

# A HAZAI VÉGSŐ ENERGIA-FELHASZNÁLÁS ÉS A VILLAMOSENERGIA-ÁR PROGNÓZISÁNAK ELKÉSZÍTÉSE 2020-IG

Budapest 2009. november

---

Készült: a Magyar Energia Hivatal megrendelésére

---

Készítette: Energiakutató Intézet (EKI) Kft a Budapesti Corvinus Egyetem Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont kutatóinak közreműködésével

Kutatásvezető:

dr. Sugár András

---

2009. november

## Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	3
Ábrajegyzék .....	5
Táblázatok jegyzéke .....	7
Rövidítések.....	8
<b>VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ .....</b>	<b>10</b>
1.1. Villamosenergia-ár előrejelzés.....	10
1.2. Energiafelhasználás becslése .....	15
1.3. Energiahatékonysági programok .....	17
<b>1. Villamosenergia-ár előrejelzés .....</b>	<b>20</b>
1.1. Feladatok és a módszer alap gondolata .....	20
1.2. A modellezés és az eredmények bemutatása.....	20
1.2.1. Közép- és délkelet-európai árampiaci modell.....	21
1.2.2. A keresleti oldal modellezése.....	23
1.2.3. A kínálati oldal modellezése .....	27
1.2.3.1. Hatásfok és önfogyasztás .....	29
1.2.3.2. Tüzelőanyag-költség .....	29
1.2.3.3. Szén-dioxid költség .....	31
1.2.3.4. Működési költség (OPEX) .....	34
1.2.3.5. Az ország szintű határköltség-görbék meghatározása .....	35
1.2.4. Határkeresztező kapacitások .....	41
1.2.5. Környező piacok árszintje.....	44
1.2.6. A modell működésének összefoglalása.....	47
1.3. A modellezés eredménye .....	47
1.3.1. Önellátó piaci egyensúly .....	48
1.3.2. Modellezési alaperedmények .....	49
1.4. Parciális érzékenységvizsgálat .....	55
<b>2. Energiafelhasználás előrejelzése .....</b>	<b>57</b>
2.1. Energiafelhasználás becslés az összes energiafelhasználás alapján (top-down).....	62

2.2. Energiafelhasználás becslés a felhasználási módok szerint (bottom-up).....	66
2.2.1. Villamosenergia felhasználás .....	66
2.2.2. Fűtés és hűtés .....	70
2.2.3. A közlekedés energiafelhasználása .....	72
3. Energiahatékonysági scenáriók .....	87
3.1. Referenciaforgatókönyv: Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terve.....	88
3.2. Tényleges energiahatékonysági adatokból számított scenáriók .....	89
3.2.1. Scenárió 1: A Magyarország Energiapolitikája 40/2008 (IV.27) Országgyűlési Határozat háttéranyagában közölt programok 2000-2006 között történt tényleges megtakarításaiból számított értékek .....	91
3.2.2. Scenárió 2: Az Energiatakarékosság a magyar energiapolitikában című háttér tanulmányban közölt 1991-2004 között történt tényleges megtakarításokból számított értékek .....	92
3.3. A referencia forgatókönyv és az egyes scenáriók összehasonlítása .....	94
4. Függelék .....	96
5. Melléklet.....	98
5.1. Az árampiaci modellezés során modellezett 15 ország.....	98
5.2. Az árampiaci modellezés során használt három scenárió .....	98
5.3. A tanulmányban említett statisztikai fogalmak magyarázata.....	98
5.4. Az energiafelhasználáshoz kapcsolódó fogalmak definíciója.....	99
Hivatkozásjegyzék: .....	101

## Ábrajegyzék

1. ábra: A modellezés során vizsgált országok .....	23
2. ábra: Magyarországi referenciafogyasztási értékek a 2008-as év alapján .....	24
3. ábra: A referenciafogyasztások szóródási tartománya a KDKE régió nagyobb méretű országokban.....	25
4. ábra: A referenciafogyasztások szóródási tartománya a KDKE régió kisebb méretű országokban.....	25
5. ábra: Az áramfogyasztás becsült növekedési pályái a 2008-as évhez viszonyítva .....	27
6. ábra: Az áramtermelési határkötség becsülésének módszere.....	28
7. ábra: A feketeszén és a lignit költsége a modellezett országokban.....	30
8. ábra: A földgáz, a könnyű- és a nehéz-fűtőolaj költsége a modellezett országokban.....	30
9. ábra: A nyersolaj ára, illetve a magyarországi földgázárak alakulása különböző olajár- forgatókönyvek esetén 2009-2020 között .....	31
10. ábra: A 2009. decemberi szállítási szén-dioxid kvóta árának alakulása az ECX-en.....	33
11. ábra: A változó működési költség különböző típusú erőműveknél.....	35
12. ábra: A vízerőművek termelésének aránya a teljes hazai fogyasztásban magas, alacsony és átlagos vízerőművi kihasználtság mellett .....	37
13. ábra: A magyarországi aggregált határkötség-görbe és a legmagasabb, illetve a legalacsonyabb fogyasztású időszak 2009-ben .....	38
14. ábra: Aggregált határkötség-görbék 4 GW-nál kisebb elérhető kapacitással rendelkező országokra 2009-ben .....	39
15. ábra: Aggregált határkötség-görbék 4 GW-nál nagyobb elérhető kapacitással rendelkező országokra 2009-ben .....	39
16. ábra: Határkeresztező kapacitások nagysága egy nyári napon.....	41
17. ábra: Határkeresztező kapacitásbővítés 2020-ig a vizsgált régióban .....	42
18. ábra: A német-svájci [DE(CH)], az észak-olasz (IT_N) és a dél-olasz (IT_S) átlagos áramárak 2009-ben.....	45
19. ábra: Az éves zsinórtermék ára Észak-Olaszországban, Dél Olaszországban, Németországban és Svájcban 2009-2020 között, alacsony olajár esetén.....	46
20. ábra: A modell működése.....	47
21. ábra: Önellátó termelés melletti egyensúlyi árak (€/MWh).....	49
22. ábra: 2009-es téli csúcsidőszaki munkanapon a kialakult egyensúlyi árak (€/MWh), és a kereskedelmi áramlások az egyes országok között alapszcenário esetén .....	50

23. ábra: 2009-es zsinórárak (€/MWh), illetve az éves kereskedelmi áramlások alapszcenárió esetén.....	52
24. ábra: Magyarországi egyensúlyi árak a 2009-es referenciafogyasztási időszakokban alapszcenárió esetén .....	53
25. ábra: A magyarországi zsinóráram ára 2009-2020 között, a három szcenárió esetében....	54
26. ábra: A magyarországi zsinóráram ára 2009-2020 között, különböző vízkivhasználtsági forgatókönyvek esetén.....	56
27. ábra: Teljes energiafelhasználás és regressziós becslése, PJ, 1990-2020 .....	63
28. ábra: Teljes energiafelhasználás 3 szcenáriója, ktoe, 1990-2020.....	63
29. ábra: A fejlettség GDP/fő vásárlóerőparitáson és az ezer euróra jutó energiafelhasználás ktoe-ben, 2007 .....	65
30. ábra: A villamosenergia-termelés és felhasználás sémája 2008-ban .....	67
31. ábra: A hőmérsékletkorrigált villamosenergia-fogyasztás és két árforgatókönyv szerinti előrejelzése, GWh .....	68
32. ábra: Becsült szektorok tényleges villamosenergia-fogyasztása 1990-2008, GWh.....	69
33. ábra: Lakossági fogyasztás, előrejelzése GWh .....	69
34. ábra: A fejlettség GDP/fő vásárlóerőparitáson és az ezer főre jutó villamosenergia felhasználás ktoe-ben, 2007 .....	70
35. ábra: Távhő, TJ 1990-2020 .....	71
36. ábra: Az egyéb nem villamos energia és nem távhő célú hőenergia-felhasználás az ágazatokban és a lakosság esetében, TJ .....	72
37. ábra: A közlekedés 3 pontos előrejelzése és a lineáris trend, amit kifizétenek (Mtoe) ...	73
38. ábra: Közlekedés energiafelhasználása, ktoe, 1990-2020 .....	74
39. ábra: A referencia forgatókönyv és az egyes szcenáriók megtakarításai 2008-2020.....	95
40. ábra: A referencia forgatókönyv és a kiegészítő forgatókönyv összehasonlítása, ktoe .....	96

## Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Az egyes technológiákra jellemző energiaátalakítási hatásfok értékek és az önfogyasztás mértéke .....	29
2. táblázat: Fajlagos szén-dioxid emisszió különböző tüzelőanyagok esetében .....	32
3. táblázat: A különböző szállítású határidős szén-dioxid kvóták árai (2009.11.03).....	33
4. táblázat: A különböző technológiájú erőművek rendelkezésre állása, önfogyasztása és elérhető kapacitása .....	36
5. táblázat: A jelenlegi elérhető kapacitások és a bezáró és új erőművi blokkok elérhető kapacitásai ország szinten 2009-2020 között (MW) a bővített és a szűk scenárió szerint.....	40
6. táblázat: A modellezett országokban kialakuló éves zsinór áram ára 2009-2020 között alapszenárió esetében, €/MWh.....	55
7. táblázat: ágazati energiafelhasználás 2007, PJ.....	59
8. táblázat: a) Az előrejelzések ktoe-ben 2010-2020 .....	64
9. táblázat: Végző eredmények a 2009/548/EK Bizottsági határozatnak megfelelő bontásban .....	75
10. táblázat: A Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv céljai és azok extrapolációja a 2017-2020-as évekre .....	89
11. táblázat: Becsült energiahatékonyság a 2008-2020 időszakra .....	92
12. táblázat: Becsült energiahatékonyság a 2008-2020 időszakra .....	94

## Rövidítések

AAC	már kiosztott kapacitás (Already Allocated Capacity)
ATC	elérhető átviteli kapacitás (Available Transfer Capacity)
CCGT	Kombinált ciklusú gázturbinás körfolyamat (Combined Cycle Gas Turbine)
CO <sub>2</sub>	szén-dioxid
ECX	Európai Éghajlat Tőzsde (European Climate Exchange)
EEX	német áramtőzsde (European Energy Exchange)
EHA	Energiahatékonysági Hitel Alap
EIA	Energy Information Administration
EIU	Economist Intelligence Unit
EK	Európai Közösség
ETSO	Az Európai Unió rendszerirányító-üzemeltető társaságainak szövetsége (Association of European Transmission System Operators)
EU	Európai Unió
GDP	bruttó hazai össztermék (Gross Domestic Product)
GJ	giga joule (1 joule $\times 10^9$ )
GME	olasz áramtőzsde (Gestore dei Mercati Energetici)
GWh	gigawatt-óra (1 watt $\times$ egy óra $\times 10^9$ )
HFO	nehéz fűtőolaj (heavy fuel oil)
IEA	Nemzetközi Energiaügynökség (International Energy Agency)
KÁT	kötelező átvétel alá eső energia
KDKE	Közép és Délkelet-Európa
KEOP	Környezeti és Energia Operatív Program
KHEM	Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium
KIOP	Környezetvédelem és Infrastruktúra-fejlesztés Operatív Program
KSH	Központi Statisztikai Hivatal
Ktoe	ezer tonna olaj-egyenérték (1 toe = $10^7$ kcal)
kWh	kilówatt-óra (egy kilowatt $\times$ egy óra, vagy egy watt $\times$ egy óra $\times 10^3$ )
LFO	könnyű fűtőolaj (light fuel oil)
NEP	Nemzeti Energiatakarékosági Program
NFGM	Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium
MAVIR	Magyar Villamosenergia-ipari Rendszerirányító Részvénytársaság
MEH	Magyar Energia Hivatal
Mtoe	millió tonna olaj egyenérték
MVM	Magyar Villamos Művek



MWh	megawatt-óra (egy megawatt $\times$ egy óra, vagy egy watt $\times$ egy óra $\times 10^6$ )
NTC	nettó átviteli kapacitás (Net Transfer Capacity)
OPEX	működési költség (Operational Expenditure)
PHARE	Lengyelország és Magyarország gazdasági szerkezetátalakításának támogatása (Pologne-Hongrie Aid a la Reconstruction Économique)
PJ	peta joule (1 Joule $\times 10^{15}$ )
TJ	tera joule (1 Joule $\times 10^{12}$ )
UCTE	Villamosenergiarendszer-irányító és -üzemeltető társaságok egyesülése (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity)
VER	villamos energia rendszer
€c	euró cent

## VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

A tanulmány három részből áll. Az első fejezetben becslést készítünk a következő években várható magyarországi villamosenergia-piaci árakra egy árampiaci modell segítségével. A második fejezetben a 2020-ig várható teljes energiafogyasztást becsljük mind alulról, az egyes részek külön-külön történő becslésével, mind felülről, az összes energiafogyasztás alapján. A két módszer általában hasonló eredményre vezetett, a hibákat szétosztjuk a részek között. Végül a harmadik fejezetben áttekintjük a hazai energiahatékonysági programokat és programterveket, melyek alapján 2020-ig becslést készítünk a várható energiamegtakarításra. Az energiahatékonysági programok energiafelhasználást csökkentő hatását a teljes energiafelhasználás becslésénél figyelembe vesszük.

### 1.1. Villamosenergia-ár előrejelzés

Az előrejelzés során az **éves nagykereskedelmi zsinórtermék 2009-2020 között várható reál árát** becsljük.

A várható magyarországi piaci villamosenergia-árak előrejelzésének eszköze egy, a közép- és délkelet-európai árampiacokat szimuláló számszerűsített közgazdasági modell. Ennek segítségével konzisztens módon vizsgáljuk a közép- és délkelet-európai régió 15 országának keresleti és kínálati viszonyait, a régiót jellemző hálózati korlátokat, az adott korlátok és a hatékony verseny feltételei mellett kialakuló nemzeti villamosenergia-nagykereskedelmi árakat, illetve a régiót jellemző nemzetközi áramkereskedelmi tranzakciókat.

A piaci körülmények hosszabb távú előrejelzése során két okból is előnyös, ha egy modellszerű megközelítésre támaszkodunk. Egyrészt, ilyen időtávra nem állnak rendelkezésünkre megbízható határidős villamosenergia-árak, amelyek egy termelő esetében a bevételeket leginkább befolyásolják. Mivel a villamos energia árát mindenkor a keresleti és kínálati viszonyok alakítják ki, ezért az árelőrejelzés során ezekre a fundamentumokra tudunk csak támaszkodni, amit a modellezés tesz lehetővé.

A közgazdasági piacmodell alkalmazásának másik előnye, hogy a modell kiinduló feltevéseinek változtatása számos, a tényleges körülmények alakulását tükröző forgatókönyv futtatását teszi lehetővé, mint például határkapacitások változása, vízhozam ingadozása, olajár változása, szén-dioxid kvóta ára, stb. Így nem csak arról kapunk képet, hogy várhatóan, hogyan fog alakulni a leginkább valószínűnek tekintett keresleti-kínálati viszonyok között a magyar villamos energia nagykereskedelmi ára, hanem azt is megvizsgálhatjuk, hogy mennyire érzékenyek eredményeink a különböző bemenő paraméterek változásaira. Ebből fakadóan következtetéseink egyrészt árnyaltabbak, másrészt pedig robosztusabbak lesznek.

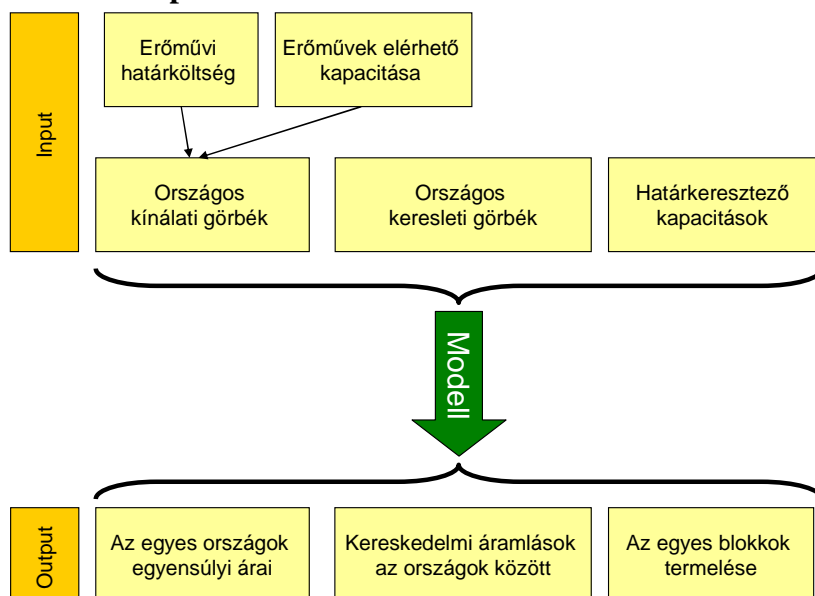
Az általunk alkalmazott piacmodellezés két fontos alapfeltevésen nyugszik: (1) az erőművek árelfogadó viselkedésén, és (2) a határkeresztező kapacitások egymással versengő kereskedők közötti hatékony allokációján.

Az árelfogadás kikötése mellett minden termelő azt feltételezi kibocsátási döntése meghozatala során, hogy bármennyit is termel (vagy éppen nem termel), az nem fogja befolyásolni a piaci árat. Ebből következően minden olyan erőművi blokk a teljes kapacitásával termelni fog, amelynek határkölsége alatta marad a piaci árnak (hiszen ekkor minden egyes megawattóra előállításuk nyereséget hoz). Ezzel szemben minden olyan blokk, amely a piaci árnál drágábban termeli a villamos energiát, áll az adott időszakban. A nyereségesség határán lévő termelők, azaz a piaci árral éppen egyező határkölséggel működő erőművek tetszőlegesen választhatják meg kibocsátásuk szintjét. Ez a rugalmasság biztosítja a rendszerben a kereslet és kínálat egyensúlyának létezését.

A második feltevés, azaz határkeresztező kapacitások hatékony allokációja azt jelenti, hogy a metszéket használó kereskedők a modellben addig növelik exportjukat az alacsonyabb piaci árú országból a magasabb felé, ameddig (a) a kereslet-kínálati viszonyok igazodása következtében a szomszédos piacok árai ki nem egyenlítődnek, vagy (b) az export el nem éri a metszéken maximálisan kiosztható mennyiséget (átviteli kapacitáskorlátot). Ennek következtében, ha két szomszédos ország piaci árai eltérnek, akkor a kettő között a határkeresztező kapacitás biztosan száz százalékig ki van használva (az olcsóbb országból a drágább felé).

E két feltételezés mellett éppen a közgazdasági tankönyvek hatékony („tökéletes”) versenyének kimenetelét kapjuk a modellben, melyben az erőművek saját termelő blokkjaik szintjén optimalizálva hozzák meg döntéseiket, nem foglalkozva versenytársaik kibocsátási döntéseinek következményeivel (más szóval a modell nem tartalmaz olyan stratégiai megfontolásokat, mint amilyenek a piaci erőfölényes helyzeteket jellemzik).

### I. ábra: A regionális árampiaci modell működése



Amint az I. ábra is mutatja, a modell bemenő adatai között a kínálati oldal határkölség- és kapacitásjellemzőit, az áramkereslet paramétereit és a határkeresztező kapacitásokat kell megadnunk. Ezek, illetve a fent ismertetett piaci mechanizmusok segítségével megkapjuk a

piaci egyensúlyt jellemző árakat, a termelt mennyiségeket és a határkeresztező kereskedelem nagyságát.

### **A keresleti oldal modellezése**

A keresleti oldal modellezése három fő részből áll. Első feladatként a 2009-es kiinduló keresleti mennyiségeket kell meghatározni. Második feladat a keresleti görbe meghatározása, és végül a harmadik lépés a kereslet előrejelzése.

A kiinduló keresleti mennyiségek meghatározása során több referencia-időszakot definiálunk, amelyek súlyozott átlagolásával becsüljük az egyes erőművek éves kihasználtságát és a kialakuló zsinórterméket és zsinórárát.

A keresleti görbe becsléséhez nem rendelkezünk megfelelő adatokkal, ezért különféle feltételezésekkel élünk a görbe alakját és elhelyezkedését illetően. Az egyszerűség kedvéért lineáris függvényformát választottunk.

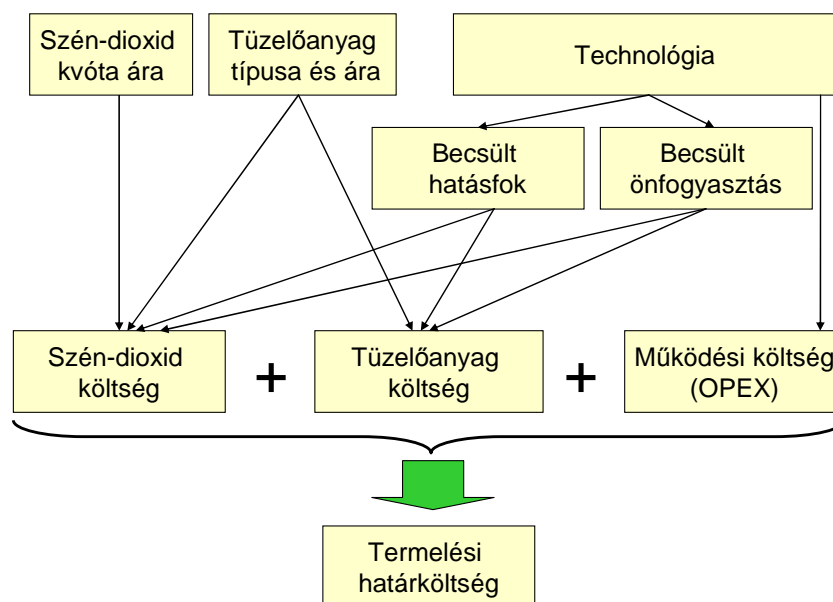
Az éves fogyasztás 2020-ig történő előrejelzését Magyarország esetében az energiafelhasználás becslés fejezetben mutatjuk be részletesen, a többi 14 modellezett országra az éves villamosenergia-fogyasztás előrejelzését egy olyan regresszió segítségével végeztük, melynek magyarázó változója a reál GDP.

### **A kínálati oldal modellezése**

Villamos energia előállításához számos elsődleges energiaforrás áll rendelkezésre, ezek közül nagyságrendileg a legfontosabbak a szén, a földgáz, a víz- és a nukleáris energia. Mivel rövid távú versenyt modellezünk, ezért a termelési költségek közül kizárólag a határköltségekre koncentrálnak. Jó közelítéssel feltételezhető, hogy egy adott technológiát tekintve az áramtermelés határköltsége különböző termelési szintek mellett is viszonylag kis intervallumban mozog; ezt figyelembe véve mi konstans határköltséggel számolunk.

Az áramtermelési határköltség becslésének általunk használt módszerét az alábbi ábra mutatja be.

### **II. ábra: Az áramtermelési határköltség becslésének módszere**



Az egyes erőművi blokkok határköltségének kiszámítása valamint a termelőkapacitások rendelkezésre állásának meghatározása alapján felállítjuk az országos határköltség-görbét.

### Határkeresztező kapacitások meghatározása

Igénybe vehető határkeresztező kapacitásként az ún. Net Transfer Capacity (nettó átviteli kapacitás – NTC) értékeket használtuk, amelyeket az egyes rendszerirányítók közölnek a hozzájuk tartozó metszésekre. Mivel jelenleg egy 100 százaléig liberalizált, versenyző piacot modellezünk, ezért feltételezzük, hogy – az európai uniós szabályozással összhangban a teljes NTC aukción kiosztható kapacitássá válik. Magáról az árverésről csak annyit feltételezzük, hogy egymással (profitért) versengő kereskedők vesznek részt rajta, akik hajlandók gyakorlatilag egészen addig elmenni a licitálásban, ameddig el nem érik a két ország közötti várható árkülönbség mértékét. Ily módon a határkeresztező kapacitás hatékonyan kerül elosztásra.

### Környező piacok árszintje

Bár explicit módon modellezzük a KDKE régió 15 országának keresleti és kínálati oldalát, ugyanakkor figyelembe kell venni a régió határain történő kereskedést is. Ez a modellben úgy történik, hogy külső feltevésként kezeljük a régióval szomszédos országokban tapasztalható árakat.

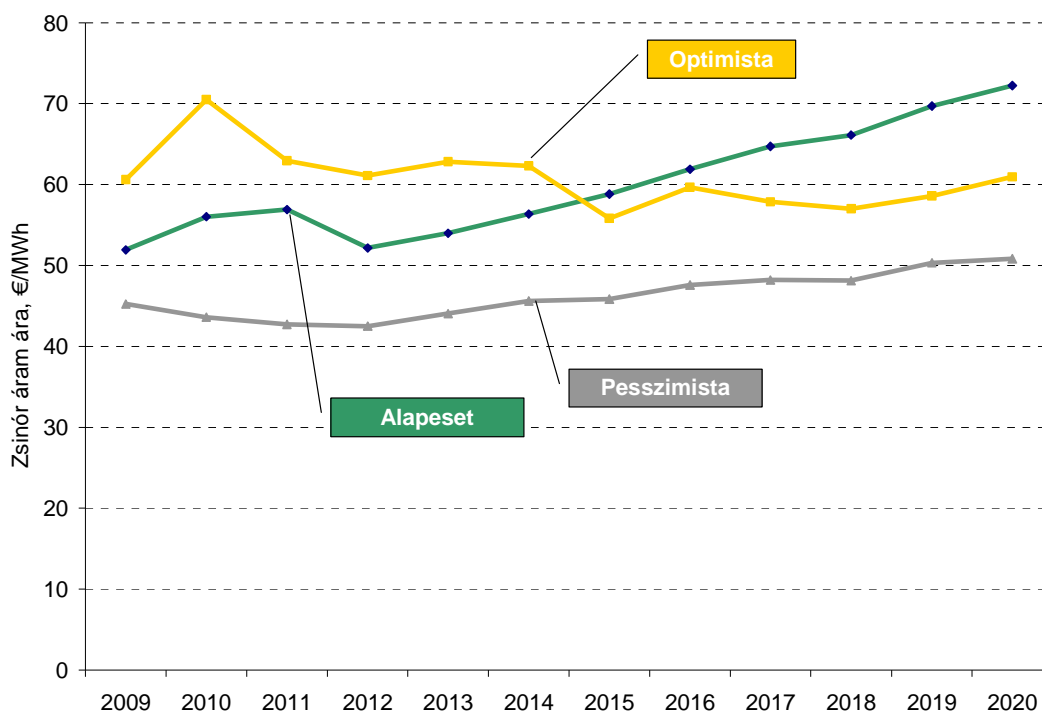
A régió határát nyugaton a svéd-német-svájci-olasz határon húztuk meg, míg a keleti oldalon az ukrán-moldáv határ mentén. A legfontosabb országok ezek közül Németország és Olaszország, mivel ezek elég erős hálózati kapcsolatban vannak a modellezett régió országaival.

A külső árak meghatározását lineáris regressziós modell segítségével becsültük, ahol a függő változó az egyes országok tőzsdéin kialakuló másnapi áram ára, míg a magyarázó változók az olaj ára, a szén-dioxid kvóta ára, illetve a keresletet meghatározó tényezők (évszak; munkanap-munkaszüneti nap; csúcs-völgy-mélyvölgy időszak). Így határoztuk meg a német, svájci és a két olasz árat. A többi ország esetében – svéd, moldáv és ukrán – az árat minden keresleti időszakban nullának vettük, feltételezve azt, hogy ezen országok a teljes határkeresztező kapacitásuk erejéig exportálnak a modellezett régió országai felé, amelyet a múltbeli adatok is alátámasztanak.

### A modellezés eredménye

Mivel a modell input adatai is előrejelzett adatok, ezért fontos figyelembe venni, hogy különböző előrejelzések input oldalon más-más outputot eredményezhetnek. A Hivatal munkatársaival egyeztetve kialakítottunk egy ún. alap-szenáriót, amelyet a legvalószínűbbnek tartunk az input adatok jövőbeni alakulása szempontjából, ugyanakkor kialakítottunk még két másik szenáriót is, egy ún. 'optimista' szenáriót, mely magasabb kereslettel, és ezáltal nagyobb beruházási kedvvel, magasabb CO<sub>2</sub> és magasabb olajárral számol, illetve egy 'pesszimista' szenáriót, mely alacsonyabb kereslettel, és alacsonyabb inputárakkal számol. A három szenárió paramétereit az első fejezet, illetve a Melléklet részletezi. A három szenárió esetében a 2009-2020 között várható hazai nagykereskedelmi zsinórárak az alábbi módokon alakul:

### III. ábra: A magyarországi zsinórárak ára 2009-2020 között, a három szenárió esetén



Forrás: REKK számítások és modellfuttatási eredmények

Látható, hogy az általunk legrealisabbnak tartott alapszenárió esetében a magyarországi éves reál zsinórár a 2009-es 52 €/MWh-ás szintől 2020-ra felmegy 72 €/MWh-ra. A pesszimista szenárió, mely alacsony kereslettel és alacsony CO<sub>2</sub> kvótaárral számol szinte végig 50 €/MWh alatt marad. Az optimista szenárió viszont amagas kereslet és magas CO<sub>2</sub> árak miatt 60 €/MWh-ás 2009-es árról indul, ugyanakkor mivel ebben az esetben egy nagyobb beruházási kedvvel is számoltunk az alap és pesszimista szenárióhoz képest, mely ellensúlyozza a nagyobb keresletet, az optimista szenárió végül az alapszenárió alatt marad 2015 után.

## 1.2. Energiafelhasználás becslése

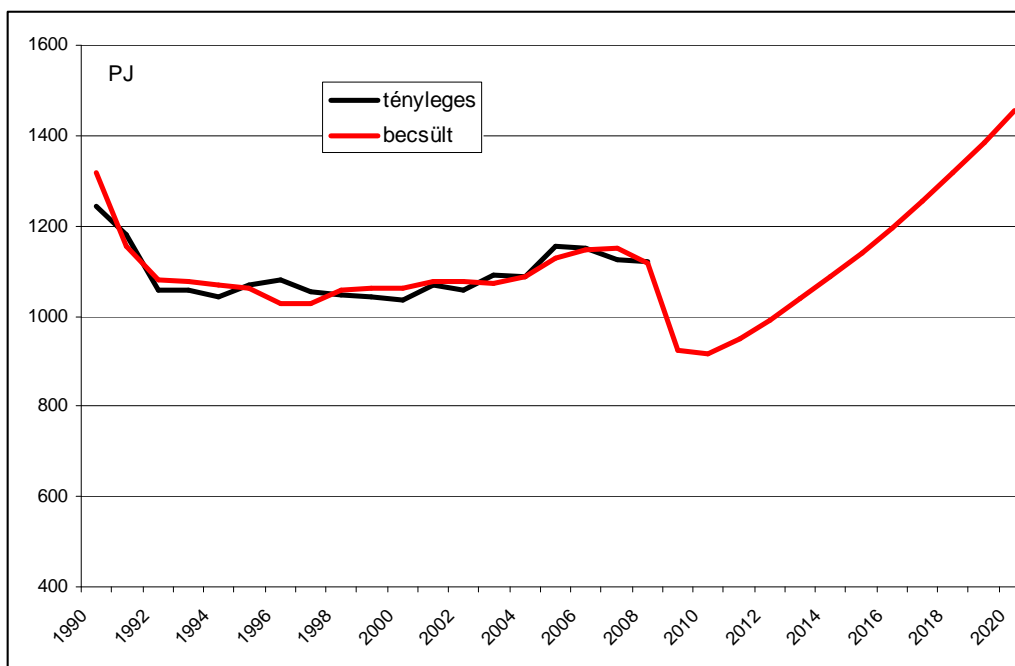
Az energiafelhasználás becslése során az eljárás 4 részből áll

- Felülről becsljük az összes energiafelhasználást
- Alulról becsljük az egyes részeket
- A kettő közötti különbséget kiegyensúlyozzuk
- Korrigálunk az energiahatékonysági programok hatásával

A Vezetői Összefoglalóban csak az összes energiafelhasználás adatait közöljük, a részletes táblázatok a tanulmányban megtalálhatók. Az összes energiafelhasználást a lehetséges magyarázó változók tesztelése után végül két tényezővel a GDP és a lakosság számával magyarázzuk, mindkettő szignifikáns, a magyarázó erő 85%-os. A becsléshez a Cochrane-Orcutt algoritmust vettük alapul, amely a reziduális autokorrelációt szűri ki, az előző időszaki reziduumot egy iterációs eljárás segítségével beépítve a modellbe. (A statisztikai fogalmak definícióját a Melléklet tartalmazza.)

