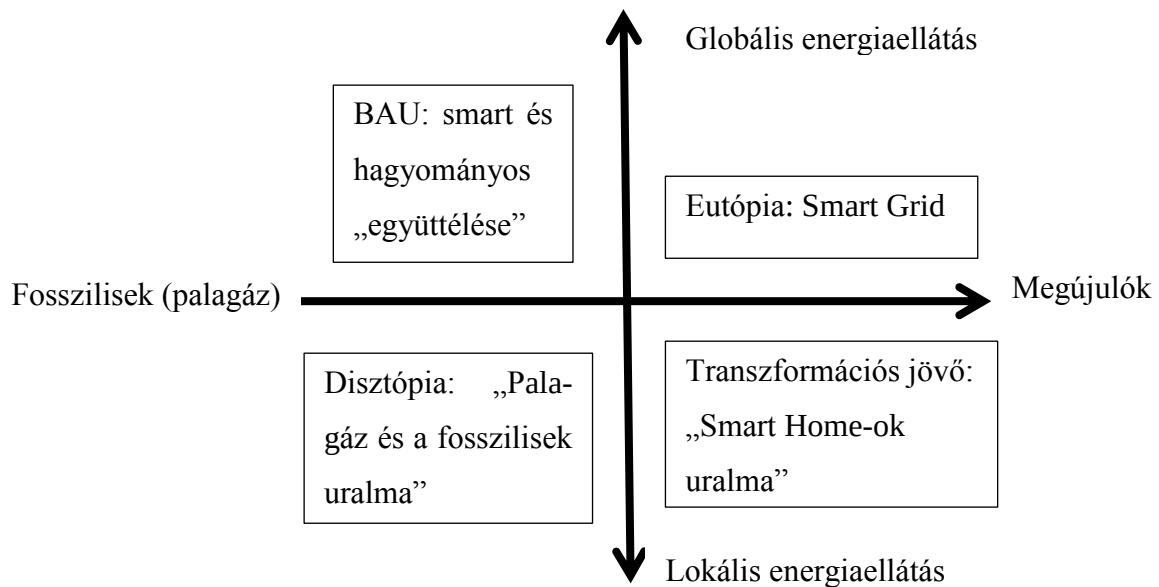
növekedése, valamint a Smart Grid beruházások hosszú távú megtérülése átlag feletti hatásúnak, és medián alatti bizonytalanságúnak adódott. Végeredményében tehát azt kell kijelentenünk, hogy a jövőképeket a közös elemek helyett inkább a szabad kártyák, a minőségileg differenciáló események fogják befolyásolni.

A jövőképeket minőségileg megkülönböztető hajtóerők szelektálásában már sokkal könnyebb dolgunk volt. Az elsődleges megkülönböztető jegyeknek azokat tekintettük, melyek összesített pontszáma, hatás erősségére és bizonytalanságban, átlag feletti. Illetve ezen események adják a pontszámok felső 25%-át is, azaz a legmagasabb pontszámú negyedbe esnek. Ezen tényezők alapvetően három dolog köré csoportosulnak: egyrészt a Smart Grid rendszerek költségét, és megtérülését vizsgálják a hagyományos hálózati megoldásokkal szemben. Másrészt, a fenntarthatóság kérdését firtatják: lesz-e megújuló energiaforrás, vagy a palagáz uralma miatt nem lesz szükséges okos hálózat kiépítése? Harmadrészt a globális és lokális energia harcát vetítik előre: egy globális, decentralizált erőművekkel operáló, intelligens hálózaton keresztül már-már kommunisztikusan osztjuk szét az erőforrásokat világszerte? Vagy a Smart Home-ba épülő energiagazdálkodási rendszerek képesek lesznek önellátóvá tenni a háztartásokat, ezzel megszüntetve az igényt már a nemzeti energiahálózatokra is?

Ezen kívül a tényezőink között találhatunk a jövőképeket másodlagosan megkülönböztető hajtóerőket is. Ezek a medián bizonytalansági szint fölött találhatók, és a hatáspontszámok középső 50%-ban, azaz interkvartilis terjedelmében helyezkednek el. Az ilyen események a jövőképek finomhangolására lesznek felhasználhatók. A többi esemény a hatásukat tekintve elhanyagolható (a pontszámok alsó 25%-át alkotják), így azok nem fogják döntően befolyásolni a jövőképeinket.

Szenárióinkat a fenti tapasztalatok alapján az elsődleges differenciáló hajtóerők (pl.: 19, 21, 27, 54 – 1. sz. melléklet alapján) mentén kívánjuk felépíteni. Az így kialakult szenáriókat, s kapcsolatukat az alábbi ábra szemlélteti.⁸

⁸ A BAU inkább a globális energiaellátást preferálja, mivel már a jelenlegi, félig-meddig smart rendszereket szépen rá lehet kötni a regionális áram (és egyéb energia) tőzsdékre, és azon keresztül megosztani a különböző szolgáltatók energiaforrásait.



10. ábra: A scenáriók és kapcsolataik, saját szerkesztés

A továbbiakban a kialakult scenáriókat tekintjük át részletesen olyan módszerek segítségével, mint a jövőtábla, jövőkerék és a forgatókönyvek (ezek tartalmazzák a jövőképet támogatók jövőorientáltságát is)

3.4. JÖVŐTÁBLA

A Jövőtábla-modell egy olyan jövőkép elemző módszert jelent, melyben különböző módon, a jelenségre leginkább befolyással bíró változók értékeit áttekintve juthatunk el az egyes jövőképekhez. Maga a tábla egy kérdéses probléma-területet definiál, körvonalaz, míg a „cellák az alternatív értékek változóit adják”⁹. (Finland Futures Research Centre: How can we explore the future? kurzus)

Jelen elemzésben a Smart Grid jövőképeit és lehetőségeit vizsgáljuk 2020-ig az USA tekintetében, a Backcasting módszer segítségével. A négy generikus jövő¹⁰ alapján a modell négy alapvető víziót foglal magába: BAU, disztópia, eutópia és a transzformációs jövő. Ezeket már egyszerűen feltárhatjuk a megfelelően megválasztott változók segítségével, hiszen az oszlopok egy-egy jövőképet adnak vissza, a változók szerinti lebontásban.

⁹Monda Eszter 2013-as **Future Table** című előadása alapján.

¹⁰A négy generikus jövő Dator, 1981 szerint

1. táblázat: Jövőtábla 2020-ig az USA-ban, saját szerkesztés

Változók	BAU	disztópia	eutópia	transzformációs jövő
hálózati technológiák fejlődésének üteme (jelenlegi 10%-hoz képest*)	változatlan	csökken (leáll)	növekszik	lokálisan nőnek
Smart Grid támogatottsága (kormány)	változatlan	negatív (ellenzi...)	pozitív (jobban támogatja)	lokális smart megoldások támogatása (házon belül, külön)
meghatározó energiaforrás	fosszilis és megújuló párhuzamosan	csak fosszilis (főleg palagáz)	megújulók tisztán	saját házában megtermelt megújuló
társadalmi elfogadottság (van-e rá pénzük, vagy akarják-e)	nem többen, mint eddig → bizonyos intervallumon belül nem változik (minimális)	senki nem akarja	mindenki akarja	elfogadják, akarják, ám a saját otthonban szeretnének energiát termelni
Smart Grid befektetés megtérül-e?	hosszú távon, de megéri	nem éri meg, vagy nagyon hosszú idő alatt és alig térül meg	hamar, teljes mértékben	igen, de csak a Smart Home része
kiepítés költsége	változatlan	magasabb, mint a hagyományos hálózaté	olcsóbb, mint a hagyományos hálózaté	egy házra jutó költség lesz alacsony
Biztonsági technológiák alakulása	változatlan, léteznek biztonságos csatornák	megszűnnek a biztonságos csatornák, energiahálózat sebezhetővé válik	fejlődik a hálózati biztonság	LAN/PAN biztonság fejlődik → fenti hálózatok kellően zártak

3.5. SZCENÁRIÓK

Az előző fejezetekben ismertetett kutatási módszerek eredményeinek segítségével most a Smart Grid rendszerek minőségileg eltérő jövőképeinek részletes ismertetése következik a forgatókönyv vagy más néven, scenárió módszer segítségével.

A módszer lényege a színjátszásból ered, ahol filmek vagy színdarabok akcióinak és dikcióinak teljes, írásbeli rögzítését jelenti, a rendezői kommentárokkal kiegészítve. Alapvetően a fő célja, hogy egy színész több darabban vagy filmben is szerepelhet egyszerre, és mindegyik szerepének részleteivel tisztában kell lennie. Ehhez nyújt segítséget a forgatókönyv részletes leírása, hogy a színész egyszerre több történettel is tisztában legyen.

Funkciója a jövőkutatásban is hasonló. Nováky Erzsébet definíciója szerint:

„A forgatókönyvírás az időben egymás után következő események, tendenciák közötti kapcsolatok logikai feltárására, megítélésére és ezek alapján következtetések levonására irányul.” (Nováky, 1997, p. 5.)

Legfontosabb jellemzője tehát, hogy elfogadja a bizonytalanságot, és nem egy konkrét előrejelzést ad meg, hanem több lehetséges, eltérő jövőképet, jövőváltozatot ismertet részletesen. Abból a célból, hogy a „színész”, azaz mi magunk tisztában legyünk a különböző eshetőségeinkkel a jövőre nézve. A legvalószínűbb jövő meghatározása helyett: lehetőségek kombinálása, azok kezelhető scenáriókban történő összefogása zajlik le a módszer segítségével.