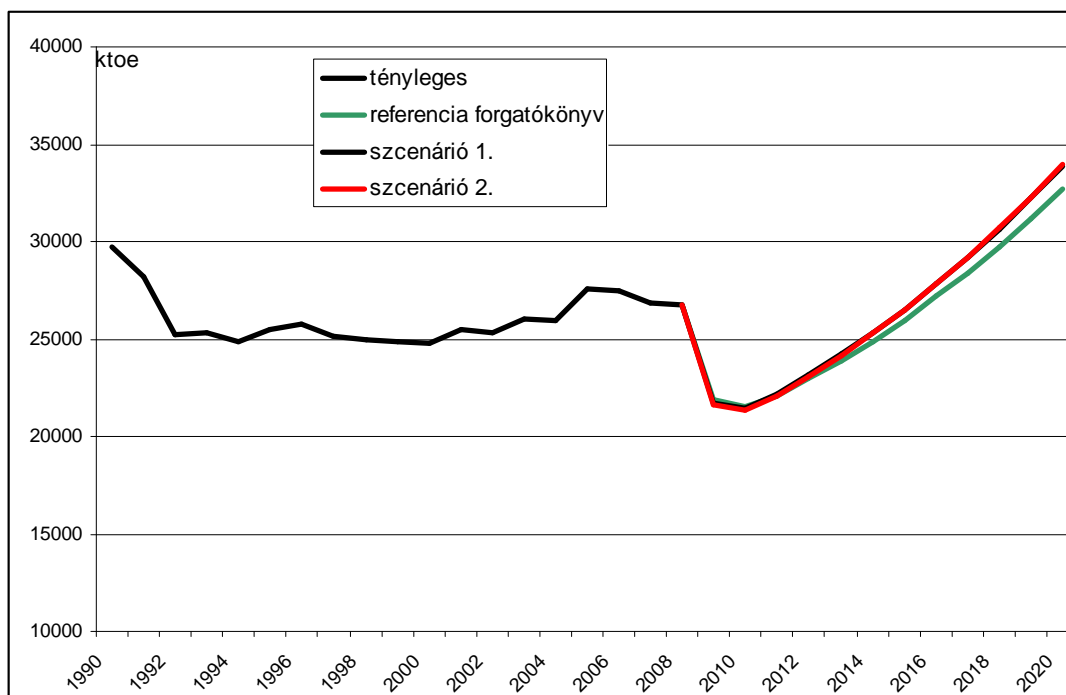
A teljes energiafelhasználás becslésekor figyelembe vettük a különböző energiahatékonysági szenáriókat is, melyeket a következő részben és a tanulmány harmadik fejezetében mutatunk be részletesen.

#### IV. ábra: Teljes energiafelhasználás és regressziós becslése, PJ, 1990-2020



Forrás: REKK számítás

#### V. ábra: Energiafelhasználás 4 scenáriója, ktoe, 1990-2020



Forrás:REKK számítás

Látható az előző ábra alapján, hogy a múltbeli tényadatokon alapuló energiahatékonysági 1. és 2. scenárió gyakorlatilag nem különbözik egymástól, az őket jelképező grafikonok szinte teljesen átfednek. Az összes energiafelhasználás az energiahatékonysági programok nélküli változatban 2010-re majdnem 20%-kal csökken 2008-hoz képest, majd a növekedés beindulásával évente átlagosan mintegy 4%-kal nő,



ami megfelel a mostani GDP növekedés prognózisoknak. A már a tervezett energiahatékonysági programokat is figyelembe vevő referenciaforgatókönyv szerint az éves növekedés mintegy 3,8%-os lesz 2010 után. Ez azt jelenti, hogy a fajlagos energiafogyasztás eddig csökkenő szintje előrejelzésünk szerint egy időre megáll. Ennek fő oka a válság, amely a termelést sokkal jobban visszaveti, mint az energiafelhasználást, és amíg a termelés nem zárkózik fel egy megfelelő szintre, ez a fajlagos energiafelhasználás növekedés akár jelentős is lehet. A fajlagos energiafelhasználás csökkenésének további kora, hogy a magyar gazdaság energiaigényesből kevésbé energiaigényes szerkezetű ágazati struktúrába való átmenete erősen lassul. (Ez nem jelenti azt, hogy a fajlagos energiafelhasználás nemzetközileg ne javulna, ott ugyanis nem a reál GDP-t használják bázisként, hanem az un. PPP – vásárlóerőparitáson számolt GDP-t, amelyben Magyarország GDP-je jobban nő, mint saját valutájában számolva, miután az árszínvonalak relatív különbsége az EU-hoz csatlakozott országokban folyamatosan közelíti a tényleges valutaparitást.)

I. táblázat: Az előrejelzések ktoe-ben 2010-2020

Év	Referencia forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	A 20%-os célkitűzéssel készült előrejelzés
2010	21504	21444	21339	21482
2011	22116	22176	22087	21598
2012	22981	23170	23096	21975
2013	23902	24219	24160	22408
2014	24892	25337	25293	22910
2015	25965	26524	26496	23481
2016	27162	27835	27822	24176
2017	28397	29192	29194	24916
2018	29747	30661	30679	25769
2019	31195	32229	32262	26721
2020	32736	33891	33938	27766

Forrás:REKK számítás

### 1.3. Energiahatékonysági programok

A megújuló és energiahatékonysági célok teljesítéséhez a tagállamoknak becslést kell készíteniük a 2020-as teljes bruttó energiafelhasználásukról, majd a célok eléréséhez szükséges programokat ehhez a becsléshez igazítva kell kidolgozniuk. Magyarországnak 2020-ig teljes bruttó energiafelhasználásának 13 százalékát megújuló forrásokból kell fedeznie, emellett 20 százalékos energia-megtakarítást kell elérnie.

A 2009/548/EK bizottsági határozat alapján a teljes bruttó energiafelhasználás becslésekor a tagállamok korrigálhatnak az energiahatékonysági programok megtakarításaival. A határozat szerint a tagállamok olyan becslései, előrejelzései vagy forgatókönyvei számolhatók el energiahatékonysági korrekciónak, melyet már benyújtottak a Bizottság számára. A programok két kategóriába sorolhatók, a 2009 január 1. előtt elfogadott programok céljai a referencia forgatókönyv, a 2009 január 1. után elfogadottaké a kiegészítő energiahatékonyság kategóriákba.

Magyarország esetén csak a referencia forgatókönyvre rendelkezünk energiahatékonysági adatokkal 2016-ig. Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terve 2009 január 1. előtt került elfogadásra, ezért előirányzatai a referencia forgatókönyv kategóriában kerülhetnek elszámolásra. A 2009 január 1. után eltelt rövid időben nem született új energiahatékonysági program, de a kiegészítő energiahatékonyság kategória még bővíthető egészen 2010 június 30-ig esetlegesen elfogadásra kerülő programok célkitűzéseivel.

A fejezetben röviden vázoljuk a 2009 január 1. előtt meghozott, a 2008-2016 időszakra ható energiahatékonysági intézkedések által előirányzott célértékeket és ezek alapján megbecsüljük a 2020-ig tartó megtakarításokat. Emellett a magyarországi energiahatékonysági programokból várható megtakarítások előrejelzésére két másik forgatókönyvet is készítünk, melyek múltbeli, tényleges megtakarítási adatokon alapulnak. Két időszak, a 2000-2006 és az 1991-2004 közötti évek kumulált megtakarításairól rendelkezünk éves adatokkal, két kormányzati dokumentum értékelésével. A következőkben három esetet fogunk összehasonlítani:

**Referencia forgatókönyv:** Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési tervének irányszámai

**Szenárió 1:** A Magyarország Energiapolitikája 40/2008 (IV.27) Országgyűlési Határozat háttéranyagában közölt programok 2000-2006 között történt tényleges megtakarításaiból számított értékek

**Szenárió 2:** Az Energiatakarékosság a magyar energiapolitikában című háttér tanulmány 1991-2004 között történt tényleges megtakarításaiból számított értékek

## II. táblázat: A három szenárió megtakarítási adatai ktoe-ben

Év	Referencia forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.
2010	377	438	542
2011	542	481	571
2012	714	525	599
2013	886	569	628
2014	1058	613	656
2015	1215	657	685
2016	1373	700	714
2017	1538	744	742

2018	1702	788	771
2019	1866	832	799
2020	2030	875	828

Forrás:REKK számítás

## 1. Villamosenergia-ár előrejelzés

### 1.1. Feladatok és a módszer alap gondolata

Az egyik feladat az éves nagykereskedelmi villamos energia zsinórtermék 2009-2020 között várható reál árának becslése volt. Az árelőrejelzés elkészítéséhez a REKK közép- és délkelet-európai regionális árampiaci versenyt szimuláló közgazdasági modelljét alkalmazzuk. A modellt különböző keresleti időpontokra vonatkozóan lefuttatjuk 2020-ig, figyelembe véve a villamosenergia-kereslet és a termelői kapacitások várható változásait a régióban. Az elemzés során vizsgáljuk, hogy egyes években hogyan alakul a villamos energia várható egyensúlyi ára a közép-európai régióban, illetve Magyarországon.

Annak érdekében, hogy a modell képes legyen az árak előrejelzésére a régió 15 közép-kelet-európai országára (Albánia, Ausztria, Bosznia-Hercegovina, Bulgária, Csehország, Görögország, Horvátország, Lengyelország, Macedónia, Magyarország, Montenegró, Románia, Szerbia, Szlovákia és Szlovénia) külön-külön a következő lépéseket kell megtenni:

- országos villamos energia kínálati görbék meghatározása
- országonként a keresleti görbe meghatározása
- az egyes országok közötti határkeresztező kapacitások meghatározása

Az alábbiakban ennek a számításnak a módszertanát és eredményeit foglaljuk össze.

### 1.2. A modellezés és az eredmények bemutatása

A várható piaci fejlemények előrejelzésének eszköze egy, a közép- és délkelet-európai árampiacokat leíró számszerűsített közgazdasági modell. Ennek segítségével konzisztens módon vizsgáljuk a közép- és délkelet-európai (KDKE) régió 15 országának keresleti és kínálati viszonyait, a régiót jellemző hálózati korlátokat, az adott korlátok és a hatékony verseny feltételei mellett kialakuló nemzeti villamosenergia-nagykereskedelmi árakat, illetve a régiót jellemző nemzetközi áramkereskedelmi tranzakciókat.

A piaci körülmények hosszabb távú előrejelzése során két okból is előnyös, ha egy modellszerű megközelítésre támaszkodunk. Egyrészt, ilyen időtávra nem állnak rendelkezésünkre megbízható határidős villamosenergia-árak, amelyek egy termelő esetében a bevételeket leginkább befolyásolják. Mivel a villamos energia árát mindenkor a keresleti és kínálati viszonyok alakítják ki, ezért az árelőrejelzés során ezekre a fundamentumokra tudunk csak támaszkodni, amit a modellezés tesz lehetővé.

A közgazdasági piacmodell alkalmazásának másik előnye, hogy a modell kiinduló feltevéseinek változtatása számos, a tényleges körülmények alakulását tükröző forgatókönyv futtatását teszi lehetővé, mint például határkapacitások változása, vízhozam ingadozása, olajár változása, szén-dioxid kvóta ára, stb. Így nem csak arról kapunk képet, hogy várhatóan, hogyan fog alakulni a leginkább valószínűnek tekintett keresleti-kínálati viszonyok között a magyar villamos energia nagykereskedelmi ára, hanem azt is megvizsgálhatjuk, hogy mennyire érzékenyek eredményeink a különböző bemenő paraméterek változásaira. Ebből fakadóan következtetéseink egyrészt árnyaltabbak, másrészt pedig robosztusabbak lesznek.

Az alábbiakban részletesen ismertetjük a piaci viszonyok előrejelzéséhez használt közgazdasági modell működését és a különböző bemenő adatok és választott paraméterek értékét. Ezt követően bemutatjuk és kiértékeljük a modellfuttatások eredményeit, majd összegezzük, hogy a legfontosabb inputadatok valószínűsíthető változásai hogyan hatnak a magyar éves zsinórtermék árára.

### **1.2.1. Közép- és délkelet-európai árampiaci modell**

Az általunk használt árampiaci modell árelfogadó erőműveket feltételez, miszerint az erőművek (tulajdonosai) úgy vélik, hogy termelési döntésük megváltoztatása nem hat szignifikáns módon a piaci árra. Ez az alapfeltevés a mikroökonómiai modellezésben használatos hatékony („tökéletes”) verseny egyensúlyához és egyben egy jólét-maximalizáló piaci kimenetelhez is vezet.

Az árelfogadó vállalati viselkedés értelmében az erőművek akkor állítanak elő villamos energiát, ha a termelésük határköltsége alacsonyabb, mint a villamos energia ára az adott országban – természetesen figyelembe véve az erőmű termelési kapacitáskorlátját is.

Tudjuk, hogy a piaci árakat a belföldi kereslet-kínálati viszonyok alakítják ki, továbbá az ezeket módosító export-, illetve importjellemzők. Az export és importjellemzők viszont attól függenek, hogy a szomszédos országokban mekkorák az árak a hazai árakhoz képest, amelyek megint csak az ottani kereslet-kínálati viszonyoktól, illetve az exporttól és importtól függenek. Látható, hogy ily módon nagyon hamar körkörös érvelésbe ütközünk.

A megoldás kézenfekvő: az egymással közvetett vagy közvetlen kereskedelmi kapcsolatban álló országokban az árszintek, az export-importáramlások és a határkeresztező kapacitások kihasználtsága mind egyszerre határozódik meg; logikailag egyik sem előzi meg a másikat. Amennyiben meg akarjuk érteni, hogy például Magyarországból Horvátországba miért annyit exportálnak vagy importálnak, amennyit, akkor képet kell alkotnunk azokról az országokról is, amelyek még egyébként szóba jönnek, mint kereskedelmi partnerek.

A modellezésben résztvevő országok köre így gyorsan bővül. Első körben azokat az országokat kell bevonni az elemzésbe, amelyek hazánkkal közvetlen összeköttetésben állnak, azaz Horvátországot, Szerbiát, Ausztriát, Szlovákiát, Ukrajnát és Romániát. De nem hagyható ki Csehország, Lengyelország, Szlovénia, Bulgária, Bosznia-Hercegovina, Macedónia,

Montenegró, Görögország és Albánia sem, hiszen ezek az országok kihatással lehetnek a szomszédjaikra, amelyeken keresztül viszont szintén befolyással bírhatnak a magyar villamos energia árakra.

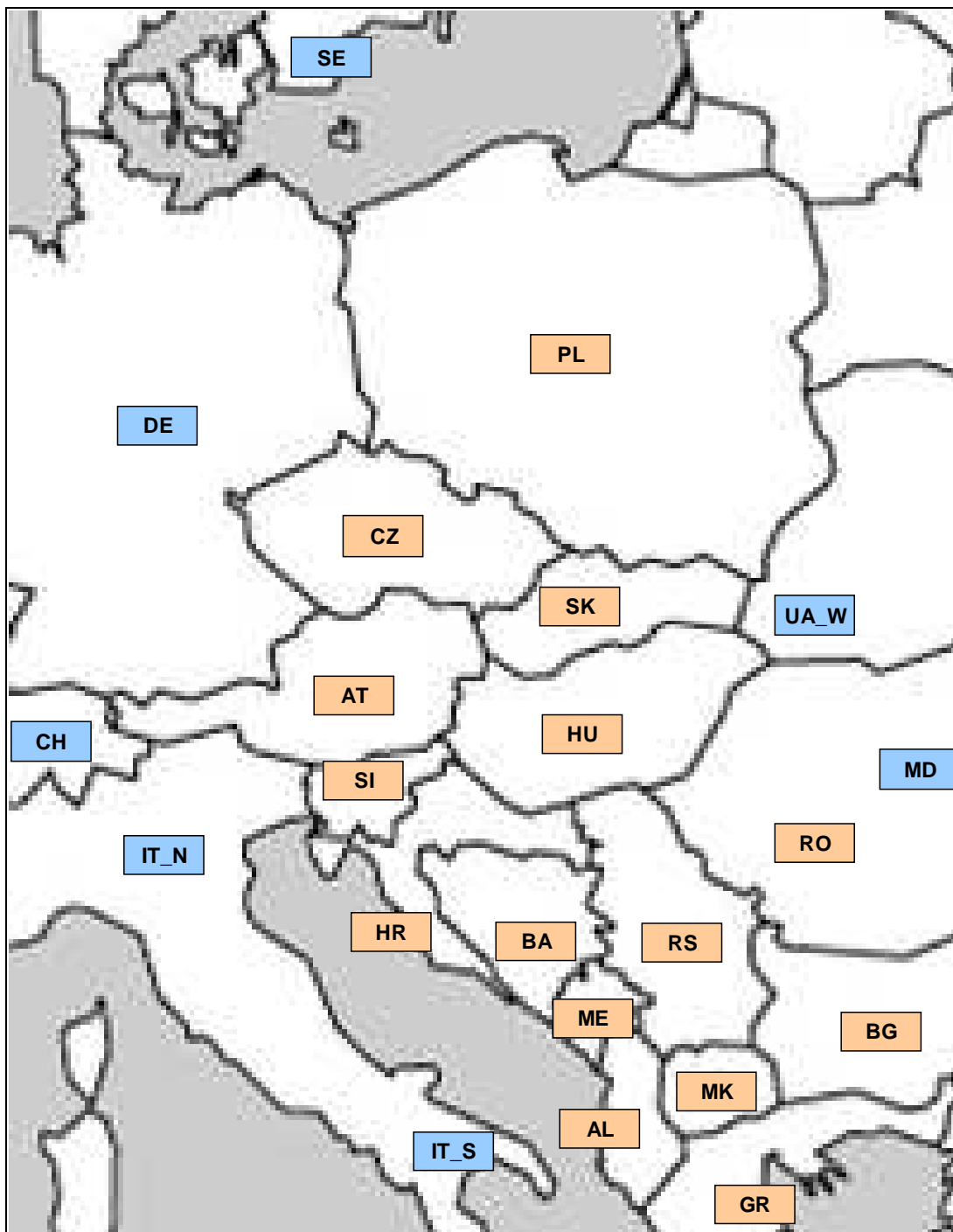
Hol érdemes meghúznunk a határokat? Elméleti szinten csakis ott állhatunk meg, ahol már jelentős fizikai nehézségekbe ütközik a kereskedés. Praktikusán ez az UCTE határait jelenti, vagyis a felsorolt országokon kívül Görögországot és teljes Nyugat-Európát (ideértve Dánia keleti felét is, amely szintén az UCTE rendszerhez csatlakozik). A modellkeret ily mértékű bővítése viszont nyilvánvalóan messze meghaladja a tanulmány kereteit, ráadásul a megfogalmazott kérdés szempontjából szükségtelen bonyolításokat is jelent.

Amikor a modellezendő országok körét bővítettük, akkor mindezt az egyes országok villamosenergia-piacai közt fellépő közvetett kölcsönhatások miatt tettük. Könnyen elképzelhető, hogy a bolgár áramtermelő kapacitás csökkenése hatással lehet a magyar piaci árakra és fordítva, így célszerű mindkét ország termelőit explicit módon számba vennünk a modellezés során. Vannak azonban olyan nagyméretű országok, illetve országcsoportok, a közép- és délkelet-európai régió nyugati határán, amelyeknél egy árváltozás hatással van a keleti szomszédjaikra, de ez a hatás csak egy irányban működik a nagy méretkülönbségek miatt. A szlovén piac „megérzi” az olasz piac változásait, míg ugyanez fordítva nem igaz.

A nagyméretű és relatíve fejlett (többek között likvid áramtőzsdével rendelkező) országoknál szerencsére könnyen hozzáférhető árinformációk is vannak, amelyek a fent említett okból a modellezett régió szempontjából exogénnek tekinthetők. Ilyen „nagy országnak” tekintjük a német-svájci blokkot és Olaszországot. Kis hatásuk miatt szintén a nem modellezett régiós szomszédok közé soroljuk Svédországot (nagyon gyenge, egy irányban kihasznált kapcsolat Lengyelországgal), Nyugat-Ukrajnát (korlátozott nagyságú, igen olcsó importforrás) és Moldovát (viszonylag gyenge, egy irányban kihasznált kapcsolat Romániával). Az összes többi, felsorolt ország árampiacának keresleti és kínálati oldalát explicit módon számításba vesszük a modellezés során.

Az 1. ábra mutatja, hogy mely országokat vizsgáltuk. A kék háttérű országok az általunk megadott szomszédos piaci árakat tartalmazzák, így ezek természetesen nem a modellezés eredményeképpen alakulnak ki, hanem a bemenő paraméterek közé tartoznak. A sárgás háttérrel jelölt 15 ország egyensúlyi ára viszont modellezési eredményként adódik.

1. ábra: A modellezés során vizsgált országok



### 1.2.2. A keresleti oldal modellezése

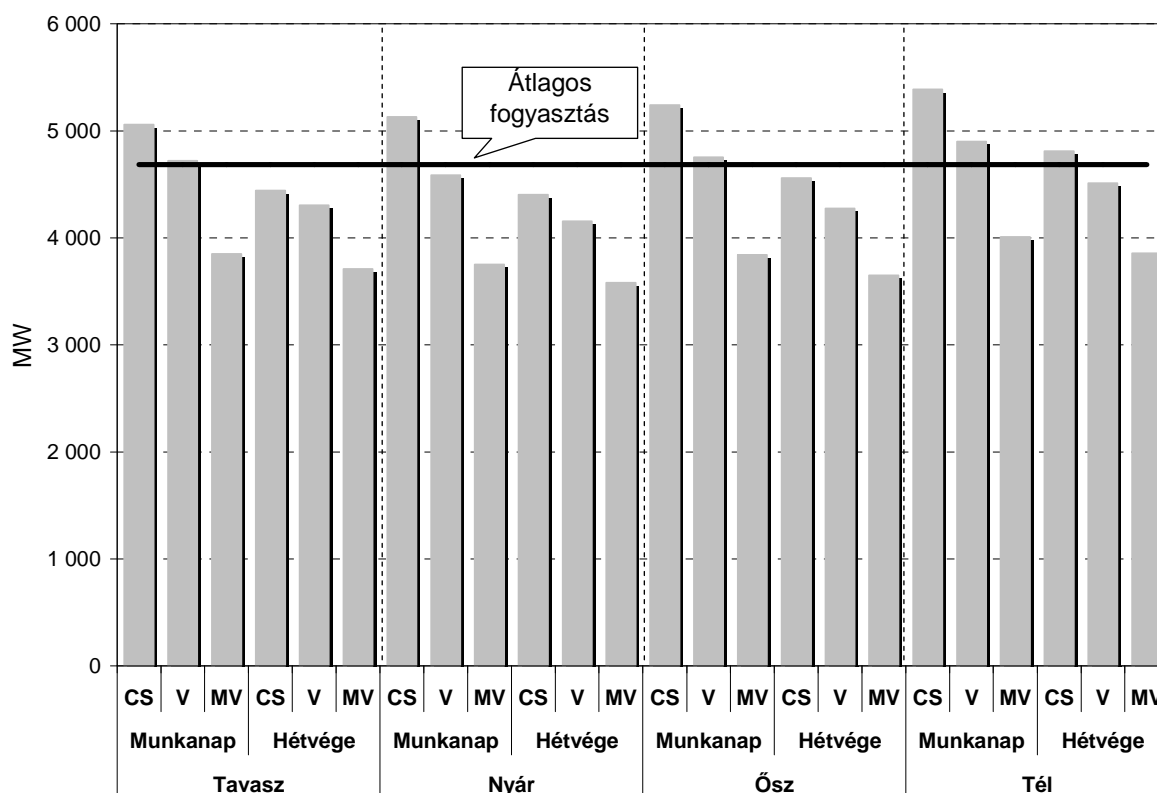
A modellezés során alapesetben egy rövid távú, jellemzően egyetlen órának megfeleltethető piacot szimulálunk. Vizsgálatunk tárgya ugyanakkor végső soron az éves termelés és fogyasztás, nem pedig egy adott óráé. Ezért a keresleti oldalon meghatározunk több

referencia-időszakot, amelyek súlyozott átlagolásával becsüljük az egyes erőművek éves kihasználtságát és a kialakuló zsinórárat.

A referenciaórákat három változó mentén csoportosítottuk: évszakok (tavasz, nyár, ősz és tél), munkanap-hétvége, illetve az adott napon belül további három időszakot különböztettünk meg (csúcs-, völgy- és mélyvölgy-időszak). A fenti változók kombinációjából összesen  $4 \times 2 \times 3 = 24$  referenciaórát kapunk.

Ezt követően a 2008-as órás fogyasztási értékeket a 24 csoport valamelyikébe soroltuk be annak megfelelően, hogy az adott óra melyik évszakban, a hét melyik napján, illetve a nap melyik időszakában van. A besorolás után átlagoltuk a csoportban lévő órák rendszerterhelését, és így kaptuk meg a 2. ábrán látható referenciafogyasztási értékeket. Az elemzést a régió további 14 országára is hasonlóképpen elvégeztük.

## 2. ábra: Magyarországi referenciafogyasztási értékek a 2008-as év alapján



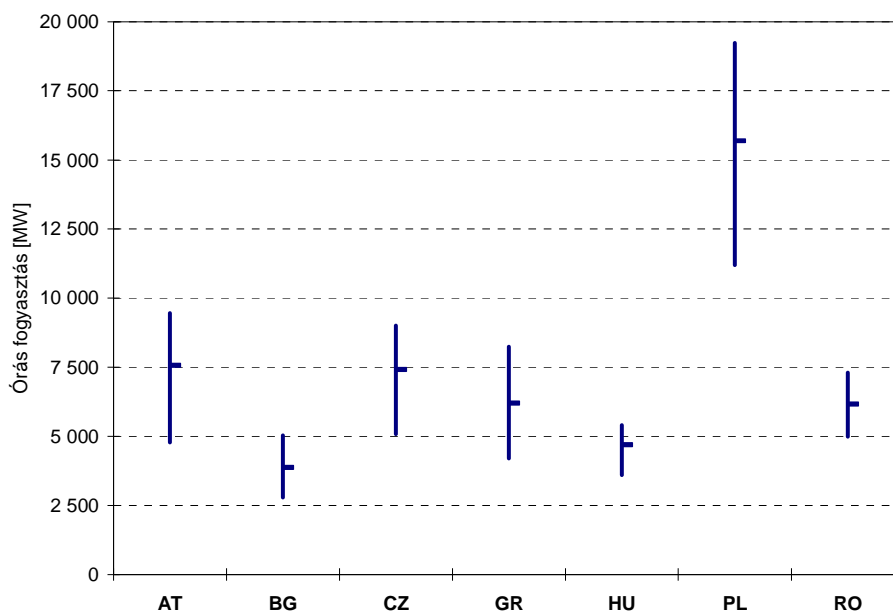
Forrás: UCTE, REKK számítás

A fenti ábrán feltüntettük az átlagos fogyasztást is, amelyet a referenciaórák súlyozott átlagából képeztünk, azaz megvizsgáltuk, hogy adott típusú órából – például nyári munkanapi csúcsorából – hány darab volt a 2008-as évben, amelyet elosztva a 2008-as év összes órájával (azaz 8784-el) kaptuk meg ezen referenciaóra súlyát. A számítást az összes órára elvégezve és az adott referenciafogyasztással beszorozva kaphatjuk meg egy ország átlagos fogyasztását.



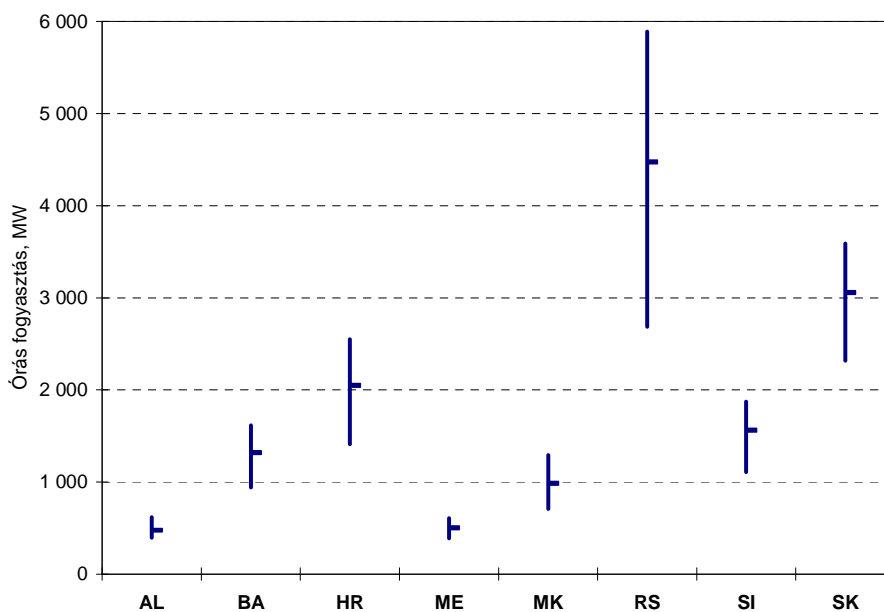
A számítást minden egyes modellezett országra külön-külön elvégeztük. A 3. és 4. ábra mutatja a 2008-as maximális, minimális fogyasztású referenciaórát, illetve a 24 referenciaóra súlyozott átlagát.

### 3. ábra: A referenciafogyasztások szóródási tartománya a KDKE régió nagyobb méretű országaiban



Forrás: UCTE, REKK becslés

### 4. ábra: A referenciafogyasztások szóródási tartománya a KDKE régió kisebb méretű országaiban



Forrás: UCTE, REKK becslés

A modellezés során a fogyasztás nagyságán kívül meg kell határoznunk a keresleti görbét is, vagyis azt az összefüggést, hogy egy adott időpontban hogyan változik a fogyasztási mennyiség a villamos energia piaci árának függvényében. Mivel a keresleti görbe becsléséhez nem rendelkezünk megfelelő adatokkal, ezért különféle feltételezésekkel fogunk élni a görbe alakját és elhelyezkedését illetően. Az egyszerűség kedvéért lineáris függvényformát választunk, amit három (jól értelmezhető) adattal tökéletesen le tudunk írni.

A modellezéshez használt keresleti görbék mennyiségi koordinátáját a fent bemutatott átlagos fogyasztásnak feleltetjük meg. A második az ehhez tartozó piaci ár, amit az egyszerűség kedvéért egységesen 50 €/MWh-nak veszünk minden piacon. Ezzel gyakorlatilag meghatároztunk egy pontot a keresleti görbén. A görbe meredekségét (a harmadik adatot) a kereslet rugalmasságával jellemezzük. Általános megfigyelés szerint rövid távon a villamos energia iránti kereslet rugalmassága meglehetősen alacsony: a fogyasztók nehezen tudják helyettesíteni a terméket.