Eddigi kutatási módszereink eredményeit felhasználva a Smart Grid rendszerekről kialakult négy darab jövőképünk (a Jim Dator-féle generikus jövők Dator, 1981 szerint) részletes ismertetését kíséreljük meg. Külön kiemeljük minden forgatókönyvben az adott jövőképet támogatók jövőorientáltságát, azaz jövőhöz való viszonyukat is.

3.5.1. Disztópia

A Smart Gridék és az okos energiagazdálkodás jövőjét vizsgálva sajnos mindenképpen el kell játszanunk egy olyan disztópikus jövőkép gondolatával is, aminek a bekövetkezési valószínűsége egyáltalán nem elhanyagolható.

Ugyanis jelenleg egy nagyon fontos tényező miatt nem szabad leírni az eddigi, hagyományos energiagazdálkodást. Ennek a jelenlegi rendszernek a fő jellemzője, hogy nagy, regionális szükségleteket kielégíteni képes energiahálózatok állnak rendelkezésünkre, melyek egységesen, biztonságosan képesek kiszolgálni a rájuk csatlakozó fogyasztókat. Azonban, a valós igények felmérése nem optimális, sok a kihasználatlan, pazarló kapacitás, mivel a kapcsolat csak egyirányú. Az okos energiagazdálkodás kialakítására azért len-

ne szükség, mert az ilyen típusú hálózatok energiaforrásául szolgáló fosszilis hordozók (szén, kőolaj, földgáz, stb.) lelőhelyei kimerülőben vannak, az alternatívákat (megújuló energiaforrások) csak okos eszközök segítségével lehet hatékonyan a hálózatok fő energiaforrásává tenni.

Azonban ez a trend nem feltétlenül fog folytatódni a jövőben, s ennek legfőbb oka a palagáz. A 90-es évek közepéig kitermelhetetlennek hitt gázmezők gázát hívják palagáznak. A palagázt ugyanis kövek őrzik, ott van mélyen a pala hajszałrepedéseiben. George Mitchell texasi mérnök találta ki a módszert, hogyan lehet ehhez a gázhoz hozzáférni. A módszer felfedezését követően az USA kitermelése 2011/12-re ért el olyan értéket, amit látva már feltételezhető, hogy helyettesíteni tudja hosszabb ideig az eddigi hagyományos energiaforrásainkat. Az Antarktisz alatt rejtőző kihasználatlan kőolajlelőhelyekről pedig még nem is beszéltünk. A globális felmelegedés következtében pedig ezek a lelőhelyek pont kitermelhetővé válhatnak a közeljövőben.

Ebben az esetben pedig a hagyományos energiagazdálkodási rendszer erőforrásai pótolhatókká válnak az előre látható jövőben, így Smart Gridek kiépítésére egyáltalán nem lesz igény. Sőt, egyáltalán nem is érné meg egy ilyen, jelenleg még főleg pilot jelleggel működő rendszerbe tőkét befektetni, ha van egy jól bevált alternatívánk. Egy ilyen forgatókönyv a Smart Gridek szempontjából mindenképpen disztópiát jelent.

Egy ilyen lehetséges jövőképben a kormány is elfordul a Smart Grid rendszerek támogatásától, hiszen ha a hagyományos megoldások 100%-on képesek működni, akkor jelenlegi állapotukban még megbízhatóbban látják el a legnagyobb gazdasági szereplőket, vállalatokat energiával. Ráadásul, pont a pazarló kapacitások miatt a szükségesnél több energiához is jutnak, amit egy okos hálózat esetleg pont a kisebb versenytársakhoz juttatna már el. Tehát, ha ez a rendszer a közeljövőben a palagáznak köszönhetően fenntartható maradna, akkor a vállalati lobbis lehetséges, hogy elérné ezen rendszerek kormányzati támogatásának megszüntetését. Az Egyesült Államokban ráadásul az egyre nagyobb népszerűséget szerző Tea Party (a Republikánus Párt egy radikálisabb szárnya) is nagy szószólója a palagáz alapú megoldásoknak, illetve ellenzője a „kiszámíthatatlan” megújuló energiaforrásoknak.

A jövőképben a Smart Grid rendszerek kiépítési költsége vállalhatatlanul magas lenne a jelenlegi rendszerek fenntartásához képest. Az sem segít a technológia megítélésén, hogy a jelenlegi rendszerek zavartalan működése mellett nem igen lenne olyan befektető, aki hajlandó lenne kivárni egy Smart Grid befektetés hosszú megtérülési idejét, és főlvállalni a számítógép-hálózati alapokon működő hálózat kialakításának kockázatát.

Ekkor a lakosság nagy részének elfogadottsága is rosszabb szintre fog kerülni a Smart Grid technológiákkal szemben. Ugyanis a többség nem fogja vállalni egy okos mérő beszerelésével járó kényelmetlenségeket, ha tudja, hogy az eddigi rendszerekkel is biztosítható a jelenlegi energiaellátása. Az esetleges rezsicsökkentő hatás pedig túl hosszú idő alatt lenne érzékelhető, és a fogyasztótól is erőfeszítéseket kívánna meg, így inkább vállalják az eddigi magasabb költségeket. Mivel tudják, hogy a jelenlegi megoldások beváltak, és a belátható jövőben a palagáz kitermelés növekedése miatt nem csökken az energiabiztonság, és várhatóan a rezsiköltségek sem lesznek annyival magasabbak, hogy az embereket energiatakarékosságra ösztönözzék.

Viszont, egy ilyen – a palagáz térnyerése miatt kialakuló – disztópikus jövőképben a Smart Home megoldások egy részének még biztos jövője lenne. Ugyanis várhatóan lesz kereset azon Smart Home megoldásokra, melyek az otthont kényelmesebbé, jobban kezelhetővé teszik, gondolunk itt az automata ajtókra vagy az okos háztartási gépekre. Ezen technológiák a Smart Grid rendszerektől valamennyire függetlenül mozognak. Viszont az otthoni energiafelhasználást optimalizáló okos mérők valószínűleg a Smart Grid rendszerekkel együtt halnak el.

Azonban a Smart Grid rendszerek szempontjából disztópikus jövőkép nem csupán a palagáz térnyerése miatt alakulhat ki. Erősen elképzelhető az a lehetőség is, hogy a matematikusok megoldják a híres P vs. NP problémát. Jelenleg az ilyen természetű matematikai feladatok (pl. prímfaktorizáció) adják a modern számítógép-hálózati biztonsági eljárások (pl.: RSA) alapját. Ha a hálózati biztonságon rés támadna, legyen az bármilyen kicsi az egyértelműen a Smart Grid technológia végét jelentené, hiszen az energiaellátást senki nem bízna egy nem 100%-ban zárt rendszerre, legyen az egyébként bármennyire optimalitást biztosító. Az így bekövetkező disztópikus jövőképben pedig az összes Smart Home megoldás is eltűnne az fentiekben ismertetett egyéb következmények mellett. Ugyanis, az otthoni kényelmünknel a biztonságérzet szintén többet ér.

Egy ilyen szintű bizalmatlanság esetén a hálózati technológiák felé, a lokális energiaellátás lenne inkább a meghatározó, hiszen az energiakereskedelemmel foglalkozó tőzsdék kommunikációja is veszélyeztetett lenne, így a szolgáltatók inkább a közelből elérhető, megbízható forrásokra támaszkodnak. Tehát, a regionális energetikai elszigeteltség stabilizálná, és a nyitottságot, valamint a globális energiát szorgalmazó felületek eltűnének.

Jövőorientáltság (a jövőképet támogatók leírása)

Ezt a jövőképet alapvetően a konzervatív emberek támogatják, akik mindenféle megújulási és újítási szándék ellenesek. A megújuló energiaforrásokat kiszámíthatatlannak, és haszталannak tartják, így az ezen energiaforrások érdekében történő struktúraváltoztatásokat az energetikai rendszerben elvetik. Ugyanis, úgy vélik, hogy ezen forrásokat képtelenség hatékonyan integrálni az energetikai rendszerekbe, így ilyen projektekkel próbálkozni eleve elsüllyedt költség. Energiagazdálkodásuk fókuszában az egyszerűség és folyamatosság áll, tehát a legfőbb céljuk, hogy a jelenlegi struktúrájú rezsiköltség csökkenjen, de **most azonnal**. Éppen ezért a hosszú távú stratégiai gondolkodás általában távol áll tőlük. A jól bevált megoldásokat megőrizni kívánják, nem fejleszteni. Inkább negatív jövőviszony jellemzi őket.

Az ő igényeiket elégíti ki a palagáz, mint új meghatározó energiaforrás, mivel pont a hagyományos energiagazdálkodási megoldások folytonosságát biztosítja. Hiszen a rezsiköltségek a palagáz nagy, feltáratlan mennyisége miatt várhatóan nem emelkednek a vizsgált időintervallumban (2020-ig).

A fenntartható fejlődés fogalma idegen, és távol áll tőlük, sőt egyenesen megkérdőjeleznek olyan jelenségeket, mint a globális felmelegedés, illetve annak súlyossága. Tőlük hallani olyan gondolatokat, mint például: „Ki mondta azt, hogy egy bolygó sarkain jégsapkáknak kell lenniük?”. Aki el is fogadja a globális felmelegedés tényét, inkább pozitívan értékeli, hiszen elérhetővé teszi pl. a sarkvidéki olajkészleteket a jégtakaró felolvadásán keresztül.

Ezen emberek az Egyesült Államok területén alapvetően a Republikánus Pártot támogatják, mivel ők képviselik a konzervatív irányzatot az energiapolitikában is. Az ő hangsúlyuk a palagázra épülő nemzeti önellátáson van, és alapvetően elvetik a megújuló forrásokat és megkérdőjelezzik az intelligens hálózati technológiák alkalmazásának szükségességét. Mondván, a jelenlegi technológiákkal is képesek az energiabiztonság- és függetlenség fenntartására, és kiépítésére.

Ők alapvetően fogyasztásukkal és képviselő- és elnökválasztásukkal tudnak hatást gyakorolni az eseményekre. Fogyasztásukban a hagyományos megoldásokat fogják támogatni, és még az esetleges kedvezmények kedvéért sem lesznek hajlandók megújuló erőforrásokat vagy okos energiagazdálkodási rendszereket használni, bevezetni. Extrém esetekben fejlődés, és új technológiák elleni megmozdulásokra is sor kerülhet. Pl.: klímakonferenciák elleni tüntetések, elégedetlenség. Ezzel is jelezni szeretnék, hogy az energiagazdálkodási probléma másodlagos vagy nem is létezik.

Vállalati oldalon alapvetően a nagyvállalatok támogatják ezt a jövőképet, mivel a jelenlegi energiagazdálkodási rendszer pazarló, azaz többleterőforrásokat juttat a szereplőknek. A nagyvállalatoknak értelemszerűen több pluszforrást juttat, mint a kisebbeknek. A nagyok pedig éppen ezért alapvetően nem érdekeltek a verseny kiegyenlítésében, azaz egy olyan elosztási rendszerben, amelyben mindenki annyi energiát, azaz erőforrást kap, amennyire szüksége van. Egy ilyen rendszerben lehetséges, hogy ezen nagy vállalatok komparatív előnye meggyengülne. Ezen vállalatok nyilván a Smart Grid rendszerek bevezetése ellen lobbiznak a törvényhozásnál (főleg a Republikánus Pártnál).

A disztópikus jövőkép értelemszerűen vonzó még a hagyományos energiatermeléssel (pl.: szénbányászó cégek, olajipari társaságok) és energiagazdálkodással (pl.: atomerőművek) foglalkozó vállalatok számára, egész egyszerűen az alaptevékenységük megszűnésének fenyegetése miatt. Ezen társaságok viszont alapvetően a megújuló energiaforrások ellen lobbiznak majd a korábban említett hovatartozású (Republikánus, konzervatív) törvényhozó szerveknél.

3.5.2. BAU

A következő jövőkép, a folyamatos növekedés („Business As Usual”) szerint nem várható semmilyen radikális változás, minden a maga módján, a megszokott formában megy tovább. Például, amennyiben egy vállalkozás vezető szerepet tölt be a piacon, nem várható, hogy ezt a szerepet elveszíti, fejlődése és működése változatlan mértékben folytatódik.

A Smart Grid jelenleg is része a piacnak, s a Business As Usual jövőkép azt állítja, hogy ez így is marad, ugyan ebben a felállásban, s ha változás történik, az olyan minimális, hogy nem változtat a jelenlegi állapoton, bármilyen területen.

Az intelligens energiagazdálkodás napjainkban is ismert fogalom, államilag is elfogadott tevékenység, azonban ennek bevezetése még nem kezdődött meg sem globális, regionális, sem egyéni szinten. A kormány támogatását már a kezdetekkor megkapták, s jelenleg is fennáll egy részleges támogatás, főleg inkább Németországban (mint egy új, hatásosnak és környezetkímélőnek ígérkező rendszer kezdetleges támogatása), viszont a BAU szerint ez nem fog elérni egy olyan szintet, melyen állami előírás, esetleg törvény születne ezen rendszerek kötelezővé tételéről. Ez a jövőkép úgy tekint a smart rendszerekre, mint opciókra: aki meg tudja fizetni, vagy elavultnak tartja a régi rendszert, majd bevezeti saját használatra, amennyiben lehetősége nyílik rá. Így nem várható el, hogy valaha, esetünkben 2020-ra, a Smart Grid olyan méreteket ölt, mely az egész Egyesült Államokra

kiterjedne. Addig is, a kormány támogatja a fejlődést, de nem kezdeményez drasztikusabb változást, fejlesztést vagy terjeszkedést.

2020-ig nem sikerül az intelligens energiagazdálkodást oly mértékűre fejleszteni, hogy tisztán megújuló energiát használjunk. Ez azt jelenti, hogy az eddigi problémák nem oldódnak meg, a nem megújuló források tovább apadnak, s bár létezik megoldás ennek megállítására, az elkövetkező 7 évben még nem várható, hogy lényeges átállás következne be. Azonban egy Smart Gridbe kötött otthon alapvető képessége, hogy bár mindkét energiaforrást használja, intelligens rendszerként csökkenteni tudja a fosszilis energiaforrás mennyiségét, amennyiben elegendő megújuló áll rendelkezésre, ezzel is csökkenti a költségeket, s környezet kímélően látja el energiával a lakást.

Nem mondhatjuk el, hogy a jelenleginél többen vágnának bele a Smart Grid kiépítésébe vállalati vagy magán téren a következő kb. 7 évben. Bár nem állíthatjuk, hogy napjainkban nem jellemző az intelligens energiagazdálkodásra való áttérés, vagy próbálkozás, azonban a közeljövőben egyáltalán nem várható erre vonatkozóan változás. A magánszemélyek vagy nem fognak sem többé, sem kevésbé érdeklődni az okos megoldások iránt, vagy nem lesz esélyük kiépíteni a rendszert, ugyan úgy, mint a vállalatok esetében, hiszen annak költségei még mindig nem fognak rohamos¹¹ módon csökkenni.

Tehát a smart rendszerek bevezetése, csatlakozás egy gridhez, kapcsolatban áll a rezsiköltségekkel is, hiszen ha az továbbra is hasonló szinten marad, az emberek nem fognak könnyebben és szívesebben költeni az esetleges fejlesztésekre, legújabb és legbiztonságosabb rendszerek kiépítésére. A BAU szerint viszont pont ez fog történni: ha lesz is változás a rezsiköltségek körében, az annyira minimális (akár pozitív, akár negatív irányban), hogy nem okoz olyan fokú változást, ami erőteljesen befolyásolná a Smart Grid jövőjét, esélyeit.

A BAU jövőkép egyik legfontosabb információja számunkra, hogy a Smart Grid befektetés csak nagyon hosszú távon térül meg, viszont megéri befektetni, amennyiben ki tudjuk várni ezt az időt. Ez nagyrészt azért van, mert a kiépítés költséges, így nem várható, hogy az árak csökkennének 2020-ig, ami szintén azt eredményezi, hogy még mindig kevesen engedhetik meg maguknak a rendszer kiépítését.

A hálózati technológiák fejlődésében nem várható kiugró, nagyszabású változás, a jelenlegi 10%-os fejlődési ütem fenntartható. Emellett a hálózati biztonsági technológiák

¹¹ Rohamos csökkenés: olyan mértékű költség-csökkenés, mely a kisebb bevétellel rendelkező családok számára is könnyen elérhetővé teszi a smart rendszereket és annak kiépítését, bevezetését lakásukba.

fejlődése nem várható, a mostani szintű biztonság mindenképpen megmarad, azonban sem nagyobb fokúra, sem rosszabb üteműre nem lehet számítani (szerencsére).

Amennyiben a mesterséges intelligencia fejlődése nem lép magasabb fokra, nem sikerül a jelenlegi hatékonyságot növelni, a Smart Grid sem fejlődik tovább nagy mértékben, azaz nem sikerül jobban optimalizálni az energiahálózatokat. Ez viszont azt jelenti, hogy a jelenlegi állapot marad fenn, ami viszont hosszú távon nem éri meg a mesterséges intelligenciát alkalmazó tevékenységek esetében. A minimális fejlődés évről-évre is megfigyelhető, ez azonban egyáltalán nem elegendő ahhoz, hogy tovább jussunk a környezet-kímélő, intelligens módszerekkel működő rendszerek teljes mértékű kiépítéséhez.

Összességében elmondható, hogy a Jövőtábla-módszer BAU oszlopa alapján 2020-ig az USA-ban nem várható nagyfokú fejlődés, sem hanyatlás. A kormány, illetve a polgárok támogatása változatlan, költsége még mindig magas lesz, s nem várható rövid megtérülés. Azonban összességében a módszer hatásos, a rendszer megbízható, s az is marad.

Ráadásul, a jelenlegi, félig-meddig smart rendszereket rá lehet kötni a regionális áram (és egyéb energia) tőzsdékre, és azon keresztül megosztani a különböző szolgáltatók energiaforrásait. Tehát a globális energiaellátás felé vezető úton is már jelentős lépések történtek, és ezek volumene sem fog változni, azaz marad egy növekedő tendencia.

Jövőorientáltság (a jövőképet támogatók leírása)

Ezt a scenáriót azok az emberek pártolják leginkább, akik támogatják a „minden legyen úgy, ahogy eddig” elvet. Mivel nem akarnak döntéseket hozni, gondolkodni a lehetőségeken, cselekedni és tenni a változásért, alapjában véve elzárkóznak a változástól, így számukra a legkönnyebb, ha minden marad a régi. Embertársaiktól nem várják el, hogy helyettük cselekedjenek, viszont hozzák meg a döntéseket, ők majd elfogadják.