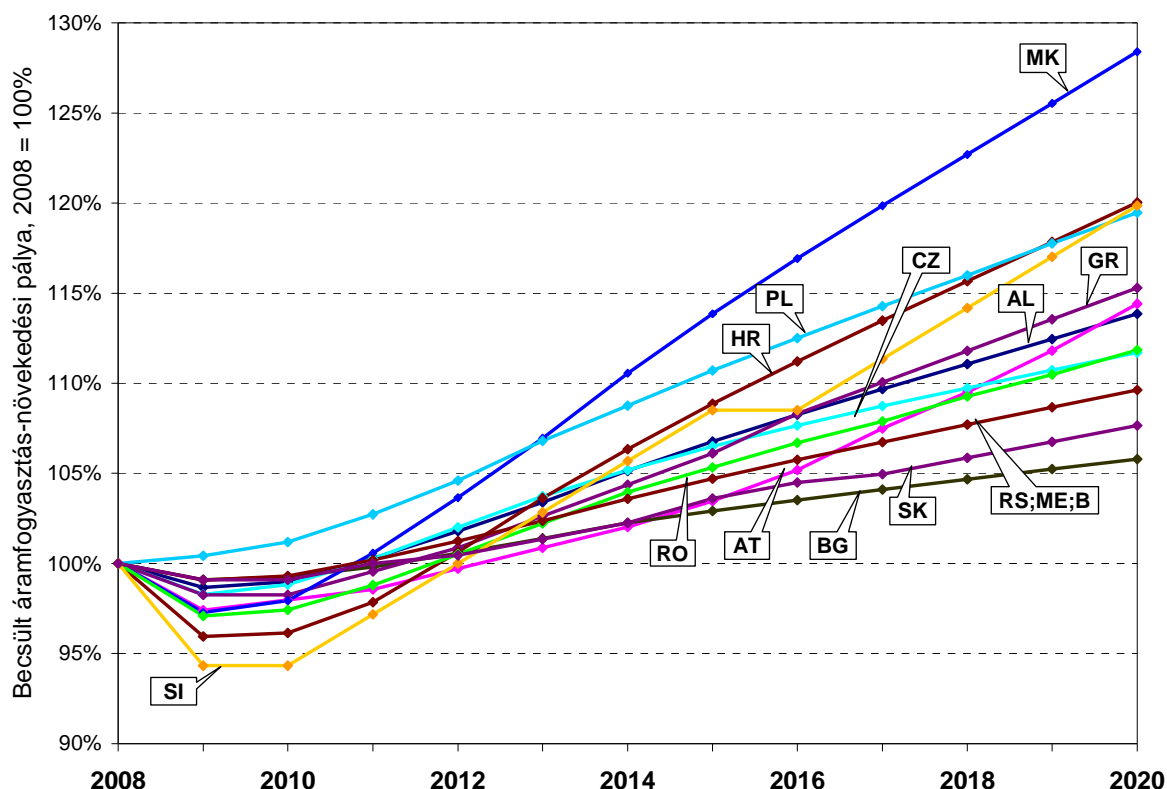
Tényszerű adatok hiányában itt is feltevésekre kell hagyatkoznunk: a kereslet rugalmasságát egyöntetűen -0,1-nek vesszük minden országban (a meghatározott keresleti pontban). Ez alapján egy tíz százalékos áremelkedés modellünkben (rövidtávon) megközelítőleg egy százaléknyi keresletcsökkenést eredményez.

Az általunk vizsgált kérdéshez nem csak 2008-as fogyasztási adatokra van szükségünk, hanem 2020-ig is rendelkezniünk kell egy fogyasztás-előrejelzéssel. A magyarországi kereslet-előrejelzést a tanulmány egy későbbi fejezetében mutatjuk majd be, a következőkben csak a maradék, 14 modellezett országra mutatjuk be a magyarországihoz képest egyszerűsített előrejelzésünket.

A villamosenergia-fogyasztás előrejelzéséhez minden országra vettük külön-külön az éves villamosenergia-fogyasztást 2000-től kezdve, illetve a reál GDP értékét minden egyes évre. Lineáris regresszió segítségével megvizsgáltuk, hogy a GDP változás milyen összefüggésben van a villamosenergia-fogyasztással. A lineáris regressziós becslést a 14 országra elvégezve kaphatjuk meg a villamosenergia-fogyasztások és a reál GDP-k közötti kapcsolatokat.

Miután képet kaptunk arról, hogy az áramfogyasztás miként mozog együtt a reál GDP-vel, már csak egy GDP növekedési előrejelzésre van szükségünk ahhoz, hogy a villamosenergia-fogyasztást előre tudjuk jelezni. Emellett egyéb információk hiányában feltételezzük, hogy az összes referenciafogyasztás azonos módon növekszik. Az 5. ábra mutatja a modellezett országokra vonatkozóan a villamosenergia-fogyasztás becsült növekedési pályáját a 2008-as évhez viszonyítva.

**5. ábra: Az áramfogyasztás becsült növekedési pályái a 2008-as évhez viszonyítva**



Forrás: REKK számítás, EIU

Mivel a villamosenergia-fogyasztás jelentősen befolyásolja a villamos energia árát, ezért az árelőrejelzésünk optimista és pesszimista scenáriójában a fent bemutatott alapszenárióbeli kereslet-előrejelzéshez képest különböző kereslet-előrejelzésekkel számolunk. Az optimista esetben egy 0,2 százalékponttal magasabb évi villamosenergia-fogyasztásnövekedés előrejelzést, a pesszimista esetben egy 0,1 százalékponttal alacsonyabb villamosenergia-fogyasztásnövekedés előrejelzést tervezünk.

### 1.2.3. A kínálati oldal modellezése

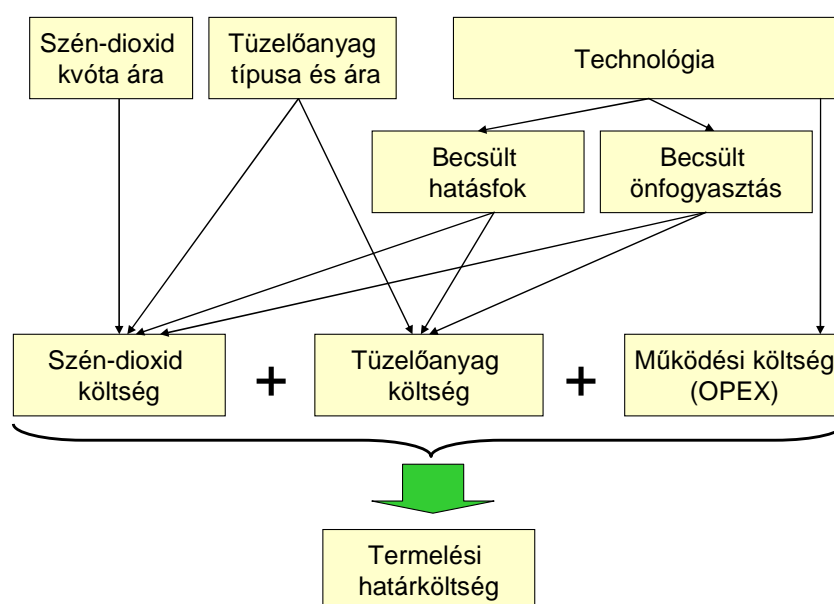
Villamos energia előállításához számos elsődleges energiaforrás áll rendelkezésre, ezek közül nagyságrendileg a legfontosabbak a szén, a földgáz, a víz- és a nukleáris energia. Mivel rövid távú versenyt modellezünk, ezért a termelési költségek közül kizárólag a határköltségekre fogunk koncentrálni. Jó közelítéssel feltételezhető, hogy egy adott technológiát tekintve az áramtermelés határköltsége különböző termelési szintek mellett is viszonylag kis intervallumban mozog; ezt figyelembe véve mi konstans határköltséggel fogunk számolni.

A határkölségek becsléséhez az 1 MWh villamos energia előállításához szükséges tüzelőanyag kölségét és a szén-dioxid kvótafelhasználásból adódó kölséget kell meghatározunk. Itt alapvetően két irányba indulhatunk el. Az erőművek megfigyelt teljes tüzelőanyag-felhasználását (illetve az ezzel járó kiadásokat) ráoszthatjuk a megtermelt villamos energia mennyiségére, vagy pedig a termelőegységek energiaátalakítási hatásfokából és az egyes régiókban megfigyelt tüzelőanyag-árakból kiindulva megbecsülhetjük az áramtermelés technológiai alapú határkölségét.

Bár az első közelítésmód (valós kölségadatok felhasználása) elméletileg vonzóbbnak tűnik, a gyakorlatban ez a módszer azonban – a modellezés által megkívánt következetességgel – az adatok üzletileg érzékeny természete miatt kivitelezhetetlen. Ezzel szemben a technológiai becslésen alapuló módszer előnye nem csak a lényegesen kisebb adatigény, hanem az eljárásban rejlő következetesség is: még ha a kölségek tényleges szintjében tévedünk is, az erőművek egymáshoz viszonyított határkölségei konzisztensek maradnak.

A 6. ábra mutatja, hogy milyen módszerrel számolható ki az egyes erőművi blokkok határkölsége.

### 6. ábra: Az áramtermelési határkölség becslésének módszere



Az adott technológia meghatározza az erőművi blokk hatásfokát és önfogyasztását, illetve a működési kölségét. A felhasznált tüzelőanyag típusának és árának ismeretében ezen hatásfokkal és önfogyasztással korrigálva meghatározhatjuk az erőmű tüzelőanyag-kölségét, illetve a szén-dioxid kvóta árának segítségével a szén-dioxid kölséget is. Ezen kölségelemek már a kiadott villamos energiára értendőek. Az első két kölségelemhez a közvetlen működési kölséget (OPEX) hozzáadva kapjuk meg az adott blokk határkölségét a kiadott villamos energiára vonatkozóan. A következőkben a 6. ábrán látható struktúrában mutatjuk be a felhasznált adatokat.

### 1.2.3.1. Hatásfok és önfogyasztás

Az erőműre vonatkozó energiaátalakítási hatásfokokat az egyes blokkok építési éve és a használt technológiájuk alapján becsüljük meg, míg az önfogyasztási értékeket függetlennek vesszük az erőmű működésének idejétől. A modellezés során használt értékeket a következő táblázatban mutatjuk be.

**1. táblázat: Az egyes technológiákra jellemző energiaátalakítási hatásfok értékek és az önfogyasztás mértéke**

Építés éve	Gáz- és olajtüzelésű erőművek	Szén- és biomassza-tüzelésű erőművek	Nukleáris erőművek	CCGT
1960	37,0%	35,0%	25,0%	-
1970	39,0%	37,0%	27,0%	-
1980	41,0%	39,0%	29,0%	-
1990	43,0%	41,0%	31,0%	50,0%
2000	45,0%	43,0%	33,0%	55,0%
2010	47,0%	45,0%	35,0%	57,9%
2020	47,4%	45,4%	35,4%	59,9%
Önfogyasztás	5%	13%	6%	5%

Forrás: KEMA (2005), MAVIR (2008)

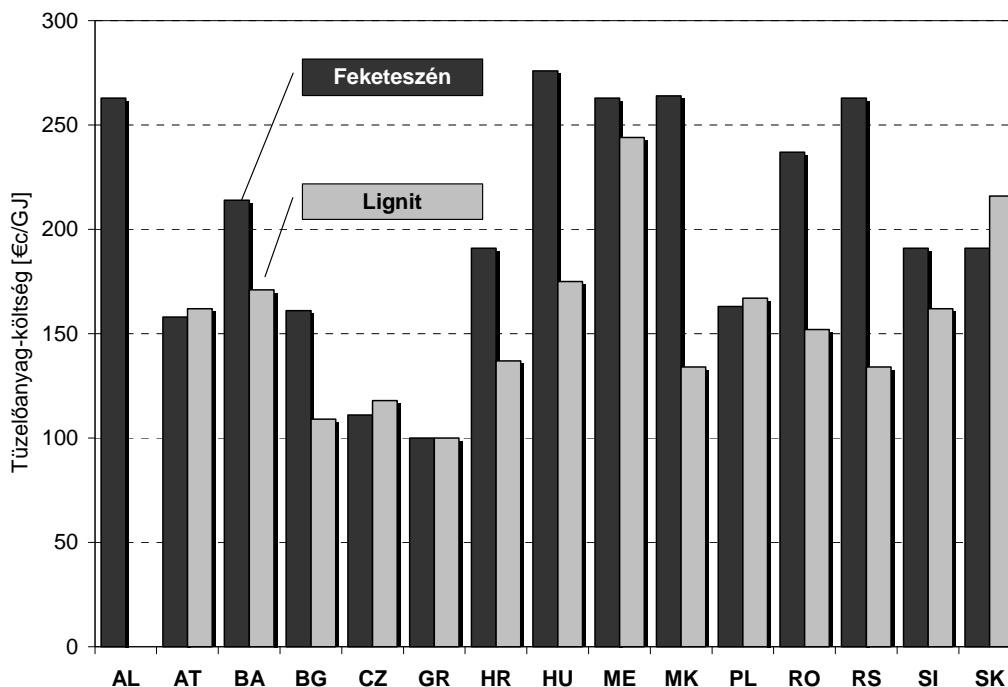
### 1.2.3.2. Tüzelőanyag-költség

A határkölség meghatározásának egyik legfontosabb összetevője a felhasznált tüzelőanyag költsége. A modellezés során kilenc különböző tüzelőanyag-típust, illetve technológiát különböztettünk meg: feketeszén, lignit, földgáz, nehéz fűtőolaj (HFO), könnyű fűtőolaj (LFO), nukleáris, biomassza/biogáz, szél és vízenergia. Az utóbbi két megújuló energiaforrás esetében nem merül fel tüzelőanyag-költség.

A modellezés során nem csak a jelenlegi állapotot vizsgáljuk, hanem egészen 2020-ig modellezzük a régió villamosenergia-piacait, így minden egyes évre külön-külön árakat kell megadnunk az egyes tüzelőanyagokra vonatkozóan. Számításaink során reáláron számolunk, ezzel feltételezve, hogy az összes költség hasonlóan változik. A szilárd tüzelőanyag és nukleáris fűtőanyag esetében (egyéb információk hiányában) 2020-ig konstans reálárakkal számolunk, míg a földgáz és a két fűtőolaj esetében reálárakon is évente változó értékeket vettünk figyelembe, mivel ez utóbbi három termék áralakulását a nyersolaj árához kötöttük. Ezzel szemben a szilárd tüzelőanyagok, mint a szén és a biomassza, árát nem tartjuk indokoltnak a nyersolaj árához kötni, mert a kapcsolódó erőművek döntően helyi bázisú tüzelőanyagot használnak, nem jellemző az import, és a vizsgált országok csak mérsékelten exportálnak. A szilárd tüzelőanyagok költségét döntően a helyi munkaerő költsége határozza meg.

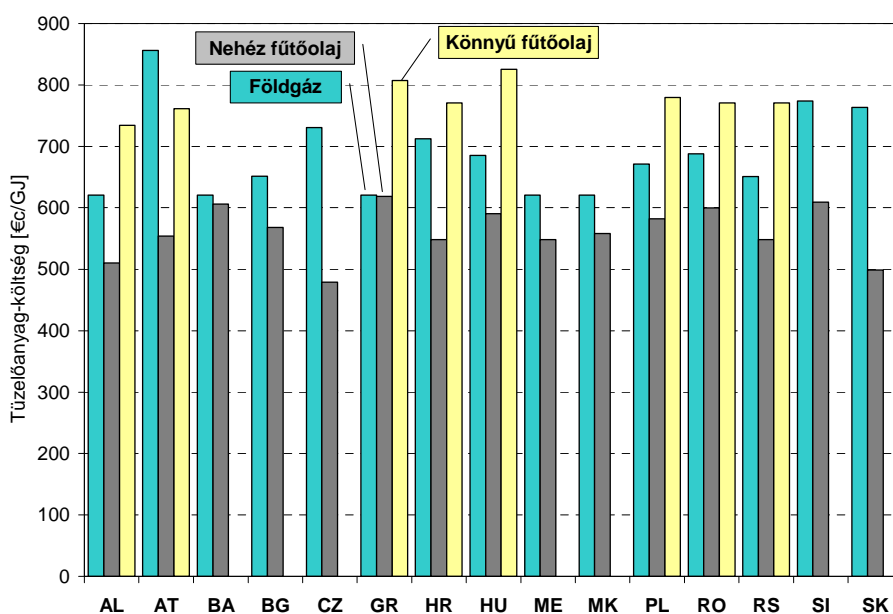
A 7. ábra a feketeszén és a lignit költségét mutatja a különböző országokban 2009-es árakon, míg a 8. ábra mutatja a 2009. évi tüzelőanyag árakat a modellezett országokban.

**7. ábra: A feketeszén és a lignit költsége a modellezett országokban**



Forrás: KEMA (2005), REKK becslés

**8. ábra: A földgáz, a könnyű- és a nehéz-fűtőolaj költsége a modellezett országokban**

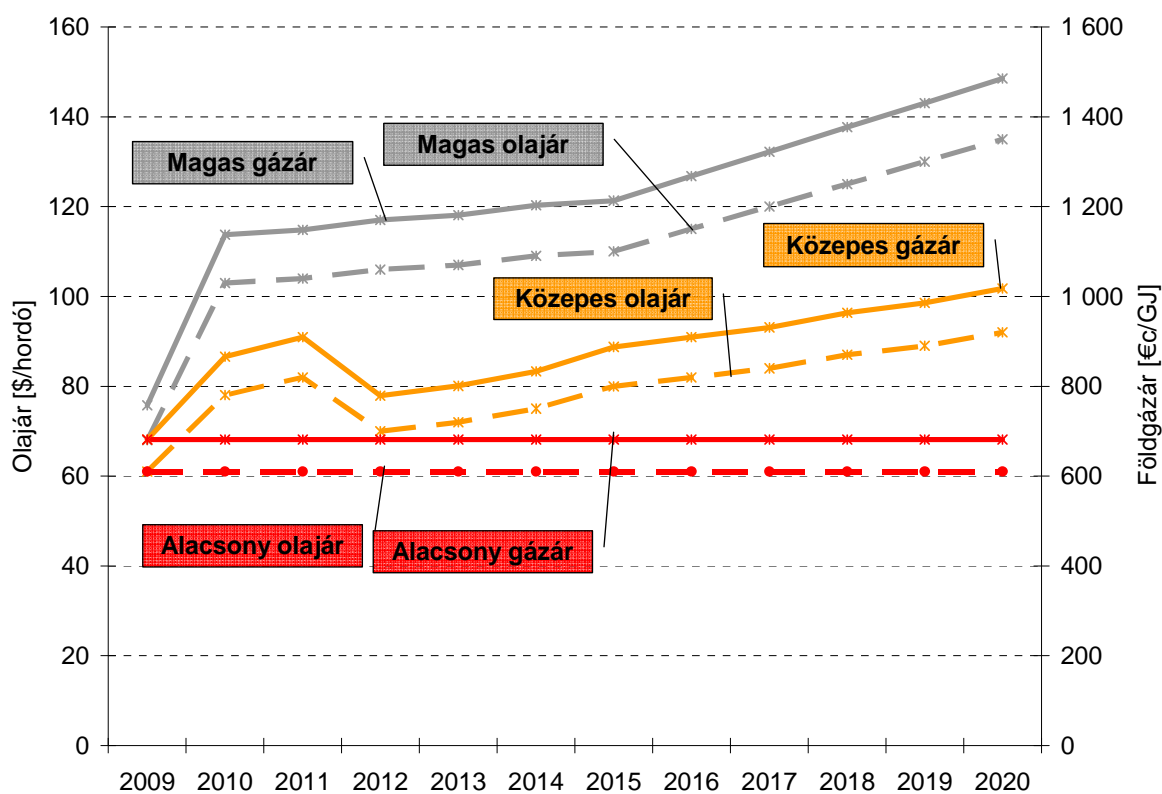


Forrás: REKK becslés

A. 8. ábrán látható, hogy jelentős különbségek találhatók az egyes országok között a tüzelőanyag árak tekintetében. Mindegyik ország esetében azonos energiaárát határoztunk meg, amelyhez viszont különböző tarifális tételek adódtak hozzá, amelyből származtathatók az árkülönbségek.

A jövőbeli tüzelőanyag-költségek becsléséhez az EIA olajár-előrejelzését használtuk a magas és közepes olajár esethez, valamint készítettünk a 'pesszimista' scenárióhoz egy alacsony olajár becslést is, majd ezekből számoltunk a magyar importgáz-árképlet segítségével tüzelőanyag árakat. A 9. ábra mutatja, hogy különböző olajár-szenáriók esetén, milyen földgázzal számolhatunk Magyarország esetében. A feltüntetett árak a szállításhoz kapcsolódó díjakat is magukban foglalják.

**9. ábra: A nyersolaj ára, illetve a magyarországi földgázárak alakulása különböző olajár-forgatókönyvek esetén 2009-2020 között**



Forrás: EIA, REKK becslés

A nukleáris tüzelőanyag árát minden ország esetében 75 €/GJ-nak, míg a biomassza/biogáz árát egységesen 400 €/GJ-nak vettük.

### 1.2.3.3. Szén-dioxid költség

A szén-dioxid költséget három fő tényező határozza meg:

- Felhasznált tüzelőanyag típusa
- Hatásfok és önfogyasztás az adott erőművi blokkban
- Szén-dioxid kvóta ára

A szén-dioxid kibocsátás tekintetében két fontos megállapítást tehetünk: az emisszió független az egyes országokban felhasznált tüzelőanyag minőségétől, illetve a kibocsátás egyenes arányban változik a felhasznált tüzelőanyag mennyiségével. A következő táblázat mutatja a fajlagos szén-dioxid kibocsátásokat.

**2. táblázat: Fajlagos szén-dioxid emisszió különböző tüzelőanyagok esetében**

Tüzelőanyag típusa	CO <sub>2</sub> emisszió [kg/GJ]
Víz- és szélerőmű	0
Feketeszén	93,7
Lignit	112,1
Földgáz	55,8
Nehéz fűtőolaj	77,0
Könnyű fűtőolaj	73,7
Nukleáris	0,0
Biomassza/biogáz	0

Forrás: 2003/87/EC Irányelv

Mivel a költségeket a kiadott villamos energiára vetítjük, ezért a hatásfokkal és az önfogyasztással is korrigálnunk kell. Vegyünk például egy lignittüzelésű erőművet, amely 40 százalékos hatásfokkal, és 13 százalékos önfogyasztással bír. 1 MWh-nyi kiadott villamos energia esetében a teljes felhasznált tüzelőanyag mennyisége 2,825 MWh ( $= 1 \text{ [MWh]} \times 1,13 / 0,4$ ), azaz 10,17 GJ ( $= 2,825 \text{ [MWh]} \times 3,6 \text{ [GJ/MWh]}$ ). Lignittüzelés esetén a fajlagos kibocsátás 112,1 kg/GJ, azaz az erőmű teljes kibocsátása egy MWh-ra vetítve 1139 kg lesz ( $= 10,17 \text{ [GJ]} \times 112,1 \text{ [kg/GJ]}$ ). Ahhoz, hogy a szén-dioxid költséget meghatározhassuk, már csak a szén-dioxid kvóta árával kell beszorozni ezen emissziós értéket.

A 10. ábra mutatja a szén-dioxid kvóta árának alakulását 2009-ben a legnagyobb forgalmú tőzsdén, az ECX-en.



**10. ábra: A 2009. decemberi szállítású szén-dioxid kvóta árának alakulása az ECX-en**



Forrás: European Climate Exchange (ECX)

Látható, hogy a kvóta ára a 2009-es évben 10-15 euró között ingadozott, így a modellezés során az alapszenárió esetében 15 €/tonnás szén-dioxid kvótaárral számolunk. A fent leírt lignittüzelésű erőmű esetében a szén-dioxid költsége 17,1 €/MWh (= 15 [€/t] × 1,139 [t/MWh]). Ugyanakkor ez a költség csak az Európa Uniós országok erőműveiben jelenik meg, mivel a nem Uniós országok nem tartoznak az Európai Szennyezési-jog Kereskedelem hatálya alá, így ezen létesítmények költségeik nélkül bocsáthatnak ki szén-dioxidot.

Ugyanakkor a jövőbeli villamos energia árak kiszámításához nem csak a jelenlegi kvótaárak szükségesek, hanem a jövőbeliek is. Az ECX-en még 2014-re szóló határidős termékkel is lehet kereskedni. Az alábbi táblázat mutatja a 2009. november 3-án kereskedett határidős termékek árait.

**3. táblázat: A különböző szállítású határidős szén-dioxid kvóták árai (2009.11.03)**

Határidős termék szállítási ideje	Termék ára, €/t
2009	14,39
2010	14,75
2011	15,33
2012	16,13
2013	17,36
2014	18,56

*Forrás: ECX*

A fenti táblázatból látható, hogy minél későbbre esik a szén-dioxid kvóta szállítása, annál drágább a termék. Ez egyáltalán nem meglepő, hiszen pusztán a pénz időértéke jelenik meg a különbségekben, azaz folyó áron történik ezen termékek árazása. Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy a jelenlegi árak biztosítják a legjobb becslést a jövőbeli árakra is.

Ezt tovább erősíti az a tény, hogy a kvóták az egyes évek között átvihetőek (2020-ig biztosan), így a jövőt érintő esetleges változások a jelenlegi árakra is hatással vannak. Például 2012-től jelentősen csökken az összes kiosztott kvóta mennyisége, ugyanakkor ez már a mai árakban is megjelenik. Ezen okokból kifolyólag számításaink során a jelenlegi szén-dioxid árat vetítjük ki egészen 2020-ig.

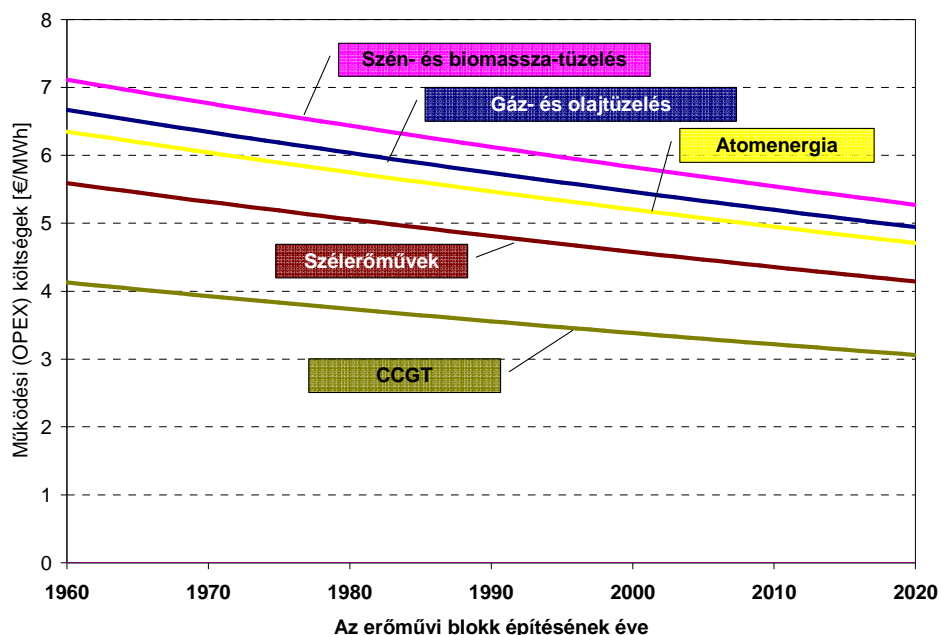
Az alapszcenárió esetében tehát 15 €/tonnás szén-dioxid kvótaárral számolunk, ugyanakkor a szén-dioxid kvóta ára a múltban jelentősen ingadozott, valamint a jövőbeli árak is meglehet, hogy drasztikusan változnak az új kiosztás illetve a fejlődő országokból importálható kvóták függvényében, ezért az optimista scenárió esetében 25 €/tonnás, a pesszimista scenárió esetén 5 €/tonnás szén-dioxid kvótaárral számolunk a későbbiekben.

#### **1.2.3.4. Működési költség (OPEX)**

Az erőművek határköltségének harmadik összetevője – a szén-dioxid- és tüzelőanyag-költség mellett – a működési költség (*operating expenditures*, azaz röviden OPEX). Ezen költségek közé csak a termeléssel egyenes arányban változó költségeket számítottuk bele, vagyis azokat, amelyek befolyásolják a rövid távú termelési döntést. Az erőművek fix működési költségeit tehát nem vettük számításba.

Az üzemeltetési vagy működtetési költségek között jelenik meg többek között a munkaerő költség azon része, amely a termeléssel egyenes arányban változik, illetve a generátorok működtetéséhez kapcsolódó költségek. Hasonlóan az erőművek hatásfokához, a változó működési költséget az adott erőművi blokk építési éve és a használt technológia alapján becsültük. A következő ábra mutatja a modellezés során használt működési költségek nagyságát.

11. ábra: A változó működési költség különböző típusú erőműveknél



Forrás: REKK becslés

### 1.2.3.5. Az ország szintű határköltség-görbék meghatározása

Az előzőekben bemutattuk, hogy milyen elemekből tevődik össze az egyes erőművi blokkok határköltsége, amelynek a kiszámítása képletszerűen a következőképp néz ki:

$$MC_i = \frac{3,6}{Hf_i} \times \frac{1}{(1 - \ddot{O}f_i)} \times \left( P_{ta} + \frac{EUA}{1000} \times EF_{ta} \right) + OPEX_i,$$

ahol

$MC_i$ : erőművi blokk határköltsége (€/MWh)

$Hf_i$ : technológia és építési év alapján meghatározott hatásfok

$\ddot{O}f_i$ : technológia alapján meghatározott önfogyasztás

$P_{ta}$ : országra jellemző tüzelőanyag-típusonkénti költség

$EUA$ : szén-dioxid kvóta árfolyam

$EF_{ta}$ : tüzelőanyagra jellemző szén-dioxid kibocsátási tényező

$OPEX$ : technológia és építési év alapján meghatározott változó működési költségek

Az ország szintű határköltés-görbék meghatározásának érdekében meg kell vizsgálnunk az egyes termelőkapacitások rendelkezésre állását is. A különböző technológiáknál más-más feltevéseket használtunk. A vízerőművek kivételével azzal az egyszerűsítéssel éltünk, hogy mindegyik vizsgált ország esetében technológiánként azonos erőművi kapacitás kihasználtságot feltételeztünk. Az alábbi táblázat mutatja, hogy a különböző technológiák esetében mekkora az éves átlagos rendelkezésre állás, az erőmű önfogyasztása, illetve az ezekből képzett elérhető kapacitás.

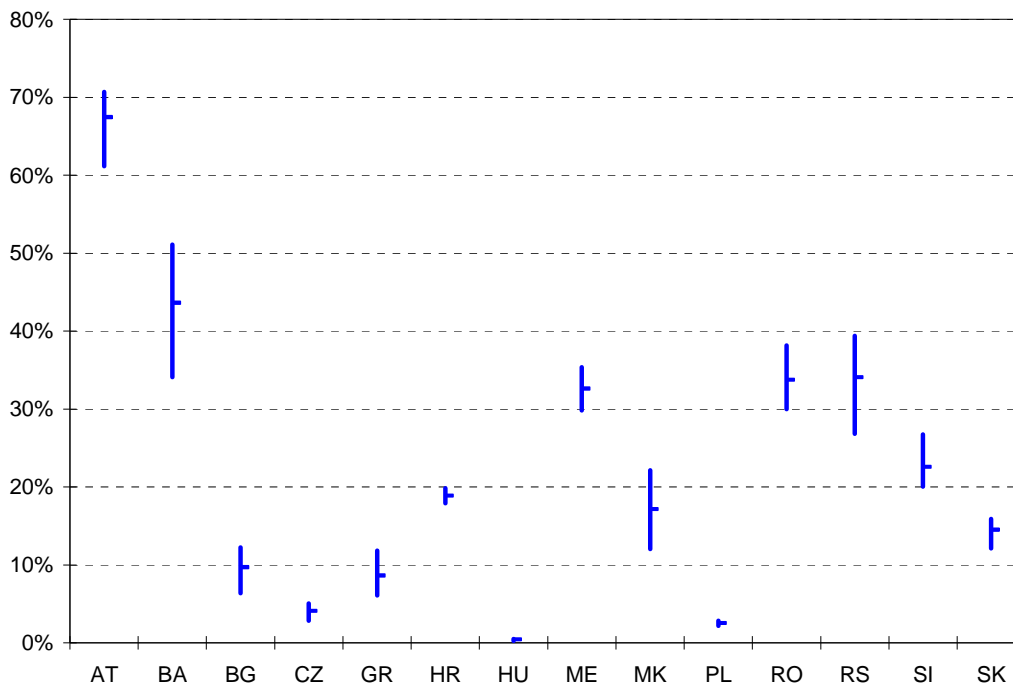
#### 4. táblázat: A különböző technológiájú erőművek rendelkezésre állása, önfogyasztása és elérhető kapacitása

	Rendelkezésre állás	Önfogyasztás	Elérhető kapacitás a beépített kapacitás százalékában
Gáz- és olajtüzelésű erőmű	90,0%	5,0%	85,5%
Szénerőmű	85,0%	13,0%	69,6%
Atomerőmű	95,0%	6,0%	84,6%
CCGT	90,0%	5,0%	85,5%
Szélerőmű	20,0%	0,0%	20,0%
Biomassza, biogáz erőmű	85,0%	13,0%	69,6%

Forrás: REKK becslés, MAVIR, MEH

A vízerőműveknél az éves kihasználtság szintjét vettük alapul, ami átlagosan 15-35% körül mozog. Érdekes azonban megnézni azt is, hogy a vízerőművek éves kihasználtsága miként oszlik meg az egyes országok között. Az utolsó hat elérhető év (2003-2008) adatait felhasználva készítettük el a 12. ábrát, amelyen a legalacsonyabb, legmagasabb és az átlagos éves vízerőművi áramtermelés hazai átlagfogyasztáshoz viszonyított arányát tüntettük fel.