Azokat, akik a BAU scenárió tipikus embertípusai, nem sok dolog érdekli. Érdetelenek, és nem hozhatunk fel olyan területeket, amelyek kiemelkedően fontosak számukra. Passzív magatartásukkal és tartózkodásukkal a Smart Grid nagyobb fokú fejlődését nem viszik előre, nem támogatják azt sem társadalmi, sem egyén szinten. Ugyanakkor nem is hátráltatják a rendszer kibontakozását.

Számukra jelentéktelen, hogy fosszilis vagy megújuló energiahordozók segítségével nyerik az energiát, amelyet ők felhasználnak. Nem érdekelték a környezetvédelmi kérdésekben, az erőművek fejlettségében, azok korszerűsítésében. Nem gondolkodnak sem rövid, sem hosszú távú energiapolitikában.

Ha politikai nézetüket vizsgáljuk, ezek az egyének azok, akik pártatlanok. Tehát érdeklődési körük teljesen független a Smart Grid, környezetvédelem, fejlődés-fejlesztés, jövő kutatás területektől.

Cselekedeteiket figyelembe véve, az előzőek alapján elmondhatjuk, hogy a fent jellemzett emberek a Smart Grid jelenlegi támogatottsága mellett sem vezetnek be otthonukban smart rendszereket, megoldásokat, ha az nem feltétlenül szükséges (pl.: törvényi előírás nem kötelezi őket rá).

Amennyiben a vállalkozásokat vizsgáljuk, a stagnáló középvállalkozások támogatják a BAU-t. Számukra nem fontos, hogy energiaellátásuk milyen módon történik meg, s nem is biztos, hogy egy kisebb, egy helyben mozgó, vagy pénzügyi problémákkal küzdő kis szervezet be tud fektetni az intelligens mérőkre, hogy csatlakozzon a hálózathoz. Tehát vállalati téren is megfigyelhető a döntésektől, változtatástól való elzárkózás, érdektelenség.

Az Egyesült Államok politikai életében még nem figyelhető meg, hogy a pártok konkrétan a Smart Grid rendszerek jövőjét beleépítenék politikájukba. A jelenlegi állás szerint ez nem fog megváltozni.

Mindezekből következik, hogy a BAU jövőkép átlagos személyeinek nincsenek elvárásai. Nincsenek fenntartásai a kevésbé korszerű, nem hatékony, pazarló rendszerekkel, folyamatokkal szemben, s nem várják el, hogy intelligens hálózatok épüljenek ki. Ez az érdektelenség pedig továbbra sem hatásos a rendszer fejlődésének tekintetében, ugyanis továbbra is egy opció marad az intelligens hálózat. Összességében a jövőképet támogatók jövőviszonya lehet pozitív és negatív is, jövőorientáltságuk pedig passzív.

3.5.3. Transzformációs jövő

Ha az intelligens energiagazdálkodás és a Smart Grid jövőéről beszélünk, mindenképpen meg kell említenünk a transzformációs jövőképet is. Ennek ugyan jelen körülmények között nem túl nagy az esélye, hogy bekövetkezik, azért egyes nyugat európai országokban megfigyelhető az erre való törekvés. Mi is ez a törekvés? Mi ez a transzformációs jövőkép a jelen esetben?

Ez a jövőkép alapjaiban arra épít, hogy a nagy nemzeti és nemzeteken átívelő energiahálózatok eltűnnek, vagy legalábbis jelentéktelenné válnak. Az egyes otthonok képesek lesznek önmagukat fenntartani, elosztani a saját maguk által, lokálisan előállított energiát a ház és a benne élők elektronikai eszközei között, legyen az egy riasztó berendezés, TV vagy akár az autó. Az energiát teljesen megújuló energiaforrásból tudja biztosítani, külső

beavatkozásokra okos mérésre nem lesz szükség, mindent az optimálisan elosztó okos otthon végez. Emiatt a Smart Grid technológia szinte feleslegessé is válna, vagy átalakulna otthoni belső mérővé, mert nem lenne szükség a nagy központban optimalizálni, csak helyileg az áramellátást.

Kormányzati szempontból, ha a lokális hálózati védelmet vagy akár a jelenlegi megújuló energiák és az azokhoz kapcsolódó technológiai fejlesztéseket, és már meglévő megoldásokat – főleg a háztartásokba is integrálható energiatermelési lehetőségeket: nap-elem, szélkerék, stb. – az eddiginél jelentősebben támogatná, akkor a transzformációs jövőkép bekövetkezésének valószínűség jelentősen javulna.

Ha az elkövetkező években egy újabb gazdasági világválságra, esetleges energiaválságra, vagy csak egy-két jövőben esetleges atomerőmű katasztrófára gondolunk, ami az utóbbi években megmutatkozott, igen is lehetséges, akkor a jövőkép jelentőségét ugyan csak át kell gondolnunk. Ha ezek bekövetkeznek, különösen, ha az utóbbi kettő lehetőség közül akár csak az egyik is, akkor az államok nagy része a mai mértéknél sokkal jobban támogatni fogja a megújuló energiaforrásokat, legyen az bioalga, nagy vízerőmű beruházás vagy a házankénti napkollektorok, szélenergia. Ráadásul megrendülhet a bizalom a nagy, központi elosztással működő szolgáltatók felé, és a lakosság nyitottabb lenne a házban belüli energiaellátásra. Azért nem feltétlen lesz teljesen megújuló az energiaforrás minden házban, mert ahol nincsenek meg a feltételek ott muszáj lesz máshonnan beszerezni az energiát. Ezeket jellemzően olyan nagy, megújuló projektekből finanszíroznák majd, mint például a mostani, túl magas költségei miatt kritizált Desertec projekt¹². A transzformációs jövőképben a fenti okok miatt megnövekedett megújuló energiapiacnak köszönhetően elérhető áron lesz képes megépülni egy hasonló projekt. Azonban az energiaelosztás nagyfokú központi szabályozását ez a rendszer sem igényelni, a háztartási belső mérők AI támogatással képesek lesznek saját maguk kérvényezni a részüket.

Tehát az olcsóbb megújuló energia felhasználása az okos otthonokban, lefedve a teljes energiaigényt szinte minden egyes otthonban, szükségtelenné teszi a jelenlegi Smart Gridre való átállást. Habár jelenleg ez még nem megvalósítható mindenhol, a jövőben azért érdemes erre figyelni, mert lehet, hogy mire kiépítik az intelligens mérőket az egyes országok minden háztartásra, házra, addigra már nem is lesz szükség rájuk, vagy nem fog megtérülni ez a befektetés.

¹² <http://www.desertec.org/global-mission/>

A transzformációs jövőképben tehát egy megújuló energiaforrásokra épülő társadalmat láthatunk, ám a globális energia megosztás az egyes háztartások izolációja miatt nem lesz lehetséges. Legfeljebb a Desertec projekthez hasonló regionális központok alakulnak ki, de ezek sem igényelnek jelentős központi ütemezést, irányítást, így a globális energia megosztás igencsak valószínűtlen ebben a jövőképben.

Jövőorientáltság (a jövőképet támogatók leírása)

Ezen scenárió legfőbb támogatói azok az egyének lesznek, akik alapvetően nem szeretnék a kormánytól vagy más olyan vállalattól függni, akik képesek az adataik tárolására, keresésére. Ez mind lehetséges egy Smart Grid rendszerben, és ez visszaélésre adhat okot és ezen emberekben félelmet kelthet. Továbbá ezen egyének számára nagyon fontos az elzártság és a függetlenség nem csak a fenti rendszerektől, hanem általánosságban véve is. Alapvetően nekik kapóra jönnek az új technológiák, amelyek ezen törekvésüket elősegítik, elsődlegesen a Smart Home és a megújuló energiatermelés.

Ezek az emberek alapvetően az értelmiségiek közé tartoznak, politikai szempontból pedig elsődlegesen egyik párthoz sem tartoznak, nem csak egy párt szimpatizánsai közé sorolhatók, nem lehet ilyen szempontból egyértelműen meghatározni. Információkeresésük és tudásfelhasználásuk szempontjából hosszútávban gondolkodó emberek (tehát jövőviszonyuk pozitív) és alapvetően alternatív hírforrásokat, tudásbázisokat keresnek, mint például a WikiLeaks. Szeretik a hír és tudás megszerzésében is a függetlenséget és a sokszínűséget, sok szempontúságot. Ők alapvetően olyan személyek, akik szeretik maguk intézni a dolgaikat, irányítani az életük minden részét és nem szeretik, ha mások beleszólnak akár irányítják azt.

Cselekedeteik alapján egyértelműen törekednek a fentebb említett és kifejtett önellátás felé, ezt szeretnék elérni, az állami és vállalati kontrollt megszüntetni, saját életük minden részét maguk irányítani. Alap elvárásuk a jövő technológiáit illetően, hogy a Smart Home-ok elterjedjenek és még inkább az, hogy otthon képesek legyenek önmagukat ellátni elektromos energiával.

Azon vállalatok lehetnek ebben a scenárióban érdekeltek, amelyek elsődlegesen megújuló energiatermelésben és/vagy ezek fejlesztésében és implementálásban, ezen iparágban tevékenykednek.

Legnagyobb támogatói céges részről azok a vállalatok, amelyek valahogyan kapcsolódnak a Smart Home technológiához, azaz AI fejlesztő, megújuló energiátároló és termelő egységeket fejlesztő és készítő vállalkozások. Ezen kívül olyan technológiai megoldások fejlesztői és implementálói, akik ezeknek az új eszközöknek az összeköttetését és

rendszerbe való rendezését segítik elő a saját megoldásaikkal, kutatásaikkal. Egyéb lehetséges támogatók, azok, akik a megújuló energiaforrásokra támaszkodva fejlesztenek és készítenek közlekedési eszközöket, ilyenek például a hibrid és elektromos energiával működő motorok gyártói és beszállítói.

3.5.4. Eutópia

Az utópiának egy valósághoz közelebb változata az eutópia, annyit tesz: „jó hely”. Ekkor meg kell tehát vizsgálnunk, hogy milyen kimenetelt értékelhetünk abszolút pozitívnak a társadalom, a környezet szempontjából, az általunk vizsgált energiagazdálkodás, és azon belül a Smart Grid perspektívájából.

Az általunk vázolt pozitív jövőképben Smart Grid végre szabad utat nyer, kiemelkedik az alternatívák, a többi energia elosztó és energiaoptimalizáló rendszer közül (vagy éppen visszaszorítja az energiatakarékosság szempontjából visszalépést vagy stagnálást jelentő hagyományos energiaforrások újbóli előretörését). Ekkor a nemzeti energetikai hálózatot sikerül átalakítani oly módon, hogy teljesen megújuló energiaforrásokból nyert energiát tároljon virtuális erőművekben, melyek decentralizáltan szóródnak szét országszerte. Ezek megnövelt megbízhatóságú eszközökön keresztül kommunikálnak. Az itt feltüntetett események eredményeképpen az ellátásbiztonság megerősödik. Ezen az úton már elindultunk, ám egy végsőig optimista jövőben a rendszer kiépítésének növekedési üteme lineárisról exponenciálissá válik.

A jövőtáblában tárgyalt eutópia elképzelésünk egy olyan jövőt vázol fel, ahol a Smart Grid lesz az elsőszámú és legfontosabb energiagazdálkodási praktika, mely kiépítettsége 2020-ra meghaladja minden jelenben rendelkezésre álló adatok alapján készült statisztikánkat és az egyéb előrejelzéseket. Ehhez az kell, hogy az emberek pozitívan álljanak hozzá ehhez a rendszerhez, hiszen a támogatottság növekedésére van szükség mind társadalmi, mind politikai oldalról.

Ezen a gondolatmeneten haladva a Smart Grid kialakulását három szemszögből is érdemes tehát megnézni: állami, fogyasztói és szolgáltatói oldalról. Kezdjük az állammal a vizsgálódást. A Smart Grid kormányzati támogatottságának növekedései a scénárióink alapján eléggé bizonytalan. Ennek hátterében az alternatív energiaforrások bizonytalansága mellett az is áll, hogy az energiahálózat jórészt magánkézben, és nem állami tulajdonban van¹³. Ez az állam érdekeltségét erősen csökkenti, ám ez nem zárja ki, hogy közvetet-

¹³http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:l9uGsUWHQ_EJ:www.raponline.org/document/download/id/645+&cd=5&hl=hu&ct=clnk&gl=hu fejezet: 4.1.1;

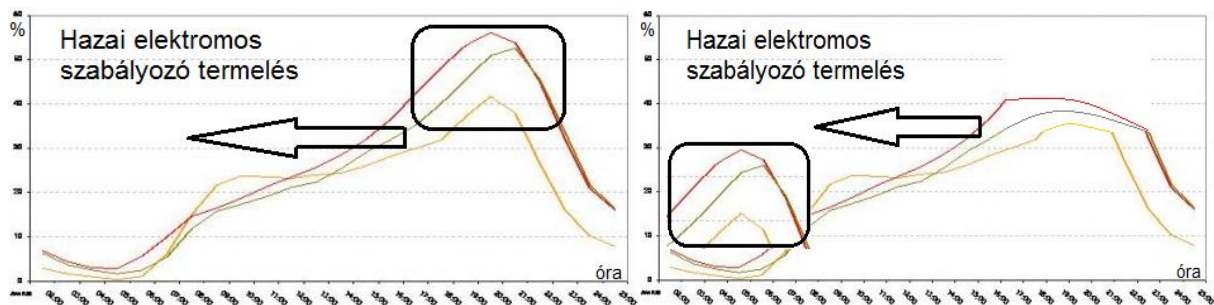
ten mégis profitáljon az ország egy elégedett lakosság révén, politikai szempontból, és például a beruházások miatti GDP növekedéséből, gazdasági szempontból. Ezeket figyelembe véve az állam több módon is hozzájárulhat a kiépülés gyorsulásához: pénzügyi támogatás a befolyt adókból vagy a kiépülés során keletkező adóterhek csökkentése. Azonban ezen intézkedések túl nagy terhet is jelenthetnek egy válságból kilábalásért küzdő ország költségvetésének, melyet akár egy nézeteltérés a pártok között is az összeomlás határára vezérelhet (például a 2013. októberi fizetéseképtelenségi botrány¹⁴). Egy ilyen helyzetben a legkevesebb, amit az állam megtehet, az többek között a Smart Gridet támogató kampányok indítása, valamint az, hogy a saját intézményeit ráállítja a Smart Grid rendszerre. Ezzel is példát mutatva az állampolgároknak.

Másik érintett csoport a háztartások, és általában a közvélemény. Itt nem egy-egy ember döntése számít, mint a kormányzati oldalon. A jelenben az emberek nagy része még nem is hallott a Smart Gridről. Az eutópikus jövőképünkben ez a tudatlanság felszámolódik, emberek milliói látják meg a tartósan alacsonyabb energiaszámlák lehetőségét. De nem csak meglátják, hanem hajlandóak saját házaikat rákötni a rendszerre, akár a saját pénztárcájukba nyúlva. Ennek bekövetkezése azért bizonyosabb, mert a háztartások között a kiépítés terhe eloszlik, az rezsiköltségek csökkenése azonban szemmel látható. A Smart Gridhez köthető megoldások bevezetése először a magasabb jövedelmű háztartásokból indul, de a pozitív, támogató visszajelzéseknek köszönhetően az elterjedés üteme felgyorsul. Ezt a gyorsulást úgy történik, mint a lánclevelek („Küldd tovább x embernek...!”) terjedési üteme az interneten. Azzal a különbséggel, hogy a Smart Grid esetében az interneten megtapasztalt káros hatásokhoz képest pont ellentétesen, ez mindenképpen egy pozitív hullámot indít el, és egyre többen döntenek a Smart Grid mellett. Segíthet még a spórolási kedv felélénkítésében, ha a rezsiköltségek minél rövidebb idő alatt minél magasabbra nőnek. Végül azon háztartások is nyitottá válnak, ahol inkább a költségmegtakarítás az elsődleges szempont, ha beépül a köztudatba a smart technológiák ezen aspektusa.

Végül pedig a főszereplők, az energiaszolgáltatók szemszögéből tanulmányozzuk, akinek a három nézőpont közül a bevezetés sürgetése talán a legfontosabb. Itt ugyanis nem csak havi számlák csökkentéséről, és aprólékos spórolásról van szó, mint ami a háztartásoknál található. Ellenkezőleg, hiszen a Smart Griddel, az energiafelhasználás napi ingadozásának kiegyensúlyozásával elkerülhet egy máskülönben esetleg szükségessé váló erőmű-kapacitás növelést, példának okáért egy új atomerőmű építését. A 11. ábra a napi

¹⁴ <http://www.vg.hu/velemenyelemzes/nem-akartuk-elhinni-hogy-ez-megtortenik-mi-lesz-az-usa-val-413272>

energiafogyasztást mutatja órákra lebontva Smart Grid rendszer nélkül (bal oldalon), majd a Smart Grid bevezetését követően (jobb oldalon). Jól látható, hogy a Smart Grid nélkül a napközbeni energiafogyasztás során jelentős az eltérés az egyes napszakok között. A legmagasabb az esti órákban (optimálisan ekkor kell az értéknek megközelíteni a 100%-os értéket), a hajnali órákban azonban ez jelentősen visszaesik. Ez azért is okoz problémát, mert az elektromos áram tárolása igen körülményes, az áramtermelő üzemek pedig nem képesek az energiatermelést elég rugalmasan az igényekhez igazítani (vagyis nem lehet 2 órára bármikor leállítani).



11. ábra: Napi áramfogyasztás a Smart Grid bevezetése előtt (balra) és után (jobbra), saját szerkesztés

Illetve a Smart Gridet integrálva a vállalatirányítási rendszerrel (SAP) az olyan üzleti folyamatok is optimalizálódnak, mint a vevői tartozások kezelése vagy a beszerzési eljárás az erőművektől. (12. ábra)



12. ábra A Smart Grid rendszer integrálása egyéb vállalati folyamatokkal (számlázás, beszerzés)

Forrás: Nagy István: A jövő technológiája a SMART MÉRÉS, MKT Vándorgyűlés, 2012

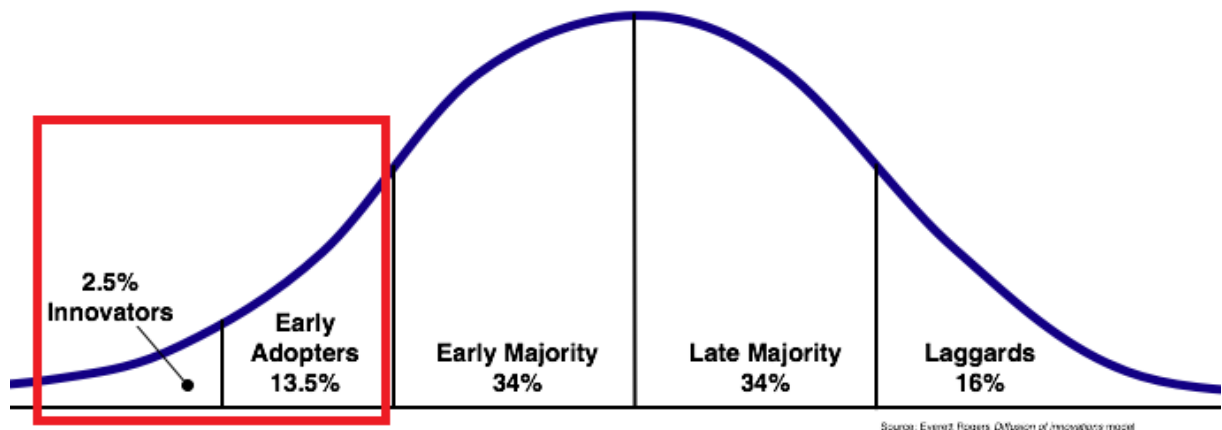
Jövőorientáltság (a jövőképet támogatók leírása)

A cégek terén elsősorban az energiaszolgáltató cégek nyernének a Smart Grid kiépülésén. Ám ezen felül érdekeltek még a disztópikus jövőkép veszteseiként beállított kis cégek, akik a mi eutópiánkban reménykedhetnek a rezszi csökkenésében és a kiegyenlített versenyhelyzetben. Másrésztől ugyanezen okokból érintettek még a piacra újként belépő, vállalkozni vágyó szereplők, mivel ez az új rendszer egyes piacra lépési korlátok mérséklődésével kecsegtet.