**12. ábra: A vízerőművek termelésének aránya a teljes hazai fogyasztásban magas, alacsony és átlagos vízerőművi kihasználtság mellett**

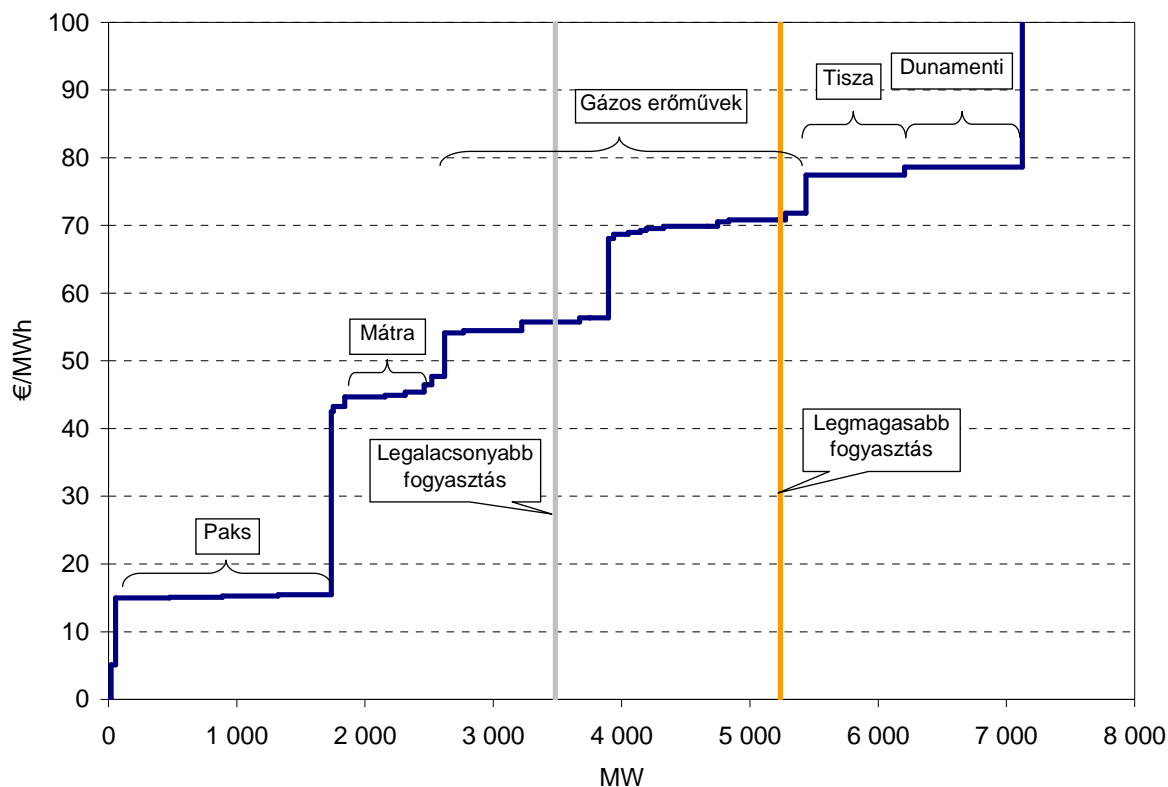


Forrás: UCTE, Balkan Energy

Az ábráról leolvasható, hogy a vízerőművek kihasználtsága az átlagos érték körül éves szinten jelentősen ingadozik. Továbbá az országok között is jelentős különbségek figyelhetők meg, feltehetően a vízjárásban és a teljes vízenergia-potenciál beépítettségében keresendő eltérések miatt. A modellezés során mind az alapesetben, mind az optimista és pesszimista szcenárióban az átlagos kihasználtsággal számolunk, ugyanakkor az alapeset kapcsán készítünk egy érzékenységvizsgálatot a vízerőmű kihasználtságra.

A technológiai becslés eredményeképpen kapott határkölség-görbéket, amelyeket a fent leírt módszerrel határoztunk meg, országos szinten aggregáltuk. Ezt mutatja a következő ábra.

**13. ábra: A magyarországi aggregált határköltség-görbe és a legmagasabb, illetve a legalacsonyabb fogyasztású időszak 2009-ben**

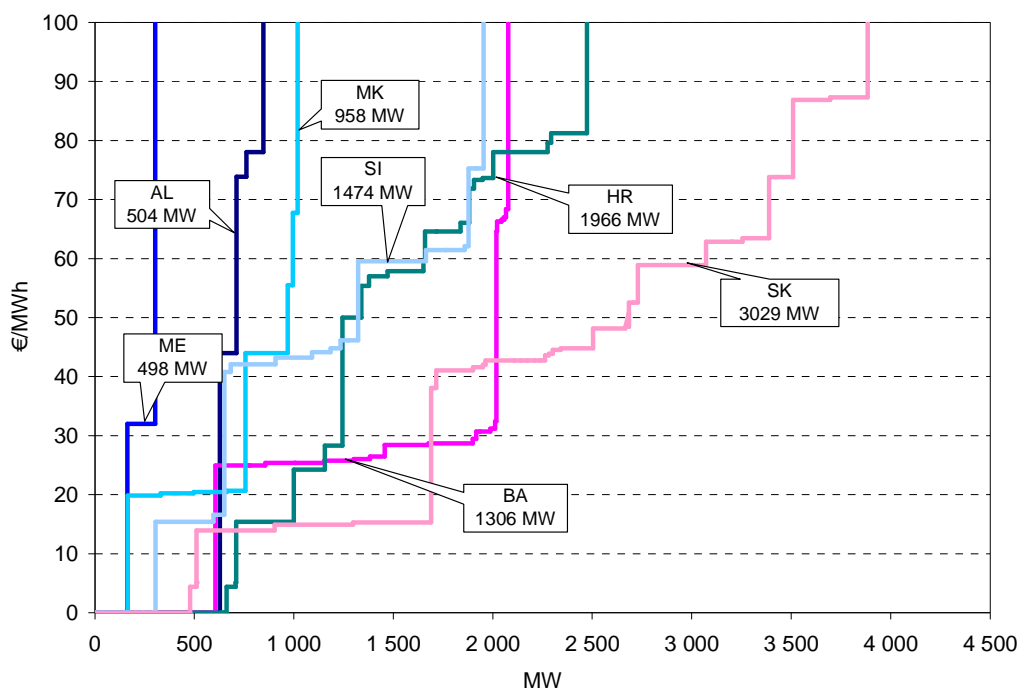


Forrás: REKK számítás

A fenti ábra mutatja a magyarországi aggregált határköltség-görbét. Látható, hogy a legalacsonyabb költségen a vízerőművek és szélerőművek után a Paksi Atomerőmű képes termelni. Ezt követi a Mátrai Erőmű, majd a gáztüzelésű blokkok, végül a legdrágábban a Tisza II. és a Dunamenti Erőmű tud termelni. A fenti ábrán feltüntettük a korábban leírt módszerrel meghatározott legalacsonyabb és legmagasabb referenciafogyasztási pontot is.

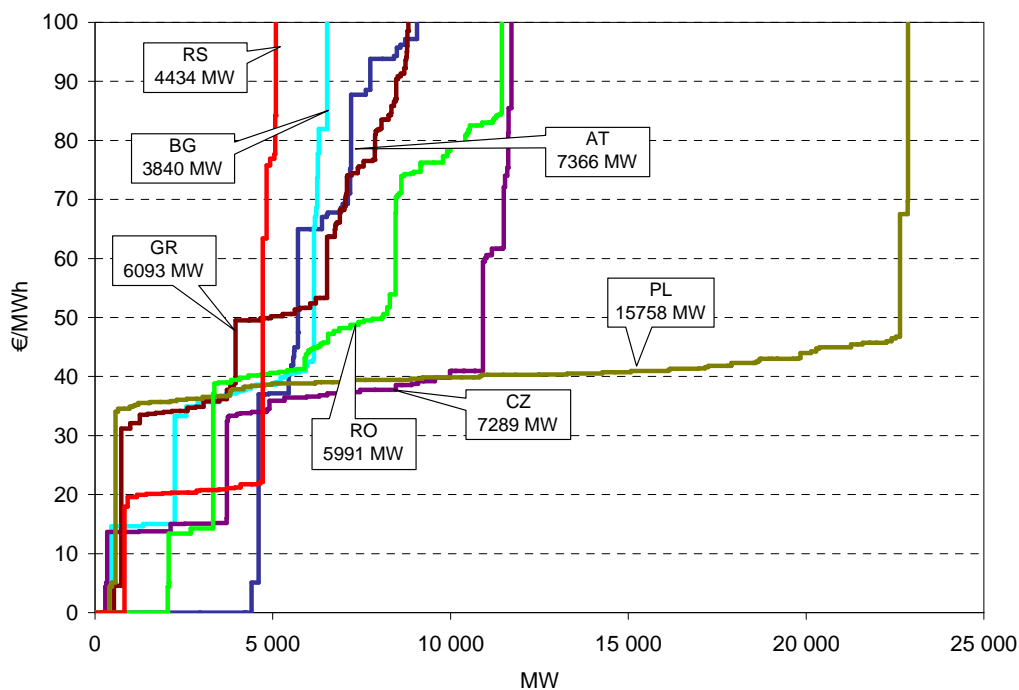
A következő két ábra mutatja az országos szintű aggregált határköltség-görbéket, amelyeken feltüntettük az egyes országokra jellemző átlagos fogyasztási értékeket is.

**14. ábra: Aggregált határkötség-görbék 4 GW-nál kisebb elérhető kapacitással rendelkező országokra 2009-ben**



Forrás: REKK számítás

**15. ábra: Aggregált határkötség-görbék 4 GW-nál nagyobb elérhető kapacitással rendelkező országokra 2009-ben**



Forrás: REKK számítás

Az igénybe vehető termelési kapacitásokat és azok költségeit bemutató ábrán az egyes országokban tapasztalt átlagos fogyasztást is feltüntettük. Ebben az értelemben az ábráról az egyes országok áramszektorainak „nemzetközi versenyképességét” is leolvashatjuk, természetesen csak az átlagos fogyasztási óra mellett. Minél alacsonyabban metszi a kínálati görbét a megadott fogyasztás nagysága, és minél laposabban folytatódik ettől jobbra a kínálati görbe, annál több olcsó exportot képesek az adott ország erőművei a regionális piac számára biztosítani.

A modellezés során figyelembe kell venni az új és a bezáró létesítményeket is. Mivel a jövőbeli beruházások tényleges megvalósulása nagyon bizonytalan, ezért két scenáriót készítettünk, az un 'bővített' változat a PLATTS 2009. októberi adatbázisában található összes beruházást tartalmazza, beleértve a még csak tervezés alatt lévő erőműveket is, a 'szűk' scenárió esetében pedig nem vettük figyelembe azokat az erőművi beruházásokat, amelyek még nincsenek jóváhagyva. A két scenárió esetében blokk szinten évente határoztuk meg az új belépő kapacitásokat és a bezáró létesítményeket, amelyeket az 5. táblázatban összegyzünk.

### 5. táblázat: A jelenlegi elérhető kapacitások és a bezáró és új erőművi blokkok elérhető kapacitásai országszinten 2009-2020 között (MW) a bővített és a szűk scenárió szerint

	Jelenlegi kapacitás	BŐVÍTETT								Kapacitás 2020-ban
		Új kapacitás				Bezáró kapacitás				
		Szén	Földgáz	Nukleáris	Egyéb	Szén	Földgáz	Nukleáris	Egyéb	
AL	847	148	0	0	270	0	0	0	0	1 265
AT	8 859	386	0	0	574	0	139	0	0	9 680
BA	1 914	1 320	428	0	307	525	0	0	0	3 444
BG	6 883	1 568	1 179	1 786	173	1 057	0	0	0	10 532
CZ	11 804	2 414	2 113	393	135	1 358	0	0	0	15 502
GR	8 769	318	2 527	0	93	314	363	0	61	10 968
HR	2 479	370	149	0	930	89	183	0	765	2 890
HU	7 662	671	4 054	0	218	472	1 861	0	0	10 272
ME	489	166	0	0	100	0	0	0	0	755
MK	1 298	0	26	0	177	592	0	0	0	909
PL	23 608	10 144	4 925	0	189	6 409	0	0	0	32 457
RO	11 762	1 634	309	1 250	1 142	3 084	727	0	1 002	11 285
RS	5 391	3 314	1 890	0	440	1 281	0	0	0	9 755
SI	1 778	1 489	316	2 053	118	271	0	0	0	5 483
SK	3 758	555	1 269	841	20	0	0	0	0	6 443
Összesen	97 299	24 499	19 184	6 324	4 886	15 453	3 272	0	1 828	131 639

	Jelenlegi kapacitás	SZŰK								Kapacitás 2020-ban
		Új kapacitás				Bezáró kapacitás				
		Szén	Földgáz	Nukleáris	Egyéb	Szén	Földgáz	Nukleáris	Egyéb	
AL	847	148	0	0	121	0	0	0	0	1 116
AT	8 859	386	0	0	574	0	139	0	0	9 680
BA	1 892	203	0	0	45	525	0	0	0	1 616
BG	6 883	578	43	1 786	74	1 057	0	0	0	8 306
CZ	11 804	1 427	50	393	79	1 358	0	0	0	12 395
GR	8 769	0	1 433	0	89	314	363	0	61	9 552
HR	2 479	0	149	0	815	89	183	0	765	2 406
HU	7 662	671	3 370	0	121	472	1 861	0	0	9 491
ME	489	0	0	0	59	0	0	0	0	547
MK	1 298	0	26	0	177	592	0	0	0	909
PL	23 608	4 650	3 813	0	133	6 409	0	0	0	25 796
RO	11 745	451	-870	0	1 142	3 084	727	0	1 002	7 657
RS	5 303	0	0	0	67	1 281	0	0	0	4 088
SI	1 429	0	316	89	8	271	0	0	0	1 571
SK	3 273	0	111	786	20	0	0	0	0	4 191
Összesen	94 520	8 514	8 441	3 054	3 525	15 453	3 272	0	1 828	97 501

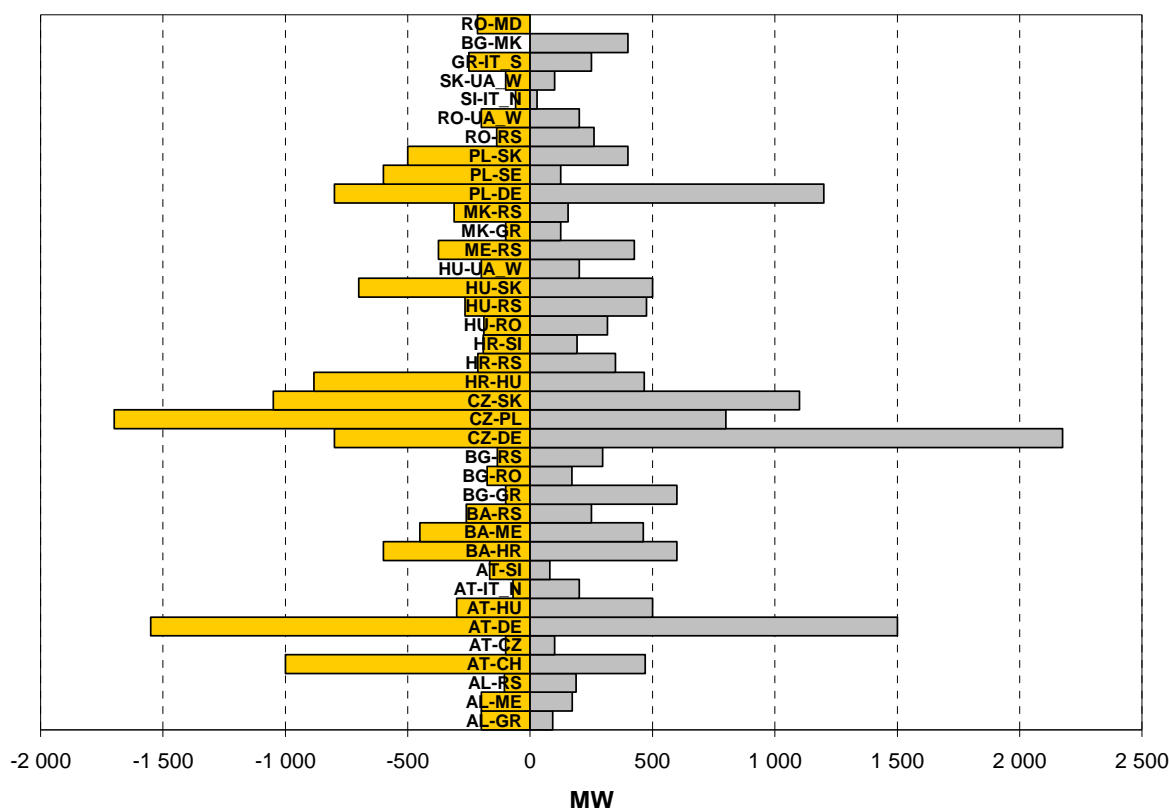
Forrás: PLATTS, REKK gyűjtés



## 1.2.4. Határkeresztező kapacitások

A nemzetközi kereskedelem korlátait képező határkeresztező kapacitások nagyságát a 16. ábra foglalja össze. Látható, hogy egy adott metszéken többnyire mindkét irányban egyforma nagyságú kereskedelem folyhat, de a hálózati jellegzetességek miatt olykor eltérések is adódhatnak, továbbá a modellezés során használt értékek évszakonként különbözhetnek. Az alábbi ábrán a nyári napokon érvényes átviteli kapacitások mennyiségét mutatjuk be minden határra külön-külön.

**16. ábra: Határkeresztező kapacitások nagysága egy nyári napon**



Forrás: ETSO, REKK becslés

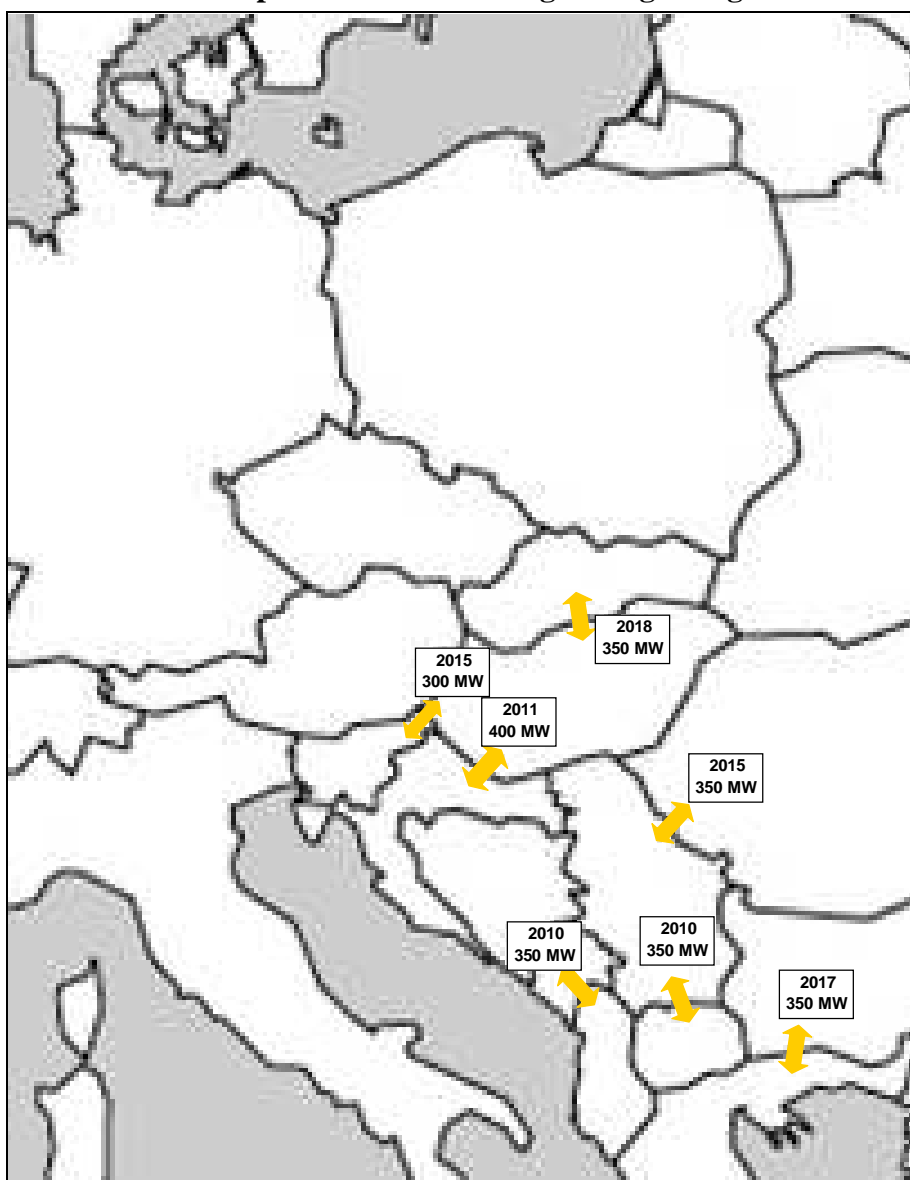
Igénybe vehető határkeresztező kapacitásként az ún. Net Transfer Capacity (nettó átviteli kapacitás – NTC) értékeket használtuk, amelyeket az egyes rendszerirányítók közölnek a hozzájuk tartozó metszésekre. Az NTC a jelenlegi rendszerben két részből tevődik össze: a már kiosztott kapacitásból (Already Allocated Capacity – AAC) és az elérhető átviteli kapacitásból (Available Transfer Capacity – ATC). Az első fogalom általában a hosszú távú export- vagy importszerződésekben lekötött villamos energia szállításához szükséges, korábbi monopolista vállalat által (többnyire) ingyenesen használt határkeresztező kapacitást takarja, míg az ATC a szabad-kereskedelemben aukción értékesíthető kapacitás nagysága.

Mivel jelenleg egy 100 százaléig liberalizált, versenyző piacot modellezünk, ezért feltételezzük, hogy – az európai uniós szabályozással összhangban – megszűnik az inkumbens vállalat kivételezett helyzete a határokon és a teljes NTC aukción kiosztható kapacitássá válik.

Magáról az árverésről egyébként csak annyit feltételezünk, hogy egymással (profitért) versengő kereskedők vesznek részt rajta, akik hajlandóak gyakorlatilag egészen addig elmenni a licitálásban, ameddig el nem érik a két ország közötti várható árkülönbség mértékét. Ily módon a határkeresztező kapacitás hatékonyan kerül elosztásra.

A már meglévő határkeresztező kapacitások mellett fontos megvizsgálni, hogy várhatóan milyen új kapacitások épülnek meg a vizsgált országok között. Ezt mutatja az alábbi ábra.

**17. ábra: Határkeresztező kapacitásbővítés 2020-ig a vizsgált régióban**



Forrás: UCTE, MAVIR, REKK becslés



### 1.2.5. Környező piacok árszintje

Korábban szóltunk arról, hogy bár explicit módon modellezzük a KDKE régió 15 országának keresleti és kínálati oldalát, ugyanakkor figyelembe kell venni a régió határain történő kereskedést is. Ez a modellben úgy történik, hogy külső feltevésként kezeljük a régióval szomszédos országokban tapasztalható árakat.

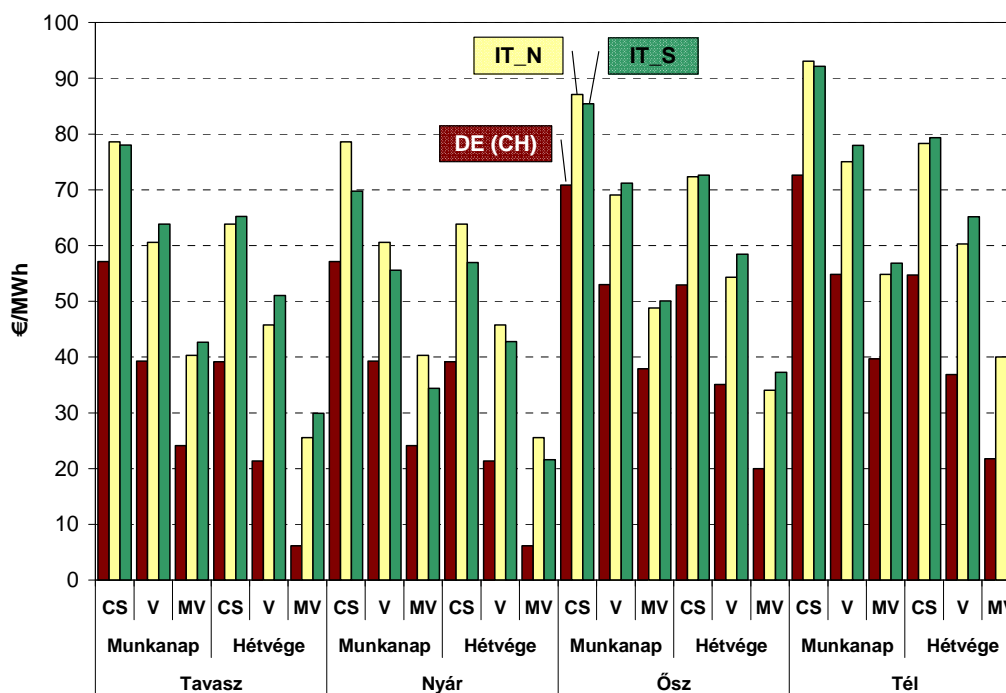
A régió határát nyugaton a svéd-német-svájci-olasz határon húztuk meg, míg a keleti oldalon az ukrán-moldáv határ mentén. A legfontosabb országok ezek közül Németország és Olaszország, mivel ezek elég erős hálózati kapcsolatban vannak a modellezett régió országaival.

Németország és Ausztria között nincs szűkület a határon, míg a német-cseh határon viszonylag jelentős a határkeresztező kapacitás nagysága. Svájc egy árzónának tekinthető a németével, és ezáltal az osztrák piaccal is, ahogyan azt a német áramtőzsde, az EEX is mutatja, mivel mindkét országban teljesen hasonló árak alakulnak ki.

Ezzel szemben Olaszország egyértelműen drágább országnak tekinthető, mint a német-osztrák-svájci, ráadásul jelentős szűkületek vannak az országon belül is. Ezt mutatja az olasz áramtőzsdén, a GME-en kialakuló villamos energia ára is. Észak-Olaszország közepesen erős kapacitással rendelkezik Szlovénia és Ausztria felé, míg Dél-Olaszország Görögországgal van összekötve egy tenger alatti vezetéken keresztül.

A külső árak meghatározását lineáris regressziós modell segítségével becsültük, ahol a függő változó az egyes országok tőzsdéin kialakuló másnapi áram ára, míg a magyarázó változók az olaj ára, a szén-dioxid kvóta ára, illetve a keresletet meghatározó tényezők (évszak; munkanap-munkaszüneti nap; csúcs-völgy-mélyvölgy időszak). Így határoztuk meg a német, svájci és a két olasz árat, amelyeket a 18. ábra mutat.

**18. ábra: A német-svájci [DE(CH)], az észak-olasz (IT\_N) és a dél-olasz (IT\_S) átlagos áramárak 2009-ben**

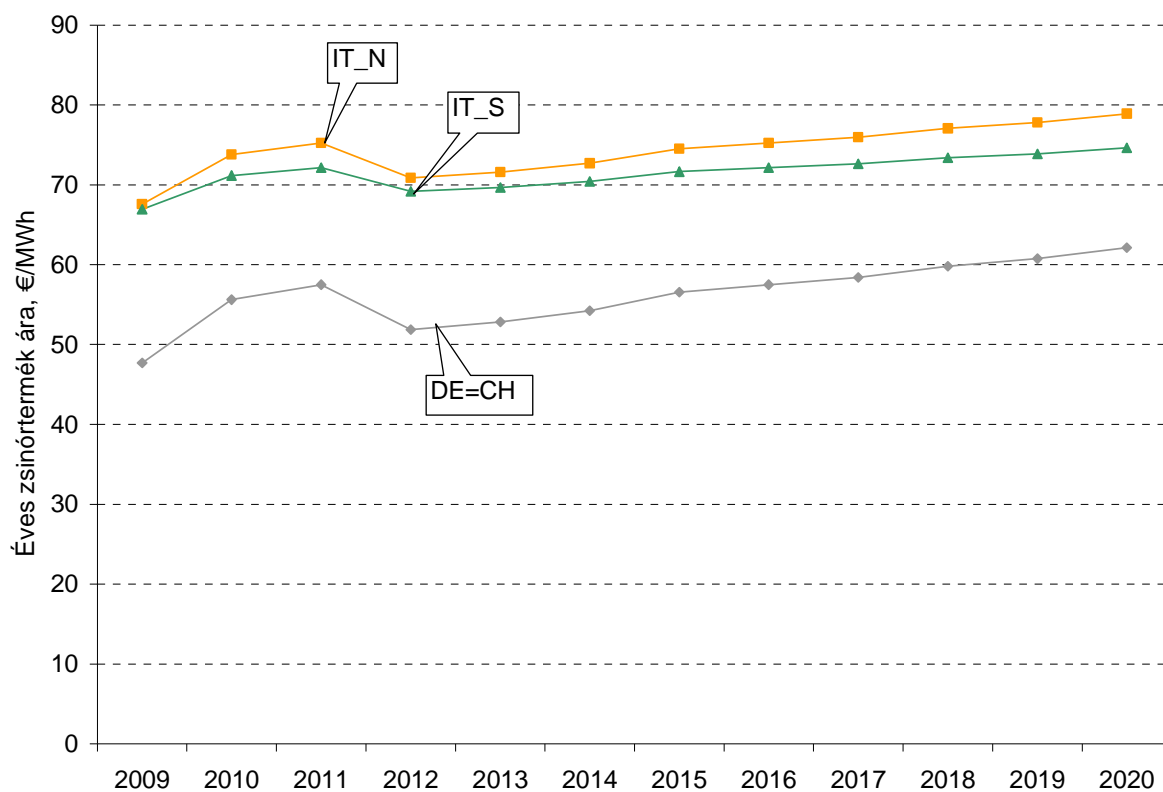


Forrás: EEX, EIA, GME

A többi ország esetében – svéd, moldáv és ukrán – az árakat minden keresleti időszakban nullának vettük, feltételezve azt, hogy ezen országok a teljes határkeresztesző kapacitásuk erejéig exportálnak a modellezett régió országai felé, amelyet a múltbeli adatok is alátámasztanak.

A 2009-es árak mellett fontos meghatározni azt, hogyan alakulnak a külső árak 2020-ig. A következő ábra mutatja a 2009-2020 közötti éves zsinór áram árát a környező országokra vonatkozóan, alacsony olajár esetén.