A magánszemélyek közül számíthatunk azokra, akik nem ódzkodnak a közösség fogalmától és a közösségbe tartozástól. Bízunk az egységben. Ez a bizalom az, amire szükség van egy okos energiahálózat kiépítésére. Ez a bizalom az, ami rendszerint a tanultabb, főleg városokban élő emberekre jellemző. Másfelől az infrastrukturális különbségek miatt egy nagy lélekszámú város bekapcsolása a rendszerbe egyszerűbb, mint egy kisebbé, így a nagyvárosi lakosságnak ez összességében kevesebb frusztrációval jár. De feladat van bőven és a kihívás sem elenyésző. Ugyanis aki a Smart Grid kiépítésén fáradozik, annak tudnia kell, hogy hosszú távú befektetésekben szükséges gondolkoznia. Persze ez nem kell,

hogy az egyéneket elriassza, hiszen ez a sok munka eloszlik a háztartások között, a több munka az energia-elosztó rendszer kiépítőire marad.

Az okoshálózat kiépülését tehát alapvetően a szabad, liberális gondolkodású emberek támogatják, ezen felül a liberális pártok, melyet az USA-ban a Demokrata párt testesít meg. A pártok közül ez képviseli a megújuló energiaforrások támogatását, a nyitást az ebben rejlő új lehetőségek és technológiák felé. Ez természetesen minden esetben kockázattal jár. A korai alkalmazók (early adopters) versenyelőny szerzésének reményében, hatékonyság-növekedésben költségcsökkentésben bízva vállalják a sikertelenség kockázatát¹⁵. Bár a lent látható 1. ábra alapvetően a cégek által bevetett innovációra, és a versengésre utal a szervezetek között, ugyanez a versengés az országok között szintén fellelhető. Gondoljunk csak a hidegháború erőfitogtatásaira, technológiai- és fegyverkezési versenyekre. Részben ezért is választottuk Amerikát vizsgálódásunk tárgyaként, mert a múltja alapján (első ember a Holdon, első atombomba és még számtalan új technológia) itt láttuk a legnagyobb esélyét, hogy a közeljövőben trendé váljon ez a szabad kártya.



13. ábra: A Smart Grid jelenlegi fázisa és az ebbe való befektetők helyzete¹⁶

Jelenleg az amerikai elnök, Barack Obama is a Demokrata párt tagja, ez pedig mindenképpen pozitív hatással lehet az okos energiagazdálkodás jövőjére. Egy erős kormánytöbbség, kihasználva lehetőségeit, törvényeket és komplett intézményrendszereket hozhatna létre a Smart Grid támogatására, vagy éppen szabályokat, rendeleteket a palagáz és egyéb hagyományos energiafelhasználás térnyerésének akadályozására. Ám jelenleg Amerikában az erőviszonyok viszonylag kiegyenlítettnek mondhatók, a 2012-es választásokat követően. Ennek legjobb példája a 2013. októberi költségvetési válság. Természetesen a lehetőségek nem merülnek ki ennyiben. A támogatók kormányzati támogatással klímakon-

¹⁵ <http://tudman.wordpress.com/2013/04/24/technologiai-trendek-es-it/>

¹⁶ Szerkesztett kép, az eredeti forrása:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/archive/4/45/20110714211709%21DiffusionOfInnovation.png>

ferenciákat indíthatnak, hogy meggyőzzék az országban befolyással rendelkező vezetőket, és kampányolhatnak, valamint kihasználhatják a közösségi média által nyújtott egyéb lehetőségeket annak érdekében, hogy reklámozzák a Smart Grid rendszerét, vagy felhívják a figyelmet a jelenlegi energiagazdálkodás problémáira. Tehát a jövőképet támogatók jövőviszonya pozitív, jövőorientáltságuk aktív.

3.6. JÖVŐKERÉK

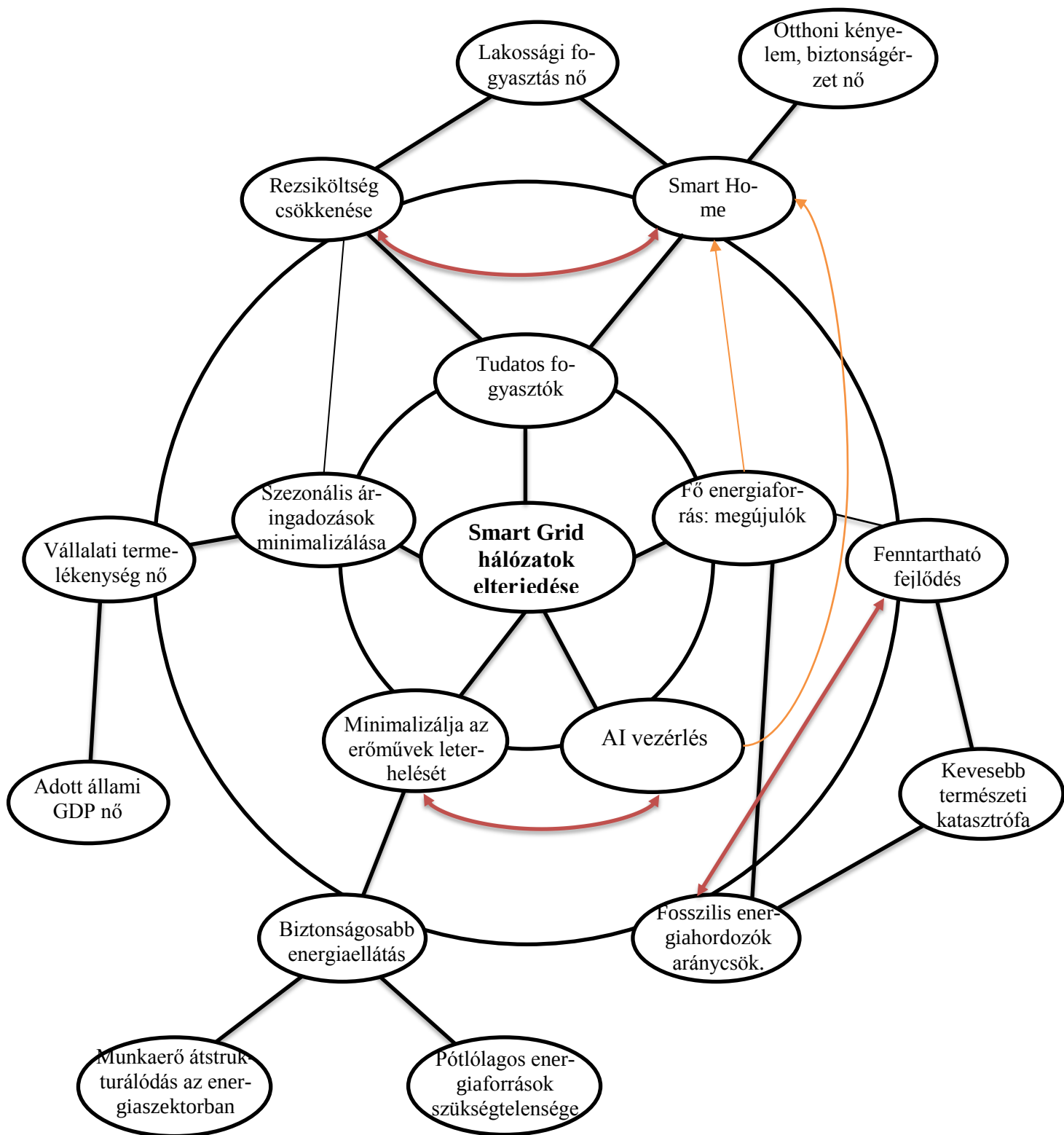
Jelen tanulmány a Smart Grid, mint jövőbeli trend, eutopisztikus jövőképét tárja fel hatásaival, s az azok között lévő kapcsolatokkal együtt.

A jövőkerék (Future Wheel¹⁷) egy olyan módszer, amellyel a jövővel kapcsolatos gondolatainkat, elméleteinket rendszerezhetjük strukturált formában. A kerék három, de esetleg több rétegen keresztül tartalmaz olyan hatásokat, melyek az adott jelenség szempontjából fontosak, nem elhanyagolhatóak, s emellett kölcsönhatásokat, kapcsolatokat is feltüntethetünk ezek között. (Glenn, 1994)

A kerék felépítésekor középen helyezzük el a jelenség nevét. Köré építjük azokat a hatásokat, amelyek a legfontosabbak, ez által létrehozva az elsődleges szintet. Az elsődleges hatások kiválthatnak más jelenségeket, melyek ezekhez kapcsolódnak, s így kialakul egy külső kör, a másodlagos hatások szintje. A legszélső körön helyezzük el a harmadlagos hatásokat, amelyek egy hosszabb időtartam után, a jelenség, illetve annak elsődleges és másodlagos hatásainak komplex összhatásaként keletkeznek. Így létrehoztuk az adott jelenség jövőkerékét.

A jövőkerék módszert a Smart Gridek eutópikus jövőképére alkalmaztuk. Azaz, arra a jövőbeli eshetőségre, amelyben a Smart Gridek válnak az energiagazdálkodás alaprendszerévé, kiszorítva a jelenlegi, hagyományos hálózati megoldásokat. Ezzel az energetikai rendszer átalakul egy fogyasztói igényekre koncentráló, interaktív hálózattá, ami javítja az energiaszolgáltatás hatékonyságát (pl.: képes hatékonyan megújuló energiaforrásokat használni) és az erőművek decentralizációjával erősíti az üzembiztonságát is az energetikai rendszereknek.

¹⁷ Jerome C. Glenn, 1971., Antioch Graduate School of Education tanulója



14. Ábra: Jövőkerék – Eutópia, saját szerkesztés

→ A technológia áralakulásától függ a kapcsolat
(megengedhetik-e maguknak a magánemberek?)

→ Mellérendelő kapcsolat,
kölsönös függés

Elsődleges (1-2 év után)¹⁸:

- tudatos fogyasztók
- fő energiaforrás: megújulók
- szezonális áringadozások minimalizálása
- minimalizálja az erőművek leterhelését: {kölsönhatásban az AI-val}
- AI = mesterséges intelligencia vezérlés {kölsönhatásban az erőmű-leterhelés minimalizálásával}

Másodlagos (5-10 év után):

- rezsiköltség csökkenése (tudatos fogyasztók & szezonális áringadozások minimalizálása következtében) {kölsönhatásban a Smart Home-mal}
- Smart Home (tudatos fogyasztók) {kölsönhatásban a rezsiköltség csökkentésével} {technológiailag függ a megújuló energiaforrások térnyerésétől és az AI vezérlés fejlődésétől}
- fenntartható fejlődés (fő energiaforrás: megújulók) {szoros kapcsolat a szintén másodlagos: fosszilis energiahordozók arányának csökkenésével}
- fosszilis energiahordozók arányának csökkenése az energiatermelés keretein belül (fő energiaforrás: megújuló) {szoros kapcsolat a szintén másodlagos fenntartható fejlődéssel}
- biztonságosabb energiaellátás (minimalizálja az erőművek leterhelését)
- vállalati termelékenység nő (szezonális áringadozások minimalizálása)

Harmadlagos (10 év után):

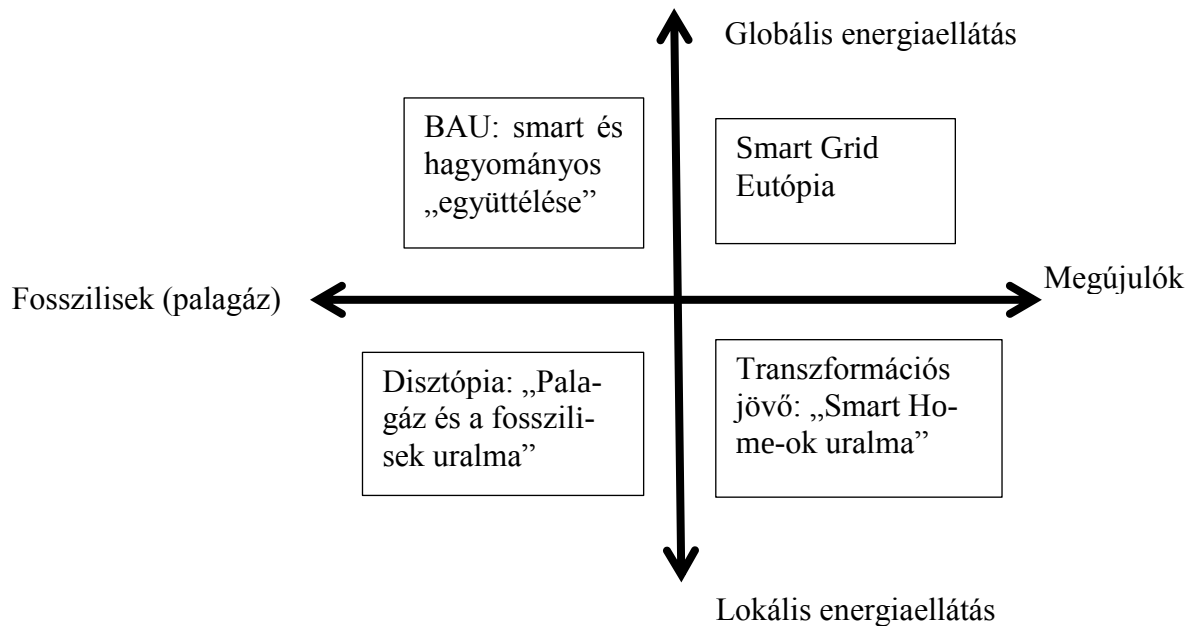
- lakossági fogyasztás nő (rezsiköltség csökkenése & Smart Home)
- otthoni kényelem, biztonságérzet nő (Smart Home)
- kevesebb természeti katasztrófa (fenntartható fejlődés & fosszilis energiahordozók arányának csökkenése)
- munkaerő átstrukturálódása az energiaszektorban (biztonságosabb energiaellátás)
- pótlólagos energiaforrások szükségessége (biztonságosabb energiaellátás)
- adott állami GDP nő (vállalati termelékenység nő)

¹⁸ Kiindulópont: a Smart Grid rendszerek térnyerésétől, elterjedésétől számítva

Ezt a módszert leginkább akkor alkalmazzuk, amikor lehetséges jövőbeli eseményeket és azok hatásait rendszerezünk. Rendkívül hasznos lehetőség brainstorming esetén is, hiszen könnyen átlátható, jól szervezhető, illetve a hatások közötti kapcsolat jelölése is adott.

4. MEGFIGYELÉSEK ÖSSZEGZÉSE

Összességében elmondható, hogy a lehetséges technológiai fejlődési irányokat és a szervezeti – irányítási modelleket együttesen vizsgálva felállítottunk alapvetően négy eltérő scenáriót a Smart Grid rendszerek jövőjével kapcsolatban. Az eltérő jövőképeink az alábbi logikára, vezérelve épülnek fel:



15. ábra: Scenáriókat befolyásoló hajtóerők értékelése, saját szerkesztés

A jelenlegi fejlődési irányok, trendek statisztikai elemzése alapján a két szélsőséges jövőkép (Smart Grid Eutópia, „Palagáz és fossziliszek uralma”, azaz a Smart Grid rendszerek disztópiája) bekövetkezése tűnik a legvalószínűbb kimenetelnek.

Azonban bizonyos események bekövetkezése nagyban módosíthatja a kialakulni látszó kettős hozzáállást az intelligens energiagazdálkodáshoz. Abban az esetben, ha a hálózati megoldásokkal szembeni bizalmatlanság (lehallgatási botrányok, elégtelen kriptográfiai eljárások) megerősödik, a közvélemény jó eséllyel az erős lokalizációt preferáló transzformációs jövőképet tartja majd elfogadhatóbbnak.

Ellenben, ha egy nagyobb horderejű esemény (példának okáért egy újabb gazdasági válság kialakulása) érdektelen, másodlagos problémává degradálja a fenntartóható fejlődés és az energiagazdálkodás, energiaoptimalizálás kérdéskörét, akkor a jelenlegi állapotok, és erőviszonyok a vizsgált időtartamunkra (2020-ig) konzerválódnak. Tehát megmarad a status quo a jelenlegi hagyományos energiahálózatok és az intelligens alapon kommunikáló Smart Grid rendszerek között.

5. TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK

További kutatási irányként mindenképpen érdemes foglalkozni a magyarországi helyzettel. Az EDF – Démász csoport 2014 nyarán fejezi be az okos mérők pilotprojektjét. A projekt eredményeiből mindenképpen látni fogjuk a magyar lakosság rezsiköltségeire milyen hatással voltak az intelligens mérési megoldások. Illetve a fogyasztási szokásaik tudomásukra jutása, pontos nyomon követése mennyiben ösztönözte a projekt résztvevőit tudatosabb energiafogyasztásra. Tanulságos lehet megvizsgálni, hogy a magyar Smart Grid megoldások az amerikai vagy a japán irányítási modellt követik-e. Azaz, csak a mérők, és az egyéb szükséges eszközök lakossághoz történő eljuttatása lesz a felügyelőszervek feladata (az EDF – Démász projekt erre utal) vagy a rendszer teljes architektúrája központi irányítás segítségével és felügyelete alatt épül ki (a kormányzat jelenlegi államközpontúbb energiapolitikája pedig ezt az eshetőséget valószínűsíti).