**19. ábra: Az éves zsinórtermék ára Észak-Olaszországban, Dél Olaszországban, Németországban és Svájcban 2009-2020 között, alacsony olajár esetén**

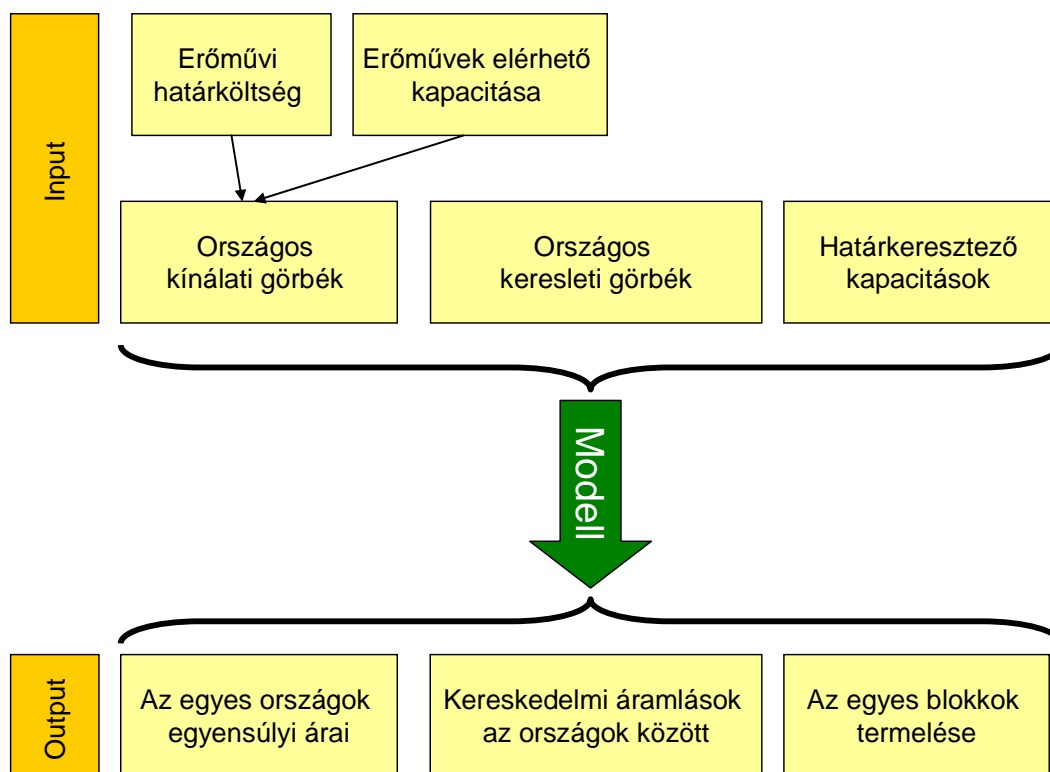


Forrás: EEX, EIA, GME

## 1.2.6. A modell működésének összefoglalása

A 20. ábra mutatja a modell működését.

20. ábra: A modell működése



Az erőművi határköltségek és elérhető kapacitásuk meghatározása révén minden egyes országra felállíthatjuk az országos kínálati görbét. Ezt kiegészítve a határkeresztező kapacitásokkal és az egyes országokra jellemző keresleti görbékkel kapjuk meg az eredményt. A modellszámítás révén megkapjuk az egyes országok egyensúlyi árait, a kereskedelmi áramlásokat az országok között, illetve az egyes erőművi blokkok termelését is.

## 1.3. A modellezés eredménye

Modellezési eredményeinket több lépcsőben mutatjuk be. Elsőként megvizsgáljuk, milyen szabadpiaci zsinórák kialakulására számíthatnánk abban az esetben, ha semmiféle nemzetközi kereskedelmet nem engedélyoznánk és minden országnak saját magát kellene villamos energiával ellátnia csúcsidőszakban. Az egyéb, keresletre és kínálatra vonatkozó feltevéseink megegyeznek az eddigiekben részletezettekkel.

Az export-import lehetőségek nélküli modellezés – bár nem realiztikus – rendkívül érdekes tanulságokkal szolgálhat. Az így kialakuló árak alapján már meg tudunk bizonyos állításokat fogalmazni az egyes országok belső ellátottságáról, illetve fogalmat alkothatunk a nemzetközi

kereskedelemben várhatóan betöltött szerepükről: magas relatív piaci árral rendelkező országok tipikusan nettó importőrök lesznek, míg a relatíve alacsony árúak exportálni fognak.

Második lépésben lehetővé tesszük a nemzetközi kereskedést a megadott NTC értékek erejéig. Az innen származó eredményeink képezik a modellezésből levonható tanulságaink magját. Ez ugyanis az az alapeset, amit a leginkább hihetőnek tartunk és amely véleményünk szerint a legréalisztikusabban írja le a régióbeli fejleményeket (természetesen csak olyan mértékben, amilyen mértékben egy hatékony versenyi alkalmazó modell realisztikus lehet).

Ugyanakkor fontos megvizsgálni azt is, hogy eredményeink mennyiben függenek feltevéseink helyességétől – szaknyelven: mennyire robusztusak, illetve érzékenyek a különböző bemenő paraméterek változásaira. Végző soron így kaphatunk teljes képet a modellezésünkből levonható következtetésekről. Harmadik lépésben ezért az alapesethez képest még elkészítünk egy 'optimista' és egy 'pesszimista' szcenáriót is.

### **1.3.1. Önellátó piaci egyensúly**

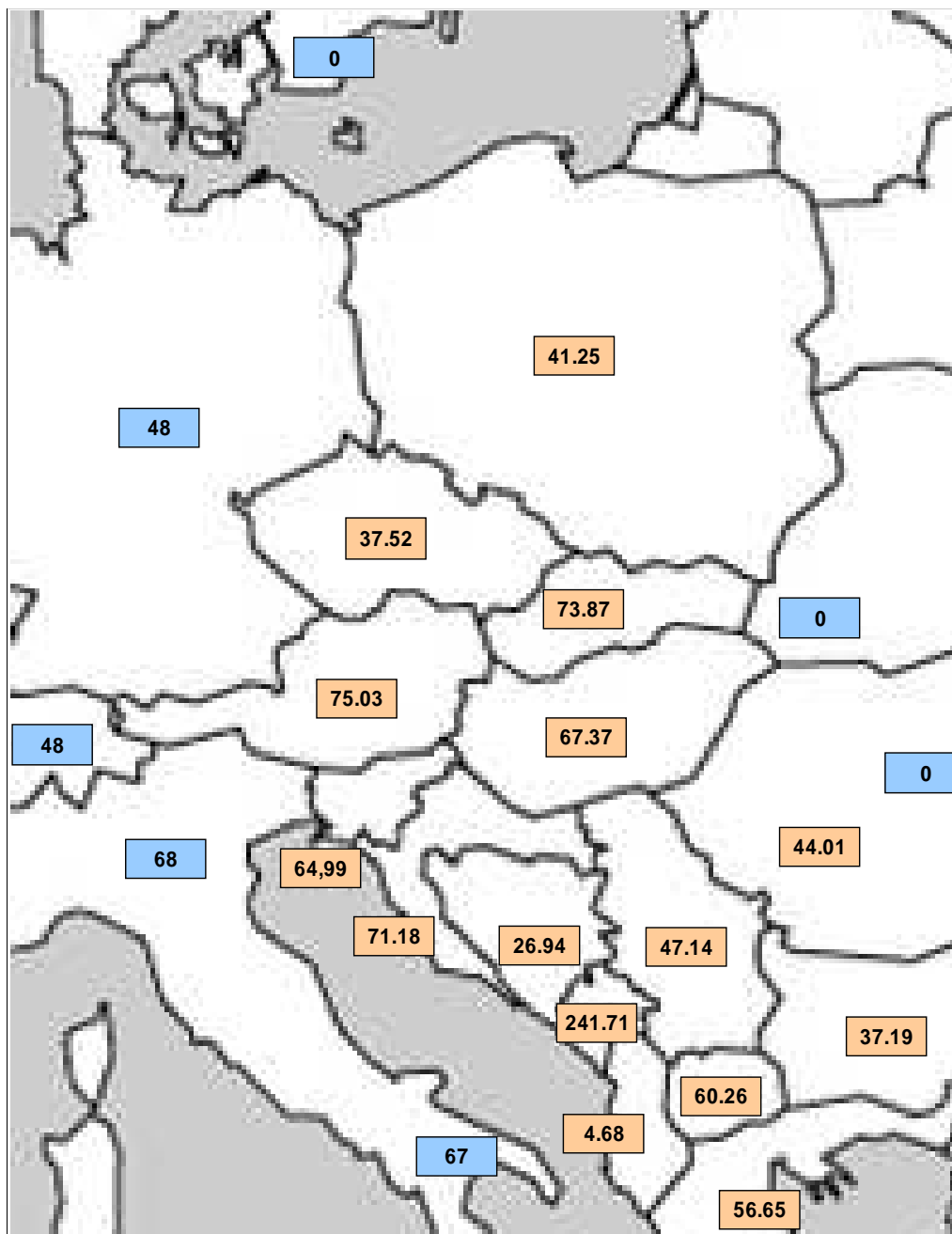
A 21. ábra foglalja össze az önellátás melletti modelleredményeket az alapszcenárió esetében. A térképen szereplő országok területéhez rajzolt téglalapok az adott országban érvényes 2009-es egyensúlyi éves zsinórárakat mutatják. Mivel ebben az esetben semmilyen árkiegyenlítő hatású áramkereskedelem nem folyhat az országok között, ezért várható is, hogy az egyes országokban különböző egyensúlyi árak alakulnak ki.

A kék háttérű téglalapok az általunk megadott szomszédos piaci árakat tartalmazzák, így ezek természetesen nem a modellezési eredmények, hanem a bemenő paraméterek közé tartoznak. A sárgás háttérrel jelölt 15 ország egyensúlyi ára viszont modellezési eredmény.

Látható, hogy az árak jelentősen szóródnak. A legalacsonyabb ár Albániában alakul ki, amely az olcsó vízenergiának köszönhető. Szintén ezen ok miatt Bosznia és Szerbia az alacsonyabb árú országok közé tartozik. Csehországban, Lengyelországban, Bulgáriában, Romániában a nagymértékű olcsó szén kapacitások miatt a kialakult ár 37-43 €/MWh között mozog, amely még érzékelhetően alacsonyabb, mint a német ár. Egyértelműen a legdrágább országok közé tartozik Magyarország, Szlovákia, Horvátország. Érdekes értéket tapasztalhatunk Montenegró esetében, ahol 240 €/MWh fölötti árral szembesülünk. Ez azt jelenti, hogy teljes mértékben kihasználásra került az a termelési kapacitás, amelyet megadtunk. Itt az egyensúlyt a kereslet igazodása biztosítja: magasabb árak mellett egyre csökken a fogyasztás, amely végül a kínálat szintjéig esik vissza.



21. ábra: Önellátó termelés melletti egyensúlyi árak (€/MWh)



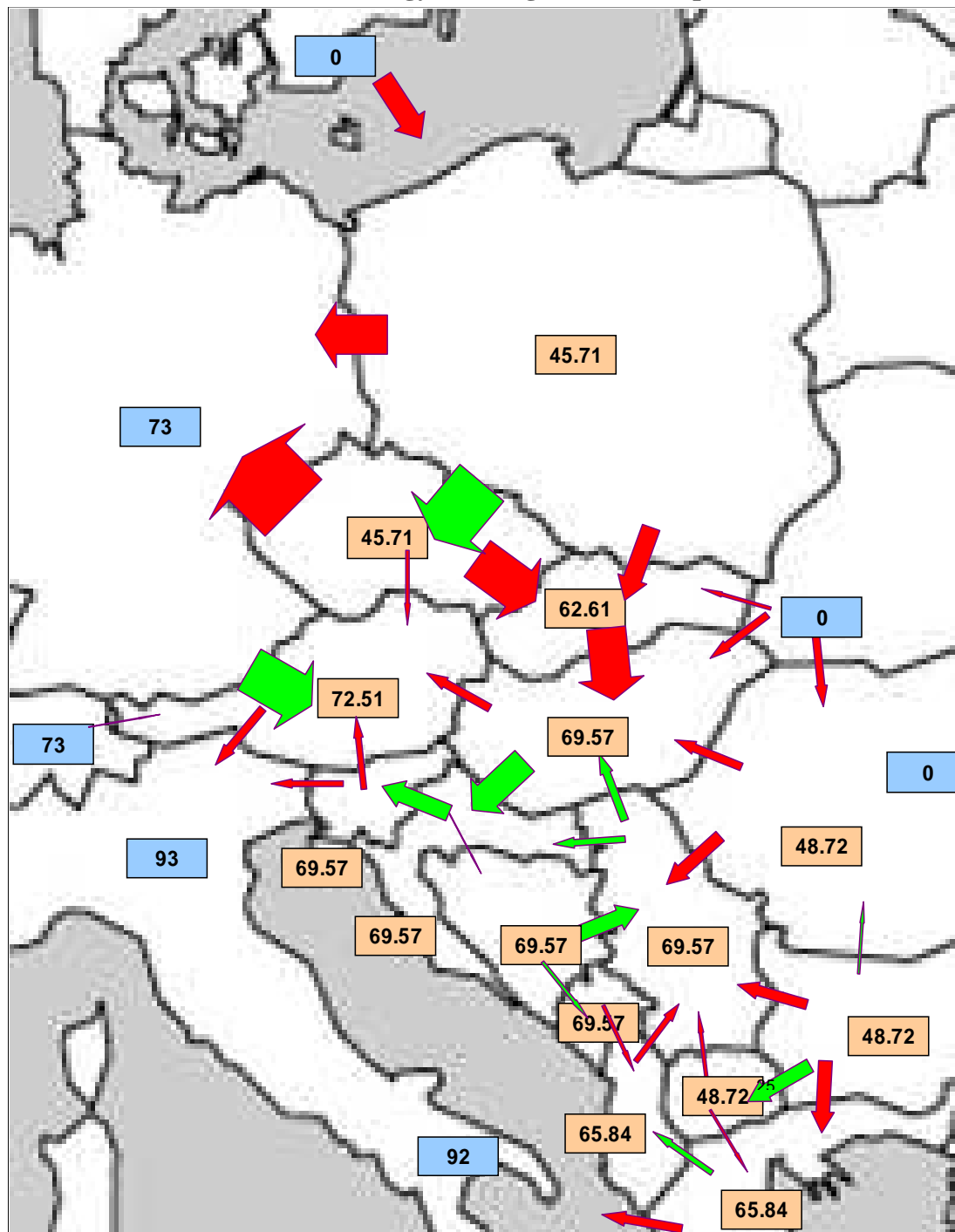
*Forrás: REKK modellfuttatási eredmény*

### 1.3.2. Modellezési alaperedmények

A hipotetikus önellátó forgatókönyv vizsgálata után lépünk tovább a modellezés második lépcsőfokára, és elemezzük ki a nemzetközi áramkereskedelem mellett kialakuló éves zsinórárat az alapszcenárióban. Mielőtt azonban ezt bemutatnánk, vizsgáljuk meg, hogy az egyik általunk definiált referencia időszakban – 2009-ben egy téli munkanapon

csúcsideszakban –, milyen árak alakulnak ki és milyen kereskedelmi áramlásokat tapasztalhatunk a határokon. Ezt mutatja a 22. ábra.

**22. ábra: 2009-es téli csúcsidezési munkanapon a kialakult egyensúlyi árak (€/MWh), és a kereskedelmi áramlások az egyes országok között alapszcenário esetén**



Forrás: REKK modellfuttatás eredményei

Az ábrán a nyilak a kereskedelmi export-import áramlások irányát és nagyságát jelölik. (A nyilak vastagsága arányos a metszéken kereskedett villamos energia mennyiségével.)<sup>1</sup> A színek a telítettséget jelölik: a pirossal jelzett határokon a maximális elérhető átviteli kapacitás kihasználásra került, míg a zöldeken lehetne még kereskedni.

A korábbi gondolatmenetünkéből fakadóan ez azt is jelenti, hogy a közvetlenül vagy közvetetten zöld nyilakkal összekötött országok szükségképpen azonos árszinten vannak (egy árzónát képeznek), míg a piros nyilak különböző árzónák határán fordulnak elő.<sup>2</sup>

Vizsgáljuk meg, hogy milyen árak alakulnak ki ebben az esetben. Lengyelország és Csehország azonos régiót alkot, és jelentős mennyiségű áramot exportálnak Németország és Szlovákia felé. Ennek köszönhetően a szlovák árak jelentősen a magyar árak alatt alakulnak.

A román, bolgár és macedón piac is olcsó árúnak tekinthető, így ezen országok a határkeresztező kapacitás mértékéig exportálnak villamos energiát szomszédjaik felé. Ezen országokon kívül az összes balkáni ország és Magyarország szinte egy árrégióknak tekinthető, amely lényegesen drágább, mint a környező országok, leszámítva a nyugati országokat (Németország, Olaszország, Ausztria és Svájc).

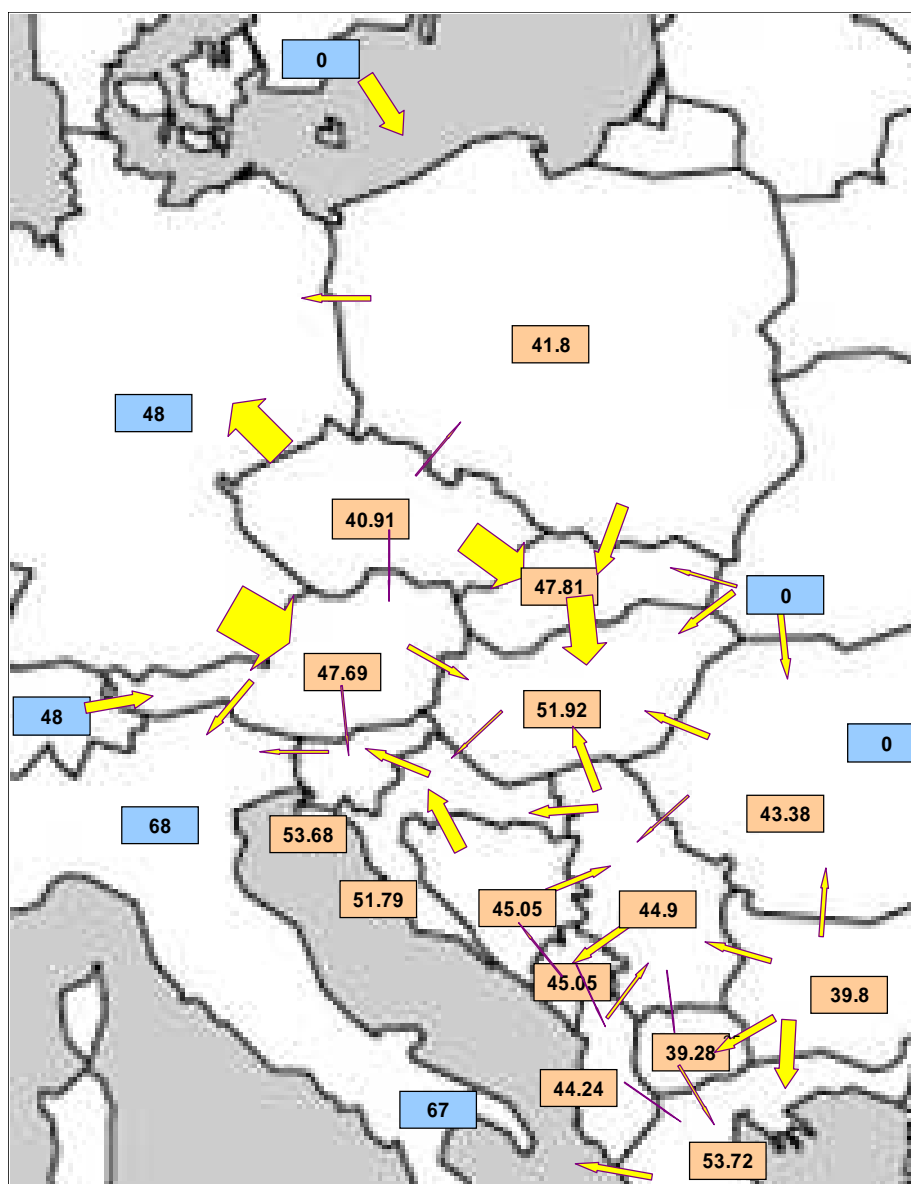
---

<sup>1</sup> Természetesen kereskedelmi mennyiségekről, és nem fizikai áramlásokról van szó.

<sup>2</sup> Az azonos árzónán belüli kereskedelem számos konfigurációban előfordulhat, melyek mind ugyanahhoz a zónához és országonkénti nettó export-import pozícióhoz vezetnek. A bemutatott ábrákon éppen ezért mindig csak egy ilyen konfigurációt adunk meg.

Ugyanakkor az elemzés során nem csak egyetlen keresleti időpontot kell vizsgálnunk, hanem az éves zsinóráram árát. Ennek érdekében mind a 24 keresleti időpontra lefuttatjuk a modellt, amely kiszámolja a kialakuló egyensúlyi árakat. Ezen referencia időpontok megfelelő súlyozásával – amit már korábban bemutattunk –, megkapjuk a kialakuló éves zsinórárakat az egyes országokban, illetve az éves kereskedelmi áramlásokat az egyes országok között. Ezt mutatjuk be a 23. ábra.

**23. ábra: 2009-es zsinórárak (€/MWh), illetve az éves kereskedelmi áramlások alapszcenárió esetén**



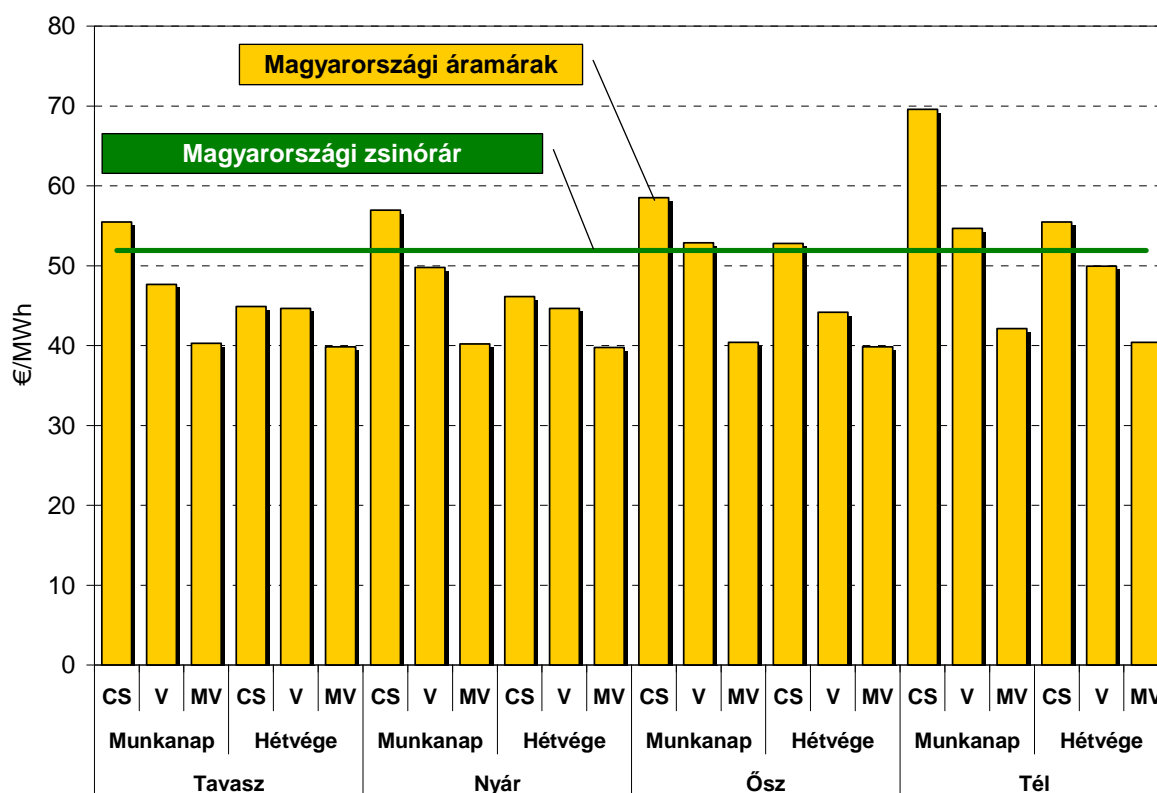
Forrás: REKK modellfuttatási eredmény

A fenti ábrán látható, hogy Magyarország tekinthető az egyik legdrágább országnak, a zsinórtermék ára meghaladja az 50 €/MWh-át, amely néhány euróval magasabb az osztrák-német-svájci áraknál. Így hazánk egyértelműen minden irányból nettó import pozícióban van,

ugyanakkor az előfordulhat, hogy egyes keresleti időpontokban exportáló országgá válunk egyes szomszédos országok felé. Éves szinten a legalacsonyabb árak a balkáni országok, illetve Csehország és Lengyelország esetében alakulnak ki.

Ezek után vizsgáljuk meg részletesen az egyes referenciafogyasztási időszakokban a magyar árakat, amelyet a következő ábra mutat.

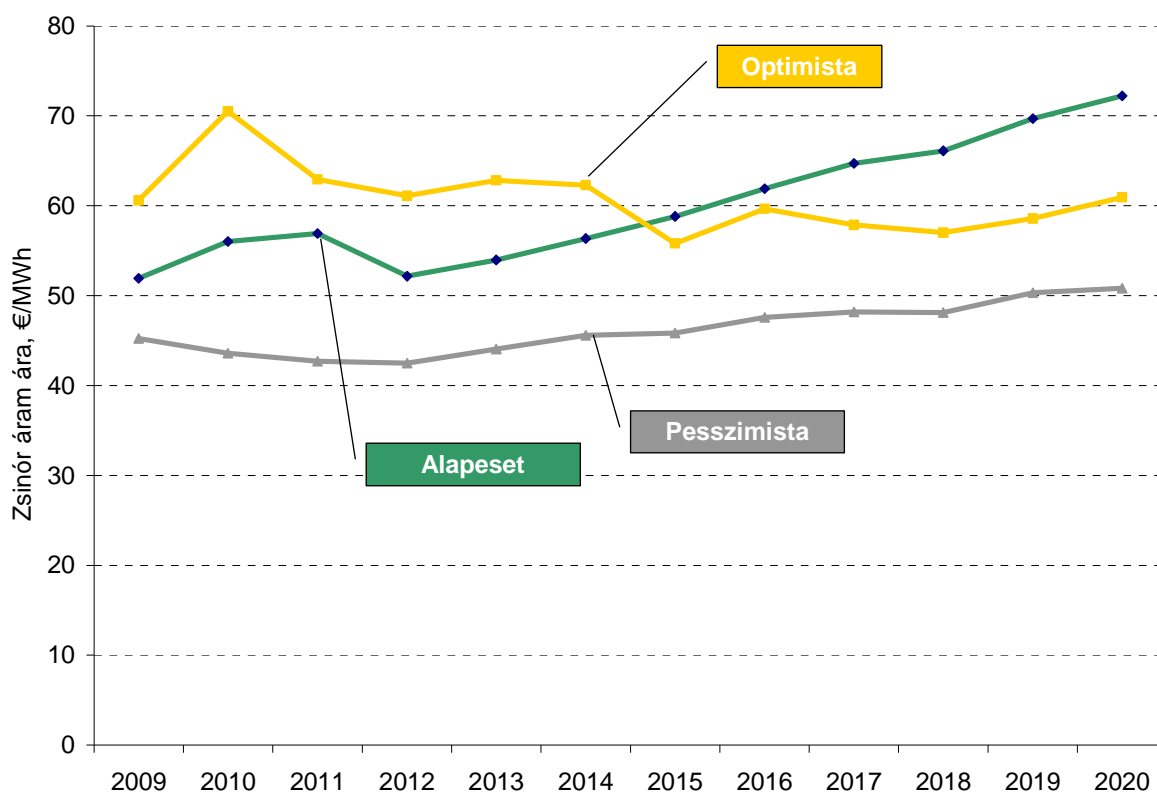
**24. ábra: Magyarországi egyensúlyi árak a 2009-es referenciafogyasztási időszakokban alapszcenárió esetén**



Forrás: REKK számítások és modellfuttatási eredmények

A 24. ábrán látható, hogy a magyar árak jellemzően 40-58 €/MWh között ingadoznak a különböző keresleti időszaktól függően (kivéve a kiugró téli hétköznapi csúcsárakat), míg az átlagos ár, azaz az éves zsinór áram ára 51,92 €/MWh-nak adódik 2009-ben. Ezek után vizsgáljuk meg, hogy a modell futtatása milyen zsinórárakat eredményez Magyarországra vonatkozóan 2020-ig a három különböző szcenárió esetén. Ezt mutatja a 25. ábra.

**25. ábra: A magyarországi zsinóráram ára 2009-2020 között, a három scenárió esetében**



Forrás: REKK számítások és modellfuttatási eredmények

Látható, hogy az általunk legrealisabbnak tartott alapszenárió esetében a magyarországi éves reál zsinórár a 2009-es 52 €/MWh-ás szintől 2020-ra felmegy 72 €/MWh-ra. A pesszimista scenárió, mely alacsony kereslettel és alacsony CO<sub>2</sub> kvótaárral számol szinte végig 50 €/MWh alatt marad. Az optimista scenárió viszont amagas kereslet és magas CO<sub>2</sub> árak miatt 60 €/MWh-ás 2009-es árról indul, ugyanakkor mivel ebben az esetben egy nagyobb beruházási kedvvel is számoltunk az alap és pesszimista scenárióhoz képest, mely ellensúlyozza a nagyobb keresletet, az optimista scenárió végül az alapszenárió alatt marad 2015 után.

A magyar árak mellett azonban fontos megvizsgálni a környező országok zsinóráram árait is a vizsgált időszakban, amelyet a következő táblázat mutat.

**6. táblázat: A modellezett országokban kialakuló éves zsinór áram ára 2009-2020 között alapszcenárió esetében, €/MWh**

€/MWh	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
AL	44,2	45,4	46,0	46,5	48,9	52,6	55,9	60,6	62,7	65,1	69,3	71,9
AT	47,7	55,6	57,5	51,9	52,8	54,2	56,6	57,6	58,6	60,3	61,3	62,9
BA	45,0	45,4	46,0	46,5	49,3	53,0	56,3	60,7	63,8	65,5	70,5	73,4
BG	39,8	38,3	38,3	38,4	40,7	41,9	35,2	35,4	36,0	36,0	36,2	36,2
CZ	40,9	41,4	41,4	39,8	40,3	40,5	40,7	43,2	43,8	44,8	50,6	52,5
GR	53,7	62,8	62,9	55,4	57,2	59,3	62,8	66,6	66,8	69,4	71,1	73,2
HR	51,8	55,8	56,9	52,2	54,0	56,4	58,8	61,9	64,7	66,1	70,5	73,4
HU	51,9	56,0	56,9	52,2	54,0	56,4	58,8	61,9	64,7	66,1	69,7	72,2
ME	45,0	45,4	46,0	46,5	49,3	53,0	56,3	60,7	63,8	65,5	70,5	73,4
MK	39,3	45,3	45,6	45,2	49,1	53,0	56,3	60,7	63,8	65,5	70,5	73,4
PL	41,8	41,8	41,7	40,4	41,0	41,1	41,3	43,8	44,3	45,4	51,1	52,8
RO	43,4	42,7	43,7	43,9	51,0	53,5	57,5	61,0	64,2	65,9	70,5	73,4
RS	44,9	45,3	45,9	46,5	49,3	53,0	56,3	60,7	63,8	65,5	70,5	73,4
SI	53,7	58,4	59,7	55,4	56,9	63,2	61,7	64,0	67,1	68,6	72,5	75,7
SK	47,8	49,0	49,4	48,2	41,2	41,2	41,5	43,9	44,3	46,2	51,7	53,3

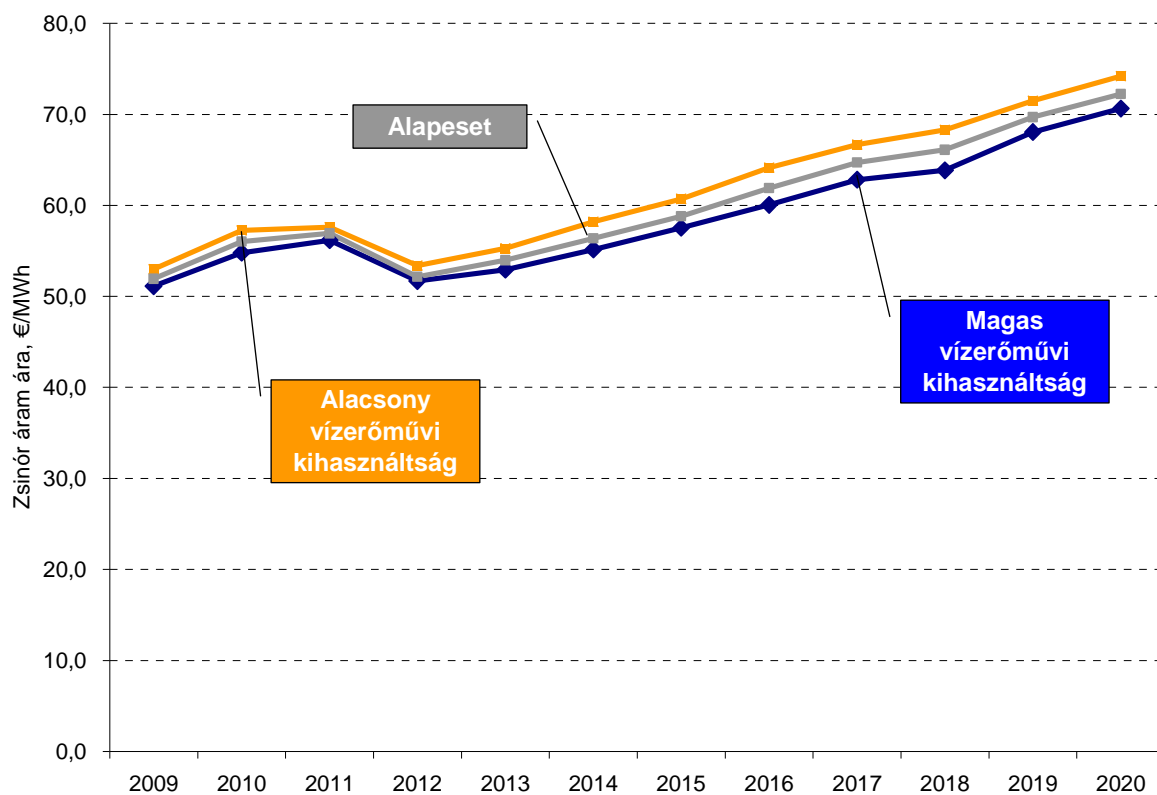
*Forrás: REKK számítások és modellfuttatási eredmények*

## 1.4. Parciális érzékenységvizsgálat

Annak érdekében, hogy az eredmények megbízhatóbbak legyenek, az optimista és a pesszimista szcenárión kívül még az alapszcenárióra elvégeztünk egy parciális érzékenységvizsgálatot a vízerőművi kihasználtságra. Az érzékenységvizsgálat során megvizsgáltunk az alapszcenárióbeli elmúlt hat éves átlagnak megfelelő vízkihasználtsági érték mellett két szélsőséges esetet, amikor mindegyik országban az elmúlt hat év maximális és minimális vízerőművi kihasználtságát vettük alapul.

Az így meghatározott forgatókönyvek esetén a következő éves zsinóráratokat kapjuk.

**26. ábra: A magyarországi zsinóráram ára 2009-2020 között, különböző vízkiszárlási forgatókönyvek esetén**



Forrás: REKK számítások és modellfuttatási eredmények

A fenti ábrából látható, hogy a vízerőművi kihasználtságnak kis szerepe van a zsinóráram alakulásában. Magas és alacsony kihasználtság esetében a különbség 1,5 és 4 €/MWh között mozog a vizsgált években.



## 2. Energiafelhasználás előrejelzése

Feladatmeghatározás:

A másik feladatunk **hazai végső energiafelhasználás** (közlekedési célú energiafelhasználás nélküli) éves prognózisának **elkészítése** változtatható paraméterű modell alkalmazásával **2020-ig** bezárólag. Valamint a **fűtés és hűtés, illetve villamosenergia-szektorra vonatkozó éves felhasználásbecslés készítése**. Az előrejelzést az alábbi lépésekben végeztük el.

Elvégzett munkafázisok:

- Jogszabályok alapján fogalmak tisztázása, a feladat pontosítása. A következő jogszabályokat tekintettük át:
  - Az Európai Parlament és a Tanács **2009/28/EK Irányelve** (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről
  - **2009/548/EK A Bizottság Határozata** (2009. június 30.) a 2009/28/EK európai parlament és tanácsi irányelv szerinti, megújuló energiaforrásokra vonatkozó nemzeti cselekvési tervek formanyomtatványáról
  - Az Európai Parlament és a Tanács **1099/2008/EK Rendelete** (2008. október 22.) az energiastatisztikáról
- Javasolt változtatható paraméterek:
  - Olajár két scenárió
  - Energiahatékonyság: a 2009/548/EK bizottsági határozat szerint referencia forgatókönyv felállítása + a tényleges megtakarítási adatok alapján két tájékoztató jellegű scenárió készítése

Első lépés a várható teljes energiafogyasztás becslése Magyarországon. A teljes energiafogyasztást az Energiaközpont Kht adatai alapján becsüljük. A Kht PJ-ban közli az adatokat. Az EU által elvárt előrejelzés mértékegysége ugyanakkor kőolaj tonna egyenértékes (továbbiakban ktoe), ezért a becsléseket mindkét mértékegységben megadjuk.

A használt átváltási kulcsok:

1 kWh=3,6 MJ

1 PJ= 23,88 ktoe

A teljes hazai energiafelhasználást először együtt becsültük.

Az előrejelzés technikája általában a következő. Regressziós becslést adunk a teljes felhasználásra, majd ezek részeire. (A magyarázó változók nem feltétlenül ugyanazok.)

Megvizsgáljuk, a kétfajta előrejelzés (a felülről és alulról építkező – top-down és bottom-up) mennyire ad hasonló eredményt. Miután az EU kifejezetten ágazati előrejelzéseket kér, mi is a felhasználás és nem a termelés, illetve energiaforrások felől közelítünk, bár a teljes energiafelhasználás becslésére ez utóbbi is egy járható út lenne. Amennyiben nagy a különbség, javítunk előrejelzéseinken. A kisebb hibákat a végén elsimítjuk, szétosztjuk a részek között.

#### **A részek és az egész közötti összefüggést a 2007-es adatokon illusztráljuk:**

- ◆ 2007-ben az Energiaközpont Kht szerint Magyarország összes energiafelhasználása 1125,4 PJ
  - A villamosenergia felhasználás az EU definíciója szerint (MVM-MAVIR) 43,87 TWh, ami átváltva 157,9 PJ
  - A közlekedés energiafelhasználása (Energiaközpont Kht) 187,4 PJ
  - A harmadik kategória becslése egy összetett, rendkívül aprólékos feladat. Bár az EU direktíva ezt fűtő- és hűtőenergiafogyasztásnak nevezi, de definíció szerint ez minden más energiafelhasználás. (lásd melléklet) Ebben a kategóriában tehát egyrészt becsljük az eladott hőt, azaz a távhőt, amiben benne van a kapcsolatosan termelt kiserőművek által értékesített hőenergia is, valamint becsljük a többi ágazat energiafelhasználását is. Ágazatonként becsljük az összes energiafelhasználást a villamos energia felhasználását levonva. (És természetesen kihagynánk a közlekedést is, ha lenne ilyen ágazat.)
    - Az összes távhő Kht és MEH szerinti adata már eltér némileg egymástól, az egyik 57, a másik 55 PJ. Az eltérés nem jelentős, ilyenkor a kettő átlagát használjuk, azaz 56 PJ-t.
    - Következik a többi ágazat becslése: Az egyéb ebbe a kategóriába tartozó felhasználást ágazatonként számoltuk, a villamosenergia-fogyasztást mindig levonva a többi energiafelhasználásból. Ez az egyik legjelentősebb tétel. De ennek más az ágazati osztályozása, mint az EU szerint kért, ez a TEÁOR-hoz igazodik. Ezek értéke összesen 967,5 PJ

**7. táblázat: ágazati energiafelhasználás 2007, PJ**

Ágazat	Összes energiafelhasználás	Villamosenergia felhasználás	Különbség
Élelmiszer, ital, dohány gyártása	33,5	4,3	29,2
Textília, textiláru gyártása	4,4	0,4	4,0
Bőr, bőrtermék, lábbeli gyártása	0,3	0,0	0,3
Fafeldolgozás	3,5	0,6	2,9
Papírgyártás, kiadói, nyomdai tevék.	11,0	1,7	9,3
Kokszgyártás, kőolaj-feldolgozás	68,5	3,6	64,9
Vegyi anyag, termék gyártása	124,6	9,5	115,1
Gumi-, műanyag termék gyártása	3,6	1,3	2,3
Nemfém ásványi termékek gyártása	45,7	3,4	42,3
Fémalapanyag, fémfeld. termék gy.	65,7	5,0	60,7
Gép, berendezés gyártása	6,1	1,3	4,8
Villamos gép, műszer gyártása	10,2	2,6	7,6
Járműgyártás	11,7	3,4	8,3
Máshová nem sorolt feldolgozóipar	1,1	0,1	1,0
Feldolgozóipar összesen	389,9	37,2	352,7
Bányászat	2,7	0,2	2,5
Villamosenergia-, gáz- hőellátás	29,5	32,5	-3,0
Vízgyógydálkodás	6,8	2,3	4,5
Ipar összesen	428,9	72,2	356,7
Építőipar	9,2	0,9	8,3
Mezőgazdaság	33,1	3,1	30,0
Erdőgazdálkodás	1,1	0,0	1,1
Mező-, és erdőgazdálkodás	34,2	3,4	30,8
Szállítás, raktározás	46,5	7,9	38,6
Posta, távközlés	4,1	0,0	4,1
Szállítás, posta, távközlés	50,6	7,9	42,7
Lakosság	399,5	40,5	359,0
Kommunális és egyéb fogyasztók *	203,0	33,2	169,8
<b>NEMZETGAZDASÁG</b>	<b>1125,4</b>	<b>157,9</b>	<b>967,5</b>

Forrás Energiaközpont Kht és saját számítás

A 2007-es energiafelhasználás az évkönyv szerint az alábbi módon alakul:

- ◆ Villamosenergia 157,9 PJ (ez megegyezik az MVM-MAVIR alapján számolt értékkel.)
- ◆ Közlekedés: 187,4 PJ
- ◆ Távhő: 55,0 PJ
- ◆ Ágazatok energiafogyasztása: 967,5 PJ

Ezek összege 1367,8 PJ. Ugyanakkor 2007-ben az Energiaközpont Kht szerint Magyarország összes energiafelhasználása 1125,4 PJ.

A különbség onnan ered, hogy az ágazatok esetén elszámolt energiamennyiségben benne van a távhő és a közlekedés is, de az ágazatonként szétterítve. Miután a távhő része ennek a kategóriának, ezt nem kell levonnunk, de a közlekedést igen. Így a fűtő- és hűtőenergiafogyasztás 2007-re 780,1 PJ A három kategória  $780,1+157,9+187,4=1125,4$  PJ

Az előző okfejtésből két dolog következik:

1. Miután az EU szerinti fűtő és hőenergia fogyasztás egy reziduum (mert a Kht adatai szerint nem lehet másképp eljutni hozzá), ezért a közlekedés becslése befolyásolja ezt a kategóriát is, ha a közlekedés pl túlbecsült, ez alulbecsült lesz. Ezért különösen lényeges, mit és hogyan jelzünk előre a közlekedésre, mert befolyásolja a másik tételt.
2. Amikor alulról továbbvetítjük az egyes tételeket más és más regressziós összefüggéseket használunk, ezért az előrejelzésekre ez az azonosság már nem feltétlenül igaz. Ha az eltérés jelentősebb volt, azt annak jeleként értékeltük, hogy valamelyik rész előrejelzése rossz. Ezt újabb változókkal, vagy változócserevel, esetleg késleltetett változóval kezeltük. Ezek után már az eltérések nem voltak nagyok. Az eljárás az volt, hogy az összes energiafogyasztást vettük alapul és a részek és az egész közti különbséget a részek arányában szétosztottuk a részek között, mint becslési hibát.

Felhívjuk a figyelmet, hogy a regressziós becslések az 1990-2008, esetleg ha van már megbízható előrejelzés a 2009-es adatok alapján készülnek. 20 megfigyelés ugyanakkor csak 2-3 magyarázó változót bír el. Egy regressziós modell ugyanis alapvetően statisztikai modell, ami azt jelenti, hogy a megfigyelések száma legalább egy nagyságrenddel nagyobb kell, hogy

legyen, mint a változók száma, hogy ne a véletlent, hanem az alapvető nemvéletlen tendenciákat mutassuk ki.

Miután előrejelzéseket készítünk, csak olyan magyarázó változókat használhatunk, amelyeket valamilyen Kutató Intézet, kormányzati szervezet, nemzetközi intézet vagy mi magunk tovább tudunk húzni 2020-ig. Így alakult ki a lehetséges magyarázó változók köre, melyekre elvégeztük a fenti előkészítő munkálatokat. (Összefoglalva tehát módszerünket olyan változókat keresünk, amelyek aránylag nagy megbízhatósággal magyarázzák a vizsgált 1990-2008-as időszakban az energiafelhasználást, illetve annak megfelelő részeit, és előre tudjuk őket jelezni 2020-ig. A módszerbe ez viszi a legnagyobb bizonytalanságot, hiszen a GDP, ipari termelés előrejelzése nem könnyű feladat. Sokkal megbízhatóbb becslések adhatók a népességszámra, lakások számára.)

A felhasznált változók:

- GDP, egy főre jutó GDP
- Ipari termelés indexe
- Néesség száma
- Lakások száma (ez telítődik már jelen pillanatban is)
- Olajár (2 scenárió)
- Villamosenergia-ár (ennek megfelelően 2 scenárió), illetve árrugalmasság

(A GDP valamint az ipari termelési adatok a Pénzügyminisztérium és a Költségvetési tanács előrejelzéseit is alapul véve saját előrejelzéseink. A népesség száma a születések, életkori halálozások alapján saját becslés, népességszám előrejelzés. A lakások számára a népszámlálás adatait alapul véve egy 50 éves idősor alapján logisztikus regressziót illesztettünk, mert ez egy tipikus telítődési görbe. Az olajár az EIA becslése 2 scenárióban, a villamosenergia-ár becslése saját becslésünk a részletesen bemutatott módszertan alapján. Az árrugalmasságokat regresszióval becsültük. Azok értéke egyébként jelen pillanatban az idősorok alapján -0,4, azaz 1%-os árváltozás esetén a villamos energia kereslet 0,4%-kal csökken. Ez még mindig kifejezetten árrugalmatlan keresletet jelent.)

A regressziók idősorokból készülnek, amik módszertani problémákat vetnek fel, mégpedig a reziduális autokorreláció problémáját. Ezt kétféle módon lehet kezelni, vagy autoregresszív, vagy mozgóátlagolású tagok beépítésével. Mindig azt a módszert alkalmaztuk, ami növelte a módszer magyarázó erejét és kiküszöbölte a reziduális autokorrelációt.

Még egy megjegyzést teszünk, előfordul, hogy a magyarázó változók multikollineáltak, de ez a mi esetünkben nem zavaró, mert nem akarjuk értelmezni a paramétereket, nekünk az Y becslésekre van szükségünk, melyek torzítatlanságán a multikollinearitás nem változtat. Ennek eredménye akár önmagában nem logikus paraméter előjel is lehet, bár ezek nagyon ritkák, mert a nagyon erős multikorreláció is ritka. (A statisztikai fogalmak definícióját a Melléklet tartalmazza.)

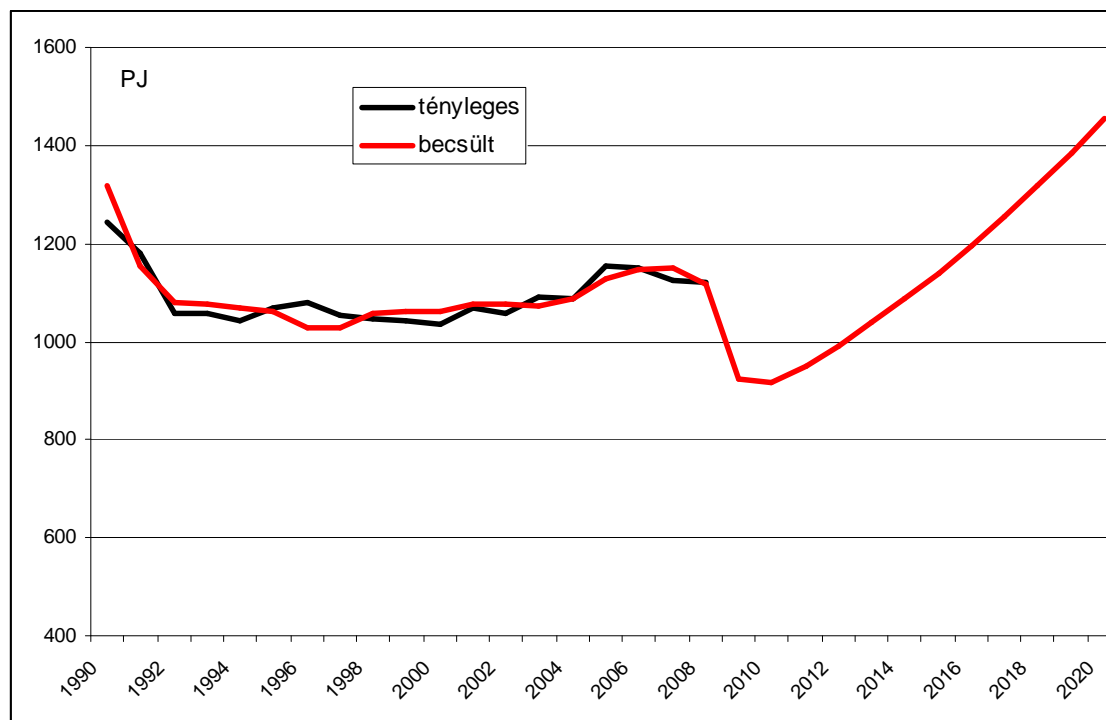
Ezek után vesszük figyelembe az energiahatékonysági programok hatását, amelyek előrejelzését a 3. fejezetben mutatjuk be részletesen.

Végül az előrejelzés helyességének egy utolsó ellenőrzéseként összehasonlítjuk, hogy a jelenlegi nemzetközi tendenciák alapján a 2020-as fejlettségi szintünknek mennyire felel meg az általunk becsült energiafogyasztás, összehasonlítva mostani hasonló szinten levő országok megfelelő felhasználásával.

## **2.1. Energiafelhasználás becslés az összes energiafelhasználás alapján (top-down)**

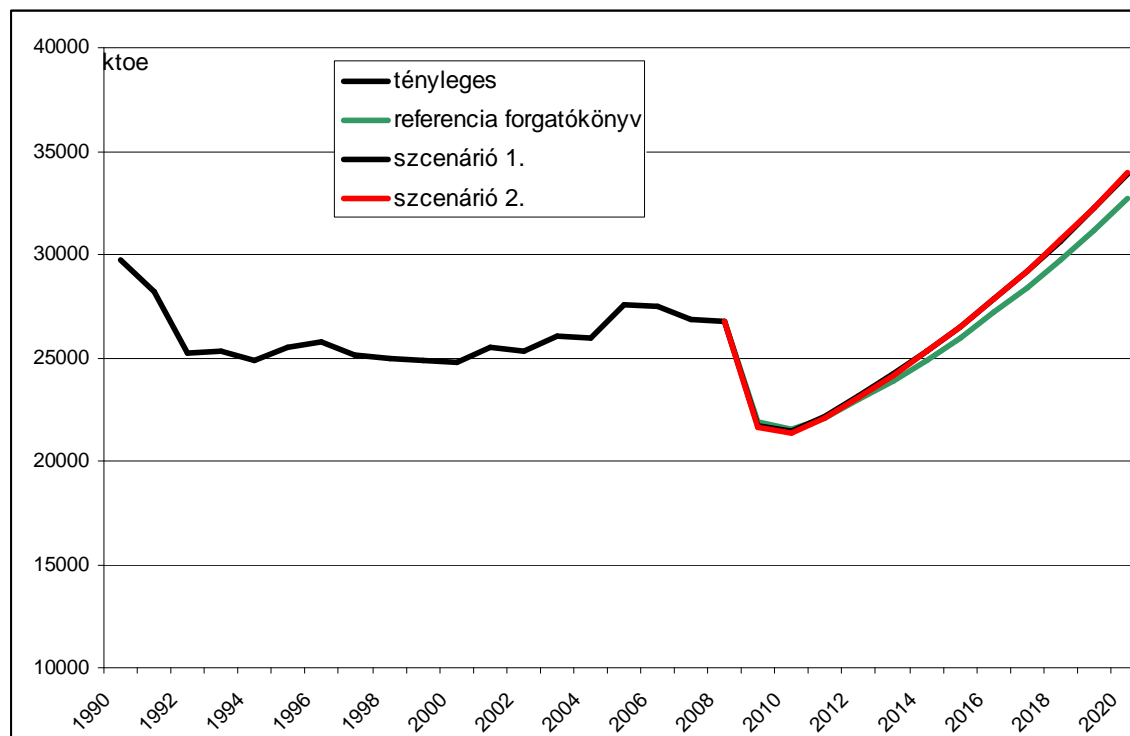
Sajnos az ágazati idősorok teljesen megbízhatatlanok. Az energiaközpont Kht mérlegében 1998-2002 között a feldolgozóipar összes energiafelhasználása hirtelen kétharmadára csökken, majd visszaáll az eredeti nagyságrendje. Csak az összes energiafelhasználást becsüljük. Az összes energiafelhasználást a fent bemutatott magyarázó változók tesztelése után végül két tényezővel a GDP és a lakosság számával magyarázzuk, mindkettő szignifikáns, a magyarázó erő 85%-os. A becsléshez a Cochrane-Orcutt algoritmust vettük alapul, amely a reziduális autokorrelációt szűri ki, az előző időszaki reziduumot beépítve a modellbe, egy iterációs eljárás segítségével.

**27. ábra: Teljes energiafelhasználás és regressziós becslése, PJ, 1990-2020**



Forrás:REKK becslés

**28. ábra: Teljes energiafelhasználás 3 scenáriója, ktoe, 1990-2020**



Forrás:REKK becslés

### 8. táblázat: a) Az előrejelzések ktoe-ben 2010-2020

Év	Referencia forgatókönyv	Szcenário 1.	Szcenário 2.
2010	21504	21444	21339
2011	22116	22176	22087
2012	22981	23170	23096
2013	23902	24219	24160
2014	24892	25337	25293
2015	25965	26524	26496
2016	27162	27835	27822
2017	28397	29192	29194
2018	29747	30661	30679
2019	31195	32229	32262
2020	32736	33891	33938

Forrás:REKK becslés

### b) táblázat: Az előrejelzések PJ-ban 2010-2020

Év	Referencia forgatókönyv	Szcenário 1.	Szcenário 2.
2010	901	898	894
2011	926	929	925
2012	962	970	967
2013	1001	1014	1012
2014	1042	1061	1059
2015	1087	1111	1110
2016	1137	1166	1165
2017	1189	1222	1223
2018	1246	1284	1285
2019	1306	1350	1351
2020	1371	1419	1421

Itt érdemes becslésünket egyéb ismert előrejelzésekkel összevetni. A tényleges vagy akár az energiahatékonyság javulásával figyelembe vett összes energiafogyasztás **2020-ban becslésünk szerint 1400 PJ körül alakul**. Ez magasabb érték, mint az általunk ismert

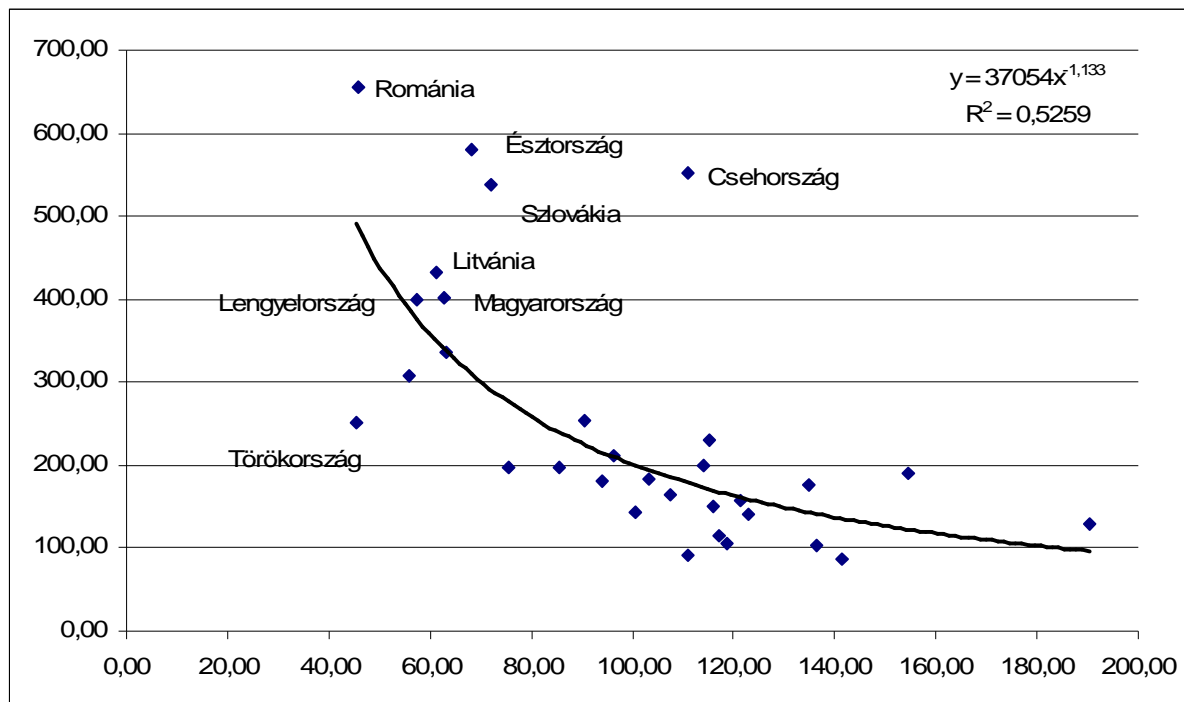


előrejelzések. Az Energiaügyi és közlekedési Minisztériumban Dr Szerdahelyi György által készített előrejelzés 1200 PJ körüli becslést ad, módszere számunkra nem ismert. A GKI Gazdaságkutató Intézet idén készített becslései ismertek még előttünk. A GKI egyrészt szintén a gazdasági növekedésre alapuló trendszámítást végzett. Ők a GDP növekedési ütemét alacsonyabbra vették, éves szinten 3%-ra. Az ő előrejelzésük ez alapján 1230 PJ a 2020. évre.

Úgy gondoljuk, hogy az erős módszertani háttér és a kontroll miatt előrejelzésünk megbízható, de ez a GKI módszeréről is elmondható. Elvégeztük számításainkat az általunk használt 4%-os 2011 utáni GDP növekedési ütem helyett 3%-kal. Ebben az esetben becslésünk 1200 PJ-ra adódik, azaz megegyezik az előzőekkel. De a 3%-os feltevést nem tartjuk reálisnak. Egyrészt a válság előtt Magyarország éveken át 4% körüli gazdasági növekedést ért el, és a gazdasági struktúra alapvetően nem változott, csak a felvevőpiacok szűkültek be. Másrészt visszaesés, válság után mindig gyorsabb növekedés következik az un. Jánossy-féle felzárkózási jelenség miatt, hiszen a gazdaságnak van egy gazdasági struktúra által meghatározott trendvonala, és amíg azt a gazdaság el nem érte, addig a növekedés gyorsabb ütemű. Ezért gondoljuk úgy, hogy GDP feltevésünk reálisabb, mint a GKI-é.

Ami a becslés nemzetközi adatokkal való összevetését illeti, látható, hogy a 2020-ra becsült teljes energiafelhasználás mintegy 33 ezer ktoe, ami jóval alacsonyabb, mint a mostani vásárlóerőparitáson számolt ezer euróra jutó érték, ami jelenleg 400 körül van, (ez csökken 2020-ra mintegy 300-ra) azaz a nemzetgazdaság fajlagos energiafelhasználása mintegy 25%-kal csökken. Az alábbi ábra mutatja a fejlettség és a fajlagos teljes energiafelhasználás közötti kapcsolatot. Magyarország így számolt adata megfelel annak a trendnek, hogy a GDP/fő értéke 70-75% körül alakul, azaz a két becslés egybecseng, reális. Meg kell azonban jegyezni, hogy ez is másfélszerese az átlag körüli fejlettségű országok mai fajlagos energiafelhasználásának.

**29. ábra: A fejlettség GDP/fő vásárlóerőparitáson és az ezer euróra jutó energiafelhasználás ktoe-ben, 2007**



Forrás:REKK becslés

## 2.2. Energiafelhasználás becslés a felhasználási módok szerint (bottom-up)

A becslés a következő részbecsléseket tartalmazza:

Fűtés, hűtés, villamosenergia-felhasználás éves becslése PJ-ban, illetve kWh-ban idősorok alapján, majd ezek átváltása ktoe-re (Kht, Mavir, Hivatali adatok alapján).

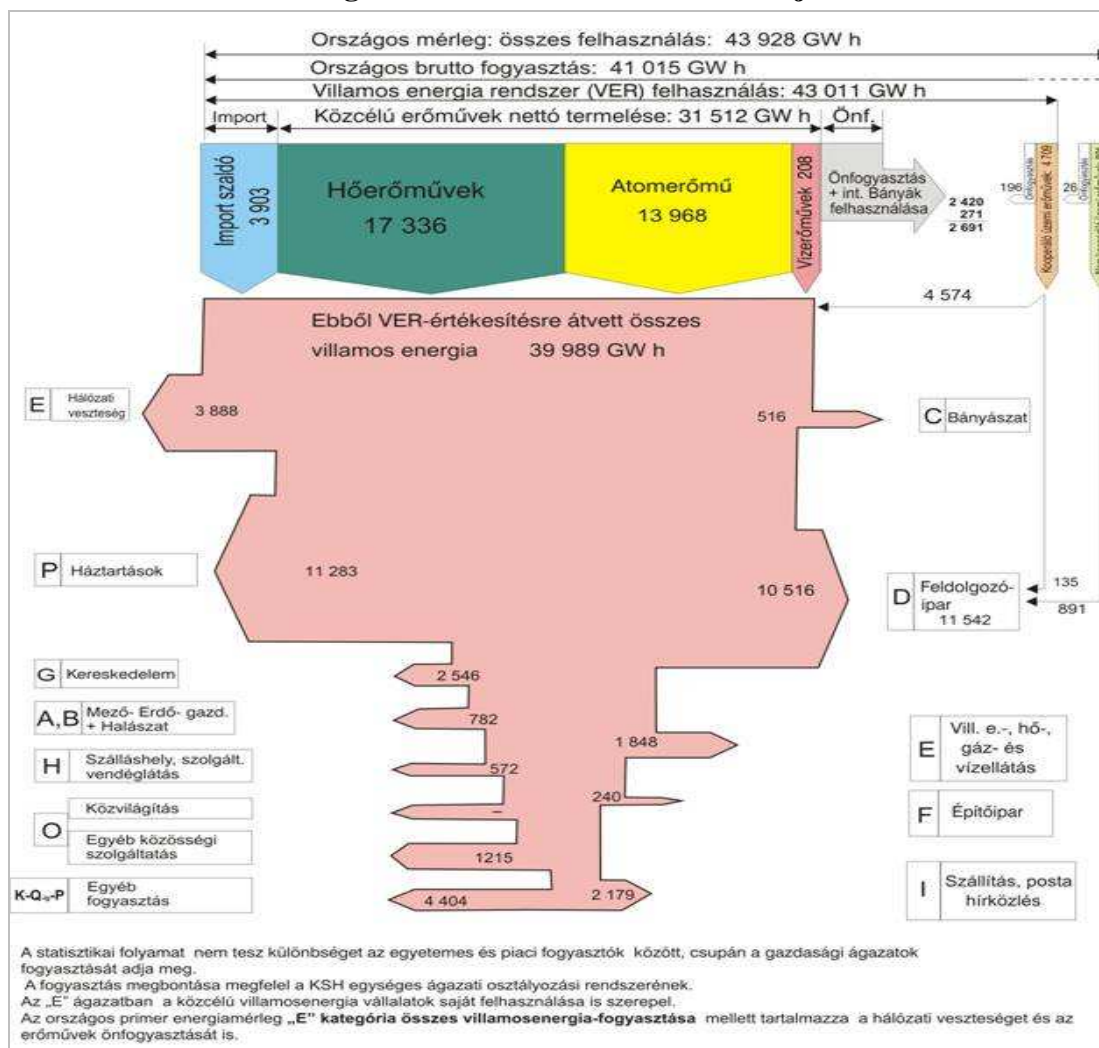
A közlekedési adatokat átvettük a Kht becslése alapján, bár ott némi korrekcióra szükség volt, miután nem álltak rendelkezésre éves adatok.

Az önfogyasztás becslése esetében A KÁT alá eső szervezeteknél a jelenleg érvényes szabályozás szerint jártunk el.

### 2.2.1. Villamosenergia felhasználás

Az EK irányelv szerint ez a bruttó villamosenergia fogyasztást jelenti beleértve az importált energiát és leszámítva az exportot.