IRODALOMJEGYZÉK

Szakirodalom

- Ancillotti, E. – Bruno, R. – Conti, M. (2013). The role of communication systems in smart grids: Architectures, technical solutions and research challenges. *Computer Communications*, 36(17), pp. 1665-1697.
- Bezold, C. – Dator, J. (1981). Judging the future. *Texas Bar Journal*, 57(7), pp. 748-751.
- Cunjiang, Y. – Huaxun, Z., & Lei, Z. (2012). Architecture design for smart grid. *Energy Procedia*, 17, pp. 1524-1528.
- Dator, J. (2009). The unholy trinity, plus one. *Journal of Futures Studies*. 13(3), pp. 33-48.
- Dator, J. (1981). Alternative futures & the futures of law. In James Dator & Clement Bezold (Eds.) *Judging the future*. Honolulu, HI: University of Hawaii Press, pp. 1-17.
- Glenn, J. C. – Theodore J. G. (2009). *Futures Research Methodology Version 3.0*, AC/UNU Millenium Project
- Glenn, J. C. (1994). *The futures wheel*. Washington, DC: United Nations University.
- Gonzalez (2013). An Intelligent Controller for the Smart Grid című kutatása, *Procedia Computer Science* 16, pp. 776 – 785.
- Hills, P. R. – Ip, J. C. M. – Mah, D. N. Y. – Wu, Y. Y. (2013). The role of the state in sustainable energy transitions: A case study of large smart grid demonstration projects in Japan. *Energy Policy*, 63, pp. 726-737.
- Kristóf, T. (2002). A scenárió módszer a jövőkutatásban. *Jövőtanulmányok*, 19. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem. Jövőkutató Kutatóközpont, Budapest, 58 p.
- Nováky, E. (1997). A forgatókönyvírás módszerének továbbfejlesztése a jövőkutatásban. MKM 691/96. sz. program, Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem. Jövőkutatás Tanszék.
- Nováky, E. (szerk.) (2003). *Jövőkutatás*, Aula Kiadó
- Nováky, E. (2011). A participatív módszerek az interaktív jövőkutatásban. *Jövőelméletek* 18. BCE Jövőkutatás Tanszék, Budapest
- Phuangpornpitak, N. – Tia, S. (2013). Opportunities and Challenges of Integrating Renewable Energy in Smart Grid System. *Energy Procedia*, 34, 282-290.

Források

- ASCE, EIA, NERC (2011). *Failure to Act - The Economic Impact of Current Investment Trends in Electricity Infrastructure*, pp. 26.
<http://www.statista.com/>
(Letöltve: 2013. 10. 08.)
- BIA (2013). *Natural Gas Weekly Update*
<http://ir.eia.gov/ngs/ngs.html>
(Letöltve: 2013. 10. 08.)
- Deloitte (2012). *Deloitte Open Mobile Survey 2012*, p. 17
<http://www.statista.com>

(Letöltve: 2013. 10. 08.)
Finland Futures Research Centre (2013). How can we explore the future? előadása
Itron (2013). Itron 2012 Annual Report and Form 10-k, pp. 18
<http://www.statista.com>
(Letöltve: 2013. 10. 08.)
MKT Vándorgyűlés (2012). Informatika szekció előadásai.
<http://mktinformatika.wordpress.com/2012/09/30/vandorgyules-2012/>
(Letöltve: 2013. 09. 29.)
Thomson Reuters (2010). Focus Money, Nr. 20/2012, May 9, 2012, p. 54
<http://www.statista.com>
(Letöltve: 2013. 10. 08.)
Zpryme Research & Consulting (2012). IT Systems & the Smart Grid, p. 1
<http://www.statista.com>
(Letöltve: 2013. 10. 08.)

Internetes források

<http://wiwe.iknowfutures.com>
(Letöltve: 2013. 10. 19.)
<https://ec.europa.eu>
(Letöltve: 2013. 10. 19.)
<http://smartgridinsights.com>
(Letöltve: 2013. 10. 08.)
http://mta.hu/fileadmin/2007/04/TTI_strategia_2007_03_28.pdf
(Letöltve: 2013. 11. 16.)
<http://www.desertec.org/global-mission/>
(Letöltve: 2013. 11. 16.)
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:l9uGsUWHQ_EJ:www.raponline.org/document/download/id/645+&cd=5&hl=hu&ct=clnk&gl=hu
(Letöltve: 2013. 11. 17.)
<http://www.vg.hu/velemenyelemzes/nem-akartuk-elhinni-hogy-ez-megtortenik-mi-lesz-az-usa-val-413272>
(Letöltve: 2013. 11. 17.)
<http://tudman.wordpress.com/2013/04/24/technologiai-trendek-es-it/>
(Letöltve: 2013. 11. 18.)
<http://www.neclab.eu/Projects/SMARTGRID.htm>
(Letöltve: 2014. 03. 24.)

MELLÉKLETEK

1. MELLÉKLET: A HAJTÓERŐK KIÉRTÉKELÉSE

Srsz.	Leírás	Hatás	Bizonytalanság
22	kiépítés költsége nem változik	3,75	6,25
9	meghatározó energiaforrás fosszilis és megújuló párhuzamosan	4	4
5	Smart Grid kormányzati támogatottsága változatlan marad	4,25	4
26	változatlan biztonságú csatornák fognak létezni	4,75	5,5
6	Smart Grid kormányzati támogatottsága negatív	5	3,75
52	energiabiztonság változatlan marad	5	6
1	hálózati technológiák fejlődésének üteme változatlan marad	5,25	4,25
48	munkaerő struktúrája az energiaszektorban nem változik	5,25	7,25
40	erőművek leterheltsége jelenlegi szinten marad	5,5	5,75
42	rezsiköltség változatlan marad	5,75	5,5
35	palagáz változatlan szintű kitermelése	6	4,25
28	fejlődik a hálózati biztonság	6	4,75
31	fogyasztók energiatudatossága nem változik	6	5
29	LAN/PAN biztonság fejlődik	6,5	4,5
13	társadalmi elfogadottság: nem többen, mint eddig	6,5	7,25
23	kiépítés költsége magasabb, mint a hagyományos energiahálózatoké	7	5
32	fogyasztók energiatudatosak lesznek	7	5,5
51	energiabiztonság növekszik	7,25	4
46	Smart Home-ok jelentősége csökken	7,25	6,75
17	Smart Grid befektetés hosszú távon térül meg	7,5	4
38	erőművek leterhelése csökken	7,75	5,75
25	egy házra jutó kiépítési költség lesz csak alacsony	7,75	6,5
39	AI technológia nem fejlődik	7,75	7,75
49	munkaerő struktúrája az energiaszektorban át-	8	4

	strukturálódik (jó irányba)		
2	hálózati technológiák fejlődésének üteme növekszik	8	4,5
43	rezsiköltség csökken	8	6
7	Smart Grid kormányzati támogatottsága pozitív	8	7,25
3	hálózati technológiák fejlődésének üteme csökken	8,25	4,25
50	munkaerő struktúrája az energiaszektorban átstrukturálódik ("rossz" irányba)	8,25	7,5
37	AI technológia fejlődése	8,5	3,75
33	fogyasztók pazarlók lesznek	8,5	6
53	energiabiztonság csökken	8,5	6,5
10	meghatározó energiaforrás: fosszilis	8,5	6,75
14	társadalmi elfogadottság: csökken	8,5	6,75
44	rezsiköltség növekszik	8,75	4
45	Smart Home-ok jelentősége növekszik	8,75	5
15	társadalmi elfogadottság: rohamosan növekszik	8,75	5,375
18	Smart Grid befektetés túl hosszú távon	8,75	6,25
11	meghatározó energiaforrás: megújulók	8,75	7,75
24	kiepítés költsége olcsóbb, mint a hagyományos	8,75	7,75
12	meghatározó energiaforrás: saját házban megtermelt (főleg megújuló)	8,75	8
30	jövőbeli gazdasági válság bekövetkezése	9	4,25
36	palagáz Kaput!	9,25	7,25
4	hálózati technológiák fejlődésének üteme Lokálisan nő	9,25	7,75
34	Palagáz kitermelés lesz a meghatározó	9,5	6
8	házon belüli smart megoldások támogatottsága a Smart Griddel szemben	9,5	6,625
41	az erőművek megszűnnek	9,75	7,75
20	Smart Grid befektetés hamar megtérül	9,75	8
27	megszűnnek a biztonságos csatornák, energiahálózat sebezhetővé válik	9,75	8,25

19	Smart Grid befektetés egyáltalán nem térül meg	9,75	9,25
47	Smart Home-ok kizárólagosak lesznek	9,75	9,25
16	társadalmi elfogadottság: saját otthonban függetlenül szeretnének "termelni"	10	5,5
21	csak a Smart Home befektetések térülnek meg	10	6,25
54	kiépül egy világszintű (globális) intelligens energiahálózat	10	9,75

<i>Hatás</i>	
Várható érték	7,708333333
Standard hiba	0,236326822
Medián	8,125
Módusz	8,75
Szórás	1,736640381
Minta variáciája	3,015919811
Csúcsosság	-0,579186376
Ferdeség	-0,661918849
Tartomány	6,25
Minimum	3,75
Maximum	10
Összeg	416,25
Darabszám	54
Q1	6,38
Q3	8,8125
<i>Bizonytalanság</i>	
Várható érték	6,046296296

Standard hiba	0,21448711
Medián	6
Módusz	4
Szórás	1,576151925
Minta vari- anciája	2,484254892
Csúcsosság	-0,683708313
Ferdeség	0,328178436
Tartomány	6
Minimum	3,75
Maximum	9,75
Összeg	326,5
Darabszám	54
Q1	4,5
Q3	7,25