**30. ábra: A villamosenergia-termelés és felhasználás sémája 2008-ban**



Forrás: MVM A magyar villamosenergia-rendszer statisztikai adatai 2008

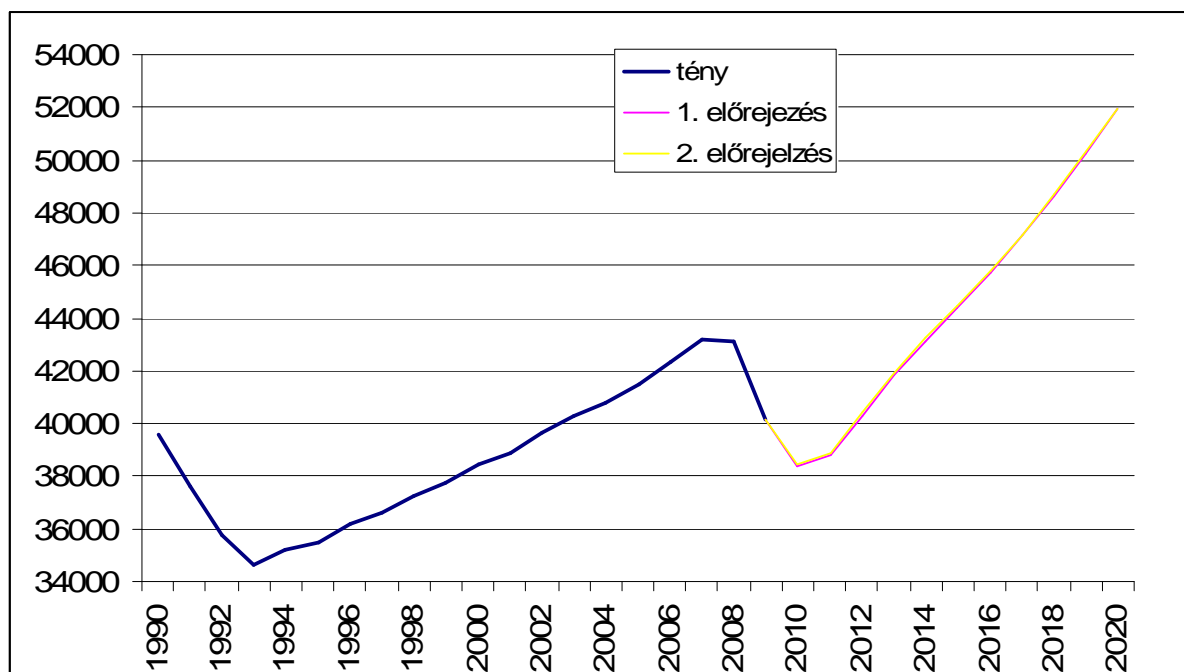
A becslések során külön becsültük a háztartások, a gazdasági egységek és az egyéb területek fogyasztását. Az összes bruttó felhasználást hőmérséklettel korrigáltuk, és így állt elő a végső becslés a bruttó villamosenergia-fogyasztásra. A magyarázó változók között szerepeltek:

- Ipari termelés
- GDP index
- Népességszám
- Késleltetett változók
- Árindexek

Az utóbbival kapcsolatban megjegyezzük, hogy az ár keresletrugalmassága az első fejezetben becsült árszenáriók mellett mintegy -0,4 volt, de a szokásos szignifikancia szinteken nem bizonyultak szignifikánsnak. Az árat is beépítve a modellbe a magas és alacsony olajár

melletti forgatókönyv nem igazán tér el egymástól. Megjegyezzük, hogy a villamosenergia-fogyasztás összességére 99%-os a magyarázó erő, de a részekre is legalább 80%-os, azaz a modelljeink megbízhatónak tekinthetők.

### 31. ábra: A hőmérsékletkorrigált villamosenergia-fogyasztás és két árforgatókönyv szerinti előrejelzése, GWh

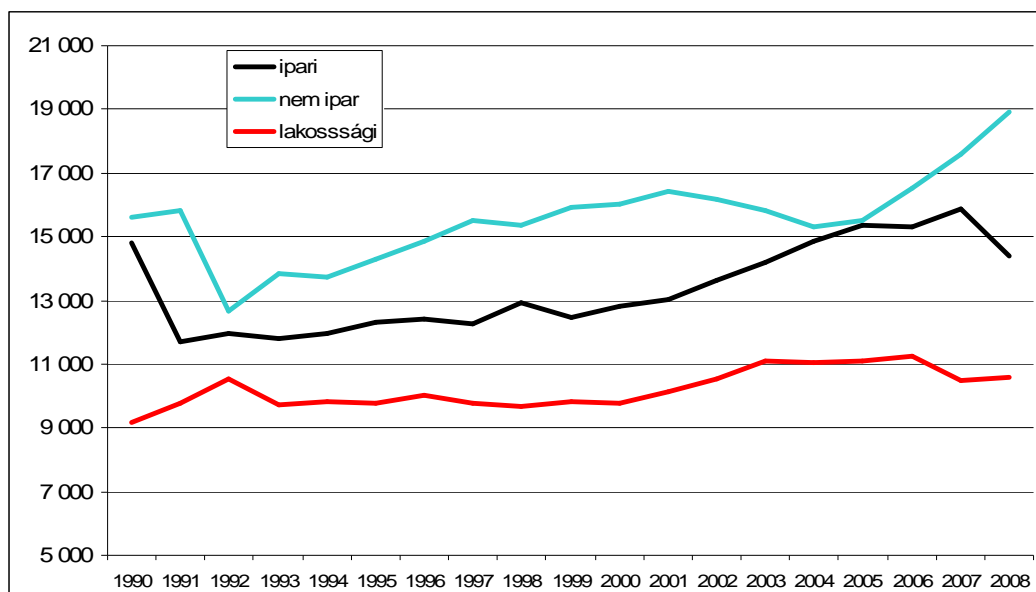


Forrás: REKK becslés MAVIR adatok alapján

Ezért a továbbiakban nem használunk két árforgatókönyv szerinti fogyasztást, aminek oka az eredmények rendkívüli hasonlatossága, hanem a kettő átlagát tekintjük a villamosenergia-fogyasztás előrejelzésének.

Az alábbi ábra mutatja, mely szektorokra végeztünk előrejelzést, melyek eredménye összezsengett a kumulált villamosenergia-fogyasztással.

32. ábra: Becsült szektorok tényleges villamosenergia-fogyasztása 1990-2008, GWh



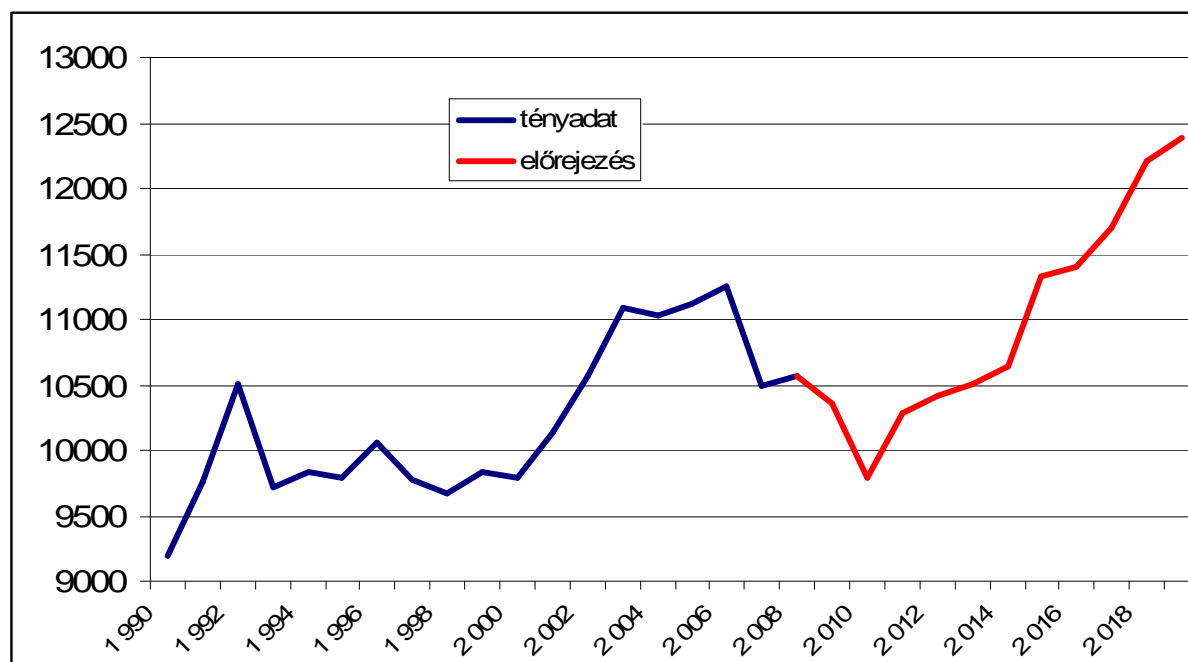
Forrás: MAVIR, MVM

Kiemeljük a lakossági fogyasztást, mert ezt lehet igazán nemzetközileg is összevetni, miután az egyéb energiafogyasztás nagyon technológia és energiaellátás függő.

A lakossági fogyasztást a lakások, a népesség alakulásával és az áralakulással magyaráztuk.

Összességében 80%-os modellt kaptunk. A lakossági fogyasztás becslése látható az alábbiakban.

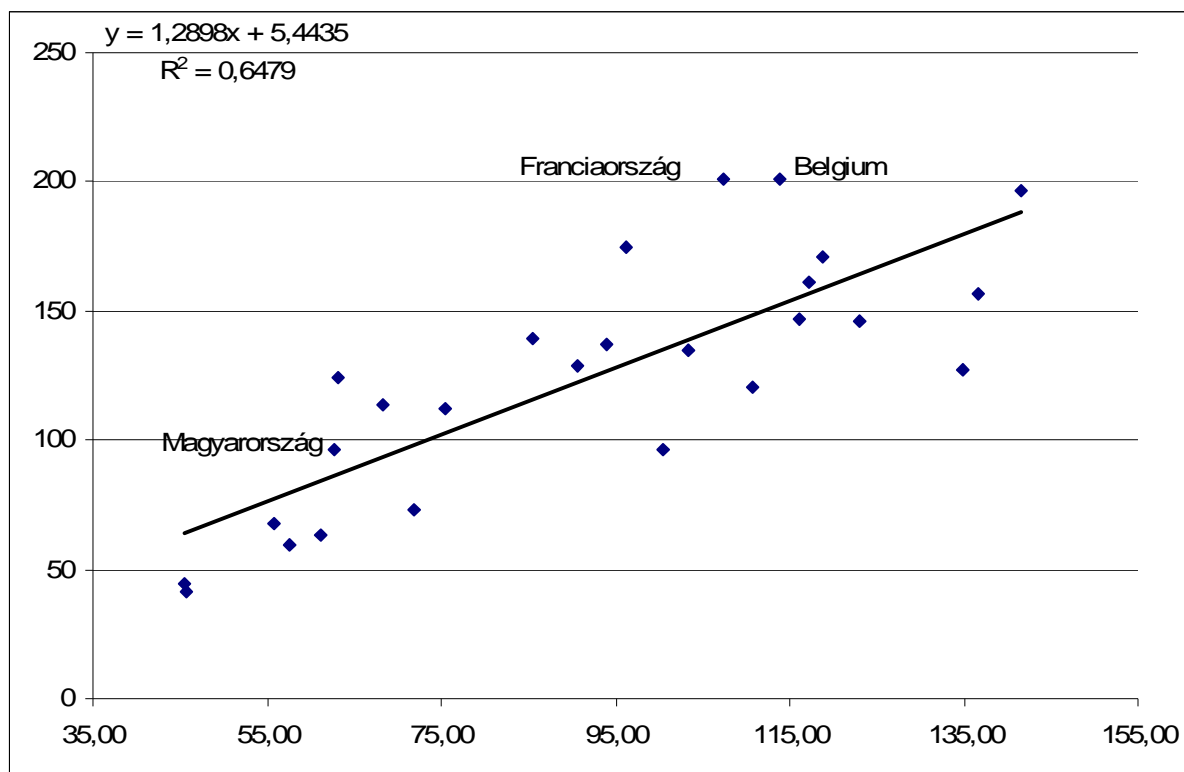
33. ábra: Lakossági fogyasztás, előrejelzése GWh



Forrás: REKK számítás MAVIR és MVM adatok alapján

A lakossági fogyasztás előrejelzése lehetőséget ad a nemzetközi adatokkal való összevetésre. 2020-ban a becslés 12450 GWh, ami a 9875 ezer fős népességgel számolva 108 ktoe/ezer fő. Magyarország jelenleg 100 ktoe/ezer fő alatt van (96), az európai átlagfejlettség 70-75%-ának ez az összeg nagyjából megfelel, és 12,5%-os növekedést jelent, ha az energiatakarékosági programokat nem vesszük figyelembe

### 34. ábra: A fejlettség GDP/fő vásárlóerőparitáson és az ezer főre jutó villamosenergia felhasználás ktoe-ben, 2007



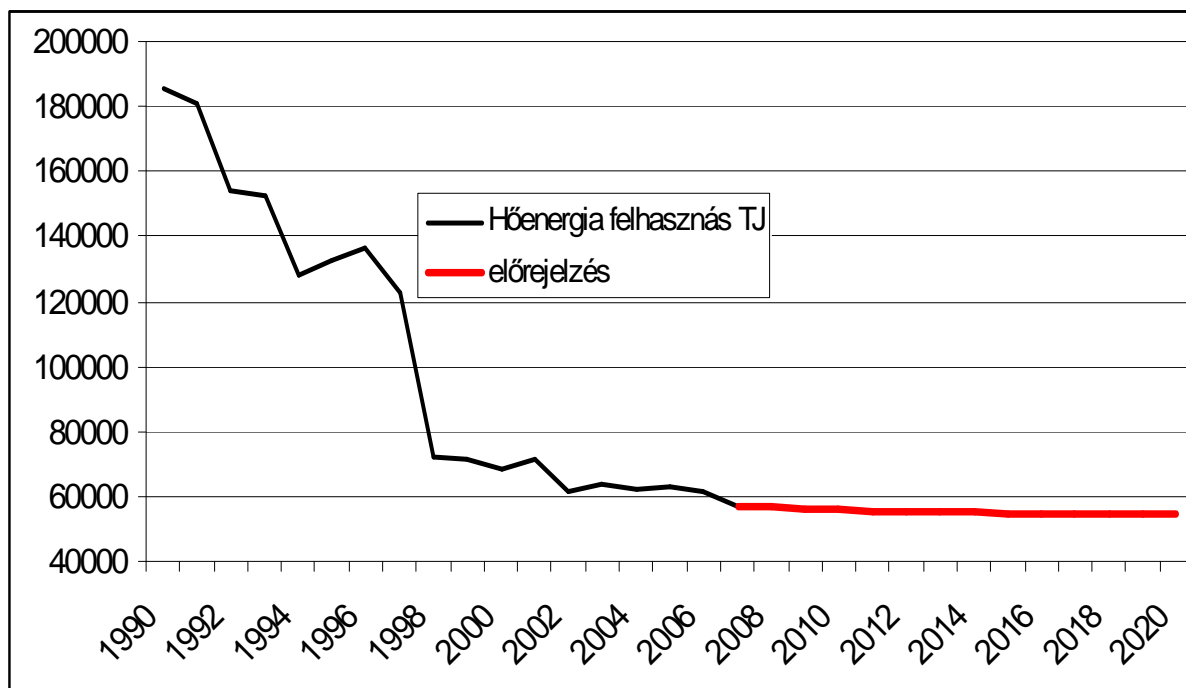
Forrás: REKK becslés Eurostat adatok alapján

### 2.2.2. Fűtés és hűtés

A fűtés és hűtésre vonatkozó adatok a legbizonytalanabbak a magyar energiastatisztikában. Miután hosszabb idősorok csak az Energiaközpont Kht adatai alapján álltak rendelkezésre, ezt használtuk fel, egészen pontosan a Kht ágazati bontásait.

A hőenergia-felhasználás elsősorban az egyéb energiahordozók helyettesítési hatása miatt csökken. Az alábbi ábra mutatja a rendelkezésre álló adatokat és az előrejelzést, a magyarázó erő itt is magas, 90%-os de ennek ellenére bizonytalannak tekinthető, mert a konstans tendenciára közgazdasági magyarázatot csak hosszabb empirikus kutatással lehetne megalapozni.

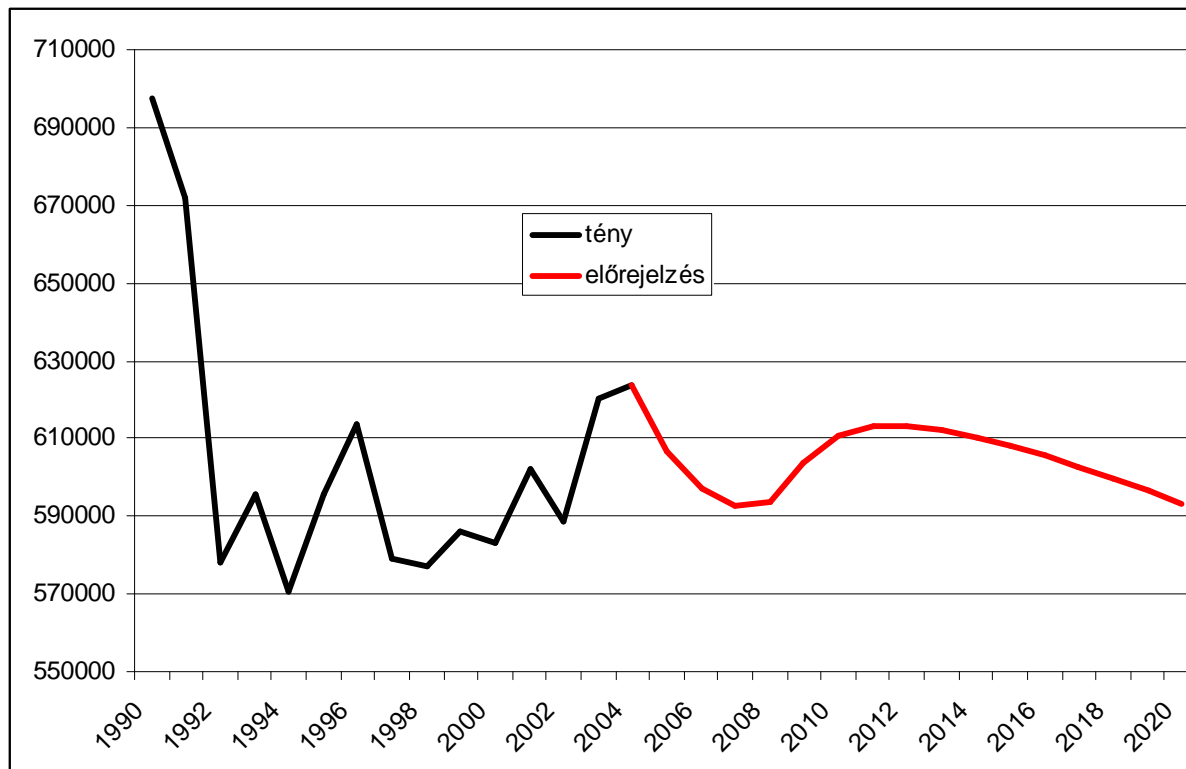
**35. ábra: Távhő, TJ 1990-2020**



Forrás: REKK becslés

Az egyéb ebbe a kategóriába tartozó felhasználást ágazonként számoltuk, a villamosenergia-fogyasztást mindig levonva a többi energiafelhasználásból, ahogy azt a 2007-es adatok esetén részletesen bemutattuk.

**36. ábra: Az egyéb nem villamos energia és nem távhő célú hőenergia-felhasználás az ágazatokban és a lakosság esetében, TJ**



Forrás:REKK becslés

### **2.2.3. A közlekedés energiafelhasználása**

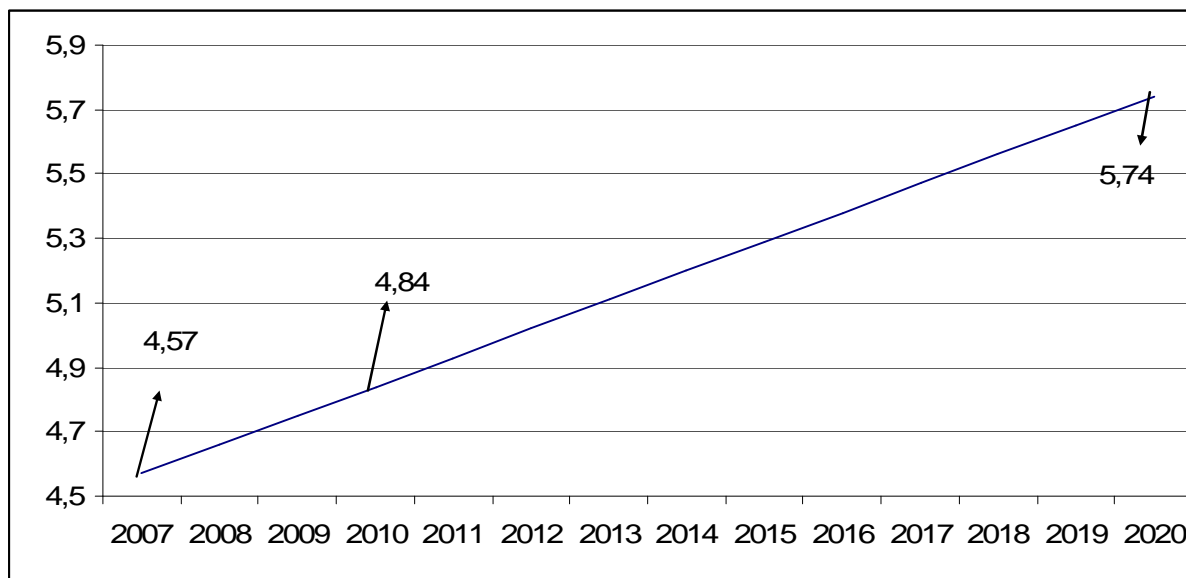
A közlekedés energiafelhasználásának becslése nem a mi feladatunk volt, de bizonyos korrekciókat el kellett végeznünk ahhoz, hogy beillesszük egységes rendszerünkbe.

Az Energiaközpont Kht adatai alapján a 2005-ös referenciaév esetében a közlekedés energiafelhasználása mintegy **4251** ktoe.

A három közölt szám teljesen egyértelműen egy lineáris trend kihúzását jelenti 2007 és 2020 között, azaz nem veszi figyelembe a válságot.



**37. ábra: A közlekedés 3 pontos előrejelzése és a lineáris trend, amit kifizésítenek (Mtoe)**



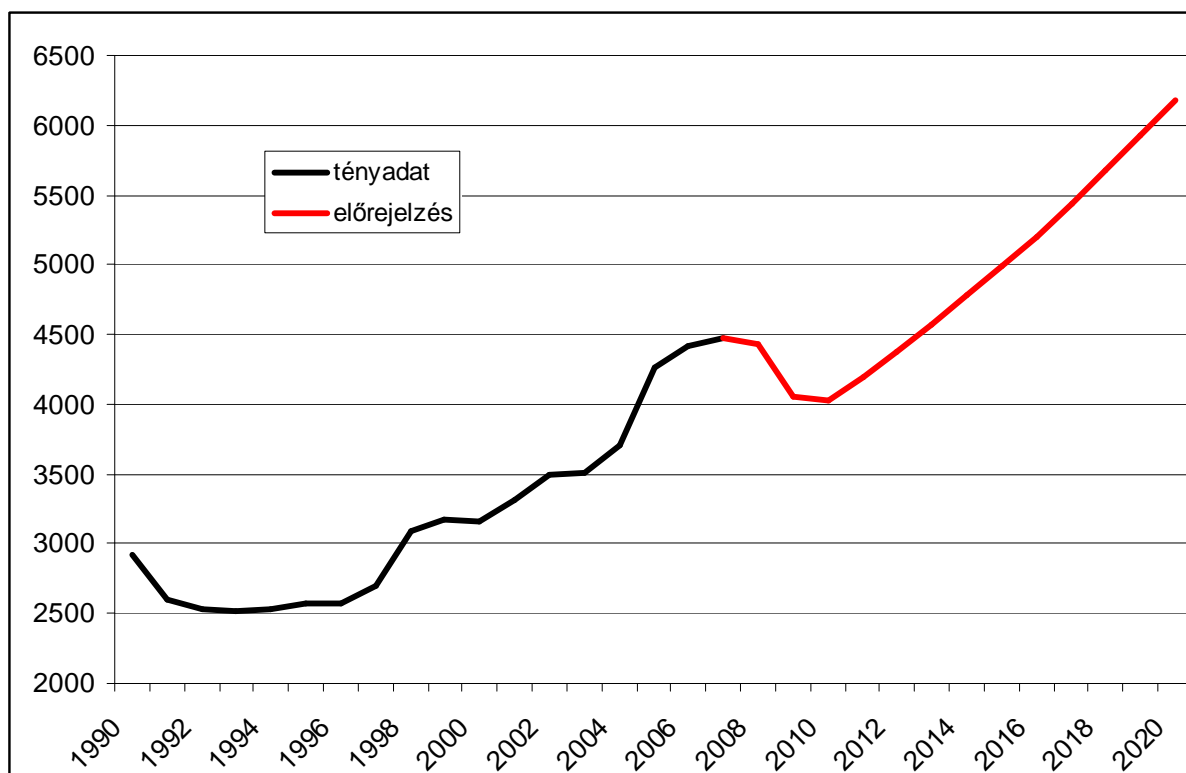
Forrás: A Kht tanulmány alapján megrajzolt ábra

Miután nem volt feladatunk a közlekedés energiafelhasználásának becslése, az egyik modellváltozatban elfogadjuk ezt a becslést.

Felhívjuk azonban a figyelmet, hogy szerintünk a közlekedés energiafelhasználásának 2010-2012 közötti túlbecslése miatt a részek és az egész előrejelzése között elég nagy a különbség, amit a 2007-es adatok esetén kifejtettünk, emiatt ha a közlekedés túlbecsült, az egyéb hőfelhasználás véleményünk szerint 2010-2012 között alulbecsült. Az időszak végén ez a probléma nem áll fenn.

A mi előrejelzésünk a közlekedésre csak és kizárólag a GDP előrejelzés figyelembevételével a következő lenne. Látható, hogy az időszak második felében ez már megegyezik a Kht adataival, de az a mostani válságot nem veszi figyelembe, márpedig a GDP index szignifikánsan magyarázza a közlekedési energiafelhasználást.

**38. ábra: Közlekedés energiafelhasználása, ktoe, 1990-2020**



Forrás: REKK számítás

A továbbiakban összeállítjuk az irányelvnek megfelelő táblázatokat. Az energiahatékonyság ágazati megoszlására nem sok adat áll rendelkezésre, ezért 60%-át a hő, 30%-át a villamos energia, 10%-át a közlekedés ágazathoz rendeljük. A konkrét számok a vezetői összefoglalóban is megtalálhatók, miután ez modellezésünk fő eredménye, kivéve a függelékben közölt 2020-ra 20%-os energiahatékonysági célkitűzés teljesítése esetén számszerűsített forgatókönyvet.

## 9. táblázat: Végső eredmények a 2009/548/EK Bizottsági határozatnak megfelelő bontásban

Végső eredmények (ktoe és PJ) a Kht közlekedési adataival az energiahatékonysági programok figyelembe vétele nélkül

### Ktoe

Ágazat	Bázisév	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hűtés és fűtés	19578	14242	14855	15687	16559	17488	18475	19574	20706	21939	23258	24651
Villamos-energia	3709	3637	3635	3654	3679	3709	3742	3777	3816	3858	3904	3959
Kölekedés	4251	4003	4167	4355	4550	4753	4965	5185	5413	5651	5899	6156
Összesen	27538	21882	22658	23695	24788	25950	27181	28536	29936	31449	33061	34766

### PJ

Ágazat	Bázisév	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hűtés és fűtés	820	596	622	657	693	732	774	820	867	919	974	1032
Villamos-energia	155	152	152	153	154	155	157	158	160	162	163	166
Kölekedés	178	168	174	182	191	199	208	217	227	237	247	258
Összesen	1153	916	949	992	1038	1087	1138	1195	1254	1317	1384	1456

**Forrás: Saját becslés**

## Végső eredmények (ktoe és PJ) saját közlekedési adatokkal az energiahatékonysági programok figyelembe vétele nélkül

### Ktoe

Ágazat	Bázisév	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hűtés és fűtés	19578	14221	14834	15665	16538	17467	18453	19553	20685	21918	23237	24630
Villamos-energia	3709	3637	3635	3654	3679	3709	3742	3777	3816	3858	3904	3959
Kölekedés	4251	4024	4189	4376	4571	4774	4986	5206	5435	5673	5920	6177
Összesen	27538	21882	22658	23695	24788	25950	27181	28536	29936	31449	33061	34766

### PJ

Ágazat	Bázisév	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hűtés és fűtés	820	596	622	657	693	732	774	820	867	919	974	1032
Villamos-energia	155	152	152	153	154	155	157	158	160	162	163	166
Kölekedés	178	168	174	182	191	199	208	217	227	237	247	258
Összesen	1153	916	949	992	1038	1087	1138	1195	1254	1317	1384	1456

**Forrás: Saját becslés**

Végső eredmények (ktoe) a Kht közlekedési adataival, energiahatékonysági scenáriókkal

Ágazat	2005	2010			2011			2012		
	Bázisév	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.
Hűtés és fűtés	19578	13113	13385	13042	13625	14006	13766	14370	14869	14740
Villamos-energia	3709	3564	3317	3508	3578	3341	3457	3613	3384	3419
Közlekedés	4251	4827	4786	4818	4912	4873	4892	4998	4960	4966
Összesen	27538	21504	21487,73	21367,95	22116	22219,94	22115,38	22981	23213,83	23124,50

Ágazat	2013			2014			2015		
	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.
Hűtés és fűtés	15164	15781	15767	16023	16757	16859	16962	17800	18017
Villamos-energia	3654	3435	3383	3699	3489	3351	3748	3547	3323
Közlekedés	5084	5047	5039	5169	5134	5111	5255	5222	5184

Összesen	23902	24262	24189	24892	25381	25322	25965	26568	26524
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ágazat	2016			2017			2018		
	Ref. Forгатókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forгатókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forгатókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	18022	18963	19286	19117	20168	20597	20324	21484	22024
Villamos-energia	3799	3607	3306	3854	3671	3292	3912	3738	3277
Közlekedés	5341	5309	5258	5426	5396	5333	5512	5483	5406
Összesen	27162	27879	27850	28397	29235	29222	29747	30705	30707

Ágazat	2019			2020		
	Ref. Forгатókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forгатókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	21625	22894	23544	23015	24351	25125
Villamos-energia	3973	3808	3267	4038	3882	3259
Közlekedés	5597	5570	5480	5683	5657	5553
Összesen	31195	32272	32290	32736	33891	33938



Végső eredmények PJ a Kht közlekedési adataival, energiahatékonysági scenáriókkal

Ágazat	2005	2010			2011			2012		
	Bázisév	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.
Hűtés és fűtés	820	549	561	546	571	587	576	602	623	617
Villamos-energia	155	149	139	147	150	140	145	151	142	143
Közlekedés	178	202	200	202	206	204	205	209	208	208
Összesen	1153	901	900	895	926	930	926	962	972	968

Ágazat	2013			2014			2015		
	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.
Hűtés és fűtés	635	661	660	671	702	706	710	745	754
Villamos-energia	153	144	142	155	146	140	157	149	139
Közlekedés	213	211	211	216	215	214	220	219	217



Összesen	1001	1016	1013	1042	1063	1060	1087	1113	1111
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Ágazat	2016			2017			2018		
	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	755	794	808	801	845	863	851	900	922
Villamos- energia	159	151	138	161	154	138	164	157	137
Közlekedés	224	222	220	227	226	223	231	230	226
Összesen	1137	1167	1166	1189	1224	1224	1246	1286	1286

Ágazat	2019			2020		
	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	906	959	986	964	1020	1052
Villamos- energia	166	159	137	169	163	136
Közlekedés	234	233	229	238	237	233
Összesen	1306	1351	1352	1371	1419	1421



Végső eredmények ktöe a saját közlekedési becslésünkkel, energiahatékonysági scenáriókkal

Ágazat	2005	2010			2011			2012		
	Bázisév	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	19578	13954	14190	13890	14403	14738	14527	15064	15506	15390
Villamos-energia	3709	3564	3317	3508	3578	3341	3457	3613	3384	3419
Közlekedés	4251	3986	3980	3970	4134	4141	4132	4304	4323	4316
Összesen	27538	21504	21488	21368	22116	22220	22115	22981	23214	23125

Ágazat	2013			2014			2015		
	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	15766	16314	16298	16524	17179	17262	17353	18101	18284
Villamos-energia	3654	3435	3383	3699	3489	3351	3748	3547	3323
Közlekedés	4482	4514	4508	4668	4713	4709	4864	4920	4917
Összesen	23902	24263	24189	24892	25381	25322	25965	26568	26525

Ágazat	2016			2017			2018		
	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.
Hűtés és fűtés	18294	19136	19410	19263	20204	20569	20333	21373	21834
Villamos-energia	3799	3607	3306	3854	3671	3292	3912	3738	3277
Közlekedés	5068	5136	5134	5281	5360	5360	5502	5594	5596
Összesen	27162	27879	27851	28397	29235	29222	29747	30705	30707

Ágazat	2019			2020		
	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szenárió 1.	Szenárió 2.
Hűtés és fűtés	21489	22627	23183	22724	23919	24584
Villamos-energia	3973	3808	3267	4038	3882	3259
Közlekedés	5733	5837	5840	5974	6090	6095
Összesen	31195	32273	32290	32736	33891	33938

Végső eredmények PJ a saját közlekedési becslésünkkel, energiahatékonysági szecánriókkal

Ágazat	2005	2010			2011			2012		
	Bázisév	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	820	584	594	582	603	617	608	631	649	644
Villamos-energia	155	149	139	147	150	140	145	151	142	143
Közlekedés	178	167	167	166	173	173	173	180	181	181
Összesen	1153	901	900	895	926	930	926	962	972	968

Ágazat	2013			2014			2015		
	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	660	683	682	692	719	723	727	758	766
Villamos-energia	153	144	142	155	146	140	157	149	139
Közlekedés	188	189	189	195	197	197	204	206	206
Összesen	1001	1016	1013	1042	1063	1060	1087	1113	1111

Ágazat	2016			2017			2018		
	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	766	801	813	807	846	861	851	895	914
Villamos-energia	159	151	138	161	154	138	164	157	137
Közlekedés	212	215	215	221	224	224	230	234	234
Összesen	1137	1167	1166	1189	1224	1224	1246	1286	1286

Ágazat	2019			2020		
	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.	Ref. Forgatókönyv	Szcenárió 1.	Szcenárió 2.
Hűtés és fűtés	900	948	971	952	1002	1029
Villamos-energia	166	159	137	169	163	136
Közlekedés	240	244	245	250	255	255
Összesen	1306	1351	1352	1371	1419	1421

### 3. Energiahatékonysági scenáriók

A megújuló és energiahatékonysági célok teljesítéséhez a tagállamoknak becslést kell készíteniük a 2020-as teljes bruttó energiafelhasználásukról, majd a célok eléréséhez szükséges programokat ehhez a becsléshez igazítva kell kidolgozniuk. Magyarországnak 2020-ig teljes bruttó energiafelhasználásának 13 százalékát megújuló forrásokból kell fedeznie, emellett 20 százalékos energia-megtakarítást kell elérnie.

A 2009/548/EK Bizottsági határozat alapján a teljes bruttó energiafelhasználás becslésekor a tagállamok korrigálhatnak az energiahatékonysági programok megtakarításaival. A határozat szerint a tagállamok olyan becslései, előrejelzései vagy forgatókönyvei számolhatók el energiahatékonysági korrekciónak, melyet már benyújtottak a Bizottság számára. A programok két kategóriába sorolhatók, a 2009 január 1. előtt elfogadott programok céljai a referencia forgatókönyv, a 2009 január 1. után elfogadottaké a kiegészítő energiahatékonyság kategóriákba.

Magyarország esetén csak a referencia forgatókönyvre rendelkezünk energiahatékonysági adatokkal 2016-ig. A Cselekvési Terv 2009 január 1. előtt került elfogadásra, ezért előirányzatai a referencia forgatókönyv kategóriában kerülhetnek elszámolásra. A 2009 január 1. után eltelt rövid időben nem született új energiahatékonysági program, de a kiegészítő energiahatékonyság kategória még bővíthető egészen 2010 június 30-ig esetlegesen elfogadásra kerülő programok célkitűzéseivel.

A fejezetben röviden vázoljuk a 2009 január 1. előtt meghozott, a 2008-2016 időszakra ható energiahatékonysági intézkedések által előirányzott célértékeket és ezek alapján megbecsüljük a 2020-ig tartó megtakarításokat. Emellett a magyarországi energiahatékonysági programokból várható megtakarítások előrejelzésére két másik forgatókönyvet is készítünk, melyek múltbeli, tényleges megtakarítási adatokon alapulnak. Két időszak, a 2000-2006 és az 1991-2004 közötti évek kumulált megtakarításairól rendelkezünk éves adatokkal, két kormányzati dokumentum értékelésével. A következőkben három esetet fogunk összehasonlítani, majd az ezekből 2020-ra nyerhető becsléseket összevetjük a 2020 évre becsült kereslet 20 százalékaival, a Magyarország által vállalt 2020-as megtakarítási célértékkel:

**Referencia forgatókönyv:** Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési tervének irányszámai

**Szcenárió 1:** A Magyarország Energiapolitikája 40/2008 (IV.27) Országgyűlési Határozat háttéranyagában közölt programok 2000-2006 között történt tényleges megtakarításaiból számított értékek

**Szcenárió 2:** Az Energiatakarékosság a magyar energiapolitikában című háttér tanulmány 1991-2004 között történt tényleges megtakarításaiból számított értékek

### **3.1. Referenciaforgatókönyv: Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terve**

A cselekvési tervet<sup>3</sup> 2008. február 13-án adta ki a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium és háttérszerve, az Energiaközpont kht, a kormány 2019/2008 (II. 23). határozatában fogadta el. A cselekvési terv megalkotásának oka a 2006/32 EK direktívának való megfelelés volt. A dokumentum részletes célleírányzatokat tartalmazott a lakossági, tercier, ipari és közlekedési szektorban elérendő megtakarításokra, a programok végrehajtásához pedig állami szerveket, minisztériumokat rendelt, eleget téve az uniós elvárásoknak. A tervben foglalt vállalatokat felhasználhatjuk a referencia forgatókönyv éves értékeihez. A terv azonban csak 2016-ig tartalmazott előírányzatokat, a 2016 és 2020 közötti időszakra pedig eddig nem született energiahatékonysági program. Ezért habár az uniós célkitűzésekbe nem foglalhatjuk bele, tájékoztatásként a 2008-2016 időszak célértékei alapján megbecsüljük a 2016-2020-ra prognosztizálható tervezett energiahatékonyság mértékét.

A terv céljait adottnak véve és 2020-ig lineáris trendet feltételezve a következő energiamegtakarítások prognosztizálhatók<sup>4</sup>:

---

<sup>3</sup> Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terve.

[http://www.khem.gov.hu/data/cms1859872/energiacselekv\\_siterv.pdf](http://www.khem.gov.hu/data/cms1859872/energiacselekv_siterv.pdf)

<sup>4</sup> PJ/év és ktoe/év mértékegységek átváltásához a következő fizikai állandót használtuk fel: 1 PJ=23,88 ktoe (IEA (2004): Energy Statistics Manual. [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/statistics\\_manual.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/statistics_manual.pdf)



## 10. táblázat: A Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv céljai és azok extrapolációja a 2017-2020-as évekre

Év	Eredmény (GWh/év)	Eredmény (PJ/év)	Eredmény (ktoe/év)
2008	1000	3,60	85,97
2009	2600	9,40	224,47
2010	4400	15,80	377,30
2011	6300	22,70	542,08
2012	8300	29,90	714,01
2013	10300	37,10	885,95
2014	12300	44,30	1057,88
2015	14150	50,90	1215,49
2016	15960	57,50	1373,10
2017 (becsült)	17892	64,42	1538,46
2018 (becsült)	19796	71,28	1702,24
2019 (becsült)	21701	78,14	1866,01
2020 (becsült)	23606	85,00	2029,79

Forrás: Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terve, p. 5, REKK számítás

A cselekvési terv első évét még nem értékelte ki az Energiaközpont, de egyes programok kiértékelése részlegesen már megtörtént.

### 3.2. Tényleges energiahatékonysági adatokból számított szcenáriók

A Cselekvési Terv mellett kormányzati dokumentumokban közölt, az elmúlt években elért energiahatékonysági mutatók alapján megbecsüljük, mekkora megtakarítások várhatók 2020-ban. Elsőként a főbb energiahatékonysági programokat tekintjük át.

#### Jelenlegi főbb energiahatékonysági programok Magyarországon

##### *EHA*

A német szénszegélyen alapuló Energiahatékonysági Hitel alap 1991 óta nyújt kedvezményes hiteleket, kezelője az Energiaközpont Nonprofit Kft. A pályázat hő és villamosenergia-hatékonyságot növelő beruházásokat egyaránt tartalmaz, emellett a megújuló energia elterjedését célzó projekteket is támogatja. A program keretében megvalósult pályázatok

2008-ra 9,7 PJ/év megtakarítást értek el. A program kiírásában nem szerepelt irányszám a megvalósulandó energiahatékonyságról.

### ***NEP***

A KHEM a Nemzeti Energiatakarékosági Programon keresztül folyósít a lakosság számára utófinanszírozást lakásenergetikai beruházásokra. A NEP-et is az Energiaközpont kezeli, az 1994 előtt épült hagyományos szerkezetű házak részesülhetnek támogatásban. A program által elért eredményekről nem készült értékelés, kvantitatív célokat nem fogalmaztak meg.

### ***KEOP***

A Környezet és Energia Operatív Program 2007 és 2013 között folyósít uniós forrásokat energiahatékonysági beruházásokra, megújuló kapacitások kiépítésére, kezelője az Energiaközpont. A program energiahatékonyságra gyakorolt hatásai nem kerültek számszerűsítésre.

### ***Panelprogram***

Az iparosított technológiával épült házak felújítását célzó program 2001 óta működik, jelenleg az Önkormányzati Minisztérium kezelésében. Az 1992 előtt épített panellakások korszerűsítését célzó programon 2006-ig bezárólag 34,4 milliárd forintot osztottak ki. A beruházások hatásairól nem készült tanulmány.

### ***ÖKO program***

A távhővel fűtött lakások fűtésszabályozásának kiépítését célzó ÖKO programot az Önkormányzati Minisztérium írta ki, kezelője az NFGM tulajdonában lévő ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. A program 2008-ban indult, kiértékelésre nem került.

Az energiahatékonysági programok nem tartalmaztak megtakarításokra vonatkozó előrejelzést vagy becslést, ezért az alábbiakban két kormányzati dokumentum értékelési alapján foglalmazzunk meg várakozásokat.

### **3.2.1. Szenárió 1: A Magyarország Energiapolitikája 40/2008 (IV.27) Országgyűlési Határozat háttéranyagában közölt programok 2000-2006 között történt tényleges megtakarításaiból számított értékek**

A 2000 és 2006 közötti időszakban az energiahatékonysági programok a Magyarország Energiapolitikájának háttéranyagában<sup>5</sup> foglalt becslés szerint 2006-ra 11 PJ/év megtakarítást értek el. Ennek megoszlása az egyes programok közt a következőképpen

---

<sup>5</sup> H/4858/1. Háttéranyag a 2007-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikai koncepcióról szóló, H/4858 számú országgyűlési határozati javaslatához

alakult: az Energiahatékonysági Hítel Alap a 2000-2006 időszakban 2,85 PJ/év megtakarítást ért el. A Széchenyi Terv és a Nemzeti Energiatakarékosági Program keretében 4,5 PJ/év megtakarítás történt. KIOP programban 0,65 PJ/év, PHARE programban 2 PJ/év, végül a Panelprogram 1 PJ/év energiaigény-csökkenéssel járt. A 11 PJ/év energia-megtakarítás átlagosan évi 1,833 PJ/év megtakarítást jelent. Mivel az energiahatékonysági beruházások elévülési ideje a 2006/32 EK IV. mellékletének 4. pontja szerint 20 év szigetelés esetén és 15 év fűtéskorszerűsítési beruházások esetén, ezért azzal a feltételezéssel élünk, hogy az évente átlagosan elért energiahatékonyság hozzáadódik az előző évi értékhez. Az időszakra elért átlagos évi megtakarításokat 2020-ra extrapolálva, azaz a növekedési ütemet minden évben 1,833 PJ/évnek feltételezve az átlagos évi megtakarítás 2020-ra a cselekvési terv céljaitól jóval elmaradó, 36,66 PJ/év mértékű lesz.

### 11. táblázat: Becsült energiahatékonyság a 2008-2020 időszakra

Év	Eredmény (PJ/év)	Eredmény (ktoe/év)
2008	14,66	350,18
2009	16,50	393,95
2010	18,33	437,72
2011	20,16	481,49
2012	22,00	525,26
2013	23,83	569,04
2014	25,66	612,81
2015	27,50	656,58
2016	29,33	700,35
2017	31,16	744,12
2018	32,99	787,90
2019	34,83	831,67
2020	36,66	875,44

Forrás: Háttéranyag a 2007-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikai koncepcióról szóló, H/4858 számú országgyűlési határozati javaslatához, p 55-57.

### 3.2.2. Szenárió 2: Az Energiatakarékoság a magyar energiapolitikában című háttér tanulmányban közölt 1991-2004 között történt tényleges megtakarításokból számított értékek

Értékeléseket tartalmaz még a Magyarország energiapolitikájához készült *Energiatakarékoság a magyar energiapolitikában* című háttér tanulmány. A tanulmány szerint 1991 és 2004 közötti időszakban az időszak végére a programok összesen 15537,3 TJ/év megtakarítást értek el, amely átlagosan 1,195 PJ/év megtakarítást jelent. Ezen adatok

alapján a növekedési ütemet állandónak tekintve 2020-ra csupán 34,66 PJ/év megtakarítás lenne elérhető.

## 12. táblázat: Becsült energiahatékonyság a 2008-2020 időszakra

Év	Eredmény (PJ/év)	Eredmény (ktoe/év)
2008	20,32	485,19
2009	21,51	513,73
2010	22,71	542,28
2011	23,90	570,82
2012	25,10	599,36
2013	26,29	627,90
2014	27,49	656,44
2015	28,68	684,98
2016	29,88	713,52
2017	31,07	742,06
2018	32,27	770,60
2019	33,46	799,14
2020	34,66	827,68

Forrás: Energiatakarékosság a magyar energiapolitikában című tanulmány, REKK számítás

### 3.3. A referencia forgatókönyv és az egyes scenáriók összehasonlítása

A referencia forgatókönyv és a két scenárió alapján az alábbi ábrán felvázoltuk, hogy mekkora mértékű megtakarítás várható 2020-ra. Az eddigi programok értékeléséből felrajzolt várható energiamegtakarítás 2020-ra 34-36 PJ/év.

A Referencia forgatókönyv címkével ellátott trend jelöli a Cselekvési Terv alapján számított éves energiamegtakarításokat. A cselekvési terv 85 PJ/év megtakarítást irányoz elő, ha azonos ütemben növekszik az energiahatékonyság.

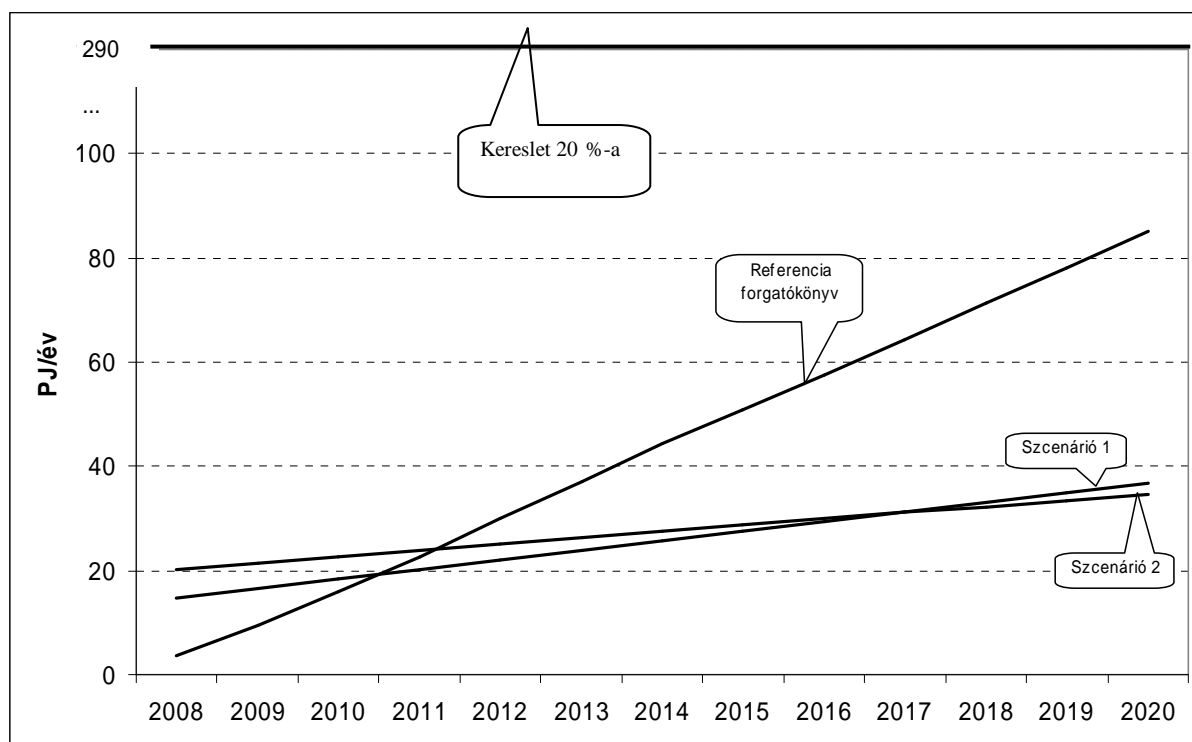
A Scenárió 1 címkével jelölt trend írja le a Magyarország Energiapolitikája 40/2008 (IV.27) Országgyűlési Határozat háttéranyagában közölt programok 2000-2006 között történt tényleges megtakarításaiból előrejelzett értékek alakulását 2020-ig. Habár az időszak rövidege miatt az adatok korlátozottan alkalmasak az előrejelzésre, a Scenárió 2 sokkal hosszabb időszak alapján számított értékei hasonló mértékűek 2016-tól.

A Scenárió 2 címkével jelölt trend pedig az Energiatakarékosság a magyar energiapolitikában című háttér tanulmány 1991-2004 között történt tényleges megtakarításaiból előrejelzett értékeket mutatja.

A Kereslet 20 százaléka feliratú vonal jelzi, hogy a magyarországi vállalásnak megfelelő 2020-as évre vonatkozó 20 százalékos energiamegtakarítás a tanulmányban becsült energiafelhasználás mellett mekkora mértékű megtakarítást igényelne.

Látható, hogy a létező energiahatékonysági programok tényleges eredményein alapuló előrejelzések jóval elmaradnak a cselekvési terv előirányzataitól és a 20%-os vállalástól.

**39. ábra: A referencia forgatókönyv és az egyes scenáriók megtakarításai 2008-2020**



Forrás:REKK számítás

## 4. Függelék

A 20%-os energiahatékonysági scenárió.

Miután erre semmilyen konkrét információ nem áll rendelkezésre, a referencia forgatókönyv adatait húztuk ki lineárisan a 2020-as energiafelhasználás 80%-áig.

**Kiegészítő forgatókönyv: A 2020-as 20%-os energia-megtakarítási vállalás szerinti forgatókönyv**

**ktoe**

Év	Referencia forgatókönyv	kiegészítő forgatókönyv
2010	21504	21782
2011	22116	21858
2012	22981	22195
2013	23902	22588
2014	24892	23050
2015	25965	23581
2016	27162	24236
2017	28397	24936
2018	29747	25749
2019	31195	26661
2020	32736	27766

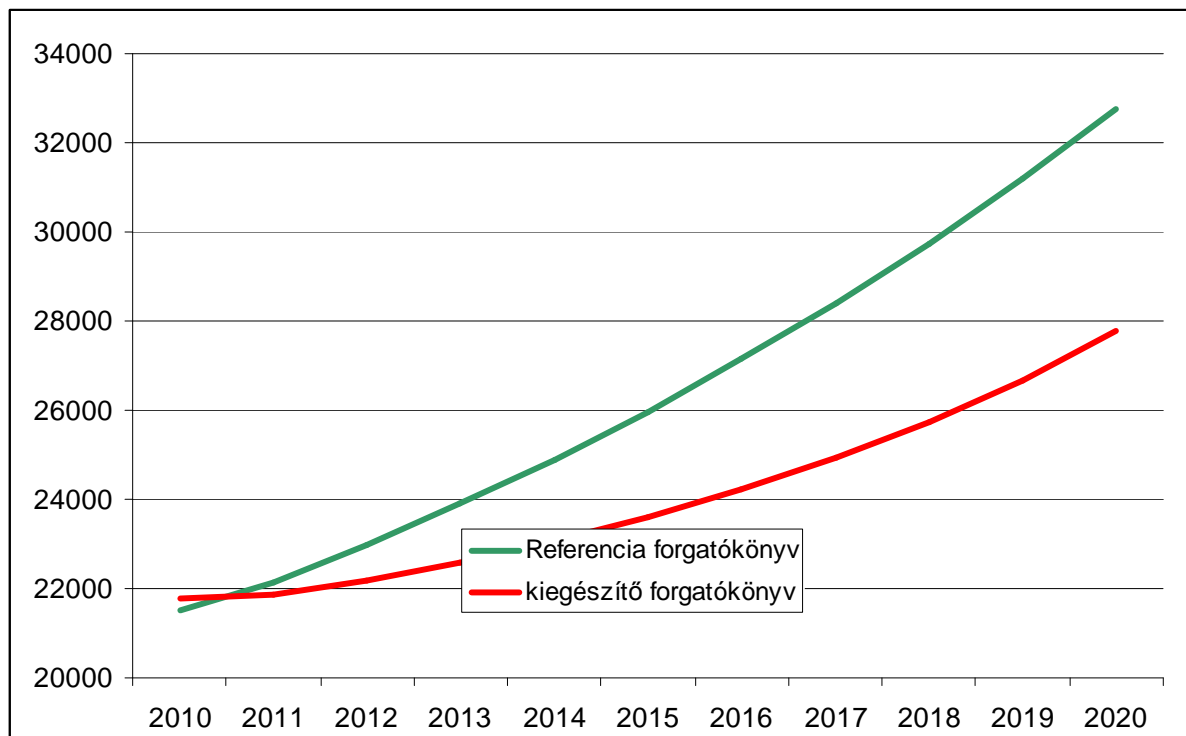
**PJ**

Év	Referencia forgatókönyv	kiegészítő forgatókönyv
2010	901	912
2011	926	915
2012	962	929
2013	1001	946
2014	1042	965
2015	1087	987
2016	1137	1015
2017	1189	1044
2018	1246	1078
2019	1306	1116
2020	1371	1163

**Forrás: Saját becslés**

**40. ábra: A referencia forgatókönyv és a kiegészítő forgatókönyv összehasonlítása, ktoe**





## 5. Melléklet

### 5.1. Az árampiaci modellezés során modellezett 15 ország

Albánia, Ausztria, Bosznia-Hercegovina, Bulgária, Csehország, Görögország, Horvátország, Lengyelország, Macedónia, Magyarország, Montenegró, Románia, Szerbia, Szlovákia és Szlovénia

### 5.2. Az árampiaci modellezés során használt három szcenárió

inputváltozók	alapszcenárió	optimista	pesszimista
vízhozam	közepes	közepes	közepes
CO2	15 €	25 €	5 €
Olaj	alacsony	magas	konstans reálár
Beruházás	szűk	bő	szűk
Kereslet	alap	alap + 0,2-es növekedési ütem	alap - 0,1 növekedési ütem

### 5.3. A tanulmányban említett statisztikai fogalmak magyarázata

#### Reziduális autokorreláció

A regressziószámítás során amikor a megfigyelt adatok egy időszakra vonatkoznak, azaz idősoros adatbázisunk van, több speciális kérdés merül fel, ezek közül az egyik legjelentősebb a maradékokban megjelenő autokorreláció.

Az autokorreláción egy változónak a saját maga időben vagy térben különböző értékeivel vett korrelációját értjük. Azaz az autokorreláció egy szokásos lineáris korreláció csak éppen nem különböző, hanem azonos változók máskor vagy máshol megfigyelt értékei között.

A regressziós elemzés egyik modellfeltétele, hogy a maradékváltozó, azaz a függő változónak az a része, amelyet a regresszióval nem tudunk magyarázni, nem tartalmaz autokorrelációt. Ennek a feltételnek tartalmilag az az értelme, hogy a maradéknak valóban maradéknak, véletlenszerűnek kell lennie, nem szabad, hogy tartalmazzon bárminemű szabályszerűséget,

hiszen a szabályszerűségeket a magyarázó változóknak, azaz a regresszióknak kell megjeleníteniük. Amennyiben ez nem teljesül, a becslések torzítottak lesznek.

### **Cochrane-Orcutt algoritmus**

A Cochrane-Orcutt eljárás egy olyan iteratív eljárás, amelyet a reziduális autokorreláció jelenségének kezelésére alkalmaznak. Az eljárás módja leegyszerűsítve a következő:

Tegyük fel, hogy  $Y[t]$  idősoros változót szeretnénk magyarázni  $X[t]$  idősoros változóval, viszont a regresszió maradéktagja autokorrelált. Ekkor első körben egy általános legkisebb négyzetek módszerén alapuló becslést végzünk (OLS becslés), melyből elkészítjük a hibatag idősorát  $e[t]$ . Ezt követően a hibatagot regresszáljuk a korábbi értékein, azaz  $e[t]-t$  magyarázzuk  $e[t-1]$ -el, hogy meghatározhassuk az autokorreláció együtthatóját,  $\rho$ -t. Ezt követően egy módosított  $Y$  és  $X$  idősort készítünk, ahol

$$y_1^* = \sqrt{1-\rho^2} y_1 \text{ és } x_1^* = \sqrt{1-\rho^2} x_1, \text{ valamint}$$

$$y_t^* = y_t - \rho y_{t-1} \text{ és } x_t^* = x_t - \rho x_{t-1}$$

Az eredeti regresszió  $\beta$  együtthatóját, ahol  $y = \beta x + u$  ennek az iteratív folyamatnak az alkalmazásával becsüljük, ahol minden következő lépésben  $y^*$ -ot átnevezzük  $y$ -ra és  $x^*$ -ot  $x$ -re mindaddig amíg a  $\rho$ -re kapott értékek nem kezdenek konvergálni.

A  $\rho$  végső becsült értékével már elő lehet állítani a hibatag covariancia mátrixát, mely segítségével már el lehet végezni a súlyozott OLS becslést azaz a GLS-t, melynek eredményeként megkapjuk a torzítatlan  $\beta$ -t.

### **Multikollinearitás**

Egy regressziós modellben ideális esetben a magyarázó változók korrelálatlan rendszert alkotnak, azaz nem hatnak egymásra, egymást nem magyarázzák. Multikollinearitás akkor lép fel, ha ez nem igaz, azaz a magyarázó változók valamilyen szinten korreláltak. Ebben az esetben a paraméterek értelmezése megnehezedik, mivel az egymás közti kölcsönkapcsolatok folytán minden változó hatása minden más változóban is megjelenik. A mi esetünkben a paraméterek értelmezése nem lényeges, és a becsült eredményváltozó a multikollinearitás esetén torzított marad, azaz az eredményeink megbízhatóságát nem befolyásolja.

## **5.4. Az energiefelhasználáshoz kapcsolódó fogalmak definíciója**

### **Önfogyasztás**

A tanulmányban az önfogyasztás becslése során a KÁT alá eső szervezeteknél a jelenleg érvényes szabályozás szerint jártunk el, azaz az önfogyasztást a:

389/2007 Kormányrendelet: *A megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsolatosan termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról szóló 389/2007.(XIII. 23.) Korm. rendelet módosításáról* szerint értelmeztük:

”az erőműegység telephelyének teljes villamosenergia-fogyasztása, beleértve az erőműegység villamosenergia- és hőenergia-termelésének, a termelőeszközök üzemének és üzemeltetésének fenntartására a saját termelésből vagy a hálózatról felhasznált villamos energiát, valamint az erőműegységet tulajdonló gazdasági társaságnak és az erőműegység üzemeltetőjének a telephelyen történő minden egyéb célú villamosenergia-fogyasztását is (ha az erőműegységben termelt villamos energiát csak részben értékesítik a kötelező átvételi rendszerben, akkor az önfogyasztást az értékesített mennyiségek arányában, ha a telephelyen több erőműegység üzemel, akkor az önfogyasztást az erőműegységek tényleges technológiai célú felhasználását is figyelembe véve kell megosztani, és a telephely teljes villamosenergia-fogyasztásában nem kell figyelembe venni a kapcsolatosan termelt hő felhasználókhöz történő elszállítására jutó villamosenergia-fogyasztást);”

### **Fűtő- és hűtőenergia-fogyasztás**

A tanulmányban a fűtő- és hűtőenergia-fogyasztást a *2009/548/EK A Bizottság Határozata (2009. június 30.) a 2009/28/EK európai parlament és tanácsi irányelv szerinti, megújuló energiaforrásokra vonatkozó nemzeti cselekvési tervek formanyomtatványáról* anyag szerint értelmeztük:

„A „fűtő- és hűtőenergia-fogyasztás” kifejezés a megtermelt származékos hőenergiát (eladott hőenergia) és az összes egyéb energiatermék végfogyasztását jelenti kivéve a végfelhasználói ágazatokban, így az iparban, a háztartásokban, a szolgáltatásokban, a mezőgazdaságban, az erdőgazdálkodásban és a halászatban felhasznált villamos energiát. A hűtés és fűtés fogalma ezért jelenti a feldolgozásban felhasznált végső energiafogyasztást is. A villamos energia fűtési és hűtési céllal a végső fogyasztásban is felhasználható, ilyenkor azonban a villamos energiára vonatkozó célkitűzés vonatkozik rá, ezért kerül itt kizárásra.”

## Hivatkozásjegyzék:

Balkan Energy: Balkan Energy news 2008-2009-es számai, [www.news.balkanenergy.com](http://www.news.balkanenergy.com)

Energiaközpont Kht éves jelentései (évkönyvei) 1990-2008. (Utolsó csak hiányos kéziratban)

H/4858/1. Háttéranyag a 2007-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikai koncepcióról szóló, H/4858 számú országgyűlési határozati javaslatához

IEA (2004): Energy Statistics Manual.

[http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/statistics\\_manual.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/statistics_manual.pdf)

KEMA (2005): Analysis of the network capacities and possible congestion of the electricity transmission networks within the accession countries; Commissioned by the European Commission, Directorate-General Energy and Transport

KSH Magyar Statisztikai évkönyv 1990-2008.

Magyarország Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terve.  
[http://www.khem.gov.hu/data/cms1859872/energiacselekv\\_siterv.pdf](http://www.khem.gov.hu/data/cms1859872/energiacselekv_siterv.pdf)

A Magyar villamosenergia rendszer statisztikai adatai MVM 2008.

PLATTS: Energy in East Europe, 2009.10.09.

Szerdahelyi György Dr. et. al. (2005): Energiatakarékosság a magyar energiapolitikában. Az új magyar energiapolitika tézisei a 2006-20030 időszakra, 11. fejezet.  
[http://khem.gov.hu/data/cms738553/11albiz\\_teljesanyag1207.pdf](http://khem.gov.hu/data/cms738553/11albiz_teljesanyag1207.pdf). Letöltés dátuma 2009. november 25.

Szerdahelyi György Dr. (2009): A megújuló energiahordozókból történő villamosenergia termelés fejlesztése (energiapolitikai háttér, megoldandó feladatok) előadás 2009. december 9. ETE konferencia

Villamosenergia Statisztikai Évkönyvek (VESTÉK) 1990-2008

Felhasznált Honlapok:

<http://www.ksh.hu>

<http://www.energiakozpont.hu>

<http://www.eia.doe.gov>

<http://www.otm.gov.hu>

<http://www.khem.gov.hu/>

<http://www.eh.gov.hu>

<http://www.mavir.hu